



*Universidad Nacional de Río Cuarto
Facultad de Agronomía y Veterinaria*

“Diseño y evaluación de propuestas de ordenamiento de territorio: La urbanización sobre tierras rurales”^{1 2}

Jorge D. de Prada ³

Américo J. Degioanni ⁴

José M. Cisneros ³

María A. Galfioni ⁵

Alberto Cantero G. ³

Octubre de 2012

Río Cuarto, Córdoba, Argentina

1 Trabajo aprobado en la XLIII Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Agraria, Corrientes, Argentina.

2 Subsidiado por: SECYT-UNRC, 2012 y 2013. MINCyT Córdoba Préstamo BID-PID N° 013/2009: Bases para el ordenamiento territorial en el medio rural de la provincia de Córdoba y el SECYOT, FAV, UNRC.

3 Departamento de Economía Agraria, FAV, UNRC. Ruta Nacional 36, Km 601. Río Cuarto, Córdoba, Argentina. Teléfono: (0054-358) 4676519 Correo electrónico: jdeprada@ayv.unrc.edu.ar

4 Departamento de Ecología Agraria, FAV, UNRC. Ruta Nacional 36, Km 601. Río Cuarto, Córdoba, Argentina. Teléfono: (0054-3584676409). Correo electrónico: adegioanni@ayv.unrc.edu.ar, jcisneros@ayv.unrc.edu.ar y acantero@ayv.unrc.edu.ar

5 Becaria Foncyt del PID y docente del Departamento de Geografía de la FCH. UNRC. Ruta Nacional 36, Km 601. Río Cuarto, Córdoba, Argentina.

Diseño y evaluación de propuestas de ordenamiento de territorio: La urbanización sobre tierras rurales.

Tabla de contenido

Índice de Tabla	1
Resumen	2
Resumen	2
1. Introducción	3
2. Materiales y métodos	6
2.1. Área de estudio	6
2.2. Metodología	6
2.3. Criterios para la comparación de cada POT	9
3. Resultados y discusión	14
3.1. Evolución histórica de la población y uso de las tierras	14
3.2. Propuesta de ordenamiento territorial (POT) y criterios	15
3.3. Evaluación de las Propuestas de Ordenamiento Territorial	21
4. Consideraciones finales y limitaciones	25
Bibliografía	27

Índice de Tabla

Tabla 1. Evolución de la población y la superficie de la ciudad de Río Cuarto entre 1965 y 2008	14
Tabla 2. Población y densidad estimada por propuesta de ordenamiento, Río Cuarto, año 2030	18
Tabla 3. Ocupación por ecosistema y área de amortiguación de las propuestas, visión 2030	19
Tabla 4. Extensión y área de servicios urbanos en la ciudad de Río Cuarto, año 2030	20
Tabla 5. Estimación de gastos de construcción de la infraestructura vial por propuesta, año 2030	20
Tabla 6. Estimación de residuos sólidos domiciliarios por propuesta, 2030	21
Tabla 7. Matriz de decisión y tipo de preferencias de las propuestas de ordenamiento, año 2030	22
Tabla 8. Orden de las propuestas con igual ponderación de los criterios	22
Tabla 9. Orden de las propuestas con más ponderación a criterios económicos y ecológicos	23
Tabla 10. Orden de las propuestas con más ponderación de los criterios: Población y esfuerzo político institucional	23
Tabla 11. Orden de las propuestas reduciendo las coberturas de servicios de la <i>POT 1</i>	24

Resumen

El objetivo del artículo es mostrar el diseño, cuantificación y evaluación de propuestas de ordenamiento de territorio (*POT*), considerando la expansión urbana sobre tierras rurales. Cinco *POT* fueron desarrolladas. La *POT1-Tendencial*, es la prognosis del patrón de expansión urbana actual; La *POT2-Eco-ciudad* es elaborada utilizando parámetros de la bibliografía. La *POT3-Norte*, la *POT4-Oeste* y la *POT5-Sur* consideran un patrón de expansión urbana compacta.

La aplicación se realiza en la ciudad de Río Cuarto, Córdoba, Argentina con un horizonte de planificación de largo plazo, año 2030. Un sistema de información geográfico y el modelo multicriterio discreto (PROMETHEE) fueron utilizados para estimar los parámetros de siete criterios. El primero es *albergar a más población*. En las *POT1* y 2 se utiliza la población proyectada al año 2030 considerando la tasa de crecimiento histórica. En tanto en las *POT3*, 4 y 5 es la población proyectada más una cantidad en función de las tierras urbanizadas. El segundo criterio es el *Valor Actual Neto económico, VAN*, de la conversión de tierras rurales a urbana (tomando la *POT1* como referencia). El tercer criterio es *minimizar el impacto ecológico*, estimado mediante un índice *ad-hoc* de acuerdo a la magnitud de servicios ecosistémicos del área urbanizada. El cuarto criterio es *minimizar los gastos de inversiones viales*. El quinto criterio es *minimizar el volumen de residuos sólidos domiciliarios*, en función de la tasa de aprovechamiento *in-situ* de los residuos orgánicos. El sexto criterio *minimizar la extensión de servicios urbanos* (incluye agua potable, cloacas, gas y desagües pluviales), subrogante de gastos de inversión para cubrir el 100% del espacio urbanizado. El séptimo criterio es *minimizar el Esfuerzo político institucional*, EPI, una medida de la magnitud del cambio social entre las *POT* y lo actual.

Los resultados muestran tres hallazgos muy importantes. Los datos sistematizados permiten observar el rango y el conflicto entre propuestas. En el primer criterio, albergar a más población, el rango es de 80 mil habitantes. La mejor propuesta es la *POT5* y la peor la *POT1* y 2 (281 mil versus 201 mil habitantes). En tanto, el VAN tiene un rango de \$333 millones ($VAN_{POT2}=\147 millones versus $VAN_{POT1}=\$-187$ millones). Un comportamiento similar tiene el índice ecológico. Las inversiones viales tiene un rango de \$74 millones (\$234 millones y \$308 millones para la *POT 4* y 5 respectivamente). La recolección de residuos domiciliarios tiene un rango entre propuestas de 30 mil toneladas/año (49 mil en la *POT2* versus 79mil ton/año en la *POT5*). La extensión de servicios urbanos varía en un 120%. Por ejemplo, la cobertura del espacio con desagües pluviales en la *POT1* debe ser de alrededor de 5.270 ha, mientras que en la *POT2* esta cifra se reduce a 2.433ha. En el criterio EPI, sin demanda de cambios de comportamiento social la *POT1* es la mejor propuesta en tanto la peor es la *POT2*.

El segundo hallazgo importante considera las fortalezas y debilidades de cada *POT* y las compara ordenándolas. Aquí juega un papel importante el tomador de decisiones para establecer el peso de los criterios y la función de preferencia. Por ejemplo, si consideramos con igual o más peso en los criterios económicos y ecológicos el orden de mejor a peor sería el siguiente: *POT4* equivalente o mejor que la *POT2*. Esta última presenta más fortalezas pero es superada por la *POT4* por menores debilidades. En tanto, si se pondera con el doble de peso: el criterio EPI y más población la *POT4* es mejor que la *POT2*. En ambas ponderaciones la peor propuesta es la *POT1*.

El tercer hallazgo muestra bajo qué condiciones la *POT1* puede competir en las primeras posiciones. Hay que sopesar trece veces más el EPI que los otros criterios para que la *POT1* compita en la primera posición. También, si se reduce la cobertura de servicios urbanos y la infraestructura vial entre 40% y 60% en la *POT1* y ponderamos el doble el criterio político institucional, la *POT1* entra en los primeros puestos, aunque sigue presentando más debilidades que otras alternativas. Esto pone de manifiesto la importancia de prepararse y tener opciones para el futuro, caso contrario posiblemente el Estado no pueda dar cobertura a los servicios.

En síntesis, este trabajo muestra un modelo conceptual y empírico de ordenamiento de territorio considerando la expansión urbana, extrapolable a otras situaciones similares con la virtud que puede considerar las preferencias y pesos asignados por los tomadores de decisiones, facilitándole consensuar una agenda futura y diseñar las posibles intervenciones para su desarrollo.

Diseño y evaluación de propuestas de ordenamiento de territorio: La urbanización sobre tierras rurales

1. Introducción

El ordenamiento del territorio como disciplina de integración de conocimientos y como herramienta de apoyo al Estado, puede ayudar a identificar, anticipar y reducir conflictos en el medio rural que emergerán en el futuro sobre el territorio debido al crecimiento de la población y a los patrones de urbanización. Según las predicciones de FAO (2012), la población mundial alcanzará 8320 millones de habitantes para el año 2030 (1400 millones más que en el año 2010). Aún más importante será el nivel de urbanización. FAO predice que el aumento de la población urbana será mayor a 1400 millones de habitantes para el 2030 (pasando del 50% al 60% entre el 2010 y 2030). En nuestro país, la predicción de población para el año 2030 es de alrededor 47 millones de habitantes y la población urbana se incrementaría en 7 millones comparado con la población del año 2010 (FAO, 2012). El proceso de urbanización de Argentina también ha sido marcado por un fuerte incremento de la población urbana: prácticamente el 93% de la población se localiza en zonas urbanas y las proyecciones de FAO muestran que la población rural seguirá disminuyendo hasta el 5% para el año 2030 si se mantiene el mismo patrón de urbanización.

Para albergar a una mayor población urbana se requiere más espacio y, consecuentemente, mayor conversión de tierras rurales a urbanas. Esta situación ya es verificada al observar algunos patrones de urbanización registrados recientemente en diferentes ciudades argentinas. Se trata de patrones de expansión urbana dispersa (“sprawl”), donde la tasa de conversión de tierras rurales a urbanas es más alta que el propio crecimiento poblacional de las ciudades. Esta modalidad de expansión dispersa se corresponde con la expansión de la ciudad en barrios cerrados o abiertos de baja densidad poblacional, enclavados en la zonas rurales, en forma discontinuas y fragmentada, dejando grandes espacios vacíos y guiado por las fuerzas de mercado (EEA, 2006). En EEUU, la expansión urbana dispersa se refiere principalmente a un modelo de redistribución de la población urbana en el medio rural, soportado por el automóvil como principal medio de transporte. Este modelo, acarrea graves consecuencias públicas, ambientales, económicas y para la salud humana. Aproximadamente 13,8 millones ha⁻¹ de tierras rurales (bosques, pastizales naturales, pasturas y cultivos) fueron convertidas a tierras urbanas entre 1982 y 2001 en EEUU y la tasa de conversión de tierras aumentó de 570 mil a 890 mil ha⁻¹ año⁻¹ comparando la primera y segunda década del periodo analizado (Laquatra *et al.*, 2012).

Los actores involucrados en este proceso, algunos compradores de viviendas, inmobiliarias, emprendedores, empresas constructoras y gobiernos, están persuadidos que realizan elecciones inteligentes, ya sean de tipo financieras, de seguridad o de estilos de vida aunque en general no consideran los inconvenientes de este patrón de urbanización disperso en el largo plazo (Laquatra *et al.*, 2012). Estos autores mencionan que los compradores de casas o departamentos buscan varios atributos y servicios asociados con el estilo de vida, la seguridad, pagar menos impuestos, un ambiente más natural, proximidad para actividades recreativas, alejados de los otros vecindarios y de la zonas de mayor contaminación, viviendas de varias habitaciones y grandes, todo lo cual genera una demanda de viviendas, dispersas en el medio rural. En tanto, los emprendimientos inmobiliarios sean grandes o pequeñas buscan desarrollar un negocio rentable, ya sea minimizando los costos de desarrollo o aumentando sus ingresos por servicios agregados y vendiendo sus productos. Frecuentemente, toman decisiones de corto plazo o siguiendo la tendencia -en EEUU, adquiriendo tierras en lugares más alejadas de la ciudad y las urbanizan ya sea porque en muchas ocasiones reconvertir un área urbana es más costoso o porque se generan condiciones favorables por gobiernos locales próximos a las grandes ciudades (Laquatra *et al.*, 2012). Sin embargo, estas decisiones supuestamente inteligentes desde la perspectiva individual tienen varios inconvenientes en el patrón de desarrollo urbano en el largo plazo. En este sentido, McElfish (2007) sistematiza los inconvenientes de este patrón de crecimiento urbano. El autor menciona: la pérdida de soporte para los servicios públicos y amenidades, el incremento en el costo de transporte, un mayor consumo de recursos sobre otras formas de urbanización, mayor distanciamiento al sitio del trabajo -particularmente para los residentes de menores ingresos- y degradación de la calidad del aire, del agua y alteración permanente del hábitat y del paisaje. En

EEUU, cuando comparan la urbanización dispersa con modalidades más compactas, se ha encontrado que la primera forma incrementa el gasto en servicios públicos (Carruthers y Ulfarsson, 2003a; Carruthers y Ulfarsson, 2003b) y además aumenta la probabilidad de problemas de salud, tales como la obesidad e hipertensión (Ewing *et al.*, 2008; Lopez, 2004). Además de los efectos discutidos en EEUU, en la Unión Europea mencionan que la expansión urbana dispersa socava la propia cultura y valores comunitarios, con mayor riesgo y dependencia alimentaria y es altamente probable que haga insuficientes los esfuerzos globales para alcanzar las metas de mitigación del cambio climático (EEA, 2006).

Este proceso de urbanización y conversión de tierras rurales a urbanas también ha sido estudiado en América Latina. El modelo de ciudad latinoamericana con densificación del centro urbanizado mediante la construcción de edificios “torres jardín” y la dispersión de barrios privados con viviendas individuales en las zona rural es un fenómeno creciente (Borsdorf, 2003; Janoschka, 2002; Matteucci y Morello, 2009; Morello *et al.*, 2000; Troncoso, 2007), particularmente, en las grandes ciudades que las presiones migratorias son mayores. En Argentina, el caso más estudiado ha sido el crecimiento urbano de la ciudad de Buenos Aires, donde se observa el fenómeno de expansión urbana dispersa y los inconvenientes detectados en otros países. La ciudad de Buenos Aires ha crecido convirtiendo las tierras más fértiles y de mayor aptitud agrícola en barrios cerrados, donde se localizan pobladores de ingresos medios altos, ocupando alrededor de 20.000 ha con 250.000 personas en el año 1990 y con efectos permanentes en la fragmentación y transformación del hábitat (Morello *et al.*, 2000) y también, mayores impactos ambientales, tales como, destrucción flora y proliferación de especies exóticas, mayor emisión de gases efectos invernaderos (Matteucci y Morello, 2009).

