

EXPANSION URBANA Y SU IMPACTO EN LOS SUELOS PRODUCTIVOS.

Cartografía y estadística con Sistemas de Información Geográfica. Caso del departamento Rawson (Provincia de San Juan – Argentina)

Prof. Enrique Guardia
Profesor adscripto del Instituto de Geografía Aplicada,
Facultad de Filosofía, Humanidades y Artes,
Universidad Nacional de San Juan

E-mail: enriqueguardia8@gmail.com

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue generar geoinformación del impacto de la expansión urbana sobre los suelos productivos en el departamento Rawson (provincia de San Juan, Argentina), durante el período 1973-2014. El método aplicado contempla procedimientos de digitalización, georreferenciación, análisis e interpretación de fotografías aéreas e imágenes satelitales y modelado cartográfico mediante la utilización de un Sistema de Información Geográfica (SIG) de estructura vectorial, aplicando el geoproceso intersección. La sistematización de la geoinformación obtenida permitió confeccionar mapas, tablas y gráficos que evalúan el impacto de la expansión urbana sobre los suelos productivos.

Palabras claves: expansión urbana – suelos productivos – Sistemas de Información Geográfica – análisis espacio-temporal – geoproceso intersección.

Abstract

The present work was aimed at gaining geoinformation about the loss of productive soils as a consequence of urban sprawl in the department Rawson (San Juan - Argentina) during the period of 1973-2014. The method applied included procedures of digitization and georeferentiation, analysis and interpretation of aerial photographs and satellite images, and cartographic modelling by using GIS of vectorial structure, applying the intersection geoprocess. By sistematizing the information obtained we were able to make maps, tables and diagrams that evaluate the loss of productive soils due to urban sprawl.

Keywords: urban sprawl - productive soils - GIS - spatiotemporal analysis - geoprocess intersection.

INTRODUCCION

Los trabajos recientes de Ferrás (2000); Palomares y Puebla (2007); Monclús (2000); Pesci, (2004); De Mattos (2001); Ávila Sánchez (2009); Nel.lo, O. (1998) entre otros, coinciden en que el fenómeno de la expansión urbana se materializa en periferias suburbanas que crecen en forma dispersa a través de una ocupación extensiva del territorio. Se trata una ciudad que se difumina ocupando áreas cada vez más extensas, que tiene de todo y mucho pero disperso, separado funcionalmente, unido a

través de una densa red de carreteras y vías de transporte privado, siempre en forma de nuevos desarrollos de baja densidad.

Salvador Rueda plantea que "...los propósitos que guían la construcción de la ciudad actual no tienen como prioridad el aumento de la complejidad de la ciudad, es decir, aumentar la probabilidad de contactos, intercambios y comunicación -que es, en definitiva, la esencia de la ciudad y la que tendría que guiar su construcción- procurando explotar los sistemas de los que depende sin sobrepasar su capacidad de carga, sino posicionarse mejor que el resto de ciudades en la explotación de los sistemas ya sean locales o globales. La explotación de los recursos se hace, en la mayoría de los casos, sin tener en cuenta los límites en la capacidad de carga de los sistemas" (Rueda, 1998: 4). Al respecto, Morello y Matteucci (2001) reconocen que la frontera urbana es un vasto experimento ecológico no planeado que afecta grandes áreas y cada año la frontera urbana desplaza las tierras con potencial agropecuario hacia el interior. Mariana Silva (2003), en su tesis *Efectos ecológicos de la expansión urbana sobre las tierras agrícolas de la Pampa Ondulada, Buenos Aires, Argentina*, aporta que "el crecimiento urbano trae aparejado también una serie de consecuencias que afectan a su entorno de manera irreversible. Las consecuencias ambientales de la conversión de tierra agrícola a usos urbanos y periurbanos acentúan algunos de los cambios producidos en la etapa anterior de conversión de tierras naturales a agrícolas: fragmentación y pérdida constante e irreversible de valiosas tierras agrícolas, cambios en la biodiversidad, transformación de las condiciones de drenaje, la fertilidad del suelo y la composición de los pastizales" (Silva, 2003: 3). Este fenómeno de deterioro que ocurre en el entorno contiguo de la ciudad y que forma parte del avance de la frontera urbana, según Silvia Mateucci et al (1999) se denomina *huella de paisaje*.

En los departamentos del Gran San Juan, y específicamente en el de Rawson, se está produciendo una expansión urbana basada en procesos de dispersión. El crecimiento de lo urbano presenta un carácter centrífugo y tiene como soporte a un sustrato edáfico de diversa calidad productiva. Este crecimiento se da sin tener en cuenta los efectos sociales y ambientales que produce, afectando al sustrato edáfico no solo desde el punto de vista productivo, sino que también estos como un servicio ambiental para la ciudad debido al aporte ecológico en cuanto a confort climático, cinturones verdes, huella ecológica y recurso paisajístico.

Las relaciones entre el crecimiento urbano y los suelos productivos es una problemática de actualidad y prioritaria para la gestión territorial por parte de las administraciones municipales (Buzai *et al*, 2011), ante esta situación la presente propuesta aborda el estudio de estas relaciones desde el enfoque territorial y su evaluación cuantitativa, a través de la aplicación de procedimientos vinculados con un Sistema de Información Geográfica (SIG) con el propósito de contribuir con perspectivas de ordenamiento territorial.

