



**EXPANSIÓN URBANA ACELERADA
EN UNA CIUDAD INTERMEDIA:
CAUSAS Y CONSECUENCIAS
SANTA ROSA - LA PAMPA**

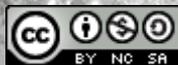
Presentada por

Daila Graciana Pombo

Ante la Universidad Nacional de Córdoba

Director: Dr. Abril Ernesto y Codirector: Peralta Carolina

-Año 2017-



EXPANSIÓN URBANA ACELERADA EN UNA CIUDAD INTERMEDIA: CAUSAS Y CONSECUENCIAS
SANTA ROSA - LA PAMPA por Pombo, Daila Graciana se distribuye bajo una [Licencia Creative
Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

AGRADECIMIENTOS

Al finalizar un trabajo tan arduo y lleno de dificultades como el desarrollo de una tesis, es inevitable expresar un agradecimiento a las personas e instituciones que han facilitado el trayecto para llegar a la finalización de este Proyecto que, sin sus aportes, hubiera sido imposible concluir o avanzar.

Debo agradecer de manera especial a los profesores Ernesto G. Abril y Carolina Peralta por aceptarme para realizar esta tesis de Maestría bajo su dirección. Su apoyo y confianza en mi trabajo y su capacidad para guiar mis ideas han sido un aporte invaluable para el desarrollo de esta tesis.

A las Instituciones que amablemente me permitieron acceder a insumos necesarios para poder proceder con mi investigación como la Municipalidad de Santa Rosa de La Pampa, la Administración Provincial del Agua del Gobierno de la Provincia de La Pampa (APA), el Instituto Nacional de Estadística y Censos de la Nación (INDEC), la Dirección General de Catastro de la Provincia de La Pampa; y al Instituto de Geografía de la Facultad de Ciencias Humanas de la Universidad Nacional de La Pampa, del cual formo parte.

Y, por supuesto, el agradecimiento más profundo por la comprensión, paciencia y el ánimo lo merecen mi familia y amigos, en especial mi hijo, que es la luz de mi vida.

A todos ellos, muchas gracias.

RESUMEN

La expansión del uso del suelo urbano en las periferias de ciudades intermedias constituye uno de los cambios paisajísticos más sobresaliente que se han venido produciendo en las últimas décadas. En consecuencia, uno de los aspectos a considerar en los análisis, que se han desarrollado sobre los espacios periurbanos, ha sido el estudio de las modificaciones en los usos del suelo y el consumo de espacio para usos urbanos.

La ciudad de Santa Rosa, La Pampa, no ha quedado exenta a esta situación, ya que el crecimiento acelerado que ha sufrido en las últimas décadas produjo drásticas transformaciones en los usos del suelo urbano-periurbano.

Las metamorfosis que se generan en el espacio geográfico pueden ser analizadas y evaluadas con imágenes satelitales integradas a los Sistemas de Información Geográfica (SIG), ya que, las nuevas tecnologías, permiten obtener información relevante del territorio a través del tiempo. En el presente trabajo se propone observar la evolución y cambio del uso del suelo de la ciudad de Santa Rosa durante el periodo 1956-2016. La metodología se basó en el monitoreo de la evolución desarrollando la cartografía necesaria y, por otro lado, en la aplicación del Método de Tabulación Cruzada en un entorno SIG para evaluar las modificaciones ocurridas en el lapso de 60 años.

Los resultados muestran un crecimiento de la mancha urbana y periurbana constante y acelerada y un decrecimiento en otros usos del suelo como usos agropecuarios, hortícolas, etc. que son de importancia. Esto trae aparejado tendencias hacia la expansión, consolidación y densificación, específicamente la conformación de la conurbación Santa Rosa-Toay.

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO 1	6
1.1. INTRODUCCIÓN	6
1.2. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	8
1.3. ANTECEDENTES HISTÓRICOS	9
1.4. OBJETIVOS	14
1.4.1. Objetivos generales.....	14
1.4.2. Objetivos específicos.....	14
1.5. ESTRUCTURA DE LA TESIS	15
CAPÍTULO 2	16
2.2. MARCO TEÓRICO	16
2.2.1 El crecimiento urbano y su expansión.....	16
2.2.1.1. El concepto periurbano y su caracterización.....	17
2.2.1.2. Expansión urbana de las ciudades intermedias de Argentina.....	20
2.2.1.3. Ciudad intermedia: su complicada conceptualización.....	22
2.2.1.4. Análisis espacial y temporal del crecimiento urbano por medio de la Teledetección.....	24
2.2.2. Sistemas de Información Geográfica (SIG).....	27
2.2.2.1. ¿Qué es el Sistema de Información Geográfica?.....	33
2.2.3. Sensores Remotos o Teledetección.....	38
CAPÍTULO 3	41
3.1. MATERIALES Y MÉTODOS	41
3.1.1. Área de estudio: cartografía de la dinámica urbana.....	41
3.1.1.1. Los cambios en la política habitacional en el área de estudio: expansión territorial del espacio urbano.....	49
3.2. Metodología.....	57
3.2.1. Fotografías aéreas.....	58
3.2.2. Mosaico de Ortofotos rápidas del instituto Geográfico Nacional (IGN).....	68
3.2.3. Imágenes satelitales.....	70
3.2.4. Determinación de cambios: cartografía del uso del suelo urbano.....	76
CAPÍTULO 4	84
4.1. RESULTADOS Y DISCUSIONES:	84
4.1.1. Determinación de cambios: cartografía del crecimiento urbano.....	84
4.1.2. Resultados y Discusiones. Perspectivas de desarrollo.....	99

CAPÍTULO 5	103
5.1. CONCLUSIONES	103
5.2. BIBLIOGRAFÍA	105

CAPÍTULO 1

*El territorio ya no precede al mapa ni lo sobrevive.
En adelante será el mapa el que preceda al territorio y el que lo engendre,
y si fuera preciso retomar la fábula (de Borges), hoy serían los girones
del territorio los que se pudrirían lentamente sobre la superficie del mapa.*

*Son los vestigios de lo real, no los del mapa, los
que todavía subsisten esparcidos por unos
desiertos que ya no son los del Imperio, sino nuestro Desierto.
El propio Desierto de lo real.
(Jean Baudrillard, 1978, pp.5-6)*

1.1. INTRODUCCION

La expansión del uso del suelo urbano en la periferia de las ciudades constituye uno de los cambios paisajísticos más significativos que se han venido produciendo en nuestro país en las últimas décadas. En consecuencia, uno de los aspectos a considerar en los análisis que se han desarrollado sobre las franjas rururbanas¹, ha sido el estudio de las modificaciones en el uso del suelo y el consumo de espacio para dichos usos urbanos.

En los últimos veinte años, se ha producido un crecimiento acelerado de la mancha urbana de la ciudad de Santa Rosa, capital de la provincia de La Pampa. Los efectos producidos se observan en las profundas transformaciones en la estructura urbana, desequilibrios territoriales, deterioro de las condiciones medioambientales y alteraciones en la calidad de vida de los ciudadanos.

¹ Rurbanisation “es un neologismo empleado para referirse a un proceso evolutivo que afecta a la periferia de ciertas ciudades. (...) expresión que identifica a las áreas que rodean a las ciudades donde, la presencia dominante de viviendas unifamiliares, dispersa y aislada, cohabita con la persistencia de áreas agrícolas y forestales (naturales). Ese proceso evolutivo se caracteriza por transformaciones en los usos del suelo y en la actividad de los residentes, acompañada de mutaciones socio-demográficas: nuevas pautas de comportamiento social, económico, profesional, cultural, etc. de sus habitantes (Cardoso y Fritschy, 2012, p.32).

Por lo expuesto con anterioridad, se debe asociar a esta situación con la planificación y el ordenamiento del territorio. Esta realidad reclama una gestión dinámica a partir de la incorporación de tecnología informacional, una planificación administrativo-contable, un ordenamiento territorial adaptado a las demandas actuales y una adecuada capacitación del recurso humano interviniente en el proceso.

Los procesos de revisión del planeamiento urbano municipal y el debate contemporáneo en torno a los modelos opuestos de urbanización “compacta y dispersa” (Belil, 2012, p.20) hacen interesantes aquellos estudios vinculados al análisis de la morfología urbana, los cuales intentan reconstruir, explicar y cuantificar el crecimiento físico que han experimentado las grandes áreas urbanas a partir de la segunda mitad del siglo XX. Esta tesis se propone estudiar dichas cuestiones que evidencia y que ha sufrido, en particular, la ciudad de Santa Rosa –La Pampa– a partir de la década del ’60.

Estos estudios ayudarán a enriquecer la discusión de nuevas pautas de ocupación “extensiva” del territorio y construir el punto de partida para cualquier propuesta futura de ordenación urbana a nivel municipal.

Teniendo en cuenta esta problemática, Belil (2012, p.14) dice que

(...) la tendencia a la expansión horizontal de las ciudades, que expulsa hacia la periferia a la población marginal o desarrolla espacios para las clases medias, ha generado un modelo de segregación en el territorio que crea desigualdades en los servicios, en la conectividad y en las condiciones de vida de las personas, lo que provoca perjuicios económicos, sociales y ecológicos graves. A esta realidad se suma la anulación de los límites entre campo y ciudad, la discriminación social y la pérdida de identidad colectiva de los ciudadanos.

La realidad territorial urbana se caracteriza por un consumo constante y acelerado de suelo, como si el espacio no urbanizado fuera un recurso ilimitado, esto produce la pérdida de suelos rurales (espacios agrícolas, forestales y naturales) aplicando una lógica sectorial sustentada en la movilidad privada. Además, se generan serios problemas ambientales como la agudización de las contaminaciones sonoras y atmosféricas por la emisión de ruidos y gases; la

impermeabilización del suelo, alteraciones de los cursos de agua y desequilibrio hidrológico, entre otros.

1.2. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo se propone el estudio de la dinámica del crecimiento urbano y su proceso de expansión, principalmente de la ciudad de Santa Rosa –La Pampa–. Se aplica para su desarrollo y análisis las tecnologías propias de la teledetección y los Sistemas de Información Geográfica. Se plantea rescatar los aspectos importantes del crecimiento urbano y la expansión de la ciudad, sus patrones de asentamiento y procesos, causas y consecuencias, utilizando instrumentos para su medición y efectuar un posterior análisis de los resultados.

La expansión urbana como proceso es un concepto que presenta dificultades en su definición. Como resultado de ello, la cuantificación de este fenómeno se hace compleja y se presta a confusión. Se aporta mediante el uso de herramientas como la teledetección, que existe un sinnúmero de indicadores que son utilizados por urbanistas y administradores en diversas ciudades, especialmente en los países desarrollados, los cuales son susceptibles de ser cuantificados por los SIG.

Las ciudades contemporáneas vienen enfrentando múltiples desafíos que trascienden la nueva preocupación de orden espacial. Según Liao y Wei et al (2003, p.26) “una evaluación oportuna y exacta del crecimiento urbano y los factores subyacentes es crítica para una planificación urbana eficaz”.

Belil (2012, p.21) habla de dos modelos de ciudad actual, según el grado de densidad: la ciudad compacta y la ciudad difusa. Este último es el caso de Santa Rosa, verificándose que se es “menos eficiente en el consumo energético, en el transporte y en el agua”.

La intensificación de las actividades humanas, supera la capacidad de resiliencia de los espacios geográficos, trayendo como consecuencia una disminución de los recursos, deterioro de la calidad del agua, falta y colapso de infraestructura y servicios básicos, inundaciones. Muchas

ciudades, como Santa Rosa, han sufrido transformaciones drásticas en su paisaje debido a las aceleradas tasas de cambio de uso de suelo.

1.3. ANTECEDENTES HISTÓRICOS

El acelerado aumento de la población urbana asociado a los nuevos procesos territoriales ubica en el centro de la discusión, la preocupación acerca del crecimiento de las ciudades. Este crecimiento ha sido históricamente asimilado tanto al crecimiento demográfico, asociado a la movilidad intraurbana y al crecimiento vegetativo (sin desestimar el crecimiento económico); como a la expansión física de esta (aumento de la superficie urbanizada) como una respuesta a la demanda de suelo urbano para la localización de viviendas y actividades relacionadas. Este último proceso es el que ha dado paso a la expansión urbana, de la cual muchos investigadores discuten.

Las tradicionales líneas de análisis urbano plantean que el mayor impacto territorial de la expansión urbana son la disminución de tierras agrícolas, aumento en la congestión y tráfico, manejo de aguas y residuos, contaminación atmosférica, significativa pérdida de población en las áreas centrales, aumento de la segregación socio espacial de estratos altos, así también un aumento de los tiempos de viaje, producto del tendiente crecimiento periférico.

La generalidad de las investigaciones que actualmente analizan la morfología urbana plantean la dicotomía entre la ciudad compacta versus la ciudad dispersa, catalogando a esta última como la ciudad “fragmentada”, “difusa”, “confusa”, “dual”, etc. Se asocia una serie de connotaciones negativas a la denominada “fragmentación”, ya sea en el contexto energético, económico, ambiental, social, etc. (Figueroa, 2004).

Históricamente (Pozuea, 2000) las ciudades se diferenciaron de las áreas rurales, por ser un conjunto compacto de edificaciones, cuyos escasos intersticios estaban destinados al desplazamiento y al mercado. El ferrocarril y los tranvías son los primeros que rompen la ciudad, en la segunda mitad del XIX y principios del XX. Así, surgen los primeros núcleos de urbanización entorno a estaciones y paradas. El uso del automóvil, a partir de los años 50 indujo

la localización de actividades urbanas hacia la periferia, facilitando la aparición de una urbanización dispersa, cuya distancia al centro se amplía considerablemente con la construcción de redes de autopistas en torno a las grandes aglomeraciones, cinturones y radiales, que han extendido a territorios cada vez más amplios el proceso de difusión urbana.

Dentro de los cambios ocurridos en las últimas décadas, indiscutiblemente, uno de los más significativos ha sido el aumento desmesurado de las superficies artificiales. Si bien las zonas urbanas ocupan hoy día tan sólo el 2 por ciento de la superficie de la tierra, sus efectos en la alteración del medio son importantísimos a escala local, regional y global (EEA, 2006; OSE, 2006). Esta importante dinámica urbana se ha venido desarrollando en diferentes regiones del mundo (principalmente Europa y Norte América), como un modelo de crecimiento urbano difuso, denominado Urban Sprawl. Este fenómeno se caracteriza por la propagación de la ciudad y sus barrios hacia las periferias, en espacios de carácter rural, donde predomina la estructura urbana unifamiliar, de baja densidad, estimulando o forzando el uso del automóvil como medio de movilidad cotidiano, ocasionando como consecuencia una enorme presión sobre el territorio y sus recursos naturales, y sobre la calidad de vida de las personas y sobre la sostenibilidad global del planeta (OSE, 2006).

En el caso de Argentina, se está asistiendo a un fenómeno que tiende a transformar la realidad urbana de las ciudades evidenciándose, tanto a escala municipal, metropolitana o regional, una gran dispersión de la urbanización², con espacios urbanos que no tienen continuidad física y que a menudo se encuentran a muchos kilómetros de distancia entre ellos (Azcárate Luxán et al., 2008). Dicho modelo ha producido una transformación del territorio sin precedentes, ocasionando serios problemas de sostenibilidad, debido, principalmente, a las enormes fuerzas

² El concepto de “dispersión/fragmentación de los territorios urbanos” acuñado por varios autores, (López de Lucio, 1995; Baigorri, 1998) alude inexorablemente a las dificultades que se plantean al momento de definir en forma unívoca los límites del proceso de difusión territorial y la discontinuidad que presenta el espacio urbano. La creciente expansión de la urbanización sobre el territorio produce un elevado consumo del suelo urbano, un aumento exponencial del valor y un alto grado de competencia entre los territorios (Dillon, Cossio y Pombo, 2014).

extrínsecas que inducen los procesos de crecimiento urbano, todo esto bajo un ineficiente marco legal de planeamiento territorial que las contenga.

Dicho modelo ha producido una transformación del territorio sin precedentes, ocasionando serios problemas de sostenibilidad, debido, principalmente, a las enormes fuerzas extrínsecas que inducen los procesos de crecimiento urbano, todo esto bajo un ineficiente marco legal de planeamiento territorial que las contenga. Ante esto, en los últimos años se han venido proponiendo políticas de desarrollo territorial con mira hacia un modelo más sostenible que redireccionen las dinámicas ocurridas. Una de las propuestas más firmes es la cohesión territorial, la cual pretende un sistema urbano equilibrado y policéntrico, armoniosos con el medio rural y sostenible ambiental, económica y socialmente.

No obstante, la puesta en práctica de dichos procesos de planificación requiere la introducción de nuevos instrumentos innovadores, con capacidad de adaptación y actualización, para dar respuesta y soluciones efectivas a los conflictos territoriales derivados del acelerado crecimiento urbano. Los sensores remotos y los Sistemas de Información Geográfica son una opción, para cuantificar los cambios ocurridos en el territorio y lograr identificar las nuevas necesidades que se presentan hoy en día.

Esto coadyuvaría a la implementación de herramientas novedosas en los procesos de toma de decisión espacial, los cuales se presentan como los grandes ausentes en gran parte de los procesos de planificación en el ámbito local.