En contrasste, existen patrones de urbanización más compatibles con el desarrollo sostenible, generalmente asociados a ciudades más compactas o anti-dispersas. Ciudades bien construidas y conducidas son consideradas los lugares más deseables para el hábitat humano (Blassingame, 1998). El autor considera que dos cambios importantes son necesarios para hacer más sostenibles los patrones de urbanización: uno físico o tecnológico y el otro cultural o de valores en la sociedad urbana. El primer aspecto, -físicos o tecnológicos prácticamente pueden hacer que las cosas funcionen igual o mejor que en la actualidad sin demasiados esfuerzos para el hombre. Por ejemplo, cambiar las bombitas de luz de alto a bajo consumo, o utilizar el agua de la ducha para evacuar el inodoro son cambios fácilmente adoptables. Sin embargo, (Blassingame, 1998) remarca que la inteligencia no es suficiente para alcanzar ciudades sostenibles ya que hay que trabajar sobre los valores y las conductas humanas. En tal sentido, los valores que deben primar son: el sentido de comunidad e inclusión social (étnica y otras), el uso múltiple del territorio y construcciones más adaptadas al medio ambiente y el reemplazo de las jerarquías en los medios de movilidad y transporte, sustituyendo el automóvil por estructuras viales que jerarquicen primero sendas -para acceder caminando o en bicicleta al trabajo, escuela y otros equipamientos urbanos, transporte público en segundo lugar y finalmente el automóvil. Estos cambios de naturaleza cultural o de valores son mucho más difíciles de adoptar por los individuos. Sin embargo, el mismo autor cita ejemplos en EEUU donde las ciudades o barrios están avanzando hacia ciudades más sostenibles, promoviendo políticas y regulaciones combatiendo la dispersión urbana (Carruthers y Ulfarsson, 2003a).

En esta línea de ciudad sostenible se incluye el concepto de eco-ciudad. El mismo incluye la reducción al mínimo posible el consumo de suelo, energía y agua, cambios en el diseño de las infraestructura vial (transporte), autogestión de los residuos urbanos, usos múltiples del territorio y la inclusión de espacios verdes (Gaffron *et al.*, 2008b; Vernay *et al.*, 2010). El proyecto Eco-ciudad ha sistematizado la experiencia desarrollada en varios países europeos con diferentes legislaciones, economía y clima y proponen una serie de indicaciones para planificar el desarrollo y expansión de la ciudad (Gaffron *et al.*, 2008). Entre ellos se destacan, localizar los nuevos desarrollos para transporte público eficiente y atractivo, a cortas distancias con otros sitios de la ciudad; utilizar suelos urbanos recuperados en primer lugar y después considerar suelo virgen u otros; limitar el tamaño de las unidades de desarrollo; proporcionar una mezcla de usos urbanos compatibles y complementarios y escénicamente atractivos; priorizando el acceso al trabajo, primeramente caminando y posteriormente en bicicleta. También, considera el diseño de unidades poblamiento con economías de escala en la provisión de: los servicios públicos, y los equipamientos básicos de la ciudad.

El uso múltiple del territorio urbano en la línea de eco-ciudad, pregona la inclusión de la huerta y desarrollo de agricultura en espacios integrados al mundo urbano (Gaffron et al., 2008). Aunque históricamente la agricultura urbana ha ocupado un lugar importante tanto como, utilización del tiempo ocioso, o como paliativo en crisis económicas o guerras, más recientemente la misma se incorpora nuevamente en la agenda política con funciones adicionales: mejorar o cambiar dietas alimenticias, promover actividades comunitarias, organizativas y educativas, favorecer el metabolismo de la ciudad, recuperar suelo urbano, y promover cambios culturales (Citadini, 2011; Davicino, 2010; Morán Alonso, 2009; Pollan, 2009; Sabanés *et al.*, 2008).

Mirando hacia el futuro tanto el crecimiento población con el proceso de urbanización asociado, deben considerar también la función política, ambiental, económica y social en el desarrollo armónico del país. En este sentido, pueden existir funciones diferenciadas para ciudades de diferente tamaño y con distintas necesidades de prepararse para el futuro (MPFIPyS, 2011). En ciertos casos, prepararse para el futuro significa albergar a más población distribuida en el territorio, proveer y dar cobertura de los servicios urbanos y reducir la conversión de tierras rurales a urbanas.

Para hacer operativos estos principios es necesario asistir a los gobiernos locales, regionales y nacionales con información sistematizada que facilite el proceso de toma de decisiones ante la complejidad de la urbanización. El ordenamiento del territorio para anticipar y resolver los conflictos en beneficio del colectivo con una visión de largo plazo aparece como una alternativa a las visiones de corto plazo basadas en el interés de algunos actores individuales que han mostrados ser ineficientes y escasamente efectivo en el uso del territorio (Gómez Orea, 2007).

Las herramientas y desarrollos vinculados al ordenamiento de territorio, tales como Sistemas de Información Geográfica (SIG) y las técnicas de análisis multicriterio constituyen importante elementos para apoyar decisiones de expansión urbana. Los métodos multicriterios discretos: PROMETHEE, ELECTRE, entre otros, permiten por un lado incluir diferentes planes de expansión de la ciudad y evaluar las ventajas y desventajas de cada uno con criterios cualitativos y cuantitativos (Brans y Mareschal, 2005; Buchanan *et al.*, 1998; Cisneros, 2010; Norese, 2006). Es importante notar que algunos métodos permiten diferenciar entre el diseño técnico (elaborar los planes alternativos) y la toma de decisiones (preferencias del que asume el riesgo político de la decisión). Para este último otorgan grados de libertad y un rol muy importante a los líderes políticos, para establecer las funciones de preferencia y la ponderación de cada criterio que permitan ordenar y seleccionar la alternativa de intervención (Buchanan et al., 1998). Estos métodos han sido utilizados para evaluar y ordenar propuestas en diferentes campos de intervención. Por ejemplo, PROMETHEE se ha utilizado: Gestión ambiental, Hidrología y manejo de cuencas, Negocios y gestión financiera, Química, Logística y transporte, Industria y ensamblaje, Gestión de energía, Estudios sociales, Agricultura, Educación, Salud, Deporte y gobierno (ver mayores detalles Behzadian *et al.*, 2010).

Sin embargo, son escasas las aplicaciones de métodos multicriterio para ordenar territorio (e.g. Cisneros, 2010) y menos aún considerando la expansión urbana en Argentina, donde tampoco hemos encontrado bibliografía sistematizada sobre los efectos de la expansión urbana en ciudades chicas y medianas. Este trabajo pretende contribuir en este sentido evaluando el proceso de conversión de tierras rurales a urbanas, en un caso de estudio, mediante el desarrollo de propuestas de ordenamiento que permitan sistematizar la información para los tomadores de decisiones a nivel local, provincial y nacional.

El objetivo del artículo es desarrollar un modelo conceptual y empírico de propuestas de ordenamiento de territorio, considerando la conversión de tierras rurales a urbanas e incorporando criterios de desarrollo sostenible utilizando un SIG y un modelo multicriterio (PROMETHEE) para facilitar la toma de decisiones políticas de largo plazo.

El estudio se realiza en la ciudad de Río Cuarto, considerada una ciudad mediana localizada en el centro del país. Las contribuciones a la bibliografía son varias. La más relevante es agregar valor a los datos e información dispersa para ser utilizada en el proceso de toma de decisiones. En segundo lugar, se muestra como configurar indicadores utilizando los SIG que permiten dimensionar y comparar los esfuerzos técnicos - económicos de la expansión urbana. En tercer lugar, se generan indicadores cualitativos para dimensionar el EPI para promover el cambio de comportamiento social, tanto

individual como colectivo en cada propuesta. Finalmente, se expone una metodología multicriterio para ordenar las alternativas, evaluando -mediante la sensibilidad de los parámetros, las funciones de preferencia lo que otorga una dimensión de los grados de libertad para el tomador de decisiones y se evalúa bajo que circunstancias la tendencia histórica compite favorablemente con las nuevas propuestas de ordenamiento.

2. Materiales y métodos

2.1. Área de estudio

La ciudad de Río Cuarto (33°7'25" Lat. S - 64°20'56" Long. O) está ubicada en el sur oeste de la provincia de Córdoba, próxima a las localidades de Holmberg y Las Higueras (Figura 1). Junto con esta última localidad forman un conglomerado urbano considerado el Gran Río Cuarto (INDEC, 1995). Este aglomerado pasó del ranking 17 al 22 en población entre el año 1960 y 2001 (INDEC, 2009). La tasa anual de crecimiento para este período 1960 - 1991, fue del 3,61% para Gran Río Cuarto y para el periodo 1991 - 2001 fue de 0,8%.

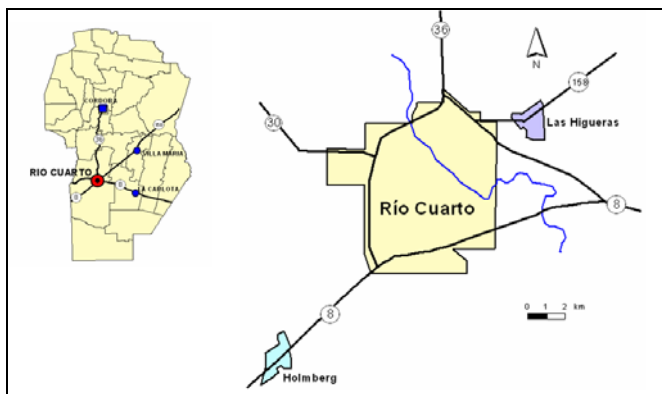


Figura 1. Ciudad de Río Cuarto: localización relativa en la provincia de Córdoba, poblaciones aledañas y rutas de circunvalación.

2.2. Metodología

2.2.1 – Análisis territorial: métodos y resultados.

Para el análisis territorial de este trabajo se confeccionó un SIG gestionado por los softwares *Quantum GIS* (QGIS, 2012) para operaciones espaciales y *ArcView 3.2* (ESRI., 1999) para la representación cartográfica. De distintas fuentes cartográficas se incorporaron al SIG las siguientes capas en proyección cartográfica Gauss Krüger Faja 4: evolución del área urbana para el período 1965 – 2002 (Maldonado y Campanella, 2004), red vial (IGM, 1968), área servida con agua potable, cloacas, desagües pluviales y gas (MRC, 2012) y suelos (Cantero G. *et al.*, 1986; Jarsún *et al.*, 2003). Con esta información debidamente estructurada se procedió generar las siguientes capas: Unidades ambientales, expansión de la ciudad, POT y cobertura de servicios urbanos.

2.2.1.1 – Unidades ambientales

A partir de la información de suelos se procedió a delimitar unidades ambientales según su aptitud productiva. A tal efecto se agruparon unidades de tierras en función del Índice de Productividad (Nakama y Sobral, 1987) que valora la capacidad relativa de producir bienes agropecuarios. Se delimitaron cinco unidades ambientales (Figura 2)

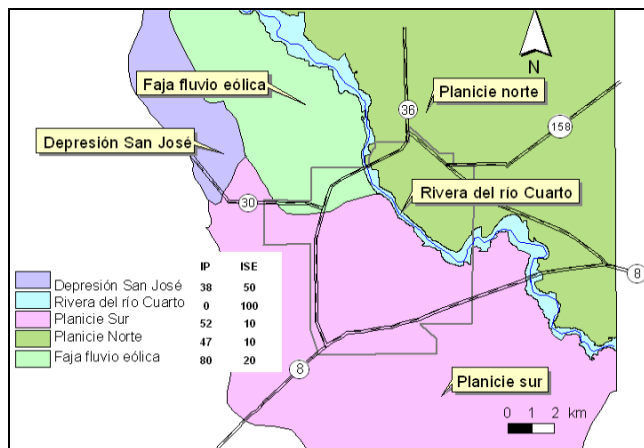


Figura 2. Unidades ambientales y su valoración productiva IP (Índice de productividad) y ISE (Índice de servicios Ecológicos).

Para contabilizar los servicios ecosistémicos de las unidades ambientales (regulación del ciclo hidrológico y mantenimiento de la biodiversidad) se generó un índice relativo entre 10 y 100 puntos llamado Índice de servicios ecológicos (ISE). Se le asignó el valor máximo al ecosistema del río Cuarto (Conchancharava o Chocancharava) con su correspondiente área de ribera. Esta unidad junto a su cuenca de aporte constituye el principal ecosistema natural del sur de Córdoba, (Cantero G. et al., 1986; Cantero G. et al., 1988; Cantero G. et al., 1998; Degioanni et al., 2005) tanto por la cantidad, calidad del agua, como por los bienes y servicios ambientales que brinda especialmente a la ciudad de Río Cuarto. Al igual que otros humedales, el río Cuarto y sus riberas, participa en la regulación del ciclo hidrológico, y del aire, y este ecosistema provee de bienes para múltiples usos tanto del agua (agua potable, riego, esparcimiento o recreación de la población), como también la explotación de áridos. También, constituye el conjunto de sitios de mayor biodiversidad y hábitat para diferentes especies vegetales y animales. El río también aporta al servicio de reciclaje de nutrientes y filtrado o purificación de vertidos cloacales. El otro ecosistema natural con características de humedal (suelos hidrohalmórficos) de cierta importancia es la depresión de San José, a la que se le asigna un Índice de 50 y en menor jerarquía aparecen los ecosistemas agrarios para brindar servicios ecosistémicos, a los cuales se le asigna un índice entre 10 y 20, en forma independiente del valor económico para la producción bienes destinados al mercado.

2.2.1.2 – Expansión urbana de la ciudad de Río Cuarto.

El procedimiento para determinar la expansión del área urbana de la ciudad para el período 1965 – 2008 se realizó mediante la operación envolvente convexa (Weisstein, s.f.) en Quantum GIS. Dicha operación traza polígonos envolventes cerrando los puntos extremos de una figura geométrica que, para este estudio, lo constituye cada una de las áreas urbanas registradas desde 1965 hasta 2008. A partir de las envolventes y tomando como punto de inicio de la expansión de la ciudad el centroide del área urbana en el año 1965, se calcularon funciones para determinar la tasa anual de avance del vector de crecimiento en dirección a los puntos cardinales principales. De esta manera, se pudo proyectar la expansión del área urbana con la actual tendencia de crecimiento para el año 2030. (Figura 3)

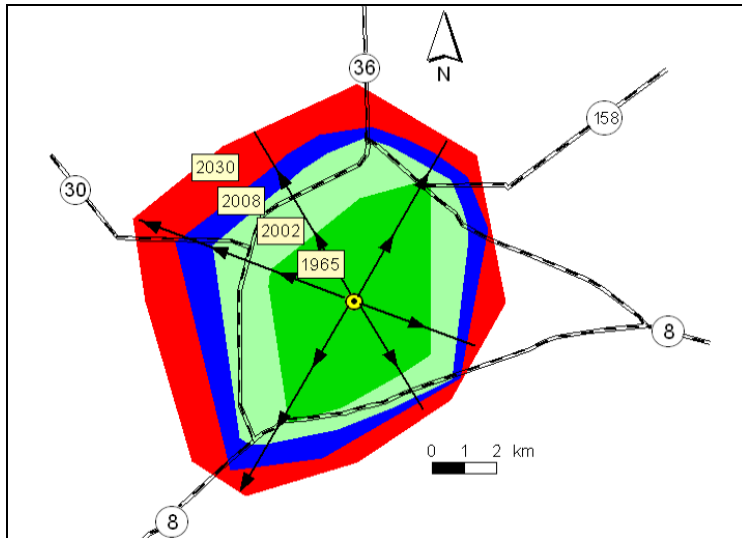


Figura 3. Expansión medida del área urbana entre 1965 – 2008 y proyectada para el año 2030 de la ciudad de Río Cuarto.