AREA DE ESTUDIO

El área de estudio se corresponde con el área político-administrativa del departamento Rawson que se localiza en el centro-sur de la provincia de San Juan, al oeste de Argentina. Asimismo se emplaza sobre una depresión intermontana de origen tectónico-aluvional (Valle del Tulum) donde escurre un curso hídrico permanente (río San Juan) producto de la fusión glacio-nival ocurrida en el macizo andino (Cordillera de los Andes) (figura 1).

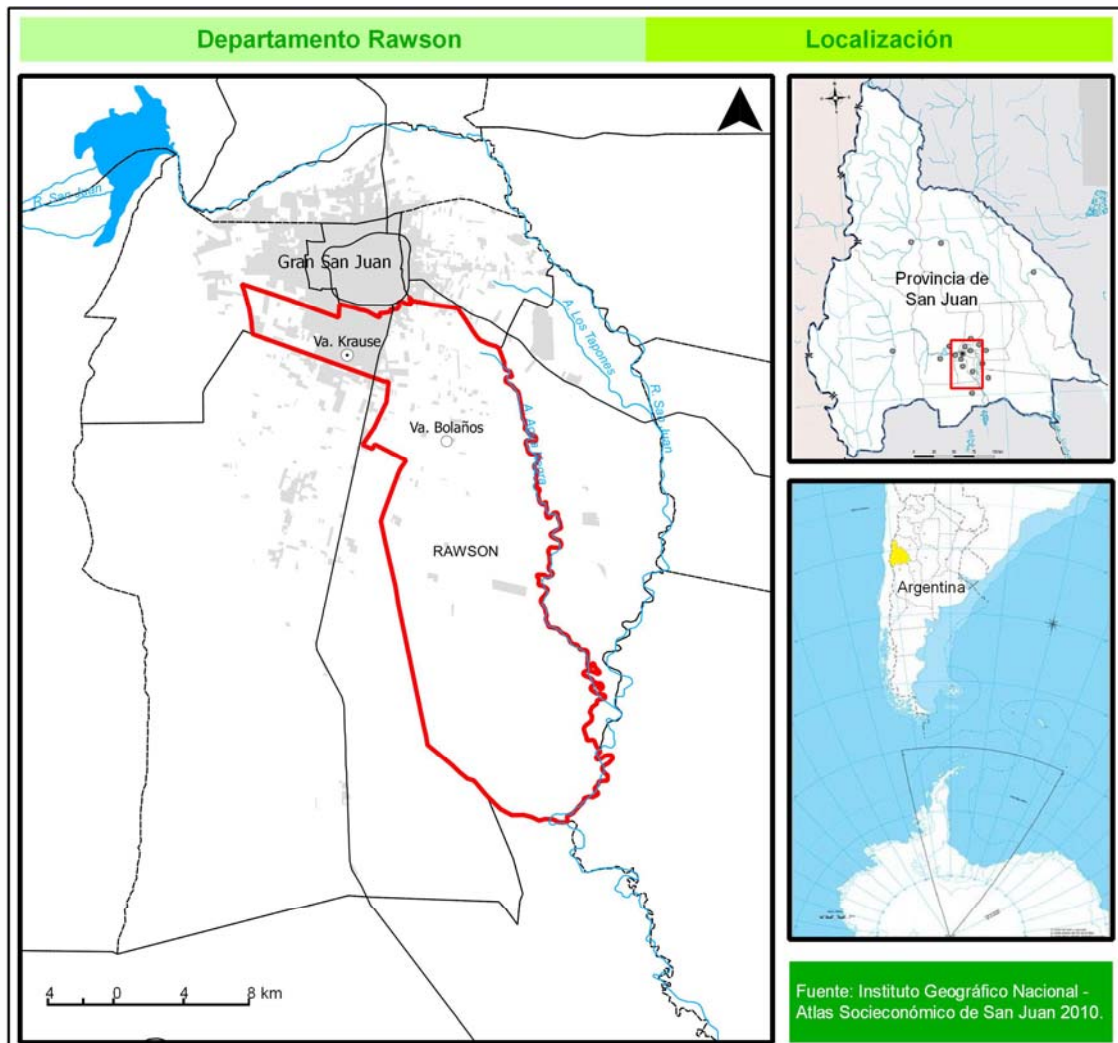


Figura 1. Mapa de localización del área de estudio.

DATOS Y METODOS

Los datos con los que se llevó a cabo el trabajo fueron los siguientes:

- Plataforma de geodatos en formato *shape* de:
 - tipos de suelos del departamento Rawson que contiene una clasificación de los mismos según: órdenes, subórdenes, familia y serie (Soil Taxonomy) del estudio realizado por Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental San Juan, así como su potencialidad productiva (figura 2).
 - Red de rutas y caminos del Atlas Socioeconómico de San Juan 2010 del Centro de Fotogrametría, Cartografía y Catastro, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de San Juan.
- Ortofotocartas del Instituto Geográfico Militar (actual Instituto Geográfico Nacional) del año 1980 a escala 1:250.00. Las mismas corresponden a: San Juan (3169-28-4-b), Médano de Oro (3169-29-3-c), Pocito (3169-34-2-b), Santa Lucía (3169-29-3-a), 9 de Julio (3169-35-1-a) y Villa Krause (3169-28-4-d).
- Imágenes satelitales de Google Earth, correspondientes a la cobertura DigitalGlobe, años 2004 y 2014.