El crecimiento de las nuevas zonas urbanas se da como resultado de la interacción de una serie de factores socioeconómicos, demográficos, ambientales, políticos, de accesibilidad, de planificación, entre otros. Por tanto, es importante, además de determinar los cambios, explorar sobre cuáles fueron las lógicas o los factores que influyeron en que dichos cambios ocurrieran. En estos casos, es muy habitual que la explicación del crecimiento urbano se haga de manera cualitativa, haciendo deducciones sobre los cambios y su relación con algunas fuerzas conductoras que afectan directamente la utilización del suelo, y no aplicando técnicas estadísticas para relacionar de forma cuantitativa el cambio de algún uso del suelo con un conjunto de factores espaciales. Esto es debido a que el conjunto de factores que inducen el crecimiento

urbano en muchos casos son poco asequibles, más aun, cuando el análisis se realiza de manera espacial, incluso se puede asegurar que algunos factores son imposibles de estimarse a nivel territorial, por ejemplo: la especulación del suelo o de la vivienda. Asimismo, algunos factores, que habitualmente eran los principales inductores de las dinámicas urbanas han sido desestimados, dando paso a otras fuerzas conductoras. Por ejemplo, el aumento de la población, que históricamente era el principal motor del crecimiento de las ciudades, hoy en día, en lugares donde hay poca o ninguna presión demográfica siguen proliferando nuevos asentamientos urbanos, inducidos, sin duda, por otro tipo de factores, como podrían ser: económicos, de accesibilidad, etc. (EEA, 2006).

En el caso de Santa Rosa, existe otro factor a analizar en el crecimiento urbano. En las últimas décadas, existe un marcado interés en analizar las dimensiones simbólicas de la realidad social³. Ese giro subjetivista, proviene de los estudios culturales y la noción de imaginarios urbanos. Es una mirada en la cual se asocian componentes socio-culturales al espacio urbano con una nueva dimensión no material de la ciudad: la simbólica (García, Pombo y Filomía, 2013).

Como bien se puede apreciar en los estudios relacionados con el espacio urbano, éste se ha abordado desde diferentes disciplinas, y ellas han buscado maneras de observar las ciudades. Es por ello que a partir de los sensores remotos se han desarrollado estudios pertinentes para el análisis del espacio urbano y su dinámica espacial. El dinamismo del paisaje urbano agudiza la necesidad de disponer de información cuantitativa y georreferenciada actualizada para poder enfrentarse a la ordenación del territorio fundamentada en criterios sólidos. Las imágenes de satélite de resolución media podrían suponer una fuente de información que permitiría una actualización de los espacios urbanizados de forma rápida, eficiente y asumible económicamente. Sin embargo, su empleo en este tipo de trabajo, ha sido poco usual debido, por una parte a la resolución geométrica de estas imágenes y por otra, a la elevado complejidad que supone el

³ Según Alicia Lindón (2007), esto nos permite concebir a la ciudad como un mosaico de lugares que han sido y son construidos socialmente, en un proceso siempre inconcluso. Ese espacio urbano, con sus lugares, lleva consigo y condensa valores, normas, símbolos e imaginarios sociales. En otras palabras, todo ese mundo no material de los valores, normas, símbolos e imaginarios se objetiva en la materialidad misma de la ciudad.

proceso de extracción automática de los datos debido a la gran heterogeneidad de estos espacios y a la dificultad de su análisis.

Así, la documentación general de usos del suelo –como el programa *Corine Land Cover*– se resuelven mediante técnicas de fotointerpretación asistidas por ordenador de las imágenes de satélite mejoradas (Arozamena y Del Bosque, 2001). Ello implica una inversión muy elevada en tiempo por lo que su actualización, hasta ahora, ha quedado establecida sobre un rango temporal de una década.

El análisis urbano a partir de sensores remotos permite reconocer la localización y extensión de las áreas urbanas; de la misma manera permite aproximarse a la distribución espacial de diferentes aspectos, como la infraestructura vial, el crecimiento urbano y los asentamientos humanos.

La aplicación de la teledetección ha sido utilizada en estudios de crecimiento urbano, y ha sido pieza importante para analizar los cambios en el uso del suelo y su expansión. Los sensores remotos aplicados a estudios urbanos nos permiten realizar análisis del crecimiento urbano, reconstruyendo cartografía para diferentes temporalidades; un ejemplo de esto es el estudio realizado para la ciudad de Valdivia (Chile), donde se usaron imágenes de los sensores LANDSAT TM, SPOT HRV y ERS-2, con el fin de “estudiar el crecimiento urbano experimentado durante el periodo comprendido entre 1961 y 1968 en la ciudad de Valdivia” (Herrera 2001).

La aplicación de los sensores remotos en estudios urbanos ha sido una herramienta importante para el análisis de las dinámicas que se desarrollan en el espacio urbano; además de ello “las imágenes de satélite desde su aparición han sido tenidas en cuenta como un poderoso medio para la obtención de información actualizada a costos relativamente bajos, y permitiendo estudiar y analizar las dinámicas que se desarrollan en medio urbano” (Rocha 2001).

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivos Generales

- Describir, analizar y estudiar las dinámicas urbanas pasadas y presentes de la ciudad de Santa Rosa, con miras a detectar las tendencias de crecimiento y sus consecuencias, utilizando para ello técnicas de análisis espacial a través de las Tecnologías de la Información Geográfica (TIG).

Dicho objetivo permitirá realizar una mejor planificación del territorio santarroseño, y bajo éste formular la hipótesis de partida: *las Tecnologías de la Información Geográfica (Teledetección y SIG) y técnicas estadísticas permitirán describir y analizar el crecimiento urbano, así como generar diferentes alternativas de futuro, mismas que al ser evaluadas, revelarán el impacto que cada una de éstas ocasionarían en los usos del suelo.*

1.4.2. Objetivos Específicos

Con la finalidad de alcanzar el objetivo principal y contrastar la hipótesis de partida se plantea una serie de objetivos particulares:

- Rastrear y compendiar la información de base y fotografías aéreas pertinentes para los fines del estudio.
- Realizar un análisis detallado de los cambios en la ocupación del suelo, en particular, de crecimiento de suelo urbano de la ciudad de Santa Rosa entre 1956 y 2016.
- Cuantificar los cambios de uso de suelo urbano y determinar la superficie del crecimiento de suelo urbano de la ciudad de Santa Rosa.
- Contrastar las etapas de dicho crecimiento con la evolución poblacional.
- Evaluar el uso, los cambios y las tendencias de uso de las actividades económicas, que se traducen en sistemas de ocupación del territorio a través del tiempo.

- Explorar acerca de las tendencias más notorias de dirección del crecimiento y sus posibles consecuencias, urbano-territoriales, con el objeto de orientar su planificación y ordenamiento.

1.5. ESTRUCTURA DE LA TESIS.

La tesis se estructura en cinco capítulos: uno de introducción, otros cinco capítulos que recogen la investigación realizada en la Tesis, el último de conclusiones generales. En el Primer capítulo se hace una introducción de la tesis y se plantean los objetivos y la hipótesis de la investigación. En el Segundo capítulo se realiza un análisis y descripción de los cambios de usos del suelo y del crecimiento urbano ocurridos en el período de 1956 al 2016.

En el tercer capítulo se plantea la metodología utilizada con las fotografías aéreas, las imágenes satelitales y el mosaico de ortofotos del IGN, todo integrado en el Sistema de Información Geográfica (IGN). En este análisis se aplica georreferenciación/rectificación de las imágenes analógicas escaneadas, a las imágenes satelitales correcciones de radiancia y atmosféricas. Además se emplea un método de clasificación no supervisada mediante la herramienta Iso Cluster del SIG ArcGis para determinar los usos del suelo.

Para realizar el análisis y descripción de los cambios de usos del suelo y del crecimiento urbano ocurridos en el período de 1956 al 2016. En dicho análisis se aplica la metodología desarrollada por Pontius et al., (2004), la cual permitió hacer un análisis exhaustivo de los cambios de uso del suelo, así como determinar los cambios más significativos, siendo en general usos correspondientes a las superficies artificiales.

El capítulo cuatro desarrolla los resultados y discusiones a partir de los resultados obtenidos de los capítulos anteriores, concluyendo en el capítulo cinco, donde se recogen las principales conclusiones obtenidas en el desarrollo de la tesis.

CAPÍTULO 2

2.2. MARCO TEORICO

2.2.1. El crecimiento urbano y su expansión

La configuración espacial y la dinámica del crecimiento urbano se constituyen en uno de los temas más importantes de análisis en los estudios urbanos contemporáneos. Varios investigadores han abordado estas cuestiones dentro de los diversos rangos de temas como, por ejemplo, Hipple et al. (2000) y Chen et al. (2000).

Estos autores explican el crecimiento urbano descontrolado, lo que conlleva transformaciones en la estructura urbana y desequilibrios territoriales, con el consecuente deterioro de las condiciones medioambientales y alteraciones en la calidad de vida de los ciudadanos. Análisis que los han aplicado a estudios de casos, el primero a la ciudad de Springfield, Missouri, en Estados Unidos, y el segundo a varios casos de ciudades de China como Shanghai y Beijing.

En las últimas décadas del siglo XX, las ciudades intermedias de América Latina han pasado por un proceso de acelerado crecimiento demográfico en relación con sus áreas de influencia, a diferencia de lo ocurrido en las décadas del '60 y '70, en que este fenómeno se visualizaba en las principales capitales de los países.

Este proceso de urbanización se puede observar en las principales ciudades de la provincia de La Pampa, como en el caso de la capital, Santa Rosa, y de la localidad de Toay, conformando ambas una conurbación. El fenómeno va acompañado de serias modificaciones en la estructura espacial y en su configuración, que se traducen en rápidos cambios cualitativos, que significan profundas alteraciones en el paisaje urbano.

En la literatura sobre el tema (Cossio y Dillon, 2009), se destaca que el concepto de expansión urbana se puede aplicar simultáneamente a ciertos patrones de uso de la tierra, a las causas de determinados comportamientos de uso de la tierra y a consecuencias de comportamientos de los mismos.

Aunque la expansión urbana es objeto de debate, el consenso general es que se caracteriza por un patrón irregular y no planificado de crecimiento, impulsado por múltiples procesos que conducen a la utilización ineficiente de recursos. Es así que la consecuencia directa es el cambio en el uso del suelo y de la cubierta vegetal de la región induciendo al aumento de la homogeneidad del paisaje a causa de la superficie construida y pavimentada, la pérdida de diversidad regional y la desaparición de zonas agrícolas productivas, entre otras.

Es así que el crecimiento urbano, entendido como la producción del espacio de una ciudad, se manifiesta en una acelerada expansión urbana, un incremento de los flujos urbanos, una nueva fragmentación social del espacio, el crecimiento de las áreas marginales y en el deterioro de la calidad de vida de grandes áreas, entre otros factores. Esto señala la configuración de nuevos escenarios urbanos que aún no han sido debidamente estudiados, implicando acciones de múltiples agentes sociales, donde la correcta identificación de los cambios y el entendimiento de estas modificaciones aceleradas posibilitan comprender el crecimiento urbano previniendo sus consecuencias.

Aunque solo el 2% de la superficie de la tierra está ocupada por áreas urbanas, éstas son muy complejas y dinámicas con una velocidad y dimensión de cambio que se han incrementado notablemente en las últimas décadas, especialmente en los países en desarrollo. En general, el proceso de urbanización es impulsado por el crecimiento económico, la industrialización, el desarrollo agrícola y el aumento de la población urbana. Con el aumento continuo de la última variable, se incrementa el número y tamaño de las urbanizaciones, extendiéndose sobre áreas naturales o con valor productivo, normalmente sin un patrón claro de crecimiento.

2.2.1.1. El concepto periurbano y su caracterización

La expansión y crecimiento de las ciudades sobre las áreas rurales circundantes genera un territorio de transición denominado periurbano que, dada su heterogeneidad y dinámica, presenta dificultades para su gestión. “Los aportes conceptuales realizados para intentar comprender, definir y precisar un espacio comúnmente conocido como área de borde, contacto o límite entre la ciudad y el campo son numerosos y muy variados” (Bozzano, 2004, p.83). El autor subraya que una de las manifestaciones de esta situación surge al intentar identificar los nombres

asignados a este lugar en distintas investigaciones: espacio, franja o ámbito periurbano, rurbano, rururbano o rural-urbano, interfase ciudad-campo, ecotono urbano-rural, área de reserva, complementaria o de ensanche urbano, zona difusa, cinturón de especulación inmobiliaria, entre otros.

Di Pace et al. (2004, p.147), explica el funcionamiento de estas áreas analizándolo desde tres perspectivas diferentes: la mirada ecológica (que centra su atención en la complejidad de los sistemas naturales), la mirada urbanística (cuyo análisis se centra en las características geográficas del periurbano, en el papel funcional que éste juega en la estructura de la ciudad y en su evolución histórica) y la mirada socioeconómica (hincapié en las características de los sectores sociales que habitan estos espacios y sus interrelaciones). Se trata de un territorio de borde, una extensión de la mancha urbana resultante de un proceso productivo en el cual la renta urbana que se obtiene superaría a la de la actividad agrícola semejante.

Se parte por reconocer los territorios de borde⁴, por ser estas las zonas que presentan mayor complejidad social, ambiental y normativa en términos de periferia, así como ser zonas con potencialidades ambientales y culturales esenciales para la ciudad.

González Urruela (1987, p.440) destaca coincidencias significativas en la concepción de estos espacios. En primer lugar, señala su individualidad morfológica o bien su carácter morfológicamente mixto, que procede de la convivencia de rasgos intermedios entre lo rural y lo urbano. En segundo lugar, se individualiza el tipo de ocupación que los caracteriza; frente al carácter denso y compacto del *continuum* urbano, se destacan por la forma laxa de ocupación, de

⁴ La arquitecta y urbanista Vanessa Velasco Bernal (2010), investigadora de los instrumentos de planeamiento del suelo, describe en su artículo de la revista Territorios, edición 22, “El borde” como aquella franja territorial que denota una transición de los aspectos urbanos predominantes como: densidad de ocupación, morfología, usos urbanos, dinámicas socio-culturales y espacios naturales o usos de suelo rurales (...) que afectan o no el suelo de protección y constituyen un área potencial de relación entre el área rural y la urbana. Bozzano (2004) se refiere a territorio de borde por el encuentro y alternancia de actividades productivas primarias intensivas y secundarias. Sin embargo, no se trata de una mera superposición de elementos y actividades propias de espacios urbanos y rurales sino que se dan dinámicas particulares.

menor densidad, en donde se mantienen importantes espacios intersticiales e incluso permanecen tierras de cultivo. En tercer lugar, estas áreas se caracterizan por una gran vinculación con la ciudad ya que, en general, los nuevos usos van asociados con las necesidades y demandas urbanas.

La función de este espacio ha cambiado de manera significativa desde principios del siglo XX hasta la actualidad, basta con considerar que, en un momento histórico, el periurbano ha sido solamente una delgada franja de no-ciudad. Luego se convirtió en un abastecedor de alimentos frescos y comenzó –simultáneamente– a ser una franja potencial de tierra liberada para especulación, cambiando con posterioridad, a funciones recreativas, mixtas y/o de agricultura intensiva.

Definir los espacios periurbanos no constituye una tarea sencilla. García (2006, p.48) señala que “una parte fundamental del esfuerzo de investigación es la construcción (conceptualización) del sistema como recorte más o menos arbitrario de la realidad que no se presenta con límites ni definiciones precisas”.

Ferraro y Zulaica (2007, p.2018), definen el límite interno (urbano-periurbano) considerando fundamentalmente la presencia de servicios de saneamiento básico. Esto es, las áreas con amezamiento, red de agua y cloacas se consideran urbanas, mientras que las que no poseen alguno de estos elementos son periurbanas. Se considera que los mismos son esenciales para la salud de la población, dado que son clave para asegurar una calidad de vida adecuada en la ciudad.

El límite externo (borde periurbano-rural) es más difícil de determinar a partir de un criterio específico. El mismo conforma una franja difusa cuya extensión varía de acuerdo con la forma en que haya tenido lugar el proceso de expansión urbana sobre los principales ejes. En este sentido, cabe destacar que “en las vías de comunicación las características periurbanas se extienden más allá que en los sectores situados entre ellas” (Zulaica y Ferraro, 2007, p.7). En términos generales, este límite periurbano-rural incorpora las actividades agrícolas intensivas y excluye las agrícolas y pecuarias extensivas. No obstante ello, se presentan en el periurbano áreas

destinadas a las últimas actividades que, dada la proximidad con otras incluidas en este espacio, se integran al mosaico.

2.2.1.2. Expansión urbana de las ciudades intermedias Argentinas

En la actualidad, las estadísticas muestran que la metropolización sigue siendo la tendencia de mayor relevancia en los procesos de urbanización, ya que en los últimos cincuenta años la población urbana mundial ha evolucionado de un 29% de habitantes a un 50%. El crecimiento de población que registrarán numerosas ciudades supondrá muchos desafíos para ellas, en cuanto a atender las necesidades de sus habitantes tanto en vivienda, como en infraestructura, transporte y la provisión de servicios básicos.

El proceso de urbanización del conjunto de las ciudades argentinas se encuentra estrechamente vinculado con las distintas etapas del desarrollo económico de nuestro país. Según Rofman y Romero (1997) el sistema de relaciones configurado por fuerzas de carácter internacional y nacional, junto con las relaciones de poder y de decisión a través del tiempo, dio lugar a una jerarquía de centros urbanos resultante de las decisiones de las estructuras de poder. De esta forma, las diferencias espaciales se manifestaron en las ciudades generando un proceso de crecimiento desigual de la población.

El modelo neoliberal se consolidó durante toda la década del '90.

Los rasgos principales de la política económica se caracterizan por la apertura del mercado interno, la desregulación de los mercados favorecida por un tipo de cambio sobrevaluado, las privatizaciones de los servicios e infraestructuras públicas, la incorporación de inversiones extranjeras directas con altos niveles de rentabilidad en la explotación de los recursos naturales, los hidrocarburos, las telecomunicaciones, el sector automotriz y el sector financiero. Las empresas medianas y pequeñas sucumbieron particularmente en los centros urbanos (Cossio, 2009, p.193).

A partir del ajuste estructural, se produjo una manifestación espacial en la estrategia selectiva de los distintos lugares y regiones del país. Es así, que se encuentran sectores adaptables

al modelo y otros no adaptados, contribuyendo al engrosamiento de la pobreza en Argentina, materializándose en las ciudades.