2.2.1.3 – Diseño de las Propuestas de Ordenamiento Territorial (POT)

El diseño espacial de las diferentes propuestas de ordenamiento del territorio (POT) básicamente ha puesto énfasis en la tasa de expansión de la ciudad de Río Cuarto con la consecuente conversión de tierras rurales a urbanas tomando como horizonte de planificación el año 2030. En tal sentido, las POT son cinco. Cuatro de ellas incluyen la expansión urbana sobre tierras rurales y son: la “POT1” que es la situación *Tendencial* (área urbana proyectada para el 2030 – Figura 3) y las “POT 3, 4 y 5” que han sido proyectadas considerando los vectores de crecimiento dominantes (Sur, Oeste y Norte), la red vial existente y limitando la expansión sobre las tierras de mayor aptitud productiva y ecológica. Por último la POT2 constituye la situación del área urbana real registrada en el año 2008, densificación dentro de los límites urbanos (Figura 3). La POT2 se define bajo el concepto de *Eco-ciudad* y constituye la transformación de la ciudad de acuerdo a criterios y principios de sustentabilidad del ambiente urbano (Gaffron *et al.*, 2008a; Waggoner, 2006).

La ocupación del territorio varía de acuerdo a las POT, en las cuales se introducen dos conceptos de zonificación: zona de expansión urbana y zona buffer para protección ambiental y para reducir los conflictos entre actividades urbanas y rurales. En todas las POT la zona buffer constituye un área de mayor intensidad de control y fiscalización, dentro de las cuales se restringen las estrategias de control de plagas y enfermedades de la agricultura (LPC, 2004) y la realización de actividades intensivas ganaderas, engorde a corral, granja de cerdos o pollos entre otras actividades intensivas (LPC, 2006) y en las cuales sería deseable promover normas de adhesión voluntarias que permitan compatibilizar las actividad agraria con la urbana, p.e. ISO 14000, buenas prácticas de agricultura o agricultura orgánica.

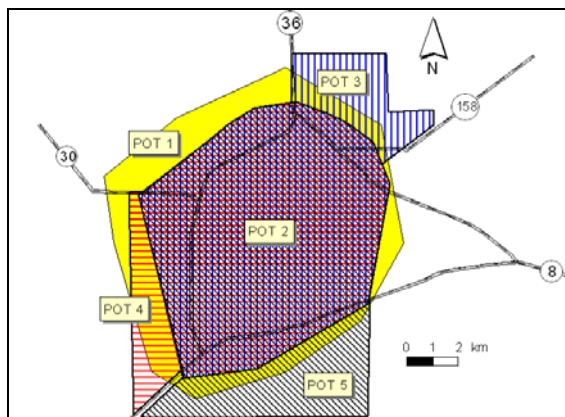


Figura 4. Diseño espacial de las POT (el área de la POT2 es común a las POT3, 4 y 5). En la figura se representan sin las áreas buffer.

2.2.1.4 – Cobertura de servicios urbanos

Para determinar la cobertura de servicios urbanos -agua potable, cloacas, gas natural y desagües pluviales, a cada POT se estableció el siguiente procedimiento en Quantum GIS.

- La actual cobertura urbana de cada servicio se toma como área servida;
- En el área sin urbanización de cada POT, se generó una grilla de puntos equidistantes a 500 m

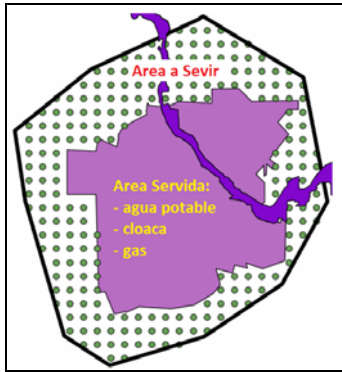


Figura 5. Método para definir los servicios de agua, cloaca y gas.

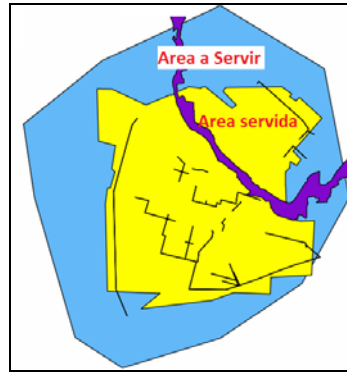


Figura 6. Método para definir el servicio de desagües pluviales.

- La sumatoria de puntos por la distancia entre puntos, aproxima la necesidad de tendido de la red de agua, cloacas y gas para cada POT (Figura 5).
- Para determinar la necesidad de cobertura de desagües pluviales se procedió a restar el área actualmente servida con el área a servir siendo este el parámetro de valoración (Figura 6)

2.2.1.5 – Cobertura de infraestructura vial

Se establecen dos tipos de infraestructura: a) la red vial en los límites externos de cada zona de las POT (paralelo al perímetro del polígono envolvente) y b) las conexiones internas en los espacios urbanos conectando la nueva circunvalación con la existente actualmente (enlaces rutas 30, 8, 158 y 36). Esta capa se generó en Quantum GIS mediante digitalización en pantalla tomando como referencia las capas de los POT, rutas y caminos periurbanos. El resultado final se expresa en km de infraestructura vial a construir para cada POT (Figuras 7, 8 y 9).



Figura 7. Esquema red vial POT 1.



Figura 8. Esquema red vial POT 2.



Figura 9. Esquema red vial POT 3.

2.3. Criterios para la comparación de cada POT.

Cada una de las POT diseñadas fue comparada en base a los siguientes criterios:

Población futura estimada, a más mejor (maximizar).

Valor actual neto de conversión de tierras rurales a urbanas, a más mejor (maximizar).

Perdida de servicios ecológicos, a menos mejor (minimizar)

Ratio de servicios urbanos, a menos mejor (minimizar)

Recolección de residuos sólidos urbanos domiciliarios, a menos mejor (minimizar)

Costos de inversión de infraestructura vial, a menos mejor (minimizar)

Esfuerzo político – institucional (EPI), a menos mejor (minimizar)

2.3.1. Población futura estimada

La población estimada para el año 2030 adopta dos criterios de acuerdo a la naturaleza de cada POT. Para la *POT1-Tendencial* y la *POT2-Eco-ciudad*, se adopta el criterio de albergar a los habitantes estimados de acuerdo al crecimiento poblacional histórico. En tanto, para las *POT3, 4 y 5* se adoptan el criterio de albergar a más población que la *Tendencial* para reducir la presión poblacional sobre los grandes centros urbanos de nuestro país. En este criterio, el espacio rural convertido a urbano considera una densidad de alrededor de 65 hab./ha y permitiría alcanzar una densidad poblacional en la ciudad de 28, 26 y 31 hab./ha para el año 2030 en las *POT3, 4 y 5* respectivamente. En este trabajo solo considera la necesidad de dotar de infraestructura básica el área urbanizada. Sin embargo, se reconoce que debería ir acompañado de otros criterios tales como la generación de fuentes genuinas de trabajo y de acuerdos nación, provincia y gobierno local que favorezca la relocalización de población o el crecimiento diferenciado.

2.3.2. Valoración económica de la conversión de tierras rurales a urbanas

La valoración económica de la expansión urbana sobre el medio rural considera solamente el valor actual de la renta económica agraria considerada a perpetuidad. El impacto económico de la expansión de la ciudad y la pérdida de suelos del ecosistema agrario y natural, toma como referencia, la tendencia histórica observada en la *POT1-Tendencial*, considerando que las fuerzas o inercia histórica en los vectores de expansión se mantienen. Sólo se agrega una zona buffer de 500 m. El valor actual neto económico -VAN- de la conversión de suelo agrario a urbano se estimó directamente con la siguiente ecuación:

$$VAN = \frac{1}{r} \sum_{i=0}^{\infty} (A_i^{uc} - A_i^{us}) RE_i^u + (A_i^{bc} - A_i^{bs}) RE_i^b$$

donde A representa el área de tierra, RE la renta económica agraria, el subíndice *i* identifica las unidades de tierras de similar aptitud productiva y ecológica, el superíndice *uc* y *us* significa urbanizada con proyecto (*POT2, POT3, POT4 y POT5*) y sin proyecto (*POT1*), *bc* y *bs* zonas buffer con proyecto y sin proyecto respectivamente y *r* representa el costo de oportunidad social de la tierra.

La renta económica por unidad de superficie es tomada de Gil (2010), estimada como los ingresos por venta de los productos agrarios neto de los costos directos de producción. El costo de oportunidad se estableció en el 2%. Este monto asciende a \$c 47.070, por hectárea para el año 2009, valor utilizado para la expansión sobre tierra agraria en las unidades Planicie norte y sur (Figura 2). La zona buffer se valora en \$c 22.410 por hectárea debido a que se pueden mantener actividades agrarias aunque con restricciones. Finalmente, la unidad Faja fluvio eólica (Figura 2) se le da un valor mayor, equivalente a la mayor aptitud productiva (\$c70.604.- por hectárea). En tanto, para la tierra virgen (baldíos dentro de los ejidos urbanos que no están siendo utilizados con propósitos urbanísticos, ambientales, paisajísticos o agrarios) se considera que la renta económica es prácticamente cero. Por lo tanto, en el caso de densificación urbana, a la utilización de estas tierras con este fin, no se le ha asignado un valor económico.

2.4.3. Perdida de servicios ecológicos

La conversión de tierras rurales a urbanas altera la función ecológica y se considera una pérdida en la capacidad de prestar dichos servicios. En este trabajo, multiplicamos el índice de servicios ecológicos descriptos en las unidades ambientales, ver detalles Figura 2, por el área de expansión urbana.

2.3.4. Servicios urbanos

Se cuantifican los servicios de redes de agua potable, cloacas y gas natural y los desagües pluviales por las distancias nuevas a cubrir de acuerdo a las POT.

2.3.5. Residuos sólidos domiciliarios (RSD)

Para cuantificar la generación y recolección de RSD, se tomaron los parámetros de cantidad y composición informados por Delgadino *et al.*, (2011). El 60% de los RSD son residuos orgánicos y cada habitante, en promedio, genera 383 kg/año en la provincia de Córdoba. La cantidad total de RSD depende del proceso de urbanización. En la *POT1*, se considera que se mantiene similar al actual. En tanto, en la *POT2* se considera que la población aprovecha los residuos orgánicos presentes en los RSD. En las zonas de nuevas de urbanización, se considera que el valor de aprovechamiento de residuos orgánicos es del 60% y en las zonas urbanas existentes del 30%. Estos parámetros se utilizan para estimar la cantidad total de RSD residenciales a recolectar. En la *POT3*, 4, y 5 se considera el 60% de aprovechamiento de los residuos orgánicos solo en las nuevas áreas urbanizadas. Solamente se ha tomado el aprovechamiento del residuo orgánico por simplicidad pero las propuestas de manejo de los RSD podrían ser más ambiciosas dado que existen numerosas experiencias reales donde se logran metas ambientales conjuntamente con la reducción de costos para los residentes (EPA, 1994; EPA, 1997). Por ejemplo, una de las experiencias sistematiza por EPA, el programa de manejo de RSD de la ciudad de Dover redujo un 75% la cantidad de RSD (de 423 a 150kg/habitante/año) y una reducción del gasto público (de los residentes) del 27%.

2.3.6. Costos de inversión de infraestructura vial

El desarrollo de la infraestructura vial junto con los servicios constituye la base para la ocupación del territorio. El criterio de este servicio es incorporar vías de comunicación terrestres para mantener la conectividad y mejorar la comunicación en todos los casos y particularmente en las nuevas áreas urbanizadas donde se realizan las inversiones periféricas e intermedias para las conexiones locales o nacionales e internacionales. Por otro lado, para la eco-ciudad se debe considerar el cambio de la infraestructura vial existen dentro de los límites de la ciudad. Para establecer el costo de la red vial, si bien hay diferencias significativas entre las fuentes (entre \$1.750.000 y \$13.856.839 por km), se utiliza un valor de \$ 4.013.509.- por km, tomando como referencia los presupuestado en el plan de rutas y autopistas Argentinas (Laura, 2011). En tanto, para la eco-ciudad se agrega un 20% adicional del presupuesto. Es importante notar, que las diferencias más significativas son las distancias recorridas y los costos es simplemente un escalar para dar la dimensión de esfuerzo económico.

2.3.7. Esfuerzo político – institucional (EPI)

En el ámbito político institucional, la planificación y, específicamente el ordenamiento del territorio, constituye una herramienta adecuada para pensar y construir el futuro desde las instancias de gobierno local, regional y nacional. Reconociendo los conflictos y los actores sociales que tienen poder para incidir en el futuro de la sociedad, Matus (2008) menciona que en democracia el gobierno cumple tres funciones claramente discernibles y que no deben confundirse: a) El diseño de las reglas que inducen y rigen los comportamientos del sistema social en el que aspiramos vivir; b) El diseño del proyecto político (de gobierno) para utilizar o modificar las reglas sociales establecidas (explícitas e implícitas) y c) La conducción del proceso político evaluando y corrigiendo los resultados del mismo. En la primera y segunda función se explicita la dimensión político-ideológica y el deseo de una sociedad idealizada, considerando la forma elegida para alcanzarlo. En la tercera función la capacidad de los gobernantes para poner en práctica el proyecto y resolver los conflictos emergentes en favor del objetivo colectivo planeado.

Es importante reconocer el EPI para el ordenamiento del territorio dado que, mientras mayores sean las diferencias *entre* las reglas de comportamiento social actual y las *POT*, mayores serán los conflictos y mayores las capacidades que deberán tener los gobernantes. En este sentido, se ha incorporado este criterio o atributo cualitativo para evaluar la distancia entre los requerimientos de la *POT* y el comportamiento social actual, que busca sintetizar estas tres funciones de política institucional.