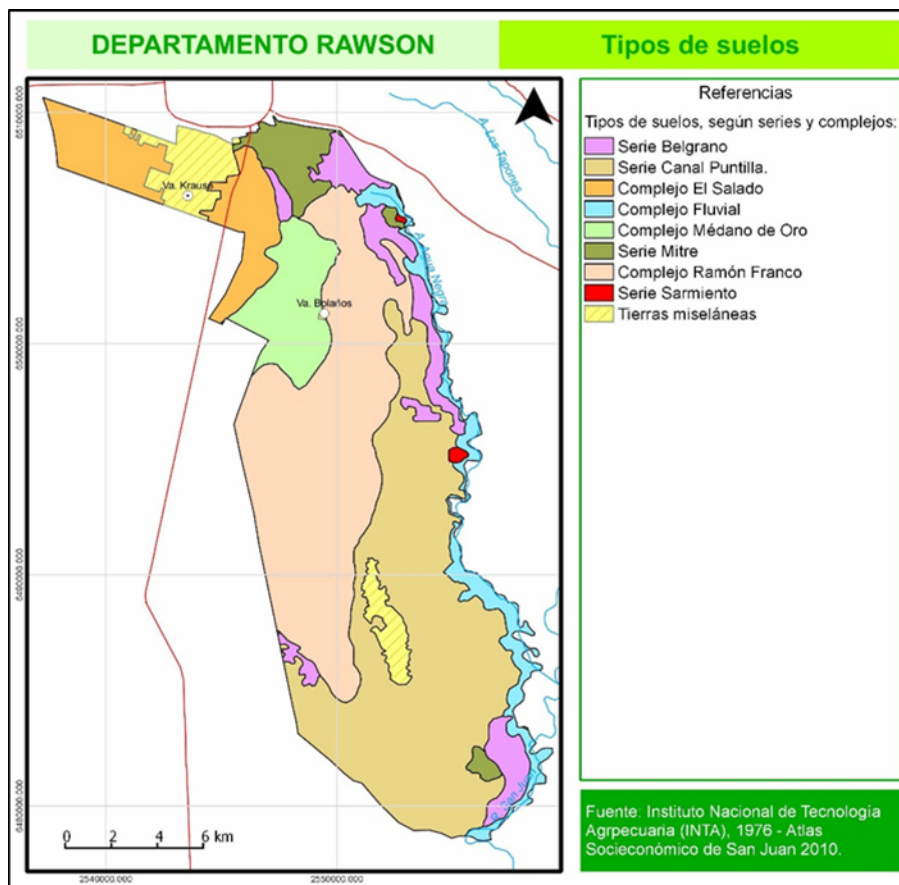


Figura 2. Mapa del departamento Rawson con la distribución de tipos de suelos.

Los métodos empleados fueron los siguientes:

Digitalización y georreferenciación. Los geodatos en soporte analógico, como fue caso de las ortofotocartas de 1980 fue necesario aplicar un proceso de digitalización. Se llevó a cabo una tipo automática mediante el escaneo, en formato Tagged Image File (tif) o también denominado geotif. Los resultados de este proceso fueron, por tanto, y desde el punto de vista de un SIG, una capa raster. La georreferenciación permite determinar la posición de un elemento en un sistema de coordenadas espacial diferente al que se encuentra. Este proceso es determinado con una relación de posiciones entre elementos espaciales en ambos sistemas, de manera que, conociendo la posición en uno de los sistemas de coordenadas es posible obtener la posición homóloga en el otro sistema. Fue aplicado a las fotografías aéreas digitalizadas y a las imágenes satelitales, asignándoles la proyección de Gauss Krüger (Datum POSGAR 2007, Argentina zona 2) (figura 3).

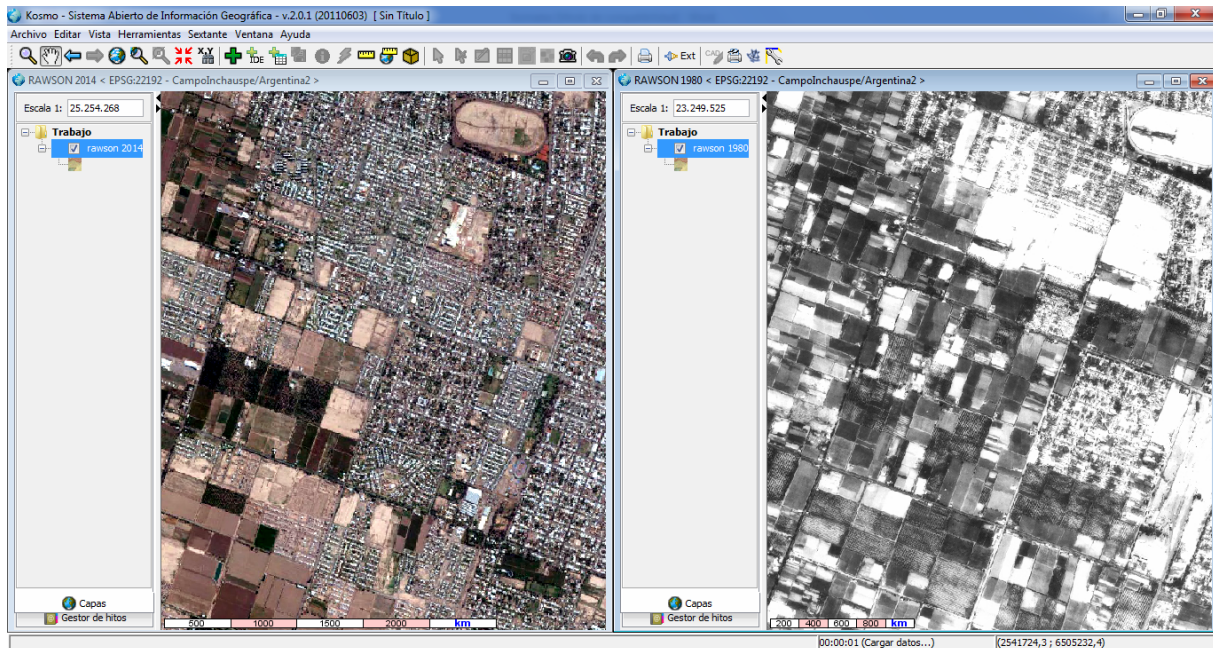


Figura 3. Imagen satelital año 2014 (izquierda), fotografía aérea año 1980 (derecha) georreferenciadas y convocadas como capas en un ambiente de trabajo SIG.