A partir de la década del '80 se evidencia un crecimiento de las ciudades del interior del país, causado por la carga poblacional del Gran Buenos Aires y los altos índices de pobreza urbana, generando un proceso de redistribución poblacional. De esta forma se acrecentó el crecimiento de las ciudades intermedias argentinas en detrimento de la primacía urbana.

Analizando la dinámica urbana de los últimos cuarenta años, Lindemboin (2003) expresa que las localidades intermedias, desde la década del '70 presentan un comportamiento más dinámico en lo que respecta al crecimiento poblacional. Propone una distinción entre el Gran Buenos Aires como centro de estancamiento y las localidades de más de 50.000 habitantes (denominadas Aglomeraciones de Tamaño Intermedio) como los núcleos más dinámicos.

Según Cossio (2009), existen varios procesos demográficos entremezclados con factores económicos y políticos que acentúan el protagonismo de las ciudades intermedias argentinas. Entre ellos se encuentran: la disminución de la población dispersa, el aumento de la población aglomerada, la mejora en el sistema de transporte y comunicaciones, las políticas de promoción industrial y regional y la reestructuración productiva (desindustrialización/privatización del cordón industrial), favoreciéndose la creación de empleos en el sector público en las capitales de las provincias, entre otros.

El estudio de los asentamientos urbanos tiende a clasificarse según su tamaño. Independientemente de la dificultad de adoptar un parámetro de clasificación de los mismos, se tiene un rango significativo de ciudades que superan a las aglomeraciones metropolitanas para concentrarse en ciudades intermedias o de menor tamaño.

Estas ciudades intermedias también desempeñan un rol importante en el crecimiento económico y social de los países. Según Bolay y Ravinovich (2002), se estima que, a escala mundial, el 54% de los habitantes urbanos viven en centros con poblaciones inferiores a 500.000 habitantes. Esto se da tanto en las regiones de más desarrollo como en las de menor y, en definitiva, esta situación no depende del nivel de desarrollo del país.

2.2.1.3. Ciudad Intermedia: su complicada conceptualización

En los últimos años, las ciudades de dimensión y rango intermedios han recuperado un protagonismo importante en el conjunto de los estudios científicos y en las políticas y estrategias de ordenamiento del territorio. Según Cossio (2009) en los años '60 se convirtieron en los componentes más significativos de las políticas de progreso regional, creándose polos de desarrollo, es decir, ciudades capaces de dinamizar áreas deprimidas o generar movimientos positivos. Estas ciudades fueron las principales destinatarias de las ayudas estatales de tipo financiero, fiscal y de promoción, con el objeto de evitar la excesiva concentración de población en las ciudades metropolitanas.

Este renovado interés, según Michelini y Davies (2009), es por la necesidad de consolidar estructuras urbanas más equilibradas frente al creciente proceso de concentración espacial y la conformación de una economía global comandada por un archipiélago metropolitano (Veltz, 1999) y, por otra parte, el advenimiento, en ese contexto, de un nuevo modelo de Estado y de los procesos de re-escalamiento y redefinición de las competencias políticas de cada uno de sus niveles –nacional, regional, local- asociados al mismo.

Luego de un periodo sin estudios relevantes con respecto a esta temática, en los últimos años parece observarse una recuperación en el interés de la misma y, en particular, por la idea de fortalecer el papel de las ciudades intermedias en la consolidación de sistemas urbanos más equilibrados, tanto a escala nacional como regional (Sánchez, 1989; Randle, 1992; Sassone, 1992). Pero, como se evidencia, dicha recuperación está dada dentro de un contexto estructural totalmente diferente en donde las ciudades intermedias deben desarrollar sus propias estrategias de desarrollo, ya que el Estado neoliberal vaciado impone un nuevo escenario para las mismas.

Diversos autores coinciden al señalar que, a lo largo de las dos últimas décadas, las ciudades intermedias latinoamericanas, y en particular las argentinas, han mostrado mayor dinamismo demográfico que otros centros urbanos de mayor y menor jerarquía (Vapñarsky, 1995; Sassone, 2000). De esta forma se corrobora la importancia de las mismas.

Varios autores hablan de lo estático y lo rígido del concepto “ciudad media”, para la cual la dimensión, la talla demográfica y la extensión física eran las variables que definían/delimitaban este concepto. Introducen otras variables para su definición, teniendo en cuenta el adjetivo *intermedio/intermediario*. Según Sanfeliú y Llop Tomé (2004), la primera de ellas es la idea de que la importancia de la ciudad no depende tanto de su talla demográfica como del modo en que esta se articula con el resto de los elementos del sistema. Además dan valor e introducen aspectos más dinámicos y estratégicos que incorporan nuevas posibilidades para reforzar la ciudad-región y la apertura/consolidación a otros niveles (regional, nacional y, además, internacional).

En el presente trabajo, se define a una *ciudad intermedia* como aquella que se especifica por su función, su posición y su capacidad de organizar el territorio circundante, sin dejar de lado el peso demográfico de la misma. De esta forma, las ciudades intermedias se destacan por su función de articular los espacios con otros nodos y territorios lejanos, además de su capacidad para garantizar niveles mínimos de habitabilidad y condiciones de vida digna a los ciudadanos de la misma.

Se trata, por lo tanto, de considerar a las ciudades intermedias como agentes privilegiados del desarrollo local y regional pero en el contexto más amplio de las políticas regionales y nacionales, es decir, en el marco de nuevas formas de *gobernanza territorial multinivel*. Estas permitirán coordinar y organizar actores y políticas para generar sinergias que faciliten una mejor administración de recursos escasos evitando situaciones como la descrita por A. Rofman (1999: 228). El autor llama la atención sobre la forma en que el Estado “ausente” de los años 90 cooperó en la profundización de la heterogeneidad estructural y la difusión del “atraso relativo” en el desarrollo de las regiones periféricas.

Las ciudades intermedias presentan sinergias y potencialidades posibles de convertirse en ventajas comparativas en el marco del proceso de globalización. Dichas potencialidades convertidas en acciones concretas pueden conducir a desarrollos territoriales equilibrados y sostenibles (Cossio, 2009, p.217).

El punto central radica en las relaciones socio-territoriales más intensas que se establecen con su área circundante a la que provee de servicios, equipamiento e infraestructura.

En las ciudades intermedias persisten las iniciativas de desarrollo local, ya que se observan políticas públicas e iniciativas innovadoras a escala local, tanto en lo económico como en lo social, llamando la atención en los entornos regionales que se inscriben en marcos determinado por los profundos cambios producidos en nuestras sociedades contemporáneas, las que han sido afectadas en las últimas décadas, por transformaciones sustanciales que se han desarrollado tanto en el campo científico-técnico, como en los ámbitos sociopolíticos y cultural.

“Sin embargo (...) el papel de las ciudades intermedias argentinas desde el punto de vista del desarrollo plantea muchos y variados interrogantes que solo podrán resolverse mediante estudios de caso en profundidad” (Michellini y Davies, 2009, p.20). En este trabajo se pretende indagar en el caso específico de la ciudad de Santa Rosa.

2.2.1.4. Análisis espacial y temporal del crecimiento urbano por medio de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y la Teledetección

La expansión urbana se considera tanto, como un patrón de suelo urbano –una configuración espacial de un área metropolitana– como un proceso, es decir, como el cambio en la estructura espacial de las ciudades en el tiempo. La dispersión como un patrón o un proceso se distinguen de las causas que provocan tal patrón o de las consecuencias de cada patrón (Galster et al., 2001). Es así, que algunos investigadores han considerado la expansión como un fenómeno estático, mientras que algunos lo han analizado como un fenómeno dinámico.

No hay consenso sobre cómo definir la expansión urbana, cuáles son sus efectos y como se puede controlar. Central a esta pregunta es la medición y cuantificación de la expansión urbana en el tiempo. Las imágenes satelitales proporcionan un extenso archivo de datos históricos y actuales con alta integridad espacial que se adaptan bien a cambiar las aplicaciones (Wilson et al., 2002, p.3).

Este trabajo identifica cinco tipos de crecimiento urbano: de relleno, de expansión, aislado, lineal de ramificación y por agrupados ramificados.

La dispersión como modelo nos ayuda a comprender la distribución espacial como escena urbana dinámica.

Las zonas urbanas son las regiones más dinámicas del mundo. Su tamaño ha aumentado constantemente durante el pasado y este proceso va a continuar en el futuro. Se puede observar, especialmente en los países menos desarrollados, una fuerte tendencia a la concentración de personas en las áreas urbanas. La teledetección es una fuente confiable para entender el crecimiento urbano (Moeller, 2006, p.156).

Sutton et al. (2002) habla de “dispersión urbana”, y de que medirla es una tarea de enormes dimensiones. “Se basa en la percepción de experiencias negativas como la congestión del tráfico, los cambios demográficos o de la población en general”. En su investigación utiliza imágenes de satélite nocturnas como una medida objetiva y uniforme de la extensión de las áreas metropolitanas con poblaciones superior a 50000 habitantes.

El problema del crecimiento urbano descontrolado es de gran preocupación, principalmente de parte de planificadores, geógrafos y ecologista, entre otros. Se comprueba que los datos de los sensores remotos desempeñan un papel clave en lo que atañe a lo público y a lo político consciente de los problemas asociados con el crecimiento urbano que son inmanejables (Hipple et al., 2000).

Un informe publicado por la NASA puso de relieve el hecho de que los avances en la cartografía de la superficie de la tierra por medio de satélites están contribuyendo a la creación de mapas urbanos mucho más detallados. Estos ofrecen a los planificadores una más profunda comprensión de la dinámica del crecimiento urbano y la expansión, así como su asociación a las cuestiones relativas a la gestión territorial.

Según Hipple et al. (2000), una mirada histórica en el crecimiento a través de la teledetección y los SIG podría permitir a los planificadores y al público en general visualizar la expansión que ocurre en y alrededor de las ciudades. Tal evaluación permite la determinación de “áreas prioritarias” del medio ambiente debido al crecimiento urbano y ayuda en el desarrollo de políticas de crecimiento.

Makhamreh y Almanasyeh (2011) toman aportes de varios autores y opinan que:

“la combinación de los Sensores Remotos y los Sistemas de Información Geográfica (GIS) pueden proporcionar información espacialmente coherente y detallada sobre la estructura de los servicios urbanos, lo que permite mayor precisión en la representación y en la comprensión de los procesos de crecimiento urbano” (Deng, 2009 en Makhamreh y Almanasyeh, 2011, p.260).

Es así que “han sido reconocidos como herramientas poderosas y efectivas para la detección de la dinámica espacio-temporal de los cambios de los paisajes en varias escalas” (Geri, 2010, p.32). A partir de esto se puede decir que los datos obtenidos a través de la teledetección proporcionan información en una gran variedad de escalas geográficas. La información derivada a partir de los sensores remotos ayuda a describir y modelar el espacio urbano, lo que conlleva a una mejor comprensión de los beneficios que se pueden aplicar en la planificación y la gestión urbana.

El análisis del crecimiento urbano a partir de los datos de los sensores remotos ayuda a entender cómo un espacio urbano está cambiando a través del tiempo, incluyendo la tasa de crecimiento urbano, la configuración espacial de crecimiento, si existe alguna discrepancia entre lo observado y lo esperado en el mismo, si hay cualquier disparidad espacial o temporal en el crecimiento y si éste crece descontroladamente o no.

Varios estudios demuestran ampliamente el uso de la teledetección y los SIG para analizar la correlación entre la expansión urbana y la detección de cambios de usos del suelo/cobertura del suelo a través de años diferentes. Los datos de los satélites se encuentran para ser útiles en la cartografía y además para la cuantificación de la magnitud del área urbana en diferentes períodos de tiempo (...) SIG y sensores remotos pueden ayudar mucho en el control de la expansión urbana en comparación con técnicas convencionales Mishra y Subudhi (2006, p.5).

En los últimos años, la teledetección y los SIG son ampliamente utilizados para la cartografía (para comprender el patrón urbano), para el monitoreo (para entender el proceso

urbano), para la medición (analizar), y el modelado (para simular) el crecimiento urbano, los cambios en el uso del suelo y la expansión urbana.

Los sensores remotos satelitales proporcionan datos multiespectrales y multitemporales, con información valiosa para la comprensión y el monitoreo del suelo, el desarrollo de patrones y procesos y para la construcción de bases de datos. Según Weng (2001), por su parte, la tecnología GIS proporciona un entorno flexible para almacenar, analizar y visualizar datos digitales necesarios.

2.2.2. Sistemas de Información Geográfica (SIG)

La cartografía y la información geográfica han sido fuertemente impactadas por el desarrollo de la informática y por su entorno digital.

El avance científico y el desarrollo tecnológico alcanzado, han modificado la forma tradicional de abordar y analizar las actividades humanas. La revolución tecnológica que dio paso a la era de la computación trajo consigo la rápida evolución de la informática. Con ello se lograron reducir los tiempos para procesar, archivar y recuperar grandes volúmenes de datos, la posibilidad de ejecutar una amplia gama de combinaciones en el manejo de diversas variables, así como el estudio y manipulación de situaciones hipotéticas que, sin el uso de computadoras, serían muy difíciles de efectuar.

Así, gradualmente, en las últimas décadas del siglo pasado, se comenzaron a utilizar las nuevas tecnologías para generar información geográfica. Entre estas tecnologías se destacan la percepción remota (imágenes de satélite), la moderna fotografía aérea, la fotogrametría digital, los sistemas de posicionamiento global (GPS) y los sistemas de información geográfica (SIG).

La utilización y aplicación de los sistemas de información ha incrementado el conocimiento en aquellos ámbitos o áreas de investigación en los que se vienen aplicando en virtud de su capacidad de recibir, almacenar y, sobre todo, relacionar y operar, sobre distintas bases de datos. Esta es también la característica intrínseca a los sistemas de información geográfica y así lo manifiesta Chuvieco al afirmar que de las siglas SIG la más importante es la de Información, ya que "(...) el término Geográfica no es más que un calificativo de esta, y el de

Sistemas puede aplicarse a otras muchas aplicaciones informáticas" (Chuvieco, 1996, p.504). Así, el adjetivo Geográfica se añade para diferenciarlos del resto de sistemas de información, especificando el uso que hace de la componente espacial o geográfica.

Los SIGs continúan siendo una herramienta joven en pleno desarrollo y a la que todos se quieren acercar. Con estos antecedentes, la generación de documentos cartográficos entró en un nuevo entorno de producción digital cuyo antecedente más cercano lo constituyó el establecimiento de sistemas de diseño asistido por computadora (CAD).

Una definición clásica es la de Tomlin (1990, p. 57) para quien un SIG es un elemento que permite "analizar, presentar e interpretar hechos relativos a la superficie terrestre". El mismo autor argumenta, no obstante, que "esta es una definición muy amplia, y habitualmente se emplea otra más concreta. En palabras habituales, un SIG es un conjunto de *software* y *hardware* diseñado específicamente para la adquisición, mantenimiento y uso de datos cartográficos".

En una línea similar, Estar y Estes (1990, p. 35) definen un SIG como un "sistema de información diseñado para trabajar con datos referenciados mediante coordenadas espaciales o geográficas. En otras palabras, un SIG es tanto un sistema de base de datos con capacidades específicas para datos georreferenciados, como un conjunto de operaciones para trabajar con esos datos. En cierto modo, un SIG es un mapa de orden superior".

Ambas definiciones recogen el concepto fundamental de los SIG en el momento en que fueron escritas, pero la realidad hoy en día hace necesario recoger otras ideas, y la definición actual de un SIG debe fundamentarse sobre todo en el concepto de *sistema* como elemento integrador que engloba a un conjunto de componentes interrelacionados.

Como apunta (Tomlin, 1990), *software* y *hardware* son dos elementos primordiales del SIG, pero no son sin embargo los únicos. En el contexto actual, otros componentes juegan un papel igual de importante en la ideal global de un SIG.

De igual modo, un SIG puede considerarse como un mapa de orden superior entendiendo que se trata de una forma más potente y avanzada de hacer todo aquello que, previamente a la aparición de los SIG, se llevaba a cabo mediante el uso de mapas y cartografía en sentido clásico.

No obstante, esta definición resulta en exceso simplista, pues mapas y SIG no son conceptos equiparables en el contexto actual de estos últimos.

El SIG es mucho más que una nueva forma de cartografía, y no invalida en absoluto formas anteriores. De hecho, una función muy importante de los SIG es ayudar a crear mapas en papel, y estos se siguen utilizando hoy en día en todos los ámbitos. Y junto con esta funcionalidad, se encuentran otras que hacen que en su conjunto un SIG sea una herramienta integradora y completa para el trabajo con información georreferenciada.

Debe entenderse un SIG como un elemento complejo que engloba una serie de otros elementos conectados, cada uno de los cuales desempeña una función particular. Estos elementos son los datos, los procesos, la visualización, la tecnología y el factor organizativo.

En definitiva, una definición más precisa es decir que un SIG es un sistema que integra tecnología informática, personas e información geográfica (ESRI, 2016), y cuya principal función es capturar, analizar, almacenar, editar y representar datos georreferenciados (Korte, 2001). De esta manera, es importante enfatizar que la evolución tecnológica ha permitido alcanzar mayores precisiones en la recolección de los datos, agilizar su captura y acelerar los procesos de ajuste y tratamiento de la información.

La transformación de las Tecnologías de Información (TI), ha pasado por varias etapas. Primero, se enfatizó el desarrollo del hardware para después privilegiar el diseño y producción del software; más tarde, lo que orientó el diseño y evolución de las TI fue el enfoque hacia el capital humano y el trabajo en equipo como base del incremento de la productividad y competitividad de las organizaciones. Esta visión de las TI encauzó los esfuerzos hacia el desenvolvimiento de las redes de comunicación de datos y, por lo tanto, al diseño de redes informáticas organizacionales construidas *ad hoc* para transferir y compartir información.