La escala cualitativa considera cinco categorías: se establece un valor *muy bajo*, para el menor EPI (*POTI*), *Bajo*, *Intermedio*, *Alto* y *Muy Alto* para las otras categorías, que demandan mayor EPI respectivamente. El objetivo para este criterio es minimizar el EPI, por lo tanto, las POT que demandan menores cambios de comportamiento social serán más favorecidas en estos criterios versus las que demandan cambios más importantes. Si bien la escala para considerar los atributos político-institucionales es arbitraria, entendemos que captura el EPI más objetivamente, independientemente aún de las preferencias o el peso que le asigne el gobernante a cada criterio.

2.4. Evaluación de las propuestas

El método PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations) I y II, ranking parciales y completos respectivamente, fueron introducidos por Brans en 1982, y en 1986 por Brans y Marescha (2005). Básicamente, permiten evaluar y ordenar propuestas alternativas de ordenamiento de tierras (cinco), considerando criterios cuantitativos y cualitativos. Siguiendo a Brans y Marescha (2005) y Behzadian et al., (2010), se aplico el siguiente procedimiento:

Denotamos: a_i para las propuestas de ordenamiento de territorio, $i=1,2,\dots,5$; y $g_j(a_i)$, se utiliza para identificar el valor de los criterios en unidades de medida original, $j=1,2,\dots,7$.

Multiplicamos por (-1) a aquellos g_j que son minimizados y tratamos todos los criterios, a más mejor (maximización).

Paso 1. Calcular las diferencias entre alternativas por criterio $j^{\text{ésimo}}$

$$d_j(a_i, b) = g_j(a_i) - g_j(b), \quad b = \text{propuesta distinta de } a_i$$

donde $d_j(a_i, b)$ representa la diferencia entre la alternativa a_i y b .

Paso 2. Aplicar la función de preferencias

$$P_j(a_i, b) = F[d_j(a_i, b)], \quad 0 \leq P_j(a_i, b) \leq 1$$

donde P_j es la función de preferencias en el criterio $j^{\text{ésimo}}$ de la alternativa a_i con respecto a la b , transformando la diferencia d_j en una escala entre 0-1.

Paso 3. Calcular el índice multicriterio o de preferencia global

$$\pi(a_i, b) = \sum_j w_j P_j(a_i, b), \quad w_j = \frac{w_j}{W} = 1$$

donde $\pi(a_i, b)$ es el índice multicriterio que mide cuanto a_i es preferida a b considerando todos los criterios, w_j , es el peso o ponderador para las preferencias $P_j(a_i, b)$ para el criterio $j^{\text{ésimo}}$, con los valores normalizados de w_j (mayor w_j más peso toma el criterio en el índice multicriterio).

Paso 4. Calcular las fortalezas y debilidades de cada alternativa (PROMETHEE I)

$$\phi^+(a_i) = \frac{1}{n-1} \sum_{a_i \neq b} \pi(a_i, b), \quad \phi^-(a_i) = \frac{1}{n-1} \sum_{b \neq a_i} \pi(b, a_i)$$

donde, $\phi^+(a_i)$: representa la fortaleza, mide cuanto la alternativa a_i es preferida comparada contra las otras de pares en todos los criterios, más grande es el valor de a_i mejor, en contraste, $\phi^-(a_i)$ representa la debilidad, mide cuanto las otras alternativas son preferidas comparadas con la alternativa a_i . Más chico es el valor de $\phi^-(a_i)$ mejor es la alternativa.

Paso 5. Calcular el flujo neto (PROMETHEE II)

$$\phi(a_i) = \phi^+(a_i) - \phi^-(a_i)$$

$\phi(a_i)$ el flujo neto, es la diferencia entre fortalezas y debilidades de cada alternativa. Puede tomar valores positivos o negativos, más grande es el valor de $\phi(a_i)$, mejor será la alternativa.

Interpretación de los resultados

Tres posibilidades existen para a_i comparada con las otras alternativas, b : En general, a_i es preferida a b si:

$$\phi_+(a_i) > \phi_+(b) \text{ y } \phi_-(a_i) \leq \phi_-(b), \text{ o } \phi_+(a_i) \geq \phi_+(b) \text{ y } \phi_-(a_i) < \phi_-(b).$$

En tanto, a_i es *indiferente* a b si:

$$\phi_+(a_i) = \phi_+(b) \text{ y } \phi_-(a_i) = \phi_-(b).$$

En tanto, a_i es *incomparable* con b si:

$$\phi_+(a_i) > \phi_+(b) \text{ y } \phi_-(a_i) > \phi_-(b). \text{ o } \phi_+(a_i) < \phi_+(b) \text{ y } \phi_-(a_i) < \phi_-(b).$$

Finalmente, el ranking total puede ser construido ordenando de mayor a menor las $\phi(a_i)$, reflejando el orden de las alternativas preferidas (sin son comparables).

Función de preferencia

La función de preferencia para cada criterio asigna un valor a la diferencia entre a_i y b , para el criterio, $j^{\text{ésimo}}$. El método originalmente propone seis funciones de preferencia (ver más detalles en Behzadian et al., 2010; Brans y Mareschal, 2005) pero en este trabajo comentamos solo las dos utilizadas: Usual y lineal.

Tipo I. usual Utilizamos para criterio cualitativo:

Si a_i es mayor que b , para el criterio $j^{\text{ésimo}}$ se le asigna 1; de otro modo 0.

Tipo V. Función lineal, para los criterios cuantitativos.

$$\begin{aligned} d_j(a_i, b) \leq q_j; & \quad P_j = 0 \\ q_j \leq d_j(a_i, b) < p_j; & \quad P_j = \frac{d_j(a_i, b) - q_j}{p_j - q_j}; \\ d_j(a_i, b) > p_j; & \quad P_j = 1 \end{aligned}$$

donde q_j y p_j representan los umbrales de indiferencias y fuerte preferencia para las $d_j(a_i, b)$. En este trabajo utilizamos 10% y 90% del rango de los criterios para q_j y p_j respectivamente. Posteriormente, se realiza el análisis de sensibilidad de estos parámetros.

3. Resultados y discusión

3.1. Evolución histórica de la población y uso de las tierras

La evolución histórica de la población urbana y la conversión de tierra rural a urbana es importante en la ciudad de Río Cuarto. La ciudad aumenta significativamente en número de habitante entre el periodo 1965 y 2008. Si bien más que duplica la población en este período en el periodo 2002 – 2008 registra una tasa de crecimiento poblacional bastante menor que durante el período 1965 - 2002. En tanto, la conversión a tierras urbanas se intensifica durante los últimos años del período analizado. Entre los años 1965 y 2008 la conversión de tierra rural a urbana fue más de 4500 ha pasando del 6% a 15% sobre el área de estudio. En este periodo también aparece una leve reducción de las áreas naturales de ribera del río Cuarto.

Tabla 1. Evolución de la población y la superficie de la ciudad de Río Cuarto entre 1965 y 2008

	Unidad	Evolución (años)		
		1965	2002	2008
Población urbana de Río Cuarto *	Habitantes	65.600	149.000	156.000
Densidad	Hab./ha	24	25	22
Ecosistema agrario	ha	44.835	41.704	40.497
Ecosistema natural	ha	1.545	1.390	1.351
Ecosistema urbano	ha	2.700	5.986	7.232
Área de estudio	ha	49.080	49.080	49.080
Urbano / total	%	6%	12%	15%

Nota: * Dato tomado de DGEyC (2012)

Por otra parte, se observa que el patrón de urbanización tiene dos características: densificación en el centro, con la construcción de edificios (Figura 10) y crecimiento al azar, con muy baja densidad poblacional en barrios cerrados o grupo de casas fuera del ejido urbano (Figura 11). Este fenómeno se ha visto especialmente acelerado en el último periodo que expande los límites de lo urbano con muchos espacios vacíos. De acuerdo a (Gazzera, 2012), entre el 2005 y 2010, la construcción de propiedades en Río Cuarto fue de 3796 unidades, con un promedio anual de 633 unidades (entre 251 y 1039) y particularmente en el año 2011 se construyeron 400 unidades de propiedad horizontal para locación.

Este patrón de crecimiento de la ciudad de Río Cuarto muestra externalidades negativas muy importantes. Por un lado, los edificios en la zona urbana han tenido marcados problemas en el momento de construcción¹, de congestión de servicios urbanos (cloacas, agua potable, servicios diseñados para otra densidad poblacional) y cortan la luz solar y ventilación natural durante importante parte del día en forma permanente (ver detalle en la Figura 10). Por otro lado, la expansión aleatoria de las ciudad fuera de los límites urbanos incrementa los conflictos socioambientales entre productores agropecuarios y residentes urbanos por la incompatibilidad de algunas actividades, dificulta la cobertura de los servicios básicos y el traslado desde la periferia a las zonas de trabajo son más costosos en términos energéticos, ambientales y económicos.

¹ Comunicación personal Rubén Davicino líder del movimiento de damnificados de la construcción de edificios en la ciudad de Río Cuarto.

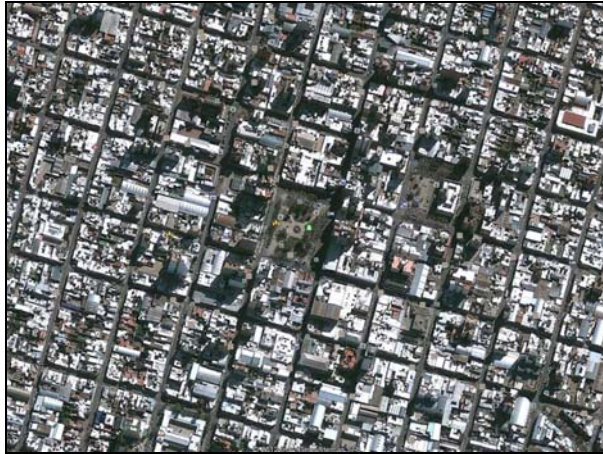


Figura 10. Imagen del centro de la ciudad



Figura 11. Imagen del Norte de la ciudad

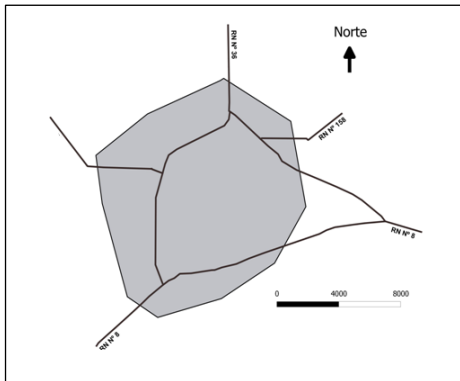
Fuente de las imágenes: Google Earth. Figura 10: se visualizan sombras de los edificios proyectadas sobre otras viviendas. Figura 11: una urbanización fuera de los límites de la ciudad y la escasa distancia con una avícola.

La prognosis de esta tendencia histórica es la utilizada para diseñar la *POTI* y se toma como referencia para evaluar las otras alternativas.

3.2. Propuesta de ordenamiento territorial (POT) y criterios

Se describen a continuación las cinco POT diseñadas para su evaluación.

POT1: Río Cuarto-Tendencial:

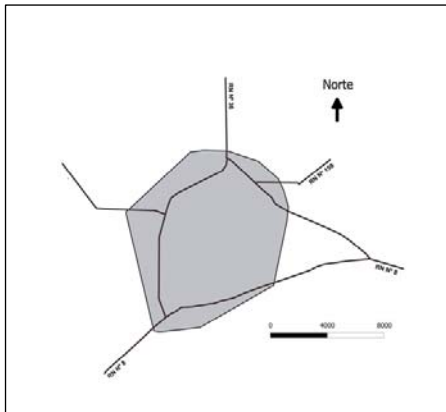


Intenta caracterizar el actúenos-cómo-de-costumbre. La *POTI* constituye la proyección de la inercia histórica de ocupación del territorio. En ella las formas de expansión de la urbe sobre el medio rural, se realiza según las fuerzas que han operado como factores de localización en el pasado, básicamente guiadas por la infraestructura pública heredada y que ha diferenciado el mercado de tierras y los precios. Aunque coexisten diferentes formas de desarrollo y ocupación, en la mayoría de los casos la población ocupa el suelo sin funciones urbanísticas y posteriormente reclama por el desarrollo de los servicios (luz, agua, cloacas, etc.). En esta situación el crecimiento urbano es aleatorio, sin control, con muchos parches urbanos que pueden localizarse aún fuera del

límite actual de la ciudad. La infraestructura de conexión con otros centros del país, en general es establecida por agendas externas². En esta propuesta, la ciudad se adapta con los esfuerzos mínimos para cumplir con los compromisos institucionales asumidos por el país o por la provincia (e.g. LPC, 2004; LPC, 2006). Posiblemente se agudicen conflictos socio ambientales por la utilización inapropiada del espacio tales como conflictos rurales-urbanos (p.e. aplicaciones de agroquímicos, ocupaciones ilegales, etc.), conflictos entre actores urbanos, por localización de actividades no complementarias (p.e. urbanizan próximos a industrias instaladas o edificios en zonas urbanizadas de alta densidad), conflictos por acceso a las condiciones mínimas de infraestructura de desagüe, agua potable, cloacas, gas, entre otros.

² Simplemente se considera que no ha sido por propia iniciativa aunque su concepción puede ser una excelente alternativa para el desarrollo de la ciudad.

POT2. Río Cuarto Eco-ciudad 2030.



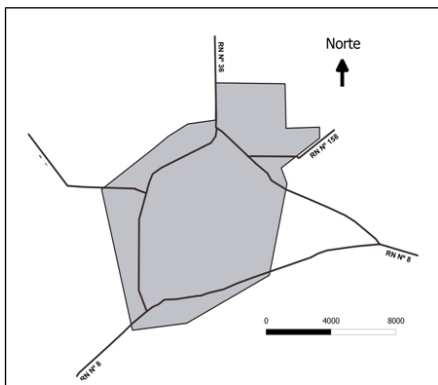
Esta propuesta constituye la alternativa de alcanzar la *Eco-ciudad* para el año 2030, sin expansión de los límites urbanos sobre el medio rural. La urbanización se realiza aprovechando y armonizando calidad de vida de la población, más las estructuras requeridas para la movilidad de la población con jerarquías diferentes a las establecidas actualmente. Es importante notar que, dada la modalidad de ocupación hasta el año 2008, existen importantes áreas sin urbanizar dentro de lo que ha sido definido como límite de la ciudad y que es aproximadamente el 40% de la superficie de esta alternativa.