Definición de cortes temporales. La definición de cortes temporales de la expansión urbana se estableció en función de las características temporales de los datos disponibles. La cartografía tipos de suelos (figura 2), entre la clasificación establecida, contiene la presencia de tierras misceláneas en algunas unidades cartográficas (tierras sin suelo con posibilidades de cultivar), en este caso coincide con espacio urbano. El mismo se corresponde con el espacio urbano del año 1973, delimitado en función del análisis e interpretación de las fotografías aéreas de tal año durante del desarrollo de dicho estudio por parte de INTA. Estas circunstancias nos limitó la posibilidad de conocer la distribución espacial de tipos de suelos sobre los que se expandido el espacio urbano antes de tal fecha. Debido a tal situación, el análisis del crecimiento urbano iniciará en 1973 y finalizará en 2014. Mientras que los cortes temporales se establecieron en función de las fotografías aéreas y las imágenes satelitales disponibles. Las fotografías de 1980 permitieron definir un período entre 1973 y 1980. El resto de los cortes temporales se establecieron en función de las imágenes satelitales, estableciéndose dos más, uno en 2004 y otro en 2014. Lo que permitió establecer períodos entre 1980-2004 y 2004-2014.

Confección de unidades cartográficas de crecimiento urbano. La confección de unidades cartográficas de crecimiento urbano (UCCU) consistió en tres etapas:

- a. Determinación de criterios para efectuar el análisis visual de geodatos raster (imágenes satelitales y fotografías aéreas), es decir los diferentes elementos, fenómenos o manifestaciones espaciales a identificar en las mismas. Los criterios definidos para análisis visual fueron: considerar al espacio edificado, como manifestación espacial de la expansión urbana, es decir las construcciones materiales y/o edificaciones. En relación a tal concepto de se tuvieron en cuenta manifestaciones espaciales relacionadas con:
 - espacios edificados para uso residencial, industrial y comercial,
 - espacios recreativos como: camping, espacios destinados para eventos, pistas automovilísticas, etc.,
 - cementerios,
 - barrios cerrados o coutries y
 - soportes infraestructurales (plantas potabilizadoras, plantas de tratamiento de residuos sólidos, plantas de tratamientos líquidos cloacales y/o estaciones transformadoras de energía eléctrica).

- Se excluyó edificaciones construidas dentro las parcelas cultivadas.
- b. **Análisis e interpretación visual de los geodatos raster**, basada en la habilidad que se presenta para relacionar tonos, colores y patrones espaciales que aparecen en una imagen o fotografía con elementos del mundo real. Consistió en identificar, analizar e interpretar en las fotografías aéreas e imágenes satelitales distintas formas, tamaños y texturas afines al concepto de expansión urbana.
- c. **Confección de las UCCU en función de los cortes temporales establecidos**, que consistió en la vectorización de entidades, es decir delimitar, mediante polígonos las categorías de interés identificadas afines al concepto de expansión urbana establecido en las fotografías e imágenes satelitales.

Geoprocesamiento de unidades cartográficas tipos de suelo y expansión urbana. El geoprocesamiento permite aplicar una serie de procesos estándar sobre las capas de información vectorial cargadas en el árbol de capas de una vista en un software SIG, dando como resultado nuevas capas de información vectorial. Estas operaciones, permiten generar nuevas capas vectoriales a partir del cruce o solape de dos o más de ellas y se basan en cálculos geométricos que utilizan las coordenadas de cada entidad para obtener nuevas entidades resultantes. Existen diferentes tipos de operaciones de solape, entre ellas: *la intersección*. Con el objetivo de conocer los suelos productivos afectados por la expansión urbana, se aplicó el geoproceso intersección haciendo uso de las capas: expansión urbana, como capa de entrada y tipos de suelos, como capa de solape (Olaya, 2011).

La capa resultante es producto de una intersección, solape o correlación espacial. En la figura 4 se puede observar detalladamente el procedimiento que se produjo al aplicar el geoproceso intersección entre las capas: tipos de suelo y expansión urbana. En el gráfico hipotético se puede observar que un polígono A, correspondiente a un tipo de suelo X (capa de entrada) con otro polígono B correspondiente a un determinado espacio edificado Y, construido en un determinado período de tiempo (capa de solape), se puede apreciar que donde se genera una intersección o solape se crea, en la nueva capa, un nuevo polígono. Este polígono contiene, geoméricamente, la forma o la manifestación espacial de esa intersección, solape o correlación espacial, mientras que en su respectiva tabla de atributos se generaron geodatos como: período de construcción del espacio edificado y el tipo de suelo donde se llevó a cabo tal construcción.