El desarrollo de software dirigido a la estructuración y manejo de base de datos aumentó la productividad y desempeño de las organizaciones, como resultado del incremento en la eficiencia del almacenamiento, consulta y explotación de la información. Los procesos de

estandarización, por su parte, han propiciado la interoperabilidad de los sistemas y de las redes de cómputo.

Con el desarrollo de las TI, la concepción de producción de información geográfica dirigida exclusivamente a la producción de mapas impresos, y más tarde a la generación de cartografía digital, ha cambiado íntegramente. En un entorno digital, los datos geográficos pueden estructurarse en bases de datos, modelarse y explotarse para múltiples fines y su representación cartográfica constituye sólo uno más de sus valores agregados.

Junto al vertiginoso despliegue de innovaciones en el rubro de las TI, hemos sido testigos de la rápida evolución de los sensores remotos. Los primeros satélites de percepción remota de baja resolución (TIROS-1) dedicados específicamente a recolectar información de la superficie y los recursos terrestres, con resoluciones de 80 y 30 metros como los LANDSAT que fueron cediendo su lugar a los satélites de la nueva generación, con altas resoluciones (como la serie SPOT, Quickbird); de igual manera, surgieron los primeros satélites equipados con sistemas de radar (RADARSAT), los cuales han sido diseñados para cubrir aplicaciones en geología, silvicultura, hidrología y agricultura.

Fundamentalmente para la producción de datos geográficos de alta calidad (precisos y oportunos) ha sido fundamental el desarrollo de los sistemas de posicionamiento global (GPS). Consistentes en la localización geográfica por medio de la captación de señales satelitales. Se basan en un diseño que en principio sirvió para apoyar los requerimientos de navegación y ubicación geográfica con fines militares. En la actualidad, es una importante herramienta en las aplicaciones civiles para determinar la posición geográfica de personas, vehículos, sitios en tierra, mar, aire, estáticos o en movimiento.

Los SIG, como herramientas de manejo de análisis computacional inscritas en el contexto general de las ciencias de la información, surgen precisamente de las aportaciones multidisciplinarias de las diversas ciencias y técnicas mencionadas. Con los SIG se aprovechan los avances de la percepción remota, el GPS, el análisis espacial, la cartografía, la informática y el desarrollo de las bases de datos. Constituyen una tecnología con base digital orientada a proporcionar respuestas organizadas a distintos problemas que se presentan en la integración y

manejo de variables de carácter geográfico, cuantitativo y cualitativo, y para la representación gráfica de los fenómenos y hechos físicos y sociales involucrados. Los SIG son capaces de almacenar, procesar y recuperar eficientemente y con oportunidad grandes volúmenes de datos.

Hoy en día la cartografía como ciencia no se centra en la obtención de una “hoja de papel impresa” representando una porción de La Tierra (mapa). El verdadero objetivo de la cartografía actual es la coordinación de ciencias y tecnologías para la obtención de un mapa en cualquier formato (papel, digital, etc.). Dicho mapa surge como respuesta (datos, información) gráfica o de otro tipo, de infinidad de cuestiones y planteamientos originados por la interacción humana sobre el territorio. Dicha respuesta gráfica se traduciría, en definitiva, en la elaboración de “mapas a la carta”.

Los SIG permiten responder cuestiones como por ejemplo:

- Determinar la superficie de cultivo de un determinado cereal y su evolución en una determinada región.
- En un vehículo equipado con ordenador de a bordo, solicitar el itinerario más corto entre dos calles en una ciudad.
- Obtener un plano de cualquier ciudad del país donde queden reflejadas las zonas ocupadas con edificaciones de viviendas de más de 2 plantas, con más de 30 años de antigüedad, con suministro de gas y sin ascensor.

Hasta nuestros días, y en las últimas décadas, la cartografía ha experimentado una profunda transformación, debido principalmente a un gran avance de las ciencias y las tecnologías implicadas. Esto ha permitido que la obtención de información geográfica y su representación se realicen cada vez de forma más rápida, más actualizable y más fidedigna.

Actualmente, se está presenciando la consolidación del cambio de paradigma de la producción de cartografía hacia la generación de datos geográficos digitales, dado fundamentalmente por el desarrollo de las TI, el avance de la percepción remota y el sistema de posicionamiento global.

Esta transformación conceptual y operacional ha sido apoyada y exigida por el diseño, formación y expansión de la autopista de la información: Internet. Con la red mundial y los servicios que ofrece la producción de datos geográficos digitales y su integración a base de datos se engancha a modelos de acceso compartición, distribución y comercialización de información geográfica.

Con la posibilidad de transferir archivos digitales y recuperar información geográfica a través de la red, cobran relevancia los manejadores de sistemas de base de datos geográficos, los servidores de mapas y los sistemas de información geográfica. La información geográfica al socializarse se transforma en información estratégica para la toma de decisiones no sólo de la administración pública (ordenamiento territorial, manejo de recursos, seguridad, salud, educación, etc.), sino que su empleo se expande hacia los sectores de negocios como base fundamental del planeamiento estratégico de las empresas.

De esta manera, se puede decir que los SIG son una de las herramientas metodológicas más importantes con las que se cuenta en la actualidad para explorar y entender la dinámica territorial. Más allá de saber donde se localiza un elemento concreto en el territorio, implican la utilización de software específico para tratar o manipular la información geográfica. Los ejemplos de utilización de los SIG son ilimitados, como ilimitado es el tipo y cantidad de información que se puede asociar.

El formato papel de los tradicionales mapas se ha ido transformando hasta lograr formatos digitales fácilmente manejables y cada vez más accesibles, permitiendo su transformación, análisis y reorganización desde un ordenador. Un mapa es más que una imagen; se trata de una fuente de información y/o representación que, implícitamente o explícitamente, lleva asociada mucha información y significado que hace falta aprender a extraer e interpretar. En este sentido los SIG nos ayudan a ir más allá de la exploración visual a través de sus múltiples posibilidades de análisis.

Los SIG están ya lejos de pertenecer al nivel exclusivo de la alta tecnología y la práctica profesional especializada. Pero, si bien la disponibilidad de información geográfica cada vez es más generalizada y accesible, resulta indispensable tener los conocimientos de cómo manejar esta

información, entender cómo se estructura, qué aporta y de qué manera se puede extraer el máximo provecho.

Uno de los aspectos clave de los SIG es la capacidad de modelar la realidad en capas de información, permitiendo un tratamiento o análisis de forma independiente o relacionada entre las diferentes dimensiones o aspectos que conforman el territorio. Esta metodología de trabajo posibilita tanto aislar variables como interrelacionarlas gracias a la capacidad de gestión de múltiples datos.

En definitiva, siendo en su origen aplicaciones muy específicas, en nuestros días los SIG son aplicaciones genéricas formadas por diversos elementos, cuya tendencia actual es a la convergencia en productos más versátiles y amplios.

2.2.2.1. ¿Qué es un Sistema de Información Geográfica?

En la actualidad, asistimos a la consolidación del SIG como industria, caracterizado por una progresiva integración de los sistemas raster y vectorial y por el aumento de la importancia de las comunicaciones entre sistemas, de la interface de usuario y del uso de herramientas de programación visual basadas en la metodología orientada a objetos. Los campos de innovación de los SIG son la integración en sistemas de soporte de decisiones, los llamados sistemas de sobremesa (divulgación de la cartografía y de la información geográfica), los sistemas y los servidores de información geográfica en red y distribuidos (Internet) y los llamados SIG móviles (aplicación de los SIG en el ámbito de la telefonía móvil).

Siguiendo las tendencias actuales, los SIG se manifiestan integrados a las nuevas tecnologías de la información y la comunicación. En ellos, Internet jugará un rol decisivo.

Existen muchas y variadas definiciones de SIG, como la siguiente.

(...) definir como aquel método o técnica de tratamiento de la información geográfica que nos permite combinar eficazmente información básica para obtener información derivada. Para ello, contaremos tanto con las fuentes de información como con un conjunto de herramientas informáticas (hardware y software) que nos facilitarán esta tarea; o todo ello enmarcado dentro de un proyecto que habrá sido definido por un

conjunto de personas, y controlado, así mismo, por las técnicas responsables de su implantación y desarrollo. En definitiva, un SIG es una herramienta capaz de combinar información gráfica (mapas...) y alfanumérica (estadísticas...) para obtener una información derivada sobre el espacio (Domínguez Bravo, 2000, p.59).

Podría afirmarse que hay casi tantas definiciones como autores que escriben sobre el mundo de los SIG (Gutiérrez Puebla y Gould, 1994).

Dependiendo del contexto en que los utilicemos, nos sentiremos más identificados con unas u otras. Así, mientras que para algunos los SIG son simplemente el medio para automatizar la producción de mapas, para otros esta aplicación parece banal en comparación con su complejidad asociada a la solución de problemas geográficos y el soporte a la toma de decisiones (Longley, 2005).

De todas las acepciones seleccionadas la más escueta es la de Juan Antonio Cebrián (1988a, p.125), que define a los SIGs como la “(...) base de datos computarizada que contiene información espacial”.

Esta definición es ampliada por Chuvieco (1996, p.497), que expresa que mediante SIG es posible realizar funciones de gestión, pudiendo “definirse como programas que almacenan, gestionan, manipulan y representan gráficamente datos con algún tipo de componente espacial” (Figura N° 1).

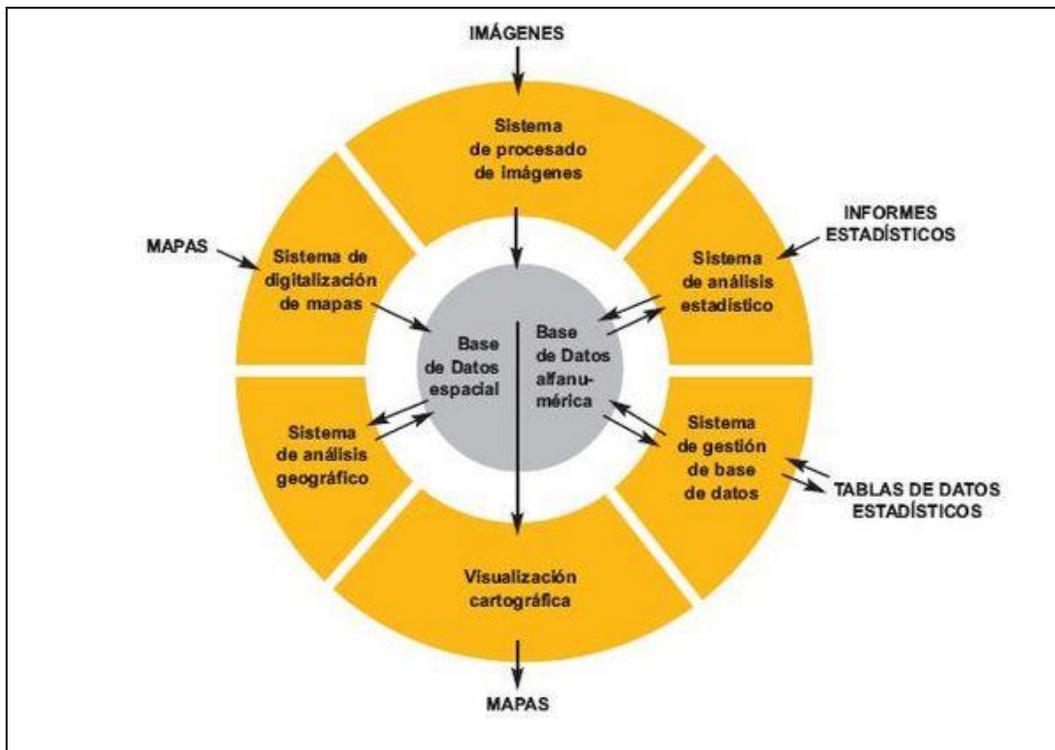


FIGURA N° 1. Funcionalidades de un Sistema de Información Geográfica (SIG).

FUENTE: Extraído de la página web

http://www.construmatica.com/construpedia/Componentes_y_Funcionalidades_de_un_SIG.

Mena, en cambio, enfatiza el hecho de que el contenido de las bases de datos con las que la nueva tecnología trabaja, no se circunscribe a la representación del espacio geográfico: las bases de datos almacenan y gestionan todo tipo de información, siempre y cuando, pueda localizarse en el espacio o ámbito de estudio. Los menciona como

(...) conjunto de instrumentos y métodos especialmente dispuestos para capturar, almacenar, analizar, transformar y presentar información relativa al territorio tanto en su aspecto puramente orográfico como en todo el conjunto de circunstancias ajenas al mismo (Mena, 1992, p.131).

Algunas definiciones de SIG recolectadas en su momento por Gutierrez y Gould (1994) los describen como:

- Una base de datos computarizada que contiene información espacial (Cebrián, 1988).

- Un conjunto de procedimientos manuales o computarizados usado para almacenar y tratar datos referenciados geográficamente (Aronoff, 1989).
- Sistema de Hardware, software y procedimientos diseñados para realizar la captura, almacenamiento, manipulación, análisis, modelización y presentación de datos referenciados espacialmente para la resolución de problemas complejos de planificación y gestión (NCGIA, 1990).

Se encuentran otras definiciones más orientadas a las funcionalidades de los SIG, el cual es el más utilizado -y al a vez el más aceptado por la comunidad- al remarcar este su carácter sistémico, integrador y funcional, como por ejemplo:

- Un sistema computarizado para la captura, almacenamiento, recuperación, análisis y presentación de datos espaciales (Clarke, 1986).
- Un potente conjunto de herramientas para recolectar, almacenar, recuperar a voluntad, transformar y presentar datos espaciales procedentes del mundo real (Burrough, 1986).
- Una tecnología de la información que almacena, analiza y presenta datos espaciales y no espaciales (Parker, 1988).
- ...tampoco tiene demasiado interés el empleo de un SIG si no cumple con el objetivo de ser parte de una organización, al aportar eficacia en la integración horizontal de varios registros digitales de información, o en el intercambio vertical entre niveles jerárquicos – como el directivo, el de gestión y operativo– (Comas y Ruiz, 1993).

Ciertos autores, además, definen a los SIG desde el punto de vista de las organizaciones:

- Un sistema de ayuda a la decisión que integra datos referenciados espacialmente en un contexto de resolución de problemas (Cowen, 1988).
- Una entidad institucional reflejo de una estructura organizativa que integra tecnología con una base de datos, expertos y una financiación continua en el tiempo (Carter, 1989).

Bosque Sendra (1997, p.21), habla de la organización de la información en el sentido de un atlas, en cómo se organiza la información y se presenta: el mapa:

(...) conjunto de mapas de la misma porción del territorio, donde un lugar concreto (...) tiene la misma localización (...) en todos los mapas incluidos en el sistema de información. De este modo, resulta posible realizar análisis de sus características espaciales y temáticas para obtener un mejor conocimiento de la zona.

Goodchild (1992, p.38), añade la capacidad analítica y mecánica de los SIG “un sistema que utiliza una base de datos espacial para generar respuestas ante preguntas de naturaleza geográfica (...). Un SIG general puede ser visto como un conjunto de rutinas espaciales especializadas que descansan sobre una base de datos relacional estándar”.

Las definiciones responden a diferentes orientaciones según la perspectiva, circunstancia, aplicación o punto de vista de sus autores. El enfoque funcionalista es el más utilizado –y a la vez el más aceptado por la comunidad– para referirse a un SIG, remarcando su carácter sistémico, integrador y funcional. En este sentido “no es demasiado relevante para la mayoría de los usuarios entender cómo funcionan los algoritmos que implementan una función; sin embargo, sí es prioritario entender qué son, qué realizan y cómo son utilizables las funciones” (Aronoff, 1989, p.259).

Para trabajar en un ambiente SIG hay que tener en claro que existen, dos modelos bien definidos, “el modelo raster y el modelo vectorial como exponentes de una representación espacial discreta y continua respectivamente” (Buzai en Pombo et al., 2017, p.68). “El modelo raster es un método para el almacenamiento, el procesado y la visualización de datos geográficos. Cada superficie a representar se divide en filas y columnas, formando una malla o rejilla regular” (Del Río, 2010, p.20).

En cambio, “el formato vectorial define objetos geométricos (puntos, líneas y polígonos) mediante la codificación explícita de sus coordenadas. Los puntos se codifican por un par de coordenadas en el espacio; las líneas como una sucesión de puntos conectados y los polígonos como líneas cerradas o como un conjunto de líneas que constituyen las diferentes fronteras del polígono (formato Arco/nodo)” (Pombo et al., 2017, p.69).

Estos dos modelos o formatos se organizan en un SIG en forma de capas (Figura N° 2), siendo una de las características técnicas principales de este sistema.