Dos estrategias son consideradas simultáneamente para esta propuesta. La primera estrategia se refiere a las zonas urbanizadas, los barrios actuales son autoevaluados desde el

punto de vista de la sostenibilidad, y de esta manera establecen sus propias metas de desarrollo sostenible y actúan en consecuencia. Para detalles de marco conceptual y metodología se sugiere revisar Sharifi y Murayama (2012). La segunda estrategia considera el proceso de urbanización y ocupación sobre los espacios vacíos o reconvertidos dentro de los límites de la ciudad tomando como referencia los indicadores propuestos por el proyecto Ecociudad (Gaffron et al., 2008a; Gaffron et al., 2008b), desarrollado en países con diferentes legislaciones, economía y clima (Vernay et al., 2010; Waggoner, 2006).

La *Eco-ciudad* utilizará la mínima cantidad de recursos y generará la menor cantidad de residuos (Vernay et al., 2010). Las edificaciones, barrios y zonas de residencia se incorporan a la *POT2* de manera gradual, iniciando la cobertura de servicios o desarrollo de infraestructura primero y después la ocupación residencial. En tal sentido, se destinará el espacio a aquellos que más necesitan de vivienda (equidad social) hasta tener la cobertura mínima de todos los habitantes de la ciudad. Desde el punto de vista demográfico esta propuesta considera que el esfuerzo es solo para albergar a la población proyectada en forma similar a la *POT1*.

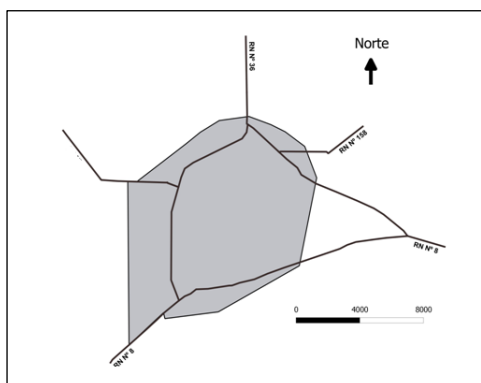
POT 3. Río Cuarto expansión hacia el Norte.



En esta propuesta de ordenamiento, la ciudad se expande hacia el Norte (entre las rutas nacionales 36 y 158), ocupando las tierras de media aptitud productiva y baja aptitud ecológica. La fuerza locación de esta área la constituye el desarrollo diferencial de infraestructura pública (infraestructura de movilidad y servicios) por fuera de los límites de la actual circunvalación en el actual gran Río Cuarto. En esta propuesta al igual que la *POT4* y 5 se actúa sobre el nuevo espacio con los principios similares a la *POT2-Eco-ciudad* para su urbanización. En tanto, se diferencia de la *POT2* porque en la actual área urbanizada no se inducen transformaciones mayores, aunque si incluye la cobertura de los servicios básicos (agua potable, cloacas, gas y desagües pluviales). Esta

propuesta al igual que las *POT4* y 5 puede albergar más población de la proyectada para el año 2030 de acuerdo a la superficie y densidad adoptada.

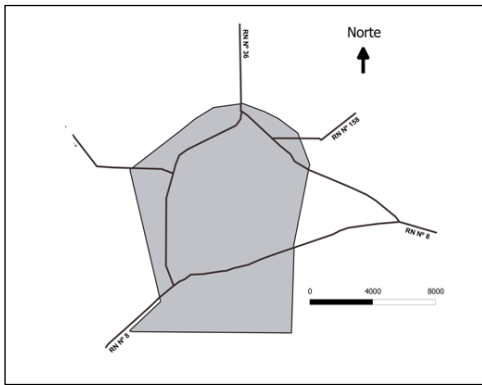
POT 4. Río Cuarto expansión hacia el Oeste.



En esta propuesta la ciudad se desarrolla entre la ruta provincial 30 y la nacional 8 aproximándose hacia la localidad de Holmberg y ocupando tierras de media aptitud productiva a baja aptitud ecológica. En esta propuesta la fuerza de locación también lo constituye el desarrollo diferencial de infraestructura pública por fuera de los límites de la actual circunvalación, particularmente sobre ruta 30 hacia el oeste (Golf club). El área urbanizada se proyecta también sobre criterios de sustentabilidad y puede albergar más población que la

proyectada para el año 2030, de acuerdo a la superficie y densidad adoptada.

POT 5. Río Cuarto expansión hacia el Sur. En esta propuesta la ciudad se expande hacia el Sur cuyo eje lo constituye el camino a Santa Flora y se conecta con la ruta nacional 8 en dos puntos: al norte y al oeste. Integra en su espacio los parques industriales, el Aeroclub, la Sociedad Rural y el autódromo. Ocupa tierras de media a alta aptitud productiva y baja aptitud ecológica. La fuerza locación es el desarrollo diferencial de infraestructura pública. El área urbanizada se proyecta también sobre criterios de sustentabilidad y puede albergar más población que la proyectada para el año 2030, de acuerdo a la superficie y densidad adoptada.



Los elementos comunes para la *POT2*, *POT3*, *POT4* y *POT5* en cuanto a la urbanización de las nuevas áreas, se realiza considerando los siguientes principios:

- Asumir el cumplimiento de los compromisos institucionales comprometido por el país o la provincia en materia de ambiental (Cambio Climático, Humedales, Biodiversidad).
- Reducir la utilización de suelo, energía, agua y generación de los residuos urbanos.
- Aprovechar integralmente la luz solar, el agua y los residuos (p.e. orgánicos y efluentes) en las zonas residenciales.
- Reducir las distancias a recorrer por las personas, la utilización de energía y la emisión de gases con efecto invernadero en el transporte.
- Aprovechar integralmente el uso suelo urbano localizando en forma estratégica las áreas residenciales, institucionales, comerciales e industriales (múltiple uso del suelo considerando su complementariedad).
- Proveer los servicios públicos básicos y el equipamiento necesario (salud, educación, justicia, y seguridad) con una cobertura territorial del 100%.
- Generar y aprovechar colectivamente los servicios culturales de recreación y esparcimiento.

El tratamiento de efluentes cloacales ha sido estudiado y parametrizado en la campo experimental de la Universidad Nacional de Río Cuarto para una población de 108 habitantes y muestran, además de la reducción de contaminación, el agua tratada puede ser utilizada para huerta, cultivos agrícolas y forestales sin riesgos sanitarios y con excelentes resultados productivos (Crespi *et al.*, 2007) y económicos (Gil *et al.*, 2005). También, Crespi *et al.*, (2012) han parametrizado la producción de biogás y la utilización de los biosólidos para la producción de cultivos hortícolas con los efluentes cloacales de una población de 208 habitantes con excelentes resultados.

En tanto, la principal diferencia entre estas POT consiste en el tipo y magnitud del área rural convertida a urbana debido a los actuales barrios localizados, la infraestructura existente y las características naturales de las tierras.

En lo operativo, se considera que las nuevas zonas residenciales en las *POT2*, *3*, *4* y *5* se organicen en unidades (de 10 ha) integradas con otros usos del suelo (servicios culturales, comerciales, industriales, institucionales). Estas unidades están subdivididas en manzanas (por ejemplo de 1 ha) cuya superficie cubierta o edificada puede variar entre el 5 y 10%, con edificios de 6 a 8 pisos. Los edificios pueden disponerse en forma individual o distribuirse en forma agregada en la superficie siempre y cuando no limiten la disponibilidad de energía solar y eólica entre ellos para aprovechar al máximo el calor, la luz y la ventilación. Por ejemplo, en una manzana se puede disponer de un edificio entre 6 y 8 piso de 500 m², planta baja cochera y 5 a 7 pisos con departamentos para familias de 5 personas, dos familias de 4 personas y dos familias de 3 personas respectivamente (16 personas por piso) lo que equivale a un total entre 95 y 133 habitantes por hectárea

A la superficie edificada, se debe agregar los espacios comunes de esparcimiento como piletas de natación, salones de reuniones y gimnasio entre otros en proximidad de cada edificación y por manzana. Para ello se considera un espacio a utilizar de 1000 m² adicionales. Por otra parte es necesario destinar un espacio para el tratamiento de efluentes, el reciclado, compostaje de residuos orgánicos, y el área para los excedentes pluviales para los que se le concede otros 1000 m². Finalmente, quedan 7500 m² en la manzana para espacios verdes a distribuir entre arboledas, huertos, frutales, y el parque (entre 79 y 56 m² por habitante según el edificio tenga 8 o 6 pisos respectivamente) todo lo cual aporta entre tres a cuatros veces más de superficie de espacio verde sugerida por la organización mundial de la salud (20 m²) para el espacio público, aún no considerado en este análisis.

Es importante notar que los servicios de cloacas, desagües pluviales, recolección de residuos sólidos urbanos son menores bajo este concepto porque cada unidad residencial se hace cargo de al menos una parte de los residuos como en el caso de nuevas urbanizaciones para todas las POT.

En relación a la movilidad de los habitantes, se privilegia primero el acceso al trabajo y equipamiento de la ciudad mediante sendas peatonales, en segunda jerarquía por medio de bicisendas, la tercera jerarquía es el transporte público y por ultimo el automóvil. El acceso al trabajo caminando o en bicicletas produce ventajas en términos económicos (menor consumo de petróleo), ambientales (menores emisiones gases invernadero) como así también, ventajas sobre la salud de las personas. Aunque no hemos considerado los costos económicos de las modificaciones de la infraestructura algunos antecedentes en otros países muestran que pueden ser hasta beneficiosos en términos económicos (Guo y Gandavarapu, 2010; Katzmarzyk *et al.*, 2000; Wang *et al.*, 2004).

Esta iniciativa requiere de grandes cambios: físico y culturales (Blassingame, 1998). Los cambios en las jerarquías de los medios de transporte, del sentido de individualidad del hábitat más allá de los límites del terreno, del comprometerse con el futuro colectivo de la ciudad en forma explícita y actuar en consecuencia son desafíos culturales muy importantes y por ello el EPI será mayor.

3.2.1 Ocupación urbana, población y conversión de ecosistema agrario, año 2030

Las propuestas para el año 2030 varían significativamente en términos de población y ocupación de territorio. En primer lugar, la población urbana que alberga cada POT es mayor que la proyección de la población actual (ver detalles Tabla 1).

Tabla 2. Población y densidad estimada por propuesta de ordenamiento, Río Cuarto, año 2030

Conceptos	Población urbana : 2030		
	Hab.	Hab./ha	% de Argentina
Actual	156.000	22	0,42%
POT 1 Río Cuarto- <i>Tendencial</i>	201.032	20	0,45%
POT 2. Río Cuarto-Eco-ciudad	201.032	28	0,45%
POT 3. Río Cuarto-Norte	232.936	28	0,52%
POT 4. Río Cuarto-Oeste	214.281	26	0,48%
POT 5. Río Cuarto-Sur	280.776	31	0,63%

En la *POT1* y 2 considerando la sola tendencia aumentan levemente los residentes comparando con la población urbana proyectada a nivel nacional (7 millones adicionales). Aún más importante es la tendencia modelada para las *POT3* y 5, que muestran un aumento de población urbana para albergar a 32.000 y 81.000 habitantes adicionales a los considerados en la tendencia histórica (aliviando así la presión urbanística sobre otras ciudades). El patrón de urbanización aumenta la densidad población, alcanzando una densidad entre 26 y 31 habitantes por hectárea, en contraste la *POT1-Tendencial* que reduce la densidad de 22 a 20 hab. por hectárea. Considerando este criterio únicamente, claramente la *POT5* es la mejor alternativa, seguido de la *POT3* y en último lugar quedan la *POT1* y 2.

En la ocupación del territorio, la *POT2* aparece como la mejor opción ocupando el mismo territorio que el actual (7.232ha), seguido por la *POT4* ocupando 8130 ha (la expansión urbana es de 898 ha). Las zonas de buffer también muestran dimensiones similares (ver detalles Tabla 3).

Tabla 3. Ocupación por ecosistema y área de amortiguación de las propuestas, visión 2030

Tipo de ambiente	Unidad	POT 1	POT 2	POT 3	POT 4	POT 5
Área de estudio	ha	49.080	49.080	49.080	49.080	49.080
Ecosistema agrario	Ha	37.642	40.497	39.312	39.599	38.576
Ecosistema natural	Ha	1.294	1.351	1.351	1.351	1.351
Ecosistema urbano	Ha	10.144	7.232	8.417	8.130	9.153
Buffer urbano	Ha	1.937	1.671	2.061	1.879	2.037
Expansión urbana	Ha	2.912	0	1.185	898	1.921
Zona residencial	% de EU (*)	-	-	20-28%	11-16%	31-44%
Otras zonas	% de EU	-	-	80-78%	89-84%	69-56%

Nota: (*) El % de zona residencial que se proyecta ocupar en el área de expansión urbana, EU. Esta depende de la densidad de población. En *POT2* el área urbanizada actual alcanza una densidad de entre 26 y 29 habitantes por ha, mientras que en las *POT2*, *POT3*, *POT4* y *POT5* en la zona de EU la densidad se ubica entre 95 y 133 habitantes por hectárea.

La mayor conversión de tierras rurales a urbanas la representa las *POT1* y *5* (2912ha y 1937ha respectivamente), alcanzando las 10.144 ha y 9.153 ha respectivamente con similar superficie de zona buffer (alrededor de 2000ha). Por otra parte, si se observa la expansión urbana en la zona residencial, tanto las *POT3*, *4* y *5* superan significativamente a la *POT1*, dado que solo ocupan en la zona residencial de la expansión urbana un espacio menor al 50%, quedando el resto para localizar los otros usos del territorio: institucional, comercial, recreativo, infraestructura vial, etc. En tanto, el patrón de urbanización de la *POT1* se estima que ocupará más tierras para espacios residenciales, aunque no se ha podido establecer un valor. Por su parte, la *POT2*, para este nivel de estudio, tampoco se ha estimado un nivel de ocupación del área vacía adentro de los límites urbanos actuales.

3.2.3. Valoración económica de la conversión de tierras y pérdida de servicios ecológicos

La conversión de tierras rurales a urbanas tiene dos efectos principales: uno económico por la pérdida de renta agraria y otro ecológico, por la pérdida de servicios ecosistémicos. El valor que alcanza cada propuesta en estos criterios se muestra en la Tabla 7. La *POT1* sólo contabiliza el costo de la conversión de tierras rurales a urbanas, en tanto las otras alternativas muestran el ahorro de la conversión de tierras rurales a urbanas considerando como referencia la *POT1*. Por ello, el VAN es positivo. El criterio de pérdida de servicios ecosistémicos (PSE) es similar en comportamiento al económico para todas las POT, ya que dependen de la superficie de tierras urbanizadas y las diferencias en calidad entre POT no son muy grandes.