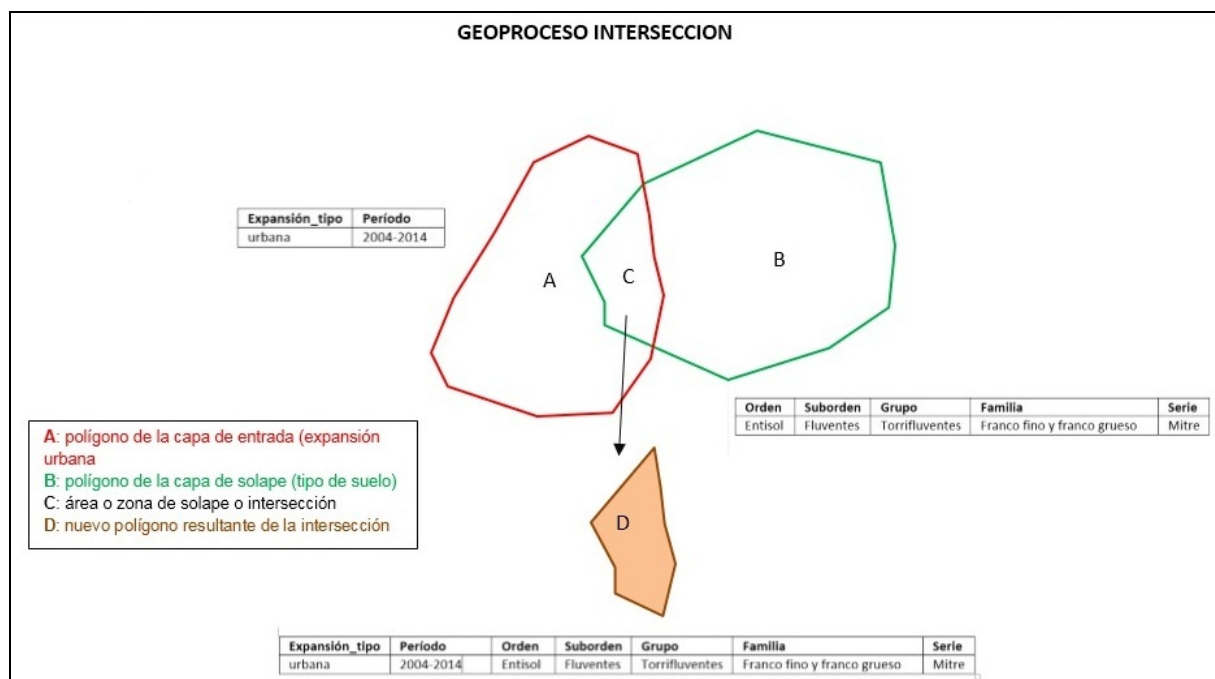


Figura 4. Geoproceso intersección.

Sistematización de la información y obtención de indicadores. La sistematización de la información alfanumérica obtenida mediante el análisis espacial efectuado, se organizó en tablas en Excel para obtener principalmente: a) valores absolutos en hectáreas, de la expansión urbana en los períodos establecidos; b) valores porcentuales de expansión urbana para cada período establecido, en relación a la superficie total del departamento; c) valores absolutos en hectáreas, de los suelos productivos afectados por la expansión urbana para cada período establecido; d) valores porcentuales de pérdidas de suelos productivos, en relación a la superficie total del suelo existente en el departamento, para cada período establecido y e) valores absolutos de disponibilidad de suelos.

RESULTADOS

Expansión urbana

La delimitación de la mancha urbana en diferentes momentos históricos, a través de procesos de vectorización y análisis e interpretación de fotografías aéreas, ortofotocartas e imágenes satelitales, permitió conocer sus características y dinámica espacio-temporal, cartográfica (figura 5) y cuantitativamente (tabla 1).

En 1973 la mancha urbana de Rawson tenía una superficie de 1019,84 ha, mientras que para 2014 esa cifra había ascendido a 2553,51 ha, es decir que un total de 1533,66 ha es lo que se expandió la mancha urbana entre 1973 y 2014, ocupando de un 3,39 % a un 8,51 % del territorio del departamento. En el período 1973-1980 (7 años), 169,76 ha se sumaron a las 1019,84 existentes. Entre 1980 y 2004 (24 años), 603,69 ha. y en el período 2004-2014 (10 años), 760,01 ha.

Lo significativo de los resultados arrojados es que en los últimos diez años (2004-2014) se ha producido una expansión mayor a la que se produjo entre (1980-2014, 24 años). Tal situación permite plantear que la expansión de la mancha urbana no solo ha experimentado un crecimiento constante, sino que en los últimos años ha atravesado un proceso de expansión muy acelerado.

Otra característica significativa que se puede observar en la figura 5 es que la expansión, desde el 2004, presenta un comportamiento espacial disperso, principalmente hacia el este y sur del departamento.