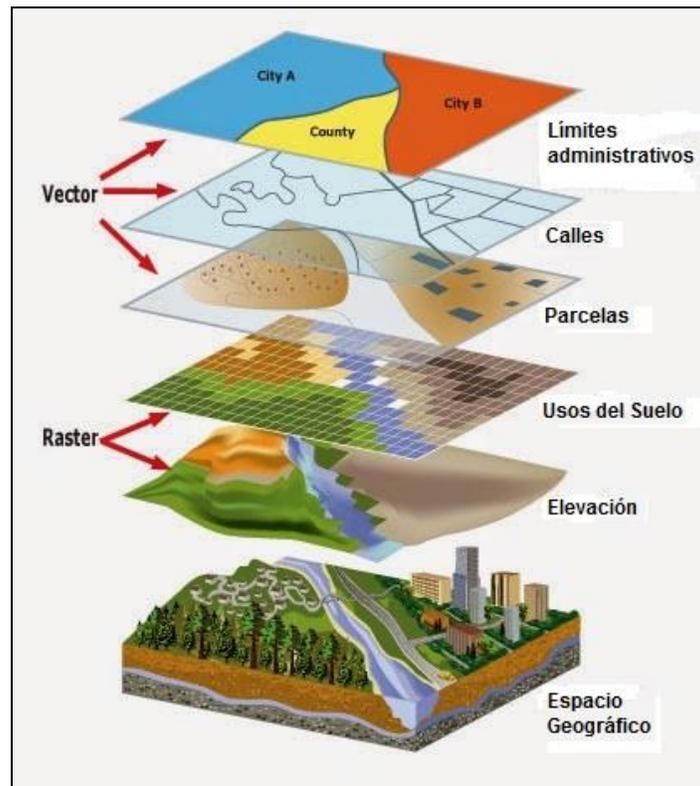


FIGURA N° 2. Organización de la información geográfica (IG) en capas.
FUENTE: Elaboración propia en base al gráfico extraído de la página web <http://appgeodata2.blogspot.com.ar/2014/11/what-is-gis-nov.html>

2.2.3. Sensores Remotos o Teledetección

La Teledetección puede definirse según Chuvieco Salinero (2008, p.45) como “...aquella técnica que nos permite obtener información a distancia de los objetos situados sobre la superficie terrestre...”. Los sensores instalados en las plataformas satelitales, miden la energía electromagnética emitida por la superficie de la Tierra y lo transforman en una imagen digital compuesta por píxeles, los cuales son la mínima unidad de información (Alonso et al., 1999).

Éstos presentan coordenadas “x” e “y”, lo que facilita la aplicación de técnicas de análisis espacial además de la discriminación de coberturas.

La visión espacial que brindan los Sensores Remotos constituye una herramienta importante en la planificación territorial, debido a que permiten la evaluación, control y seguimiento de, por ejemplo, los recursos naturales, las actividades antrópicas, etc., sumado a la posibilidad de adquirir imágenes de un determinado espacio, en distintos momentos y poder realizar comparaciones. En áreas urbanas, esto ha facilitado el análisis y seguimiento de muchos fenómenos como ser: crecimiento urbano, usos del suelo, infraestructura de transportes, arbolado urbano, detección de construcciones no declaradas, entre otros (Chuvienco Salinero, 2008; Cardozo et al., 2013). La respuesta espectral que cada cobertura presenta permite discriminar y clasificar una imagen satelital expresada en niveles digitales a una imagen con valores categóricos, que generalmente va acompañada de una interpretación. Pero, para lograr esto, es importante conocer los fundamentos de los Sensores Remotos que nos van a permitir realizar acertadamente. Así por ejemplo, conocer las características de luminosidad de determinadas coberturas (por hallarse éstas en umbría o solana) va a facilitar la identificación de respuestas espectrales distintas a pesar de pertenecer a una misma categoría. Esto sugiere que los algoritmos que se implementan en la clasificación no evalúan correctamente las condiciones reales del entorno y requieren de procesos previos para llegar a una clasificación aceptable.

De entre muchos procesos que se realizan, el cálculo de índices (en especial de vegetación y de agua) permite realizar clasificaciones con mayor precisión, debido a su particular atención en la respuesta espectral de la cobertura. Por otra parte, las coberturas terrestres y sus variaciones, constituyen un importante elemento a considerar dentro de los procesos de cambios ambientales a nivel global, debido a que éstos forman parte de un sistema mayor en el que interactúan subsistemas biológicos, físicos y humanos (Friedl, 1997). Por lo tanto, el conocimiento de la distribución de las coberturas permite evaluar las potencialidades que presenta el territorio y, a partir de ello, puntualizar una determinada función en virtud de las necesidades de la población. A su vez, los patrones espaciales de los diferentes usos del suelo urbano, pueden ser evaluados y visualizados por medio de imágenes de satélite, y constituirse como una importante fuente de

información para analizar el desarrollo de las actividades humanas en general (Donnay et al., 2005).

CAPÍTULO 3

3.1. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.1. Área de estudio: Cartografía de la dinámica urbana

La ciudad de Santa Rosa, capital de la provincia de La Pampa, presenta los rasgos propios de un núcleo poblacional que evolucionó en función de sus actividades político administrativas, nutriéndose del entorno rural próximo. El emplazamiento de Santa Rosa, como el de todas las fundaciones realizadas en la provincia de La Pampa entre 1882 y 1920, abarca una franja de transición donde se acentúa la aridez y desaparece la llanura. La fundación se cristaliza el 22 de abril de 1892 y desde entonces comienza a dar muestras de un vigoroso crecimiento, lo cual le permite obtener la designación de capital, a partir de 1900 (Dillon, 2009-2010).

El núcleo poblacional conformado con pobladores nativos de otras provincias que se desplazaron a los territorios recién ocupados, presenta desde sus orígenes rasgos de centro urbano en proceso de consolidación, con una estructura comercial diversificada. Santa Rosa fue fundada en el borde occidental de la llanura agropecuaria argentina, en la franja de contacto de dos ambientes naturales distintos: el fin de la llanura y el comienzo de los terrenos quebrados de los valles pampeanos⁵.

Pueden distinguirse dos áreas geomorfológicas: el norte y el noreste son una llanura de marcada regularidad, bordeada al sur y suroeste por un área más accidentada, que anticipa las mesetas y valles pampeanos. Este sector de transición entre dos unidades geomorfológicas bien definidas está formado por mesetas residuales producto de la erosión hídrica con pendientes que oscilan entre 3% y 8% alcanzando en sectores muy localizados al 25%. Hay depresiones dispersas que actúan como cuencas centrípetas concentrando las aguas de lluvias (Tourn, 1982, p.176).

El área de transición también se refleja en el clima. Un primer indicador es la distribución de las precipitaciones: la isohieta de 500 mm es un límite que separa áreas donde es posible la

⁵ Llanura con ondulaciones más o menos suaves quebrado por valles largos, depresiones y bajos salinos.

agricultura de secano, de aquellas donde no lo es. Los totales anuales son sumamente irregulares, la evapotranspiración es alta (389 mm) y no existen cursos de agua superficiales que puedan ser aprovechados para el riego de cultivos (Covas *et al*, 1986).

El emplazamiento de la ciudad está ligado al medio físico, el cual ha ejercido una considerable influencia en el desarrollo urbano. La ciudad ocupa parte de una cuenca centrípeta que tiene su nivel de base en la Laguna Don Tomás, hacia donde drenan las aguas pluviales del área circundante.

No existe en el área vecina a Santa Rosa una red de drenaje organizada. Hay cortos cañadones por donde se encauza el agua durante las lluvias torrenciales. El único cuerpo hidrográfico permanente es la laguna Don Tomás, al Oeste de la ciudad. Tiene una superficie aproximada de 83 has, pero sus límites son muy inestables por alimentarse de napas de aguas subterráneas y de los desagües pluviales de la ciudad. A medida que aumentan las áreas urbanizadas de la ciudad y las calles pavimentadas, disminuye la superficie de infiltración y crecen proporcionalmente los caudales que llegan a la laguna (Tourn, 1982, pp.176-178).

Al Oeste de la laguna se extiende la superficie edificada, en terrenos ondulados donde las mayores alturas se encuentran en el Este, con dos pequeñas mesetas relictuales ubicadas a 200 m.s.n.m. Este borde elevado se observa también al Norte, con alturas de hasta 195 metros alrededor del Hospital. Desde allí, el relieve desciende hacia el Oeste y hacia el Sur, con pendientes que en algunos sectores son pronunciadas, ya que superan el 3%.

El sudoeste es la zona más baja y menos ondulada. Allí, las alturas llegan a 167 metros. Los médanos descritos por los primeros viajeros llegados al lugar han sido prácticamente enmascarados por la edificación y las aguas abundantes, a que hacían referencia, han desaparecido.

Fue, desde los primeros tiempos, un sitio que no presentó problemas para la instalación ni inconvenientes para la circulación. En sus orígenes reunía las condiciones mínimas requeridas para cualquier asentamiento permanente. Las condiciones de posición de la ciudad, se vieron favorecidas por las vías de circulación que atraviesan y bordean este centro urbano.

Luego de la campaña del General Roca (1879), a fines del siglo XIX, se realizó la ocupación efectiva del territorio. En el cruce de dos caminos se funda Santa Rosa. Uno procedía de Buenos Aires y avanzaba con rumbo sudoeste hasta Toay, ubicada en ese rumbo, a 10 km. de Santa Rosa, y el otro lo cruzaba con dirección Norte-Sur (Figura N° 3). Esta ubicación otorgará buenas condiciones de accesibilidad y, al mismo tiempo, el cruce de caminos –las actuales rutas nacionales N° 5 y 35– tendrá fuerte influencia en la estructura urbana.

Teniendo en cuenta la morfología, el área urbanizada de la ciudad ha adoptado una forma tentacular, siguiendo los trazados de las citadas rutas N° 5 y N° 35. Los ejes de crecimiento más claros son: hacia el Este, coincidiendo con el trazado de la Ruta Nacional N° 5, hacia el Norte sobre la Ruta Nacional N° 35 y hacia el Sudoeste con la Avenida Juan Domingo Perón (Figura N° 4).

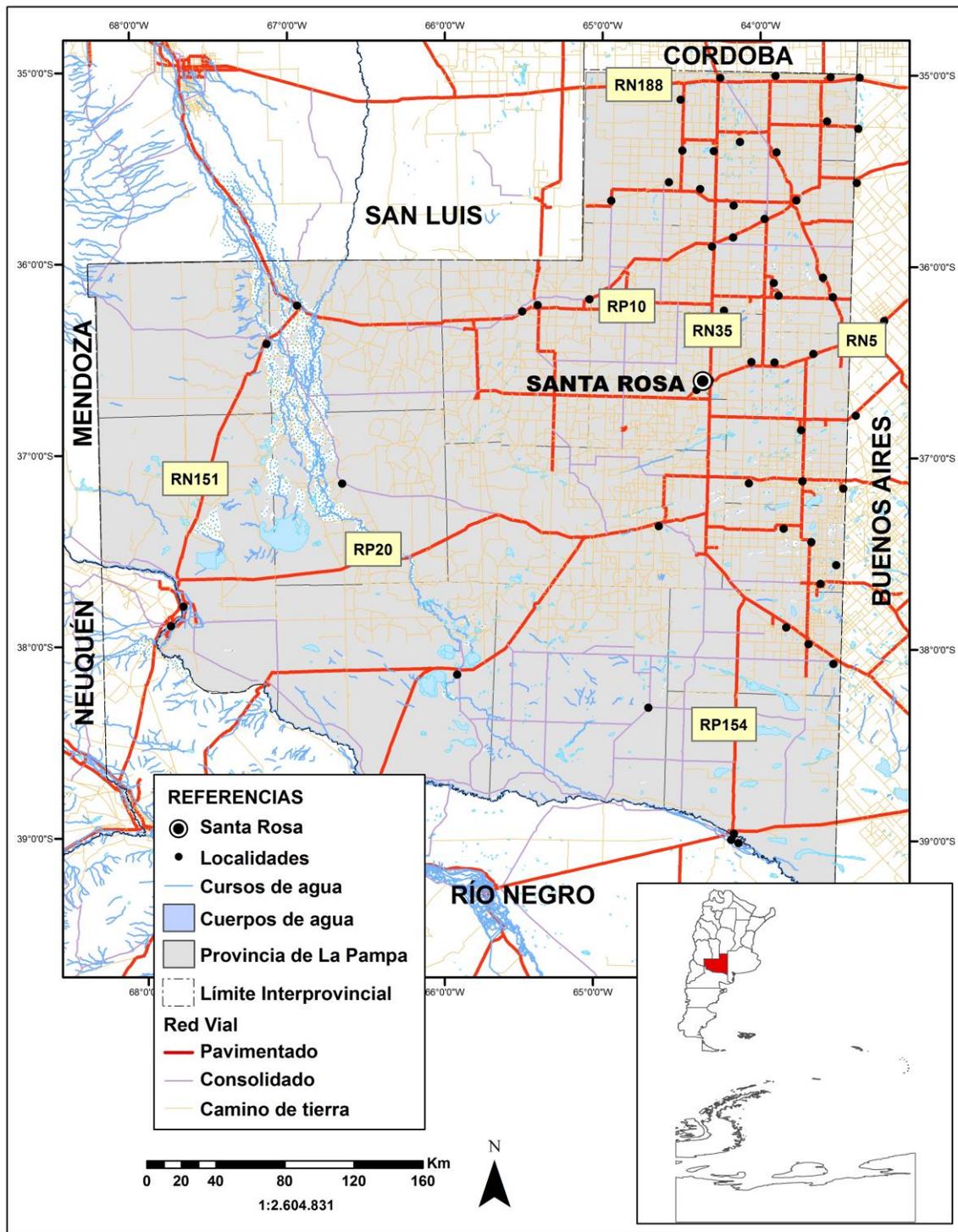
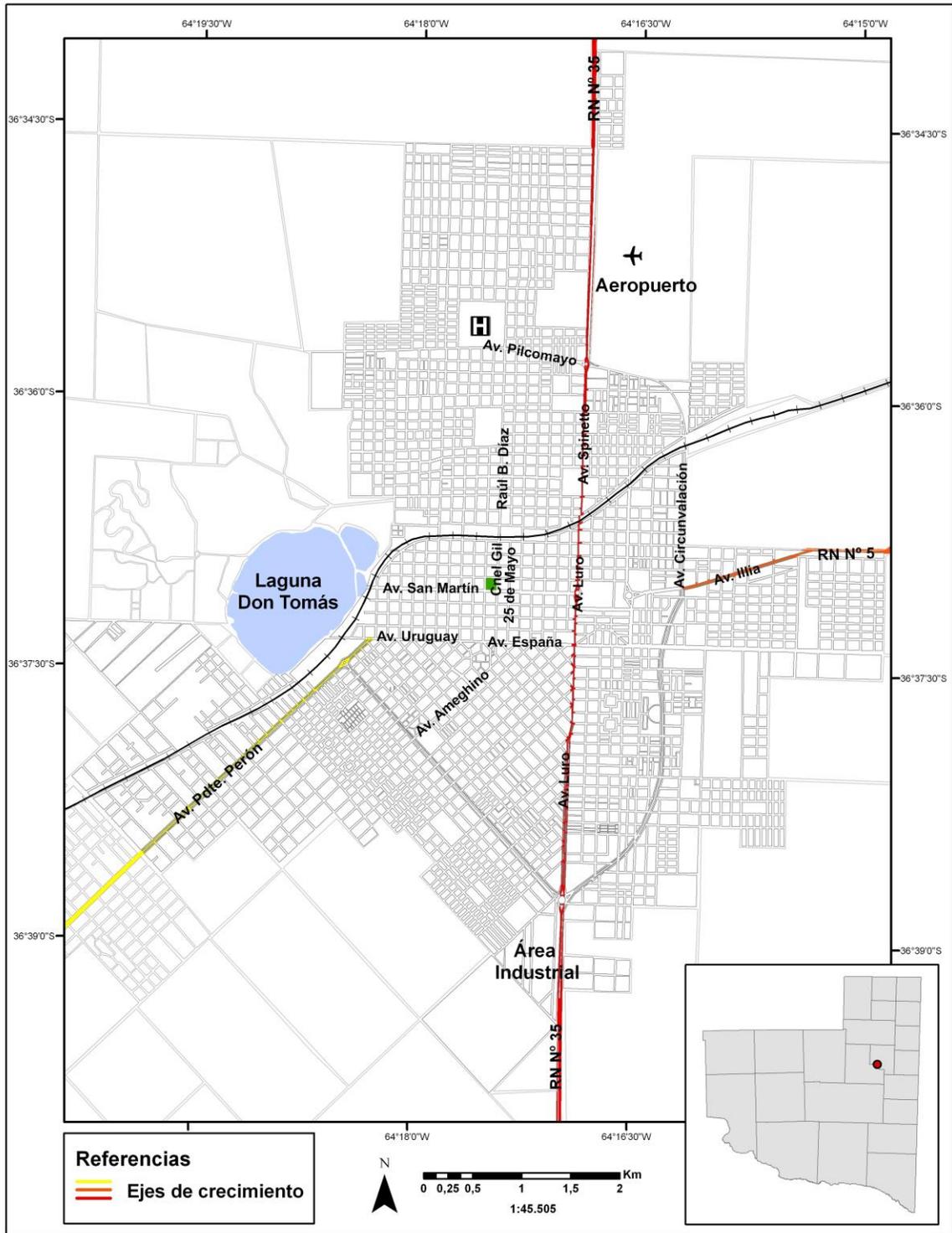


FIGURA N° 3. Localización de la ciudad de Santa Rosa – la Pampa.

FUENTE: Elaboración propia a partir de datos de la Dirección Provincial de Vialidad – La Pampa.



**FIGURA N° 4: Plano de la ciudad de Santa Rosa localizando los ejes de crecimiento.
FUENTE: Elaboración propia.**

La ciudad de Santa Rosa comienza a consolidarse en el tiempo como una ciudad intermedia. El proceso de crecimiento acelerado de la población tiene dos hitos fundamentales: con la llegada de los inmigrantes, en las primeras décadas del siglo XX y con la provincialización en 1951⁶, que es cuando Santa Rosa se convierte en la capital de la provincia de La Pampa, siendo desde entonces la sede del poder político. Esto provoca el fortalecimiento de la función administrativa, la generación de numerosos empleos, lo que resulta un incentivo más para la llegada de pobladores provenientes de otras provincias y de pueblos del interior (Dillon, 2009).

A partir de la década de los años '70, y especialmente en los '80, ante un alto grado de mecanización de las tareas y una estructura agraria cristalizada, muchos pobladores del campo emigraron a las ciudades, -proceso que por otro lado se dio a escala mundial-. De esta forma, Santa Rosa ha ido ganando así en peso demográfico relativo en el conjunto de la provincia, como lo demuestra la Tabla 1, donde se observa también un decrecimiento de la población provincial entre 1935 y 1970; proceso que comenzó a revertirse desde fines de 1980 en adelante evidenciándose nuevamente en los datos del último censo realizado (2010). Lo mismo ocurre y se observa en la Tabla 1 y la Figura N° 5, en la ciudad de Santa Rosa, teniendo un crecimiento acelerado desde la década de 1970 en adelante observándose, un pequeño decrecimiento estos últimos años.