La *POT1* presenta la peor situación, con una pérdida económica valorada en aproximadamente 186 millones de pesos. En contraste, la *POT2* refleja la mejor situación, con un ahorro económico de \$147 millones. En la *POT2*, la única pérdida de valor es debido a la menor productividad agraria de la zona buffer. Por su parte, la *POT4*, tiene una ganancia significativa por convertir menos tierras y por lo tanto aparece segundo en el criterio económico y ecológico. En tanto, las *POT3* y *5* ocupan las posiciones tercera y cuarta respectivamente para estos criterios. Es importante notar que el conflicto entre servicios ecosistémicos y valor económico puede ser más importante si la expansión urbana se realiza sobre las tierras de menor valor de mercado, criterio financiero (riberas del río y áreas de humedales). Sin embargo, esta situación se descartó en la elaboración de las propuestas para el año 2030.

3.2.4. Extensión de servicios de agua potable, red de gas, cloacas y desagües pluviales (Servicios Urbanos).

De la expansión urbana depende la necesidad de inversiones para darle cobertura de servicios urbanos e infraestructura vial a la población proyectada en el año 2030. Considerando como indicadores del esfuerzo de la extensión de servicios a las distancias de las redes y las superficies potenciales de desagües pluviales, se pudo determinar que la *POT2* supera, en términos relativos, a las otras POT en estas variables (ver detalles en Tabla 4), seguida por las *POT4*, *3*, *5* y *1* respectivamente. Esta última propuesta representa la peor situación para alcanzar el 100% de cobertura en estos servicios.

Dada la similitud en el orden de las POT para estos atributos (agua, gas, cloacas y desagües), los mismos se agregaron en un solo criterio, Ratio SU. De este modo la interpretación se simplifica: uno significa el menor esfuerzo de extensión (una variable subrogante de inversiones), en tanto dos significa el doble de esfuerzo para cubrir los servicios.

Tabla 4. Extensión y área de servicios urbanos en la ciudad de Río Cuarto, año 2030

	Indicador: 100% Cobertura				
	Agua Potable	Cloacas	Gas natural	Desagüe pluvial	Ratio SU
	(m)	(m)	(m)	(ha)	
POT 1 Río Cuarto <i>Tendencial</i>	106.000 (2,3)	111.000 (2,1)	144.000 (1,6)	5.270 (2,2)	2,05
POT 2. Río Cuarto Eco-ciudad	47.000 (1,0)	52.500 (1,0)	87.500 (1,0)	2.433 (1,0)	1,00
POT 3. Río Cuarto Norte	72.000 (1,5)	76.500 (1,5)	113.500 (1,3)	3.618 (1,5)	1,44
POT 4. Río Cuarto Oeste	64.500 (1,4)	69.000 (1,3)	102.500 (1,2)	3.331 (1,4)	1,31
POT 5. Río Cuarto Sur	88.000 (1,9)	93.500 (1,8)	128.500 (1,5)	4.332 (1,8)	1,73

Nota: entre paréntesis se presenta el ratio POT_i / POT_2 y el Ratio SU (servicios urbanos) es el promedio aritmético de los cuatros ratios: agua potable, cloacas, gas natural, y desagüe pluvial.

3.2.5. Infraestructura vial

La distancia estimada para la nueva infraestructura vial en cada POT se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5. Estimación de gastos de construcción de la infraestructura vial por propuesta, año 2030

	Red vial (m)	Inversión en la red. Vial (\$ millones)
POT 1 Río Cuarto <i>Tendencial</i>	72.921	293
POT 2. Río Cuarto Eco-ciudad	52.037	250*
POT 3. Río Cuarto Norte	66.340	266
POT 4. Río Cuarto Oeste	58.329	234
POT 5. Río Cuarto Sur	76.835	308

Nota: Supone un incremento del 20% de la inversión para el cambio de jerarquía de la infraestructura de movilidad urbana dentro de la ciudad.

La *POT4* aparece como la mejor alternativa ya que aprovecha el trazo de la infraestructura actualmente disponible y además tiene la ventaja de conectarse con la nueva autovía Córdoba – Río Cuarto a construir en el lado Norte y Oeste de la ciudad y que conectaría la ciudad hacia el Sur. En tanto, la *POT2* le sigue en cuanto a los requerimientos de inversiones en infraestructura vial, principalmente porque requiere de mayor desarrollo en conectividad interna. Además los cambios de jerarquías en la red vial modifican parte de la infraestructura interna, por ello aparece como la segunda mejor opción. En contraste, la peor situación en términos de extensión de la infraestructura vial a construir es la *POT5*, corresponde con la mayor superficie de tierras y la *POT1* que se expande en todo los márgenes de la ciudad. En tanto, la *POT3* tiene también una extensión importante de infraestructura vial aunque concentrada hacia el Sur de la ciudad.

Por último, es importante notar que ratio SU e inversiones en infraestructura vial están diseñados y valorados para dar cobertura total de los servicios y conectividad para el transporte, en forma similar para todas las POT.

3.2.6. Residuos sólidos domiciliarios (RSD).

Los resultados obtenidos para el criterio de tratamiento de RSD muestran dos hallazgos importantes (Tabla 6). En primer lugar, el aprovechamiento reduce significativamente las necesidades de recolección entre un 16% *POT4* y 37% *POT2* de los RSD generados, dependiendo del tamaño de población y el compromiso asumido en la expansión urbana. Las principales implicancias serían: a) menor gastos público de transporte y disposición final de los RSD, b) menores emisiones de gases efectos invernadero por ahorro de transporte y consumo de energía fósil de los RSD recolectados y c) el aprovechamiento *in situ* contribuiría a reducir gastos energéticos de los edificios y fertilización de parques, jardines y huerto por la utilización en el lugar del compostaje de la fracción orgánica del RSD.

En segundo lugar, si la población se compromete reconvertir los RSD al nivel asumido en la *POT2*, la ciudad con aproximadamente 201mil habitantes para el año 2030, reduciría la cantidad de RSD recolectados significativamente. De hecho, la estimación muestra que la cantidad de RSD recolectado pasaría de un estimado de 59.800 toneladas/año actuales a 48.800 toneladas/año en el periodo planificado. Por otro lado, si se mantiene las políticas actuales, las estimaciones de la cantidad de RSD por habitante subestimen el valor proyectado para la *POT1* en el 2030.

Tabla 6. Estimación de residuos sólidos domiciliarios por propuesta, 2030

	RSD generados	RSD recolectados	RSD aprovechados in situ (*)	
	Ton/año	Ton/año	Ton/año	% de generados
Situación actual	59.753	59.753	-	0%
POT 1 Río Cuarto <i>Tendencial</i>	77.046	77.046	-	0%
POT 2. Río Cuarto Eco-ciudad	77.046	48.744	28.301	37%
POT 3. Río Cuarto Norte	89.273	71.561	17.712	20%
POT 4. Río Cuarto Oeste	82.123	68.701	13.422	16%
POT 5. Río Cuarto Sur	107.607	78.895	28.713	27%

Fuente: Elaboración propia utilizando los parámetros sobre cantidad de RSD y composición informado por Delgadino *et al.*,(2011).

Nota: RSD = Residuos sólidos domiciliarios. (*) La población en la *POT1* se comporta similar al actual no aprovecha los RSD. En los en las *POT2, 3, 4 y 5* aprovechan *in situ* el 60% de los RSD generados por la población adicional a la actual. En la *POT2* la población equivalente a la actual aprovecha *in situ* el 30% de los RSD generados.

3.2.7. Esfuerzo político institucional (EPI)

El valor del EPI asignado a cada POT se puede observar en la Tabla 7 . La *POT1* con un valor de EPI *muy bajo*, supera a todas las otras alternativas dado que *no* demanda modificaciones sustanciales en las reglas de comportamiento social actual. Por razones opuestas, la *POT2* es la peor alternativa en este criterio, dado que demanda una profunda transformación del comportamiento social de los ciudadanos de Río Cuarto para alcanzar los compromisos de *Eco-ciudad*, y en tal sentido se ha asignado un valor *muy alto*. Es importante notar que en la *POT2*, el gobierno local debería comprometerse a: a) organizar el Estado para fiscalizar y controlar la no expansión de los límites urbanos actuales, b) negociar con el Estado nacional y provincial, para que ambos induzcan estos comportamientos en el diseño de la nueva infraestructura de rutas y otras obras, y c) asumir que la densificación dentro de los límites urbanos requiere de medidas diferentes en el tratamientos de los terrenos (áreas vacías) sin servicios urbanísticos y también en la zona de alta densificación urbana. En tanto se asignó un valor de esfuerzo *intermedio* a las *POT3* y *POT4*. El EPI en estas propuestas representa la expansión urbana localizada en sitios específicos de la ciudad, como así también, el patrón de urbanización y consumo se ve sustancialmente modificado y la fiscalización y control del resto de las áreas. Tiene como ventajas con respecto a la *POT2* que los residentes urbanos actuales no estarían comprometidos a cumplir los compromisos ambientales requeridos para la *Eco-ciudad*. Finalmente, se asignó un valor *alto* de EPI a la *POT5*, ya que además del esfuerzo asignado a las *POT3* y *4* incorpora un 20% de población adicional a la proyectada para el 2030, para la cual hay que generar las fuentes de trabajo y la integración a la vida social y cultural de la ciudad.

3.3. Evaluación de las Propuestas de Ordenamiento Territorial

3.3.1. Análisis de la matriz de decisión

En la matriz de decisión se pueden apreciar todas las POT y el valor de los criterios, en las primeras cinco filas de la Tabla 7. . En la filas 6 a 10 de la Tabla 7, se muestra las preferencias y los pesos asumidos para cada criterio inicialmente. Es importante notar que las preferencias y los ponderadores deben ser relevados de los tomadores de decisiones. Aquí simplemente, mostramos un valor de inicio y sensibilizamos para mostrar el nivel de libertad e importancia del tomador de decisiones.

Tabla 7. Matriz de decisión y tipo de preferencias de las propuestas de ordenamiento, año 2030

	Conversión tierras VAN (\$ millones)	Población (habitantes)	PSE (índice)	Costo vial (\$ millones)	RRSD (ton/año)	Ratio SU	Esfuerzo político institucional
POT1	-186	201.032	50.260	293	77.046	2,05	<i>Muy bajo</i>
POT2	147	201.032	-	250	48.744	1,00	<i>Muy alto</i>
POT3	84	232.936	11.850	266	71.561	1,44	<i>Intermedio</i>
POT4	101	214.281	8.980	234	68.701	1,31	<i>Intermedio</i>
POT5	49	280.776	19.210	308	78.895	1,73	<i>Alto</i>
Pesos	1	1	1	1	1	1	1
Objetivo	Max	Max	Min	Min	Min	Min	Min
Tipo de preferencia	V. Lineal	V. Lineal	V. Lineal	V. Lineal	V. Lineal	V. Lineal	I. Usual
Umbral q_j	33	7.974	5.026	7.4	3.015	0.11	1
Umbral p_j	300	71.770	45.234	66,6	27.136	0.95	0

Nota: PSE= pérdida de servicios ecosistémicos, Ratio SU =(servicios urbanos): Extensión de redes: Agua potable, cloacas, Gas natural, y Desagüe pluviales. RRSD=recolección de residuos sólidos domiciliarios.

3.3.2. Propuestas ordenadas asignando igual peso a cada criterio

En la Tabla 8, se ordenan las *POT* de acuerdo a sus fortalezas y debilidades asumiendo las funciones de preferencias, los umbrales q_j y p_j e igual peso en los ponderadores, w_j y se puede apreciar que existe algún nivel de incomparabilidad en las *POT*. La *POT2* aparece como la propuesta de ordenamiento con mayores fortalezas y le siguen las *POT4* y *5* respectivamente. En tanto, las propuestas con menores fortalezas son la *POT3* y la *POT1*. Sin embargo, cuando observamos las debilidades cambian el orden en el primer puesto. En el ranking aparece primera y segunda *POT4* y *POT3* respectivamente. En tanto, *POT2*, *POT5* y *POT1* ocupan la tercera, cuarta y quinta posición. La *POT1* constituye la propuesta con más debilidades y menos fortalezas. En tanto, el resultado neto que contempla ambas fortalezas y debilidades la *POT4* supera al *POT2* aunque es importante reconocer que son en alguna medida incomparables. Bajo los supuestos establecidos de preferencia, el orden de jerarquía la *POT4* y *2* estarían entre las propuestas mejores en el ranking general y la *POT1* definitivamente la peor.

Tabla 8. Orden de las propuestas con igual ponderación de los criterios

	Fortalezas		Debilidades		Neto	
	$\phi+$	Orden	$\phi-$	Orden	ϕ	Orden
POT1	0,15	5to	0,50	5to	-0,35	5to
POT2	0,36	1ro	0,20	3ro	0,16	2do
POT3	0,24	3ro	0,13	2do	0,11	3ro
POT4	0,30	2do	0,11	1ro	0,19	1ro
POT5	0,22	4to	0,33	4to	-0,10	4to

Fuente: elaboración propia con igual peso en los ponderadores.

3.3.3. Propuestas de ordenamiento: Ponderadores con diferentes pesos

Supongamos dos situaciones contrastantes para evaluar los grados de libertad del tomador de decisiones en el establecimiento de las preferencias sociales. En la primera, el gobierno considera que los criterios de: maximizar los beneficios económicos y minimizar la pérdida de servicios ecosistémicos, minimizar la inversión en infraestructura vial, los costos de recolección de RSD y la extensión de los otros servicios urbanos deben ser el doble más importantes que población y que el EPI institucional no debe ser considerado porque el gobierno tiene que hacer el esfuerzo necesario para transformar la realidad. Las expectativas es que la *POT2* se vea más favorecida. En la Tabla 9, se muestra el resultado y el orden de las alternativas muestra la *POT2*, aparece primera en las fortalezas y en las debilidades. Al ignorar el EPI la *POT2* reduce su principal debilidad y se hace comparable las diferentes alternativas y supera en fortalezas y debilidades a todas. Nuevamente, considerando estos criterios el *POT1* se muestra en la última posición.

Tabla 9. Orden de las propuestas con más ponderación a criterios económicos y ecológicos

	Fortalezas		Debilidades		Neto	
	$\phi+$	Orden	$\phi-$	Orden	ϕ	Orden
POT1	0,01	5to	0,61	5to	-0,60	5to
POT2	0,46	1ro	0,05	1ro	0,41	1ro
POT3	0,19	3ro	0,10	3ro	0,09	3ro
POT4	0,29	2do	0,07	2do	0,22	2do
POT5	0,16	4to	0,28	4to	-0,12	4to

Nota: Duplica el peso a los siguientes ponderadores: VAN, Pérdida de servicios ecosistémicos, Costos viales, Recolección de RSD y Extensión de otros servicios urbanos.