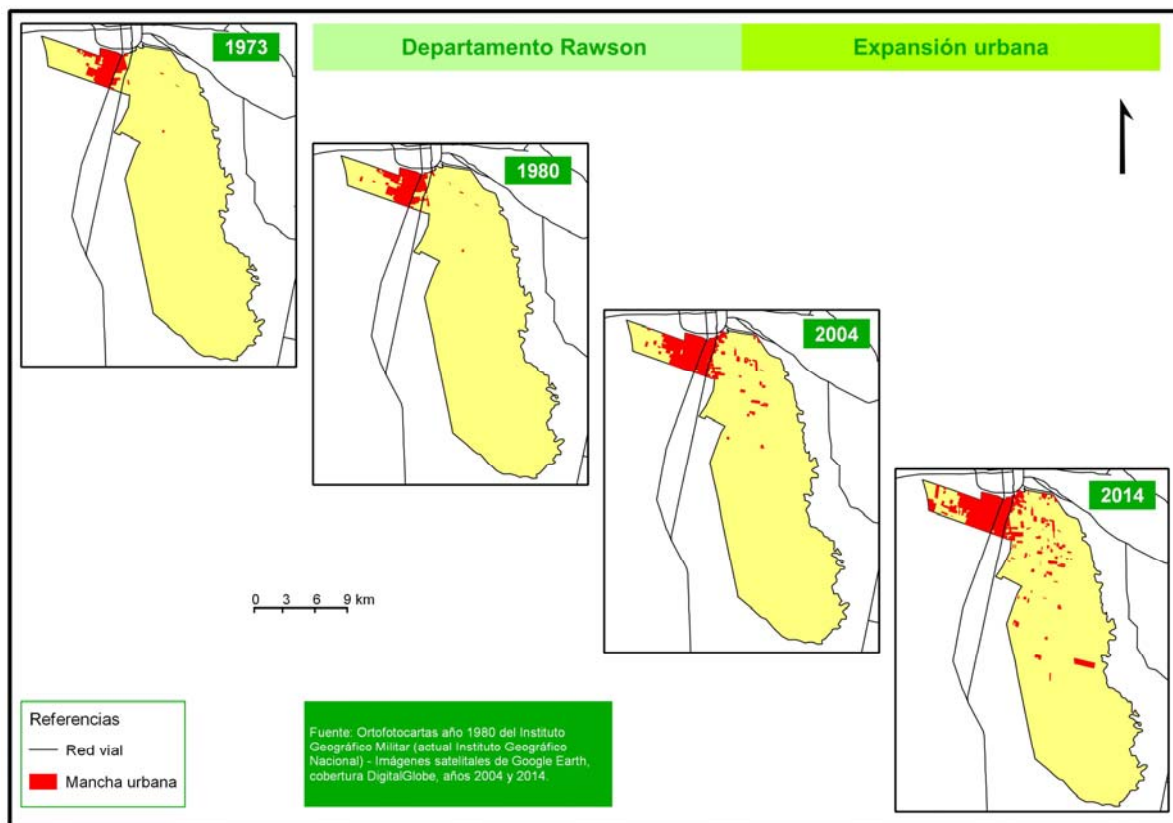


Figura 5. Mapas de expansión urbana en el departamento Rawson.

Tabla 1. Departamento Rawson. Expansión urbana, hectáreas y porcentajes

Periodos	Años	Expansión urbana (hectáreas)	Porcentaje en el departamento
1973	-	1019,84	3,39
1973-1980	7	169,76	3,96
1980-2004	24	603,69	5,97
2004-2014	10	760,01	8,51
Total		2553,51	8,51

Suelos afectados por la expansión urbana

Los suelos más afectados por expansión urbana son: Complejo El Salado (36,90 %), la serie Mitre (19,54 %) y con valores más bajos los complejos Médano de Oro (3,29 %) y Ramón Franco (2,29 %). El resto de los suelos detentan valores porcentuales de afectación apenas superiores al 1 %, Serie Canal Puntilla (1,26 %) y Serie Belgrano (1%) (tabla 2 y figura 6).

Según el estudio efectuado por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) en la década de 1970, el suelo Complejo El Salado, que es el más afectado, taxonómicamente un Entisol, de suborden Fluventes, perteneciente al gran grupo y subgrupo Torrfluventes típicos de familia Franco fina y Franco gruesa, el subsuelo está constituido por gravas, gravillas o rodados y presenta baja infiltración. El INTA, en referente a su potencialidad productiva, reconoce que este suelo es útil para el desarrollo de diversos cultivos, principalmente aquellos de primicia y se adaptan muy bien a sistemas de riego de alta eficiencia tales como goteo y microaspersión (riego presurizado).

Otros de los suelos afectados, como es caso de la Serie Mitre (Entisol, Torrfluvente típico de la familia fina, illítica, térmica) presenta perfiles en que se caracterizan por la sucesión de dos o más

capas de texturas que varían entre franco arcillosa, franco arcillo limosa, arcillo limosa o arcillosa, constituyendo el suelo y hasta donde aparece la primer marcada discontinuidad textural. El subsuelo por debajo de esta, tiene una textura arenosa a franco arenosa. Existe un marcado predominio de capas de textura fina con un espesor de 1 a 2 metros hasta llegar al subsuelo de textura más gruesa. Los sectores vírgenes suelen ser muy salinos con predominio de sales sódicas y presenta un drenaje mediocre. Cuando se trata de texturas muy finas presentan problemas de infiltración, situación que en muchos casos dificulta la recuperación (lavado de suelos) y es necesario ayudar con labores culturales tales como zanjeo, subsolado, etc. En la publicación *Argentina: 200 años, 200 suelos* de José Panigatti (2010), en referente a este suelo, se reconoce que las producciones potenciales alternativas son la ganadería bovina semiestabulada, cultivos hortícolas tolerantes (ajo y cebolla) para producción de semillas, melón y zapallo. Frutales como membrillo y granada (*Punica sp.*) prosperan bien por su tolerancia a suelos pesados y salinos.