⁶ Las campañas militares realizadas durante la llamada Conquista del Desierto ocasionaron que en el año 1879 se terminase el período indígena. Esto dio origen a la efímeramente denominada Gobernación de la Patagonia, que luego pasó a ser el Territorio Nacional de La Pampa. Su provincialización llegó casi 70 años más tarde, en 1951.

TABLA 1: Evolución de la población en la ciudad de Santa Rosa – La Pampa.

Censo Año	Población Provincia	Población Santa Rosa	% sobre Población Provincia
1895 (1)	25.914	1.227	4,73
1912 (2)	88.683	4.253	4,79
1914 (1)	101.338	5.487	5,41
1920 (3)	122.535	5.563	4,53
1935 (2)	175.077	10.326	5,89
1942 (2)	167.352	12.996	7,76
1947 (1)	169.480	14.623	8,62
1960 (1)	158.746	25.273	15,92
1970 (1)	172.841	34.885	20,18
1980 (1)	207.949	51.689	24,85
1987 (4)	235.630	61.412	26,06
1991 (1)	259.996	78.022	30,00
2001 (1)	299.294	96.920	32,38
2006 (4)	325.626	105.047	32,26
2010 (4)	316.940	102.100	32,21

FUENTE: Elaboración propia en base a datos de: (1) Censos Nacionales, (2) Censos del territorio de la Pampa Central, (3) Censos de Territorios Nacionales, (4) Dirección de Estadísticas y Censos de la Provincia de La Pampa. Además de datos publicados en DILLON, B. Y COSSIO, B. (2009).

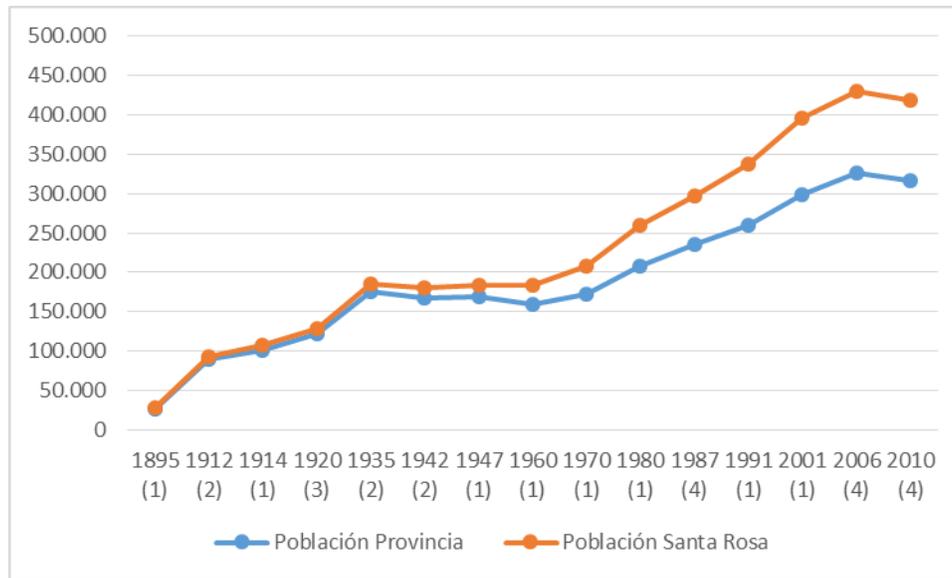


FIGURA N° 5: Evolución de la población de la ciudad en la Santa Rosa – La Pampa.

FUENTE: Elaboración propia en base de: (1) Censos Nacionales, (2) Censos del territorio de la Pampa Central, (3) Censos de Territorios Nacionales, (4) Dirección de Estadísticas y Censos de la Provincia de La Pampa. Además de datos publicados en DILLON, B. Y COSSIO, B. (2009).

Ese crecimiento acelerado ha sido causado, además, por los límites y barreras existentes, tanto naturales como artificiales, que condicionan la expansión y la dirigen hacia ciertas áreas de la zona. Algunas de tales barreras son, por ejemplo, como lo expresa Tourn (1982, p.179):

(...) al oeste la laguna Don Tomás y su amplia zona inundada e inundable, al E-SE al matadero Municipal. En las proximidades de ambos se encuentra un hábitat de regular calidad, en respuesta a los bajos precios de los terrenos por su desfavorable ubicación. Otros elementos que detienen la expansión de la ciudad son: el aeródromo al Norte, la colonia penal al NE y, al Sur, el parque industrial, al que el gobierno de la provincia ha destinado una extensión de 145 hectáreas (Figura N° 6).

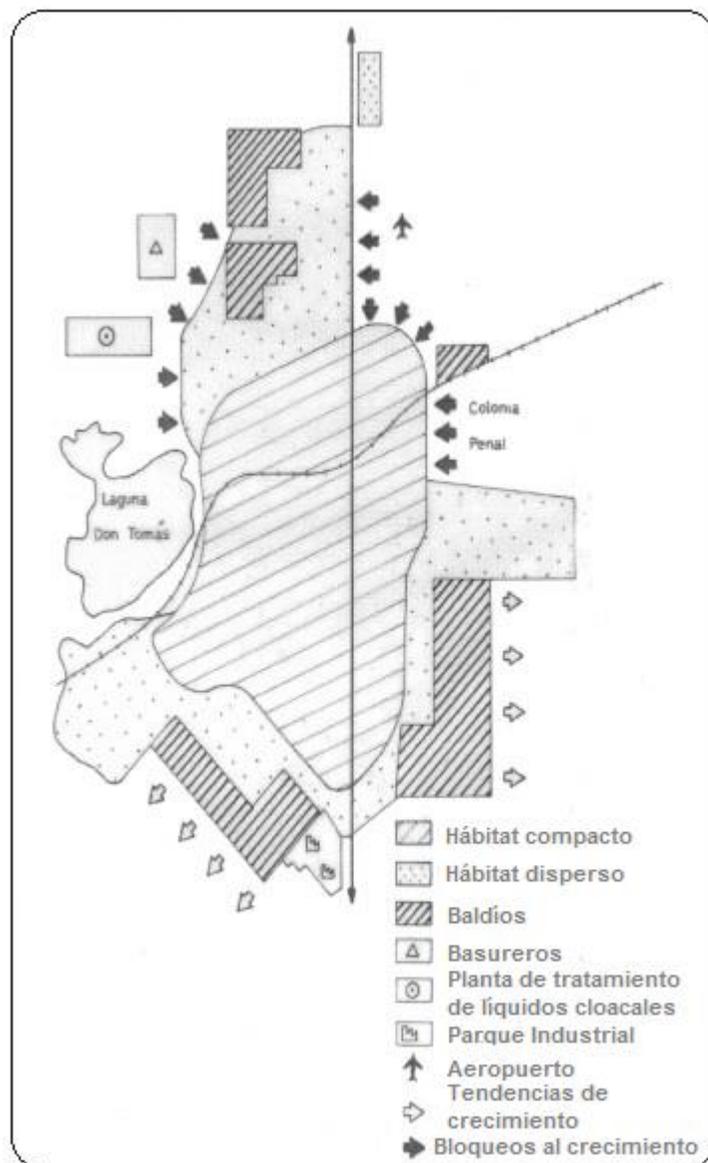


FIGURA N° 6: Esquemática de los usos de suelo y las barreras a la expansión urbana en Santa Rosa
FUENTE: Tourn (1999-2000, p.201)

3.1.1.1. Los cambios en la política habitacional del área de estudio: expansión territorial del espacio urbano

La ciudad ha sido históricamente integradora, mezcladora de poblaciones diferentes, reductora de desigualdades mediante los servicios públicos de carácter universal. Las regiones urbanizadas tienden a alejar a los sectores populares de las áreas centrales...son víctimas de la exclusión territorial” (Borja, 2012, p.81).

La producción de las viviendas públicas e infraestructura social, durante el periodo de organización productiva basada en el fordismo-keynesianismo, fue considerada como un importante instrumento de la política económica, cumpliendo el estado un rol importante como regulador y dinamizador de los ciclos económicos y como factor de expansión económica. Con el paso del tiempo, la organización de la producción mundial cambió hacia formas más flexibles, integrándose al pensamiento de las políticas sociales. Además, a fines de los '70, los organismos de crédito y desarrollo internacionales reconocieron que el estado como productor de vivienda no había alcanzado a reducir las desigualdades sociales. De esta manera, quedó establecido que el estado debía cambiar el sentido de su intervención y dirigirse a apoyar el potencial productivo de los sectores populares en la gestión del hábitat.

A principios de los años 90, alertados por el ritmo de crecimiento de la población urbana de América Latina, los organismos internacionales de créditos y desarrollo estimularon fuertemente la producción de vivienda en el ámbito urbano, pero, las ciudades capitales nacionales no crecieron de acuerdo a las predicciones catastróficas que estos organismos realizaron, en cambio, debido a las nuevas formas de organización de las actividades productivas, fueron las ciudades intermedias las que se mostraron más vulnerables a los procesos migratorios ocurridos. En concordancia con estas orientaciones los gobiernos provinciales de la región también priorizaron en sus políticas públicas sociales la atención de la población principalmente asentada en las áreas urbanas, sin embargo, esta situación ha obrado también como inductor del proceso de migración rural–urbana.

El análisis del funcionamiento del mercado de tierras permite abrir un amplio abanico de posibilidades hacia la comprensión del crecimiento urbano y su expansión territorial. Según Tourn (1999-2000), se debe tener en cuenta una serie de elementos para su explicación.

En primer lugar, la propiedad de la tierra no implica solo la relación entre un propietario y el objeto poseído, sino que también representa una relación social. En este sentido se vincula con lo jurídico por cuanto las normativas regulan el acceso a la propiedad y con lo económico ya que el sistema vigente determina asimismo las posibilidades de ser propietario y es de primera importancia en el mecanismo de fijación de los precios (Tourn, 1999-2000, p.192).

Asimismo, se debe tener en cuenta que la tierra no solo sirve como soporte físico a distintas actividades, sino también a la especulación, hecho de importancia en el funcionamiento del mercado.

Otra característica a tener en cuenta es que el suelo urbano no se comporta como la generalidad de los bienes en el mercado, donde una mayor oferta de la mercancía conlleva una baja de los precios. Más que por la cantidad de tierra ofrecida, el precio está determinado por su accesibilidad -es decir su posición en el conjunto de la estructura urbana-, por la infraestructura y el equipamiento disponible, por un costo de oportunidad derivado de la naturaleza de la demanda y por las posibilidades de utilización para determinados usos, reguladas por la normativa (Tourn, 1999-2000, p.192).

En el caso de la ciudad de Santa Rosa, y desde un punto de vista espacial, ha tenido un rápido crecimiento de los espacios construidos, sobre todo en sentido horizontal, mediante dos procesos. El primero, por ocupación de terrenos baldíos por iniciativas individuales, lo que deriva en la compactación de la trama urbana y, en segundo lugar, por adición de superficie edificada en la periferia de la mancha urbana. Este último caso producido por dos tipos de agentes según Tourn (1999-2000, p.194):

Propietarios que han loteado terrenos en forma clandestina, en áreas destinadas a otros usos por el plan regulador. Una vez producido el asentamiento, los habitantes presionan para ser incorporados a la legalidad mediante la regularización del

asentamiento y la demanda de infraestructura y servicios. El Estado que demanda terrenos para la construcción de barrios planificados. Nos referiremos especialmente a este aspecto, a partir de la hipótesis de que el Estado –provincial en este caso– ha sido el principal agente en la producción del espacio urbano en la última década.

A partir de las demandas de la población, según las necesidades sociales que presenta, las cuales han ido creciendo, el Estado toma la decisión de construir viviendas a un ritmo regulado por la disponibilidad de fondos. Esto obliga a abrir nuevos espacios urbanos que, al no estar sometidos a fuertes competencias por los diferentes usos del suelo y, no haber espacios disponibles en las zonas ya urbanizadas y compactas de la ciudad, hace que tengan un valor compatible con una vivienda económica. Esto provoca abrir otras áreas en la periferia de las mismas lo que genera nuevos y diferentes problemas y gastos para el Municipio, en definitiva para la población.

Los emplazamientos de estos conjuntos habitacionales están dominados por diferentes condiciones que lo determinan (desigual equipamiento e infraestructura, monotonía, disponibilidad de recursos, entre otros), presentándose como resistencia a la urbanización. Al ser habitados, los barrios generan una serie de efectos como los esquematiza Tourn (1999-2000) a continuación (Figura N° 7).

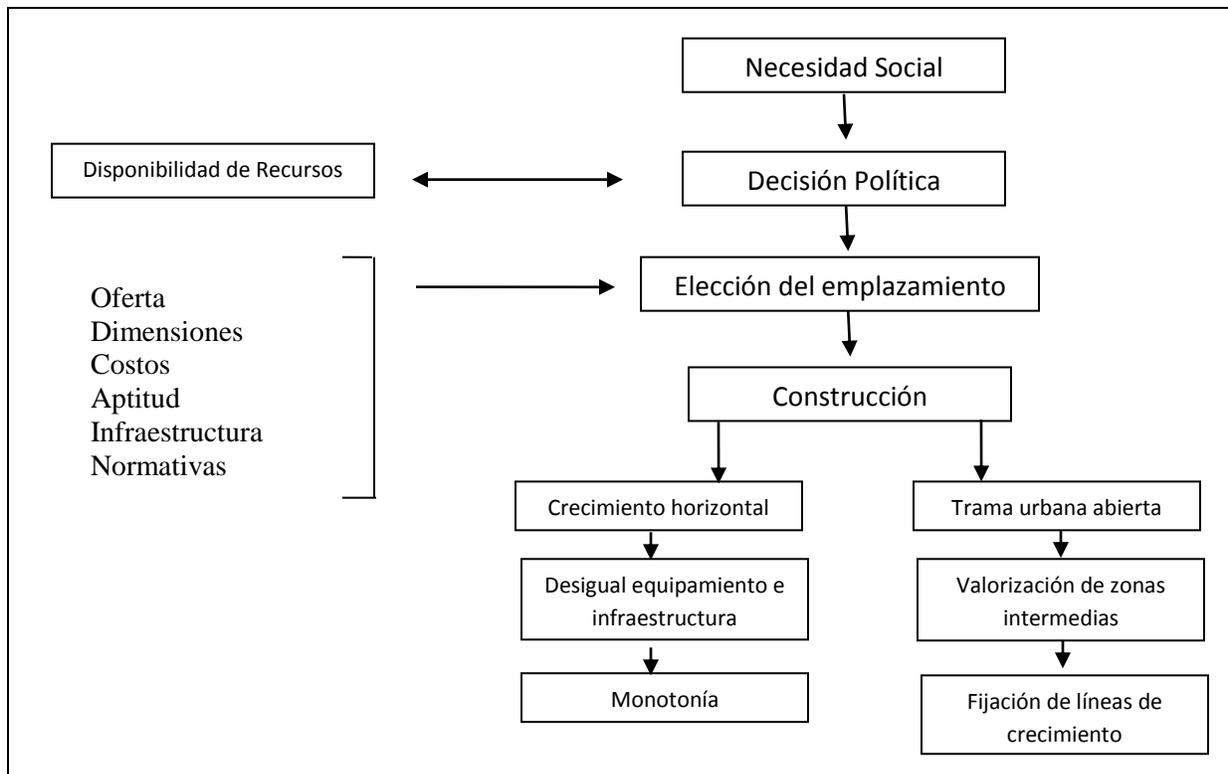


FIGURA N° 7: Esquemización de una serie de condiciones y efectos en el proceso de urbanización
FUENTE: Tourn (1999-2000, p.195)

Según Dillon y Cossio (1998, p.107):

(...) en la ciudad de Santa Rosa (...) los conjuntos habitacionales construidos por distintos organismos estatales y privados, generan un fuerte impacto en el tejido urbano. La mayoría de ellos se ejecutaron en las últimas décadas, en coincidencia con el crecimiento urbano ocurrido y el consecuente déficit habitacional. Más del 25% de la población de Santa Rosa habita en este tipo de barrios. Su conformación, inserción en la trama urbana, estructura demográfica interna, sociabilidad del hábitat, relaciones de convivencia diaria, desarrollo de vínculo entre la vida colectiva y el espacio urbano, definen una organización del espacio particular donde las relaciones entre Espacio, Sociedad y Estado resultan sumamente intrincadas.

En cuanto a los organismos estatales, en la provincia (y en la década del '90), el FONAVI, continuó con la provisión de grandes conjuntos habitacionales en la modalidad

heredada de Nación, sin que se observe la organización social y sin la participación en una política homogénea a toda La Pampa.

Respecto a la implantación de estos conjuntos en la ciudad; el Código Urbanístico puesto en vigencia en 1995, toma en cuenta los resultados obtenidos por los diagnósticos urbanos previos que señalaban los desajustes que se evidenciaban en la estructura urbana. Este código presenta algunos avances considerables con respecto a las radicaciones de viviendas de interés social, previendo áreas o sectores de crecimiento prioritario en función de las posibilidades de provisión de servicios y equipamientos (Cossio y Tourn, 2005, p.3).

El Código Urbanístico 2004 (último código aprobado), rescata algunos lineamientos básicos planteados en el Código de 1995, pero pone de relieve el rol del Estado en la producción de ciudad y el impacto de la gestión urbana plasmada en el territorio a través de la articulación de planes y políticas urbanas puestas de manifiesto en el diseño urbano. Más allá de los indicadores urbanísticos⁷ detallados en él y de la zonificación ajustada a la dinámica propia de la ciudad, Santa Rosa presenta rasgos propios de una ciudad intermedia con un crecimiento urbano sostenido. Dicha normativa plantea algunos desafíos como densificar el área central y poner límites al crecimiento horizontal en forma desmesurada, además de la incorporación de áreas vacantes en desuso o poco aprovechadas para la intervención urbana: refuncionalización de edificios históricos, aprovechamiento de predios o equipamientos obsoletos, áreas libres en proceso de recuperación ambiental.