En el segundo caso, supongamos que el gobierno está más interesado en albergar a más población. Por ejemplo, logra un buen acuerdo para crear condiciones de localización diferenciada de población a nivel nacional y provincial para aliviar la presión en los grandes centros urbanos. También, le interesa reducir el EPI. Por lo tanto, considera que estos criterios deben ser ponderados dos veces más que los otros. El resultado es interesante (ver detalles Tabla 10). En primer lugar las diferencias entre fortalezas y debilidades se achican en general. La *POT4* y *POT5* aparecen en el primer lugar en fortalezas seguido por el *POT2*, en tanto en debilidades la *POT3* presenta menos debilidades, seguido por *POT4*. Existe algún nivel de incomparabilidad poniendo de manifiesto la necesidad de cotejar las preferencias del tomador de decisiones.

Otro hallazgo interesante surge del análisis de sensibilidad del criterio EPI. La *POT2* tiene menos debilidades que la *POT4* si el criterio de EPI es ignorado o con un ponderador muy bajo (menor al 1% del total de pesos asignados), en contraste si el EPI se le asigna un ponderación alta el *POT4* tiene menores debilidades. Este criterio captura adecuadamente los conflictos entre actores o proyectos políticos y debe ser incluido en las dimensiones de la sostenibilidad. Aquellos actores dispuestos a promover el comportamiento individual compatible con el desarrollo sostenible aunque ello demande un EPI grande del Estado y gobierno asignan una baja ponderación a este criterio en relación a los otros. En contraste aquellos que apuestan a mantener el *status quo* y por lo tanto no estén dispuestos a realizar grandes cambios en el comportamiento individual y del Estado asignan consecuentemente un peso importante a este criterio, más aún un proyecto conservador sería el único criterio que consideraría y por lo tanto la propuesta privilegiada sería la *POT1*. Por supuesto, dentro de los extremos esta la gama de posibilidades de soluciones de compromisos y aparentemente para nuestro caso la *POT4* o la *POT3*. Definitivamente, el sistema de preferencias y la ponderación de los criterios asumidos tienen implicancias en el ordenamiento de las propuestas y por lo tanto demanda de una interacción con los tomadores de decisiones para establecerlos.

De todos modos, la *POT1* constituye la peor alternativa de expansión urbana en las preferencias consideradas. No obstante, se reconoce que la inercia histórica tiene su peso a la hora de la toma de decisiones y que esta alternativa goza de la ventaja de no modificar las reglas de juego social. A continuación exploramos cómo se comporta esta alternativa ante escenarios de cambio en preferencias y en los parámetros de los criterios.

Tabla 10. Orden de las propuestas con más ponderación en los criterios: Población y esfuerzo político institucional.

	Fortalezas		Debilidades		Neto	
	$\phi+$	Orden	$\phi-$	Orden	ϕ	Orden
POT1	0,23	4to	0,43	5to	-0,20	5to
POT2	0,28	2do	0,31	3ro	-0,03	3ro
POT3	0,27	3ro	0,14	1ro	0,12	2do
POT4	0,30	1ro	0,15	2do	0,15	1ro
POT5	0,30	1ro	0,34	4to	-0,04	4to

Nota: los criterios más población y esfuerzo político institucional tiene el doble de peso que los otros criterios.

3.3.4. Propuestas de ordenamiento versus tendencia

La *POT1* tiene como ventaja con respecto a las *POT2*, 3, 4 y 5 en primer lugar menor EPI y por otro lado no necesita explicitarse. Por lo tanto, una pregunta interesante es cuánto debería aumentar la ponderación de reducir el EPI para que la *POT1* compita en el primer puesto con las otras propuestas. O considerando la forma tradicional de expansión urbana cuánto se deben reducir la cobertura de servicios público (ratio SU) e infraestructura vial para que la *POT1* entre en los primeros puestos del ranking. Generalmente, cuando los servicios urbanos tienen menos cobertura, los hogares individualmente u organizados para potenciar su capacidad de reclamo ante el Estado se hacen cargo en parte de estos servicios o padecen sus carencias.

En la primera suposición, modificando el peso de las prioridades se debería dar trece veces más importancia a minimizar el EPI que a los otros criterios (70% de ponderación a EPI y 30% al resto de los criterios) para que la *POT1* se posicione en el primer puesto del ranking con mayores fortalezas y menores debilidades, suponiendo el 100% de cobertura de los servicios urbanos. En tanto, la sensibilidad a la cobertura de los servicios en la *POT1* se muestra en la Tabla 11 bajo con igual ponderación de todos los criterios. La *POT1*, se modifica simultáneamente en el valor de los tres criterios: Reducción de gastos de inversión en infraestructura vial, recolección de RSD y reducción de ratio SU (agua potable, cloacas, red de gas natural y desagüe pluviales).

Con idéntica preferencia en los ponderadores, solo si se reducen los tres criterios en un 40% y 60% de cobertura, la *POT1* aparece como la alternativa de mayor fortaleza aunque es superado por tres alternativas cuando se observan las debilidades (ver detalles en Tabla 11). Aunque prácticamente para estos supuestos son incomparables para el primer puesto considerando las fortalezas y debilidades en forma independiente el balance neto de la *POT1* aparece primero considerando una reducción del 60% en la cobertura de los servicios. En tanto, cuando se duplica el peso asignado al EPI y considerando una reducción del 40% y 60% de la cobertura en los servicios indicados, la *POT1* aparece con más fortalezas aunque todavía es superado por menores debilidades por la *POT3* y 4.

Tabla 11. Orden de las propuestas reduciendo las coberturas de servicios de la *POT1*.

		Reducción de inversión infraestructura vial, cobertura de SU y RSD en la <i>POT1</i>			
		Igual peso de todos los criterios		Duplica el peso de EPI	
		Reduce: 40%	Reduce: 60%	Reduce: 40%	Reduce: 60%
POT1	Fortaleza	0,37; 1ro	0,46; 1ro	0,45; 1ro	0,53; 1ro
POT2	Fortaleza	0,29	0,23	0,25	0,20
POT3	Fortaleza	0,20	0,19	0,23	0,22
POT4	Fortaleza	0,22	0,19	0,25	0,23
POT5	Fortaleza	0,21	0,21	0,22	0,22
POT1	Debilidad	-0,31	-0,30	-0,27	-0,26
POT2	Debilidad	-0,22;	-0,24;	-0,32	-0,34
POT3	Debilidad	-0,19	-0,20	-0,20	-0,20
POT4	Debilidad	-0,16	-0,18	-0,17	-0,19
POT5	Debilidad	-0,40	-0,36	-0,44	-0,41
POT1	Neto	0,06; 2do	0,16; 1ro	0,18; 1ro	0,26; 1ro
POT2	Neto	0,07	-0,01	-0,07	-0,14
POT3	Neto	0,00	-0,01	0,04	0,02
POT4	Neto	0,06; 2do	0,01	0,08	0,04
POT5	Neto	-0,19	-0,15	-0,23	-0,19

Este es un hallazgo importante porque pone en evidencia en qué circunstancia la tendencia histórica se posiciona mejor antes las alternativas de ordenamiento de territorio. De hecho, si no existen compromisos para dar cobertura espacial de los servicios básicos a futuro y la prioridad para mantener el *status quo* es alta probablemente la *POT1* sea la opción más favorecida porque además no necesita explicitarse, “*es lo que hacemos*”. En contraste, si existe un compromiso para garantizar los servicios básicos y un EPI mayor en relación a poner reglas de juegos que promuevan un comportamiento social e individual más acorde con el paradigma del desarrollo sostenible, las alternativas de ordenamiento de territorio explícitas aparecen como las mejores.

4. Consideraciones finales y limitaciones

En este trabajo se desarrolló un modelo conceptual y empírico de cinco propuestas de ordenamiento de territorio, utilizando SIG y el análisis de decisiones multicriterio discretos (PROMETHEE) para analizar, evaluar y seleccionar la mejor alternativa de conversión de tierras rurales a urbanas con una visión de largo plazo (año 2030). El diseño de las propuestas para la ciudad de Río Cuarto incluye: *POT1-Tendencial*, *POT2- Eco-ciudad*, y tres alternativas de expansión urbana *POT 3, 4 y 5*, localizados en las proximidades de la ciudad (Norte, Oeste y Sur). En el diseño y análisis de las propuestas se incluyen las tres dimensiones del desarrollo sostenible mediante siete criterios: Albergar a más población, reducir el impacto económico y la pérdida de servicios ecológicos de la conversión de tierras rurales a urbanas, minimizar las inversiones en la extensión de los servicios de agua potable, cloaca, gas y desagüe pluviales, de la infraestructura vial, y del volumen de recolección de residuos sólidos domiciliarios, y finalmente, minimizar el EPI necesario para realizar cada propuesta, que depende del esfuerzo de cambio social entre lo actual y la propuesta.

Entre los hallazgos más importante se destaca la sistematización de la información y detección del fenómeno de expansión urbana dispersa, en ciudades de tamaño medio como Río Cuarto con repercusiones similares a ciudades grandes tanto del país como de otros lugares del mundo. La expansión urbana dispersa hacia el exterior y la densificación en el centro de la ciudad entre el año 2002 y 2008 ha tenido varios efectos indeseados, mayores externalidades negativas en el centro durante la construcciones de edificios y en forma permanente menor luminosidad solar y mayor presión por servicios urbanos diseñados para otras densidades de población y hacia afuera la conversión de tierras rurales a urbanas, con menor posibilidad de darle cobertura a los servicios básicos. Por otro lado, una importante proporción de tierras urbanas sin servicios urbanísticos (especulación). La *tendencia* actual de crecimiento urbano de la ciudad de Río Cuarto no responde a criterios de ordenamiento territorial explícitos. La proyección al futuro la *POT1-Tendencial* muestra la peor performance económica, social y ambiental en las siguientes situaciones: Igual peso de los ponderadores y para darle cobertura al 100% de los servicios urbanos.

Otro hallazgo muy importante, en el diseño de las propuestas ha sido el bosquejo de la *Eco-ciudad*, que muestra como la mejor aproximación hacia un desarrollo urbano con menores costos económicos, ambientales y sociales, aunque requiere de una gran voluntad y EPI para su desarrollo. La *POT2* permitiría utilizar las tierras sin servicios urbanísticos dentro de la mancha urbana del año 2008 y constituye una situación sin conversión de tierras rurales a urbanas para la visión del 2030, albergando a la misma población que en la *POT1-Tendencial*. La *POT2-Eco-ciudad* sería la que genera menor impacto ecológico y económico, y requiere menos del 50% de esfuerzo para extender los servicios urbanos (agua potable, gas, cloaca y desagües pluviales), y permitiría el aprovechamiento de residuos *in situ* reduciendo significativamente el volumen de recolección de residuos domiciliarios en comparación con la *Tendencial*.

Sin embargo, la *Eco-ciudad* demanda un EPI mayor que las *POT 3, 4 y 5* y mucho mayor que la *Tendencial* para cambiar el comportamiento social. En este sentido, la *POT2*, necesita un plan de ordenamiento explícito y un rol diferente del gobierno y estado local, regional y nacional. Las nuevas capacidades en el Estado son para: Promover la forma de urbanización en los espacios vacíos (sujetos a especulación individual); Promover y fiscalizar un comportamiento más sostenible de la población en todo el territorio; e Impulsar cambios significativos en la ocupación del espacio y diseño de la infraestructura vial y equipamientos urbanos. Por ejemplo, sistemas multiuso de suelo compatible con la infraestructura vial donde en primer orden de jerarquía sería para el traslado de peatones, seguido de ciclistas, y transporte público y la última jerarquía la estructura vial para el transporte automotor.

Por otro lado, entre estos extremos se bosquejan tres propuestas ordenamiento explícitas que permiten situaciones de compromiso o intermedias para algunos indicadores, pero que mejora en términos de albergar a más población con respecto a las *POT1* y *2*, que pueden constituir una situación ventajosa para un esquema de redistribución de población tanto en la provincia como en la nación aunque se reconoce la necesidad de esfuerzos adicionales al de urbanización para generar empleo, que permita atraer genuinamente a la población.

En segundo lugar, se muestra como configurar indicadores utilizando los SIG que permite dimensionar los esfuerzos técnicos - económicos de la expansión urbana en forma más objetiva para dimensionar las *POT*. En este sentido, se puede apreciar que la mayor parte de los servicios urbanos (redes de agua potable, cloacas, desagües pluviales y otras infraestructura pública) dependen de la superficie y la longitud del espacio a cubrir por lo tanto los indicadores generados distancias o área cubrir en áreas relativamente homogéneas son una buena aproximación al esfuerzo económico. Más aún para aquellos en los cuales se dimensionan nuevas áreas de urbanización que no requiere considerar el *status quo* de la red actual.

En tercer lugar, se generan un indicador cualitativo complementario a los ejes del desarrollo sostenible para dimensionar el EPI. Si bien ha sido considerado un aspecto importante en el ordenamiento territorial, operativamente no hemos encontrado un indicador que brinde información más objetiva al tomador de decisiones sobre el esfuerzo que representa el cambio social en las propuestas.

En cuarto lugar, el método PROMETHEE fue una metodología apropiada para analizar, evaluar y ordenar las propuestas de ordenamiento, como así también, mostrar los grados de libertad e importancia de los tomadores de decisiones en establecer los ponderados y peso de los criterios. Más aún se pone en evidencia con el análisis de sensibilidad en qué circunstancias la *tendencia* histórica compite favorablemente con las propuestas de ordenamiento. Básicamente cuando se privilegia: el menor EPI y no se cubre el 60% de los servicios públicos en el territorio la *POT 1-Tendencial* compite en los primeros lugares en el ranking de *POT* con la ventaja que *no* necesita análisis y discusión explícita (ni aprobación institucional) pero a costa de un mayor y significativo impacto ambiental, económico y social para el conjunto de la población en el largo plazo. En contraste, si la sociedad adhiere a los principios del desarrollo sostenible el ordenamiento de territorio y particularmente el SIG y los métodos de análisis multicriterio pueden realizar una contribución importante en el diseño, evaluación y selección de las mejores alternativas de ordenamiento de territorio, reduciendo la conversión de tierras rurales a urbanas.

En síntesis, la propuesta metodológica permite prepararnos para que las ciudades en el futuro sean ambiente más sostenible considerando la necesidad de albergar a más población urbana y principalmente los procesos de relocalización de la población existente en las urbes.