En el caso de los suelos Complejos Médano de Oro y Ramón Franco, el INTA reconoce que el primero es taxonómicamente un Entisol, Subacuentes y presenta un predominio de depósitos de material turboso que alcanza hasta 1,50 m de profundidad, asentado sobre subsuelo de distinta granulometría y en algunos casos limitados por capas yesosas o calcáreas. El nivel freático es muy cercano a la superficie y en algunos casos llega hasta la superficie del terreno. Además dicho estudio especifica que mediante un adecuado control del nivel freático a través del drenaje, es posible convertir a estos suelos en productivos, en particular para el cultivo de especies hortícolas. El Complejo Ramón Franco que corresponde, taxonómicamente con un Aridisol, de Suborden Ortides con grupos dominantes calciortides, gipsiortides, salortides y paleortides petrocálcicos, presenta perfiles de variada constitución en lo que respecta a la textura del suelo que asienta sobre un subsuelo calcáreo (tosca) o yesoso, a distintas profundidades. Además existen sectores ubicados cerca del límite con complejo Médano de Oro que está afectado por una capa freática cercana a la superficie. El relieve es subnormal a cóncavo. La característica más notable del Ramón Franco es la abundancia de yeso y calcáreo distribuido en el perfil, que en algunos casos ocasiona capas endurecidas dificultando labranzas y limitando la exploración radicular.

Contundentemente es posible reconocer que el suelo productivo con buena aptitud para sistemas de riego presurizados es el más afectado por la expansión urbana en una región marcada por la escasez hídrica. Además el mismo tiene la aptitud para cultivos primicias, un aspecto más que positivo a la hora de comerciar los mismos. En el caso de los Complejos Médano de Oro y Ramón Franco, si bien tienen aptitud para el desarrollo de cultivos hortícolas, ambos están afectados por niveles freáticos cercanos a la superficie. Situación que reduce la capacidad portante para el desarrollo de construcciones o edificaciones; puesto que la humedad del suelo invade las construcciones, ascendiendo por capilaridad produciendo eflorescencias, o sea manchas generalmente blancas que aparecen en los muros causadas por la humedad y las sales solubles que contienen los materiales. También se producen criptoflorescencias, que es el desprendimiento de piedras de la superficie, de ladrillos y morteros (argamasa) y en las obras que utilizan revestimiento. En el caso de las construcciones realizadas con madera la humedad produce la putrefacción (Sepúlveda, 2008).

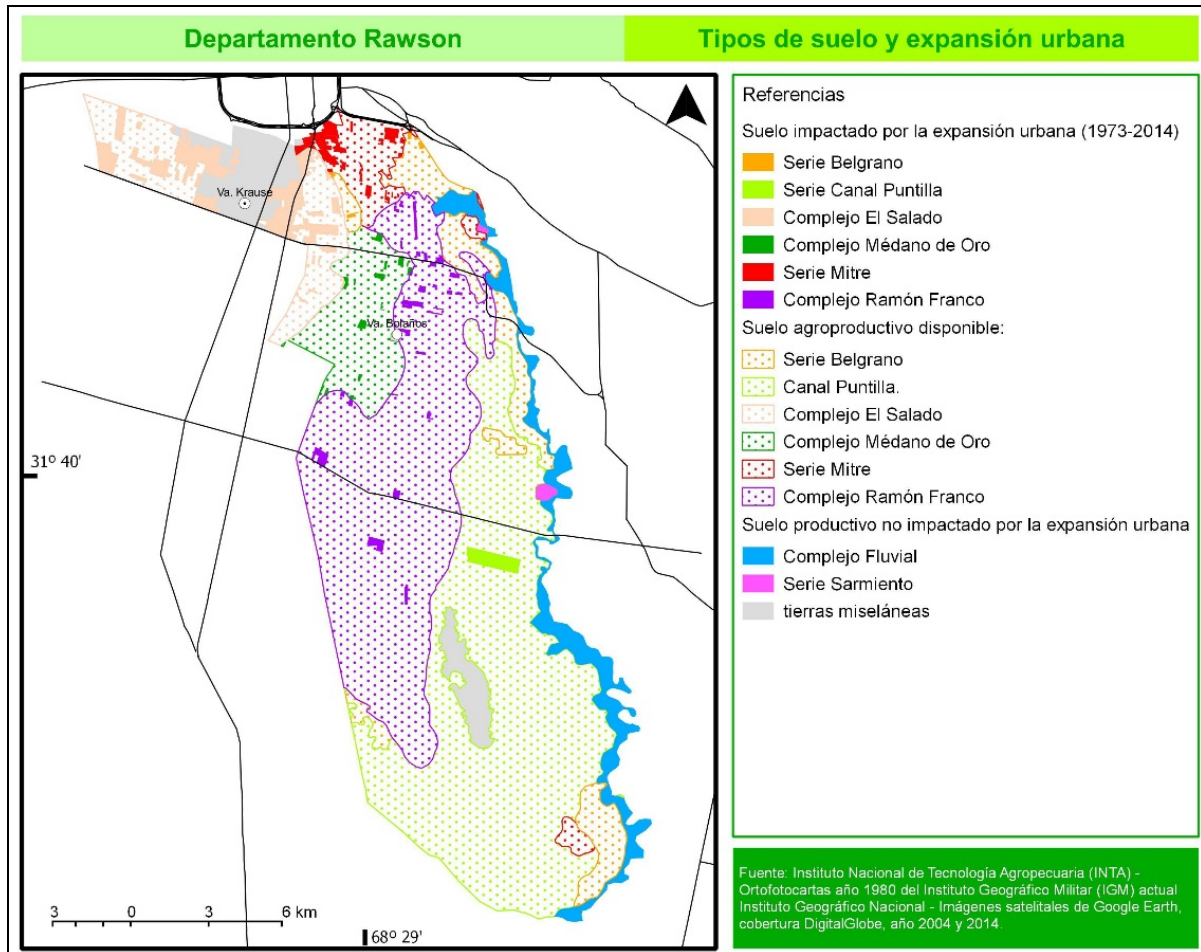


Figura 6. Mapas de suelos afectados por la expansión urbana en el departamento Rawson.