El Código Urbanístico 2004 recupera el planteo histórico efectuado por los investigadores de las problemáticas urbanas, de prever las localizaciones de las

⁷ Es un proyecto de ciudad, que por medio de limitaciones se regula cómo crece la misma y cuál es el perfil que tendrá en un futuro cercano. Según las diferentes zonas y corredores se aplican distintos indicadores urbanísticos regulatorios. Estos son: • Las alturas máximas permitidas de edificios. • El Factor de Ocupación del Suelo (FOS) máximo en la parcela (superficie cubierta sobre el área del terreno). • Los retiros de fondo, frente y laterales. • La densidad y el carácter del distrito, etc. El Código Urbanístico 2004 representa una nueva conformación del plano de normativa, habiendo una diferenciación de Zonas (conformadas por grupos de manzanas - Ver ilustración) y Corredores Comerciales (que son las avenidas y las arterias principales) (Código Urbanístico, 2004).

viviendas sociales en áreas en proceso de consolidación y dentro de la trama urbana existente, de tal manera de conformar un tejido urbano y social que fortalezca la inserción de los nuevos grupos en los nuevos espacios. A partir de este contexto se trata de orientar o dirigir el emplazamiento de estos conjuntos u operatorias tendiendo a superar la situación planteada hace algunos años, cuando los ajustes normativos se realizaban a posteriori de los procesos ya consolidados (Cossio y Tourn, 2005, p.4).

En definitiva, en el asentamiento de los barrios incide la oferta de tierras, sus dimensiones, el costo, la aptitud para edificar, la posibilidad para contar con infraestructura y las disposiciones del Municipio. La implantación periférica de los primeros conjuntos habitacionales generó algunas disfuncionalidades en la trama urbana, como en la accesibilidad, en la vinculación con otros sectores y principalmente con el centro de la ciudad, en la provisión de servicios básicos de infraestructura y equipamiento y esencialmente en la extensión horizontal o dispersión de la mancha urbana.

Asimismo, se puede concluir, que el crecimiento ilimitado de la superficie edificada generó una ciudad extendida, con escasa densidad poblacional⁸ y un encarecimiento del costo de los servicios básicos, dado que las redes debieron extenderse para proveer a gran parte de la ciudad.

Esto es consecuencia de los criterios de localización⁹ utilizados para el asentamiento de las operatorias de viviendas de interés social, que se han vinculado más a la posibilidad

⁸ Por ejemplo, el centro de la ciudad de Santa Rosa (Figura N° 8), no presenta densidades elevadas (de 1.9 a 7.9 hab./km²), siendo un espacio que presenta una intensificación en la construcción de edificaciones con más de 8 piso.

⁹ Los criterios de localización para el asentamiento de las operatorias de viviendas sociales fue cambiando con el transcurso del tiempo y las políticas de Estado. En la década del '50 fue la época del auge del Estado asistencialista, en este caso a través de la provisión de viviendas mediante la forma de lo que era un gran conjunto habitacional. Es así como el Banco Hipotecario Nacional finalizó la construcción de un barrio de treinta y dos viviendas. En esa época la ciudad contaba con una normativa que data de 1956, cuando se elaboró el Primer Plan Regulador, donde se perseguía un ordenamiento urbano cuyos objetivos apuntaban a una fisonomía agradable, el disfrute del paisaje urbano y a las mejoras de las condiciones de habitabilidad de la población. En las décadas del '60-'70 se formula a nivel global la teoría de la marginalidad, y las políticas están dirigidas a la integración social, la asistencia al más débil, y la

de obtener grandes superficies de terrenos disponibles de bajo costo, que a las previsiones establecidas en las normas urbanísticas (Cossio y Tourn, 2005, p.5).

búsqueda a una sociedad más igualitaria. Esto iba en paralelo con la concepción del Estado de bienestar. Todo ellos tiene su traducción en la construcción de obra pública, infraestructura, entrega de materiales para la construcción de viviendas. Enmarcado en esta política, el Instituto Provincial de Vivienda construyó tres barrios en Santa Rosa. Además se han dedicado a la construcción de viviendas el Municipio, sindicatos, Vialidad Provincial, el Instituto de Seguridad Social y también el Banco de La Pampa. A mediados de los '70 se inició un gobierno de facto que impuso un modelo que inhibió la organización social y la participación. Se creó en La Pampa, en 1976, el Instituto Provincial Autárquico de Vivienda, administrador de los recursos del FONAVI (Fondo Nacional de la Vivienda), caracterizándose por construir grandes conjuntos habitacionales, ubicados en la periferia de los centros urbanos.

Respecto a la normativa urbanística, en 1977 se aprobó la Ordenanza 6/77, que propone lineamientos básicos en lo que se refiere a detener y delimitar los desbordes de la planta urbana delimitada en ese momento por la Avenida Circunvalación, evitando la dispersión y contribuyendo a delinear la estructura morfológica de la ciudad. De todos estos organismos, el IPAV es el que ha producido más impacto en el problema habitacional y en la estructura urbana. Se sucedieron numerosos conjuntos habitacionales con diferentes tipologías constructivas que trataron de paliar el déficit habitacional producido por el crecimiento urbano casi vertiginoso que presentó la ciudad en la década del '80. Según datos del INDEC el crecimiento alcanzó al 4.5% anual. Es así como la actividad del IPAV se acrecentó gradualmente para responder a toda esta demanda. En 1976 el porcentaje de viviendas FONAVI sobre el total del parque habitacional era del 0.21 por ciento; en 1980 ascendía al 3,70 por ciento; en 1991 alcanzaba al 16,22 por ciento y al comienzo del 2000 era del 21,04 por ciento de las viviendas de la provincia (Cossio y Tourn, 2005).

Respecto a la implantación de estos conjuntos en la ciudad, el Código Urbanístico puesto en vigencia en 1995, toma en cuenta los resultados obtenidos por los diagnósticos urbanos que señalaban los desajustes que se evidenciaban en la estructura urbana. De esta forma, presenta algunos avances estableciendo áreas o sectores de crecimiento prioritario. El Código Urbanístico del 2004 plantea algunos desafíos como densificar el área central y poner límite al crecimiento horizontal en forma desmesurada, lo cual no ha sido posible hasta la actualidad.

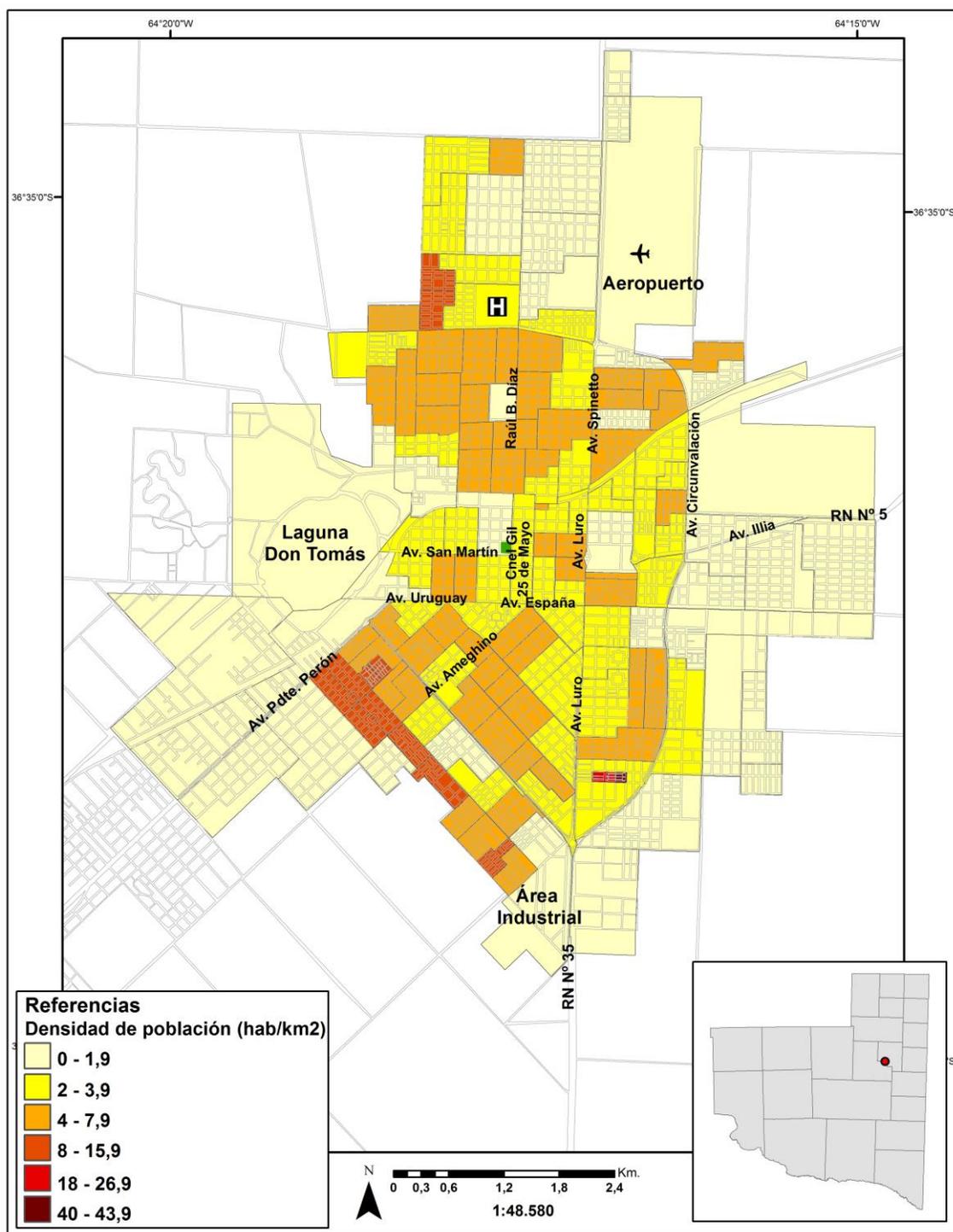


FIGURA N° 7: Densidad de población de la ciudad de Santa Rosa – Censo 2010.
FUENTE: Elaboración propia a partir de datos suministrados por el INDEC – Censo 2010.

Como resultado, dichas implantaciones, obtuvieron un crecimiento algo desordenado del espacio urbano. En muchos casos se visualizó la fragmentación física, social, ambiental y cultural de los grupos sociales. De esta forma las operatorias de viviendas se extendieron en zonas de forma irracional y la presión del mercado inmobiliario generó que determinadas áreas intermedias alcanzaran valores muy altos y que hubiese una gran especulación con el valor del suelo vacante.

Entre el área consolidada de la ciudad y estos nuevos barrios quedan gran cantidad de baldíos que desarticulan y dificultan la interacción social. Las operatorias de viviendas están ubicadas en zonas que ambientalmente son más frágiles, ya que hacia los bordes de la ciudad existen competencias por los usos del suelo entre todo aquello que la ciudad expulsa. A la vez, van fijando líneas de crecimiento al conjunto urbano (Cossio y Tourn, 2005).

3.2. METODOLOGÍA

Se analizó la expansión urbana de la ciudad de Santa Rosa –La Pampa–, procediéndose a confeccionar mapas individuales de cada uno de los años analizados, a partir de la rectificación y clasificación de las imágenes, de cartografía existente y de la realización y georreferenciación de mosaicos de fotos aéreas analógicas y digitales. Los mapas temáticos¹⁰ resultantes se superpusieron en una única capa que contiene la información de todos los períodos analizados y, a partir de ella, se elaboró una matriz de detección de cambios y se marcaron las nuevas áreas de expansión de la mancha urbana.

En una segunda etapa, se procedió a confeccionar, a partir de todos los recursos e información recolectada en la Municipalidad de Santa Rosa, la cartografía correspondiente a los usos de suelo urbano de dos fechas, según el Plan regulador de 1956, y el uso del suelo actual (2016), definido por medio de interpretación visual de imágenes satelitales.

¹⁰ Los mapas temáticos están confeccionados para reflejar un aspecto particular de la zona geográfica sobre la que se definen. Pueden centrarse en variables físicas, sociales, políticas, culturales, económicas, sociológicas relacionadas con un territorio concreto. Sirven como herramienta para comunicar algún tema concreto y específico espacialmente. En este caso, el área de estudio es la ciudad de Santa Rosa, y todos los mapas resultantes van a ser los mapas temáticos de dicha investigación.

El periodo para el cual se ha llevado a cabo el estudio comprende desde 1956 hasta 2016, lapso de 60 años. De estos años se han podido obtener los diferentes Códigos Urbanísticos y realizar la cartografía correspondiente. Se considera que es un período lo suficientemente amplio como para observar el proceso de crecimiento urbano.

Se buscó responder a la pregunta: ¿qué factores¹¹ y variables¹² son las que hacen potenciar el desarrollo urbanístico?, a partir del análisis entre la correlación de variables y el fenómeno del crecimiento urbano y poder determinar patrones (cómo, dónde y cuánto va a crecer el área urbana objeto de estudio en los próximos años) del mismo.

La capacidad de análisis de los SIG, junto con las herramientas de análisis espacial, permite explorar los niveles de correlación entre variables y medir las formas y crecimientos urbanos (Berling-Wolf y Wu, 2004).

3.2.1. Fotografías aéreas

La fotografía aérea es una de las fuentes de información esenciales utilizadas para reconstruir las dinámicas de crecimiento y de transformación interna de las ciudades (uso del suelo urbano). La fotografía aérea muestra de forma objetiva todos y cada uno de los componentes del paisaje, sus cualidades y sus interrelaciones particulares (Raisz, 1974; Fernández, 2000).

¹¹ Los factores que potencian el crecimiento urbano han ido cambiando a través del tiempo, desde la agricultura sedentaria hasta la industrialización. En la actualidad los modelos económicos y sus políticas implementados por los gobiernos son los principales.

¹² Las variables que potencian el desarrollo urbano podrían ser: procesos y patrones de las condiciones demográfico-sociales (crecimiento de la población, variación espacial de la población, migración intrarregional, entre otros); procesos y patrones de las condiciones físico-naturales (relieve, contexto climático); procesos y patrones de las condiciones económicas-productivas (globalización económica, participación y desocupación de la fuerza de trabajo); procesos y patrones de las condicionantes físico-antrópicas (urbanización e infraestructura: predominio del crecimiento urbano extensivo).

elementos considerados fijos en el tiempo, iv) presentar una distribución homogénea y uniforme en toda la superficie del área a estudiar.

El desarrollo de estas técnicas se ha visto favorecido por el impulso generalizado de los Sistemas de Información Geográfica, tanto comerciales (ArcGis, MapInfo, etc.) como de código abierto (gvSIG o Qgis), que contienen herramientas específicas para llevar a cabo la georreferenciación.

En esta línea se destaca la georreferenciación de cartografía histórica (también de la fotografía aérea analógica), cuya finalidad es situar en el espacio los elementos recogidos en mapas que, en muchas ocasiones, carecen de coordenadas, escala o proyección conocida. La fidelidad con la que aparecen representados estos elementos en los mapas depende en gran medida de la tecnología utilizada en su elaboración. Por regla general, cuanto más antiguo es el mapa mayor distorsión presenta con respecto a la cartografía de referencia actual y mayor es el nivel de abstracción en la representación.

La metodología adoptada para su incorporación al SIG (tanto de la cartografía como de las fotografías aéreas analógicas) difiere en función de la naturaleza de los datos. En ambos casos se procede a mejorar la georreferenciación, utilizando como referencia el Mosaico de Ortofotos Rápidas del Instituto Geográfico Nacional (IGN).

En el tratamiento de ambos se establece una fase previa de escaneado, destinada a obtener un fichero digital en formato JPG. En este sentido, es importante la resolución del escaneado, establecida en puntos por pulgada (ppp) y entendida como la densidad de píxeles por unidad de medida (una pulgada equivale a 2,54 cm), con que el original ha sido muestreado. Para la cartografía producida actualmente en los institutos cartográficos, se admite que la precisión planimétrica para cualquier escala es de 0,2 milímetros, por ser éste el límite de la percepción visual humana (Sánchez Menéndez, 2004), lo que supone un error máximo real de 0,4 metros.

Para una correcta interpretación visual, el tamaño de la celda en formato papel debe ser la mitad del original, de manera que cada 0,2 mm corresponde a cuatro teselas de 0,1 mm cada una. Por tanto la resolución del escaneo debe ser al menos de 254 puntos por pulgada (ppp).

Generalmente 300 ppp se considera una buena resolución para obtener la mejor calidad de reproducción. La resolución ligada a la escala del documento original permitirá conocer las dimensiones reales en el terreno de cada pixel de la imagen, y por tanto conocer la precisión que es posible obtener durante la georreferenciación (Roset y Ramos, 2012). Otros autores (Romero Fernández, 2014) proponen una resolución de escaneo mínima de 400 ppp.

Teniendo en cuenta las consideraciones de Pérez y Ballell (2015) sobre transformación de coordenadas y considerando que las geometrías están contenidas dentro de las tolerancias gráficas, se asume que los errores derivados del escaneo se deben a la deformación del propio soporte papel, por su falta de estabilidad dimensional, y a la deformación introducida por el escáner debido a la falta de ortogonalidad entre sus ejes.

En un primer paso, para realizar este procedimiento de georreferenciación o rectificación espacial de las fotografías aéreas, se sube la imagen escaneada en formato .jpg o en otro formato que el software¹⁴ lo permita. La imagen pasa a formar parte del SIG, o sea, que ya es una de las tantas capas más del sistema, de esta forma se comienza a proceder con la georreferenciación de la misma. Se continúa levantando la imagen en el área espacial de interés y que coincida con la zona de la imagen ya georreferenciada.