Aunque los resultados son consistentes previo su extrapolación debe considerarse algunas debilidades del artículo. En primer lugar, las *POT* han sido diseñadas a nivel de bosquejo sin el detalle que requiere discutir un plan de expansión urbana. El patrón urbanización considerado fue uno sin mayores ajustes de costos para su desarrollo a nivel local (asume similar a lo actual). Existen otras propuestas de crecimiento urbano, por ejemplo, la inteligente, controlando la dispersión y fragmentación del espacio pero sin modificar los patrones de consumos ver más detalles (Burchell y Mukherji, 2003). Estos autores muestran para EEUU que estas simples acciones reducirían la conversión de 1,6 millones de hectárea en el período de análisis (2000 a 2025). En el diseño de alternativas no se ha incluido servicios urbanos de transporte y la necesidad específica en infraestructura vial intraurbana con las jerarquías de cada propuesta y equipamiento. La inclusión de alternativas adicionales con diferente patrón de urbanización y otros criterios pueden ser considerados en el modelo desarrollado. En segundo lugar, reconocemos las diferencias entre el análisis técnico y político en el método utilizado; sin embargo, en este trabajo no hemos interactuado con los tomadores de decisiones. Y probablemente, hemos ignorado algún criterio que pueden ser trascendentes en las decisiones de largo plazo o en la ponderación o preferencia asignado a cada criterio por los gobiernos local, provincial y nacional y por lo tanto los resultados en interacción con los tomadores de decisiones pueden diferir de los analizados. Estas debilidades deben ser consideradas en la agenda de investigación y desarrollo futura. A pesar de las debilidades marcadas los resultados invitan a aprender del pasado y perfeccionar las opciones para una acción más efectiva en el futuro.

Bibliografía

- Behzadian, M., Kazemzadeh, R.B., Albadvi, A., y Aghdasi, M. 2010. "PROMETHEE: A comprehensive literature review on methodologies and applications". *European Journal of Operational Research* 200:198-215.
- Blassingame, L. 1998. "Sustainable cities: Oxymoron, utopia, or inevitability?". *The Social Science Journal* 35:1-13.
- Borsdorf, A. 2003. "Cómo modelar el desarrollo y la dinámica de la ciudad latinoamericana". *EURE (Santiago)* 29:37-49.
- Brans, J.-P., y Mareschal, B. 2005. "Promethee methods", p. 163-195, *In* Figueira, J., *et al.*, eds. *Multiple criteria decision analysis: state of the art surveys*, Vol. 78. Kluwer Academic Publishers.
- Buchanan, J., Sheppard, P., y Vanderpoorten, D. 1998. "Ranking projects using the ELECTRE method". *Operational Research Society of New Zealand, Proceedings of the 33rd Annual Conference*.
- Burchell, R.W., y Mukherji, S. 2003. "Conventional Development Versus Managed Growth: The Costs of Sprawl". *Am J Public Health* 93:1534-1540.
- Cantero G., A., Bricchi, E., Becerra, V.H., Cisneros, J.M., y Gil, H. 1986. "Descripción y zonificación de las tierras del departamento Río Cuarto. 1 carta 1:250.000". FAV, UNRC, Río Cuarto.
- Cantero G., A., Cantero, J.J., Cisneros, J.M., Cantu, M.P., Becerra, V., Degioanni, S.B., Becker, A., Moreno de Hampp, I., Blarasin, M., Villegas, M., Matea, M., Perez Forte, J., y Piñeiro, A. 1988. "Propuesta de ordenamiento y manejo integrado de las tierras y aguas en el sur de la provincia de Córdoba". UNRC, Río Cuarto, Cba. Argentina.
- Cantero G., A., Cantu, M.P., Cisneros, J.M., Cantero, J.J., Blarasin, M., Degioanni, A., Gonzalez, J., Becerra, V., Gil, H., de Prada, J., Degioanni, S., Cholaky, C., Villegas, M., Cabrera, A., y Eric, C. 1998. "Las Tierras y Aguas del Sur de Córdoba: Propuesta para un Manejo Sustentable". 1ra ed. 119 pag. UNRC, Río Cuarto, Cba. Argentina.
- Carruthers, J.I., y Ulfarsson, G.F. 2003a. "Does "Smart Growth" Matter to Public Finance?". Department of Housing and Urban Development.
- Carruthers, J.I., y Ulfarsson, G.F. 2003b. "Urban sprawl and the cost of public services". *Environment and Planning B: Planning and Design* 30:503-522.
- Cisneros, J.M. 2010. "Bases para el ordenamiento territorial del sur de Córdoba (Argentina). El caso de la cuenca de los arroyos menores", Universidad Politécnica de Madrid.
- Citadini, R. 2011. "Informe Prohuerta 20 años. Plan Operativo Anual 2011".
- Crespi, R., O., P., Thuar, A., Grosso, L., Rodríguez, C., Ramos, D., Barotto, O., Sartori, M., Covinich, M., y Boehler, J. 2007. "Manejo de aguas residuales urbanas". Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto, Argentina.
- Crespi, R., Pugliese, M., Grosso, L., Ramos, D., Salusso, F., Soler, E., Solterman, A., Sanchez, A., Rainero, F., Silva, D., y Testa, A. 2012. "Generación de biogás y disposición final de biosólidos". Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto, Argentina.
- Davicino, R.A. 2010. Produciendo con inocuidad y calidad como estrategia exportadora diferencial en productos frescos de América Latina y el Caribe, pp. 26 Taller Riesgos Microbiológicos de la Producción de Alimentos Frescos en Áreas Urbanas y Periurbanas de América Latina y el Caribe, Irapuato, Guanajuato, México
- Degioanni, A.J., de Prada, J., Cisneros, J.M., Reynero, M., Cantero G., A., y Rang, S. 2005. "Inventario y evolución de humedales continentales en el sur de Córdoba (Argentina)". *Rev. Gestión Ambiental*.
- Delgadino, F., Rodriguez, J.M., Albrisi, S., Mosquera, M., Rubinstein, H., Moiso, E., Arranz, P., Brarda, J.P., y Speranza, P. 2011. "Proyecto Córdoba 2025. Resumen Ejecutivo". Universidad Nacional de Córdoba y Camara Argentina de la Construcción Córdoba, Argentina.
- DGEyC. 2012. "Censo Provincial de Población 2008. Serie resultados a nivel Municipal y Comunal, Municipio de Río Cuarto.". Dirección General de Estadísticas y Censos, Gobierno de la provincia de Córdoba, Córdoba, Argentina.

- EEA. 2006. "Urban sprawl in Europe. The ignored challenge". European Environment Agency, 1050 Copenhagen K.
- EPA. 1994. "Pay-As-You-Throw. Lesson learned about unit pricing". United States Environmental Protection Agency, .
- EPA. 1997. "Pay-As-You-Throw Success Stories". United States Environmental Protection Agency, .
- ESRI. 1999. " ArcView GIS 3.2. Software".
- Ewing, R., Schmid, T., Killingsworth, R., Zlot, A., y Raudenbush, S. 2008. "Relationship Between Urban Sprawl and Physical Activity, Obesity, and Morbidity Urban Ecology", p. 567-582, *In* Marzluff, J. M., *et al.*, eds. Springer US.
- FAO. 2012. FAOSTAT: Población estimada y proyecciones. División estadística de FAO 200, Roma, Italia.
- Gaffron, P., Huismans, G., y Skala, F., (eds.) 2008a. "Proyecto Ecocity. Manual para el diseño de ecociudades en Europa. Libro II La ecociudad: cómo hacerla realidad", pp. 1-99, Santa María, 1-1.º • 48005 Bilbao, España.
- Gaffron, P., Huismans, G., y Skala, F., (eds.) 2008b. "Proyecto Ecocity. Manual para el diseño de ecociudades en Europa. Libro I La ecociudad: Un lugar mejor para vivir.", pp. 1-137, Santa María, 1-1.º • 48005 Bilbao, España.
- Gazzera, M.M. 2012. Universidad Nacional de Río Cuarto.
- Gil, H., de Prada, J., Plevich, O., Cisneros, J., Bologna, C., Cantero, A., Reynero, M., Crespi, R., Barotto, O., Cholaky, C., Reartes, N., y Bricchi, E. 2005. "Análisis económico de tecnologías verdes en el tratamiento de residuos cloacales urbanos". XX Congreso Nacional de Agua y III Simposio de Recursos Hídricos del Cono Sur, Ciudad de Mendoza, Argentina. 10 al 13 de Mayo.
- Gil, H.A. 2010. Efecto de gravar la renta de la tierra agraria para la Provincia de Córdoba y el Estado Nacional, pp. 20 XLI Reunión Anual de la AAEA. XLI Reunión Anual de la AAEA. Primer encuentro nacional de Economía Agraria y Extensión Rural. AAEA, Potrero de los Funes, San Luis, Argentina.
- Gómez Orea, D. 2007. "Ordenación Territorial". 2ª ed. pag. Mundi-Prensa S.A., Madrid, España.
- Guo, J.Y., y Gandavarapu, S. 2010. "An economic evaluation of health-promotive built environment changes". Preventive Medicine 50, Supplement:S44-S49.
- IGM. 1968. "Carta Topográfica Río Cuarto, hoja 3363-19-1 y Santa Catalina, hoja 3363-19-3. Escala 1:50.000".
- INDEC. 1995. "Censo nacional de población y vivienda 1991. Resultados definitivos por localidad, censos 1991 y 1980. ". ISBN 950-9888-80-X.
- INDEC. 2009. "Encuesta permanente de hogares. Estimación población aglomerados urbanos de Argentina para 2009".
- Janoschka, M. 2002. "El nuevo modelo de la ciudad latinoamericana: fragmentación y privatización". EURE (Santiago) 28:11-20.
- Jarsún, B., Gorgas, J.A., Zamora, E., Bosnero, E., Lovera, E., Ravelo, A., y Tassile, J.L. 2003. "Recursos Naturales de la provincia de Córdoba: Los suelos" pag. Agencia Córdoba D.A.C.y T.S.E.M Dirección de Ambiente, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Manfredi, Córdoba.
- Katzmarzyk, P.T., Gledhill, N., y Shephard, R.J. 2000. "The economic burden of physical inactivity in Canada". Canadian Medical Association Journal 163:1435-1440.
- Laquatra, J., Bills, N., Kay, D., Pendall, R., y Poe, G. 2012. "Sprawl and Residential Preferences: Investigating and Building Educational Strategies on New Understandings of Land Use" [Disponible en]. Cornell University http://devsoc.cals.cornell.edu/cals/devsoc/outreach/cardi/programs/land-use/sprawl/definition_sprawl.cfm (verified 2 de agosto).
- Laura, G. 2011. "Comentarios al Proyecto de Ley PROMITT y al documento del Instituto del Transporte de la Academia". Fundación Metas Siglo XXI.
- Lopez, R. 2004. "Urban sprawl and risk for being overweight or obese.". American Journal of Public Health 94:1574-1579.

- LPC. 2004. Productos químicos o biológicos de uso agropecuario. , *In* Córdoba, B. o. d. l. p. d., (ed.), Vol. Ley N° 9.164, reglamentación: decreto n° 132-05 ed. Legislatura de la provincia de Córdoba, Córdoba, Argentina.
- LPC. 2006. Regulación de los sistemas intensivos y concentrados de producción animal (SICPA), pp. 1-3, Vol. Ley N° 9.306. Legislatura de la provincia de Córdoba, Boletín oficial de la provincia de Córdoba.
- Maldonado, G., 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. 6° Encuentro Internacional Humboldt. Centro de Estudios Humboldt. Villa Carlos Paz. Argentina."
- Matteucci, S., y Morello, J. 2009. "Environmental consequences of exurban expansion in an agricultural area: the case of the Argentinian Pampas ecoregion". *Urban Ecosystems* 12:287-310.
- Matus, C. 2008. "El lider sin estado mayor." 197 pag. Universidad Nacional de la Matanza, Buenos Aires, Argentina.
- McElfish, J.M. 2007. "Ten things wrong with sprawl". Environmental Law Institute, Washington, D.C.
- Morán Alonso, N. 2009. Huertos urbanos en tres ciudades europeas: Londres, Berlín, Madrid Boletín CF+S 47/48. Sobre la (in)sostenibilidad en el urbanismo.
- Morello, J., Buzai, G.D., Baxendale, C.A., Matteucci, S.D., Rodríguez, A.F., Godagnone, R.E., y Casas, R. 2000. "Urbanización y consumo de tierra fértil". *Revista de Divulgación y Tecnológica de la Asociación Ciencia Hoy* 10.
- MPFIPyS. 2011. "Plan Estratégico Territorial. Avance II: Argentina Urbana." 176 pag. MPFIPyS - Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios, Buenos Aires, Argentina.
- MRC. 2012. "Cartografía Digital. Secretarías de Desarrollo Urbano, Obras Públicas y Vialidad. Municipalidad de Río Cuarto."
- Nakama, V., y Sobral, R. 1987. "Índice de productividad. Método paramétrico de evaluación de tierras. Secretaría de Agricultura Ganadería y Pesca. Proyecto PNUD Arg. 85/09. "
- Norese, M.F. 2006. "ELECTRE III as a support for participatory decision-making on the localisation of waste-treatment plants". *Land Use Policy* 23:76-85.
- Pollan, M. 2009. Carta al agricultor en jefe. Por Michael Pollan para Barak Obama INTI.
- QGIS. 2012. "Quantum GIS (QGIS) 2012. Versión 1.7.4 Wroclaw. Software. "
- Sabanés, L., Villaberde, M., Pereira, F., Martínez, R., Caceres, M., y Heguiabehere, A. 2008. "Feria franca y organización social en Río Cuarto (Córdoba, Argentina)". *Revista de la sociedad española de evaluación* 1:23-33.
- Sharifi, A., y Murayama, A. 2012. "A critical review of seven selected neighborhood sustainability assessment tools". *Environmental Impact Assessment Review*.
- Troncoso, J.C. 2007. "La expansión urbana discontinua analizada desde el enfoque de accesibilidad territorial. Aplicación a Santiago de Chile. ", Universidad Politécnica de Cataluña.
- Vernay, A.L., Salcedo Rahola, T.B., y Ravesteijn, W. 2010. "Growing food, feeding change: Towards a holistic and dynamic approach of eco-city planning". Shenzhen.
- Waggoner, P.E. 2006. "How can EcoCity get its food?". *Technology in Society* 28:183-193.
- Wang, G., Macera, C.A., Scudder-Soucie, B., Schmid, T., y Prat, M. 2004. "Cost Analysis of the Built Environment: The Case of Bike and Pedestrian Trials in Lincoln, Neb". *American Journal of Public Health* 94:549-553.
- Weisstein, E.W. s.f. "Convex Hull.From MathWorld. A Wolfram Web Resource. <http://mathworld.wolfram.com/ConvexHull.html>."