Tabla 2. Departamento Rawson. Suelos afectados por la expansión urbana, hectáreas y porcentajes

Tipo de suelo	Periodo 1973-1980			Periodo 1980-2004			Periodo 2004-2014			Total	
	HC	% SC	HD	HC	% SC	HD	HC	% SC	HD	HC	% SC
Serie Belgrano	0	-	-	9,76	0,47	2041,10	10,83	0,53	2030,26	20,60	1
Serie Canal Puntilla	0	-	-	0	-	0	118,56	1,26	9274,3	118,56	1,26
Complejo El Salado	137,96	5,46	2386,76	448,74	17,77	2075,99	344,97	16,61	1731,01	931,68	36,90
Serie Mitre	29,67	2,78	1036,25	76,84	7,20	989,08	101,79	10,29	887,28	208,31	19,54
Complejo Médano de Oro	1,94	0,10	1870,97	9,54	0,50	1863,37	50,27	2,69	1813,09	61,76	3,29
Complejo Ramón Franco	0,18	0,002	8380,33	58,80	0,70	8321,72	133,55	1,60	8188,16	192,54	2,29

HC: hectáreas afectadas por la expansión urbana
 HD: hectáreas de suelo productivo disponible
 %SC: porcentaje del suelo afectado por la expansión urbana

CONCLUSIONES

El uso de las herramientas ofrecidas por los SIG, como el proceso de vectorización y conjuntamente el análisis e interpretación de fotografías aéreas e imágenes satelitales, y la aplicación del geoproceso intersección permitió obtener cartografía e estadística de la expansión urbana y los suelos productivos afectados por la misma.

Los resultados obtenidos permitieron identificar, en relación a la expansión urbana, que la misma ha experimentado no solo un crecimiento constante en el periodo de análisis, sino que también esta ha sido muy acelerada en la última década en el departamento Rawson, con un significativo proceso de dispersión.

En relación, a los suelos afectados por dicho proceso territorial se arribó a la conclusión de que el suelo productivo con buena aptitud para sistemas de riego presurizados es el más afectado por en una región marcada por la escasez hídrica. Además el mismo tiene la aptitud para cultivos primicias, un aspecto más que positivo a la hora de insertarlos al mercado. En el caso de los Complejos Médano de Oro y Ramón Franco, si bien tienen aptitud para el desarrollo de cultivos hortícolas, ambos están afectados por niveles freáticos cercanos a la superficie. Característica de capacidad portante débil para el desarrollo de construcciones o edificaciones.

BIBLIOGRAFÍA

Atlas Socioeconómico de San Juan 2010. Centro de Fotogrametría, Cartografía Catastro y (CEFOCCA), Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de San Juan.

Ávila Sánchez, H. 2009. *Periurbanización y espacios rurales en la periferia de las ciudades*. Estudios Agrarios.

Buzai, G.; Baxendale, C. 2011. *Análisis socioespacial con Sistemas de Información Geográfica: perspectiva científica: temáticas de base raster 1ª ed.* Buenos Aires. Lugar Editorial.

Buzai, G.; Baxendale, C.; Matteucci, S.; Morello, J. (1998): Crecimiento urbano y pérdida de suelos productivos. Aplicación de la tecnología SIG para el caso de Buenos Aires (1869-1991). Anais GIS Brasil 98 - IV Congresso e Feira para Usuários de Geoprocessamento da América Latina. Sagres Editora. Curitiba.

Ferrás C. 2000. *Ciudad dispersa, aldea virtual y revolución tecnológica. Reflexión acerca de sus relaciones y significado social*. Scripta Nova 69:45:80

García Palomares, J.; Gutiérrez Puebla, J. 2007. *La ciudad dispersa: cambios recientes en los espacios residenciales de la Comunidad de Madrid*. Anales de Geografía 27:45:67

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. 1976. Estudios de Suelos y Drenaje de los valles de Tulum, Ullum y Zonda, San Juan, Argentina. Estación Experimental Agropecuaria 1, p 2, 210 p. San Juan.

Liotta, M. 2010. *El drenaje de los suelos agrícolas. San Juan*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

Morello, J.; Buzai, G.D.; Baxendale, C.A.; Rodríguez, A.; Matteucci, S.D.; Godagnone, R.E.; CASAS, R.R. 2000. Urbanization and the consumption of fertile land and other ecological changes: the case of Buenos Aires. Environment&Urbanization. (London). 12(2):119-131.

Nel.lo, O. 1998. *Los confines de la ciudad sin confines. Estructura urbana y límites administrativos en la ciudad difusa*, en Monclus, J. (Ed) La ciudad dispersa. Barcelona. Centro de Cultura Contemporània de Barcelona.

Olaya V. 2011. *Sistemas de Información Geográfica*. Versión 1.0. CreativeCommonsAtributions

Panigatti, J.L. 2010. **Argentina 200 años, 200 suelos**. Buenos Aires, Ed. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

Pesci, R. 2004. **¿Ciudad concentrada o ciudad dispersa? Sustentabilidad y desarrollo urbano**. Petrotecnia.