Se continúa con la digitalización de los puntos de control, se deben realizar un mínimo de 4 (cuatro) puntos, de esta forma ya se pueden determinar los errores, pero cuantos más puntos se realicen menos errores tendrá la georreferenciación. Cuando se finaliza con el procedimiento y se corroboran los errores, se procede con la corrección de los puntos, resultando así con la Rectificación de la imagen. Se guarda la imagen con un nuevo nombre y siempre destacando en él el sistema de referencia con el cual se está trabajando. De esta forma se procederá con toda la cartografía escaneada de la bibliografía y con las fotografías aéreas utilizadas.

¹⁴ Todos los procedimientos realizados de alineación/georreferenciación y digitación se realizan con el software ArcGis 10.3 de ESRI. Si no llegara a ser así se aclarará.

El software empleado, ArcGIS, permite controlar las deformaciones de cada uno de los puntos, el error medio de la transformación y generar informes en el momento. Se estima que, por los niveles de escala, las deformaciones más significativas están relacionadas con la representación local en el espacio papel, por lo que en todos los casos se utiliza una transformación AFFINE¹⁵ de seis parámetros. Es una transformación afín bidimensional también denominada transformación polinomial de primer orden. Contempla la translación (T_x , T_y) y cambio de escala en ambos ejes “x” e “y” (λ_x , λ_y), rotación de giro y falta de ortogonalidad (β), problemas que se destacaron anteriormente. Al ser tres las incógnitas para cada una de las dos variables, su resolución requerirá, al menos, de un sistema de tres ecuaciones, por lo que éste será el número mínimo de puntos de control que ha sido empleado en el ajuste.

Esta transformación es utilizada con frecuencia en fotogrametría durante el proceso de orientación interna, por la posible falta de estabilidad dimensional del soporte o incluso debido a la falta de ortogonalidad de los ejes, por lo que resulta idónea para usar en el caso de georreferenciación de documentos escaneados. Esta metodología se ajusta también a las propuestas de otros autores (Moreno y Cortés, 2011), que señalan la conveniencia de utilizar polinomios de primer grado (transformaciones de cuatro a seis parámetros), ya que los propios puntos de apoyo poseen errores y emplear polinomios de mayor grado puede absorber mejor los errores en el entorno de los puntos de control, pero también introduce deformaciones en el resto del mapa.

Las fotografías aéreas que se manipulan en este trabajo se han recopilado bajo dos formas diferentes. Las fotografías aéreas (12 –doce–) correspondiente al año 1961 escala 1:35000, compuesta por fotografías en formato analógico (Figura N° 9), y 1300 fotografías aéreas correspondientes al año 1997 a escala 1:1000 en formato digital, todas cedidas por la Dirección General de Catastro de la Provincia de La Pampa.

¹⁵ Por ejemplo, en Qgis (software libre) se habla de la transformación Hermert de seis parámetros incluida en el módulo Georreferenciación GDAL, haciendo alusión a la transformación AFFINE en ArcGIS.

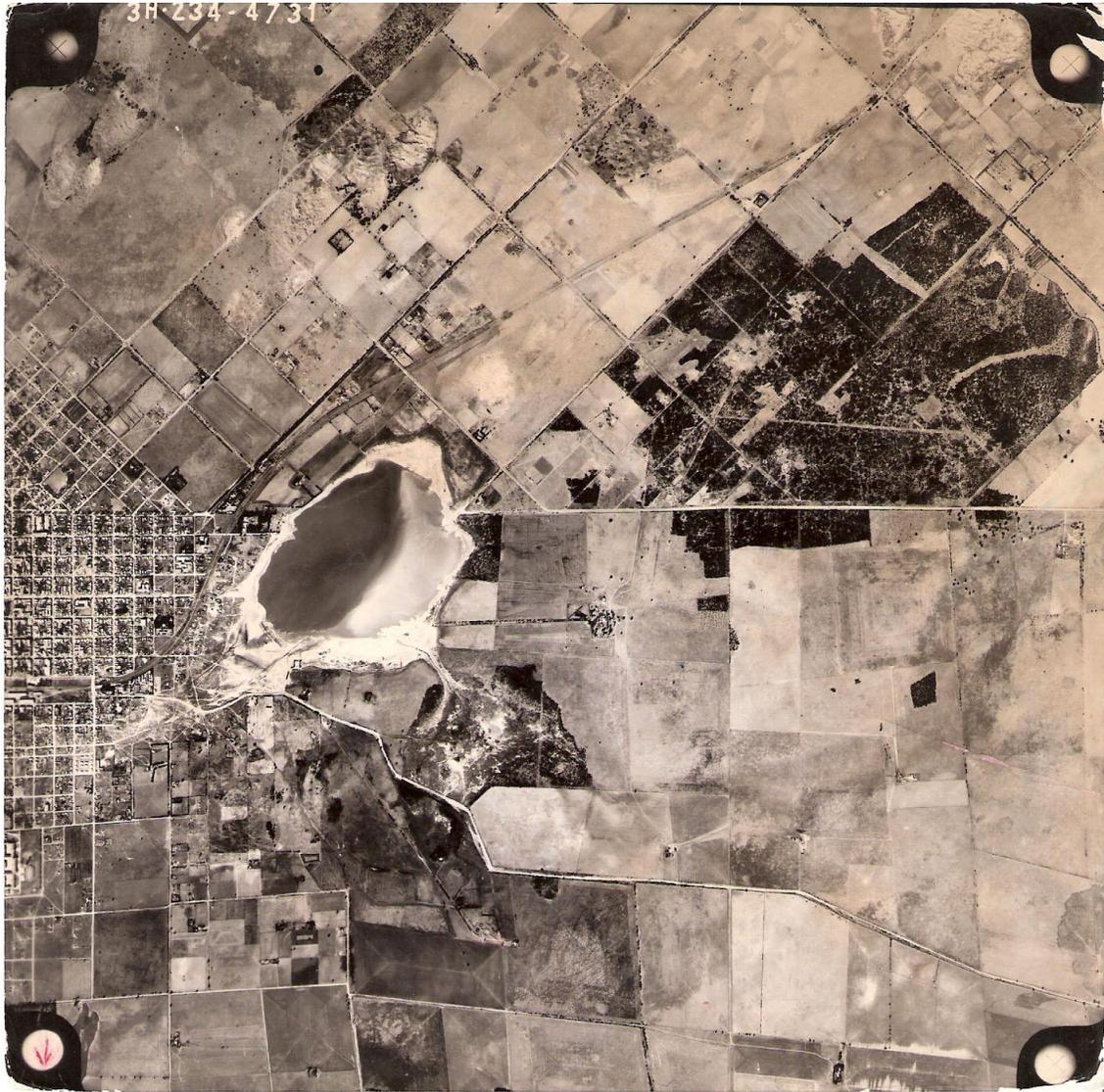


FIGURA N° 9: Fotografías aéreas de Santa Rosa del año 1961 en formato analógico
FUENTE: Dirección General de Catastro de la provincia de La Pampa

De las fotografías aéreas analógicas (Figura N° 9) luego de su escaneo, corrección, georreferenciación/rectificación; se procedió a construir el mosaico y su posterior recorte del área de estudio¹⁶ (Figura N° 10). Con las fotografías aéreas digitales se procedió a su corrección con la misma metodología, georreferenciación y realización del mosaico correspondiente (Figura N° 11).

¹⁶ Erdas Imagen 9.1 de Leica Geosystems.

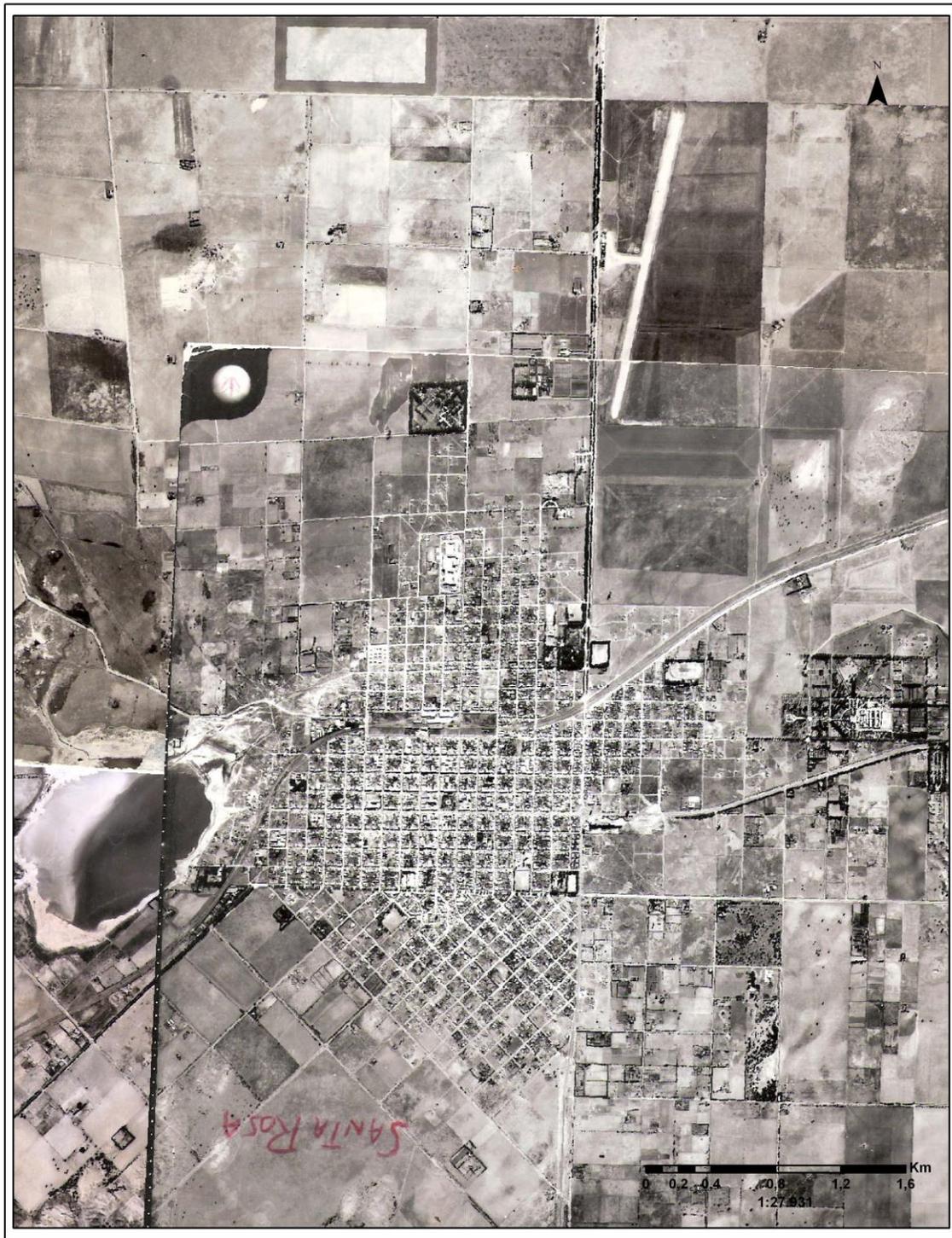


FIGURA N° 10: Mosaico de fotografías aéreas de Santa Rosa del año 1961 en formato analógico.
FUENTE: Elaboración propia a partir de datos suministrados por la Dirección General de Catastro de la provincia de La Pampa.

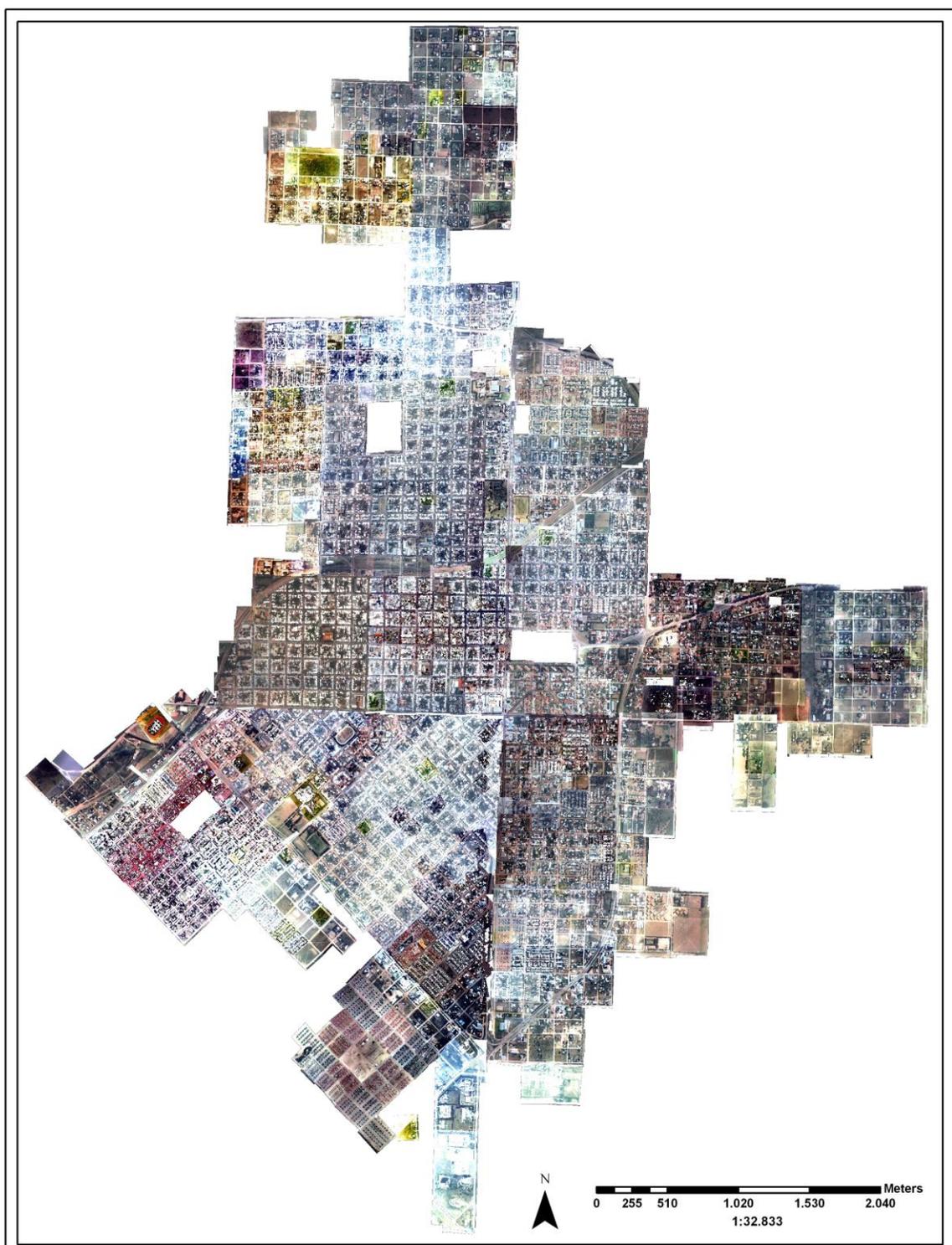
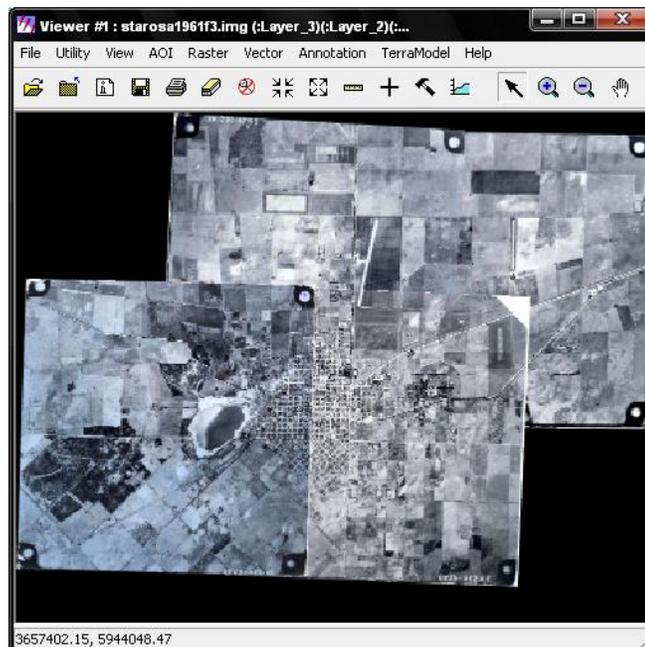


FIGURA N° 11: Mosaico de fotografías aéreas de Santa Rosa del año 1997 en formato digital.
FUENTE: Elaboración propia a partir de datos suministrados por la Dirección General de Catastro de la provincia de La Pampa.

Para realizar el mosaico de las fotografías aéreas, tanto analógicas como digitales, se utilizó el software ERDAS Imagen 9.1. Se deben comenzar a levantar las imágenes que se necesitan para formar el mosaico correspondiente.

Así sucesivamente se van incorporando todas las fotos aéreas necesarias, luego se debe procesar el Mosaico. De esta forma queda generado el mosaico correspondiente al área de estudio, con el cual se realizarán los estudios posteriores y la cartografía final, como se observa en la ventana siguiente:



Finalmente, se llevó a cabo la digitalización quedando constituidos mapas temáticos con las diferentes tramas urbanas según los años representados, analizándolas en forma individual para proceder posteriormente a su superposición. Se fueron cortando los distintos polígonos digitalizados¹⁷ formando las diferentes cuadras de la trama urbana de la ciudad (Figura N° 12). Con el fin de comprender ciertas particularidades del espacio urbano.

¹⁷ El criterio utilizado para realizar la digitalización fue poder realizar un recorte catastral (nivel cuadra) urbano de la ciudad de Santa Rosa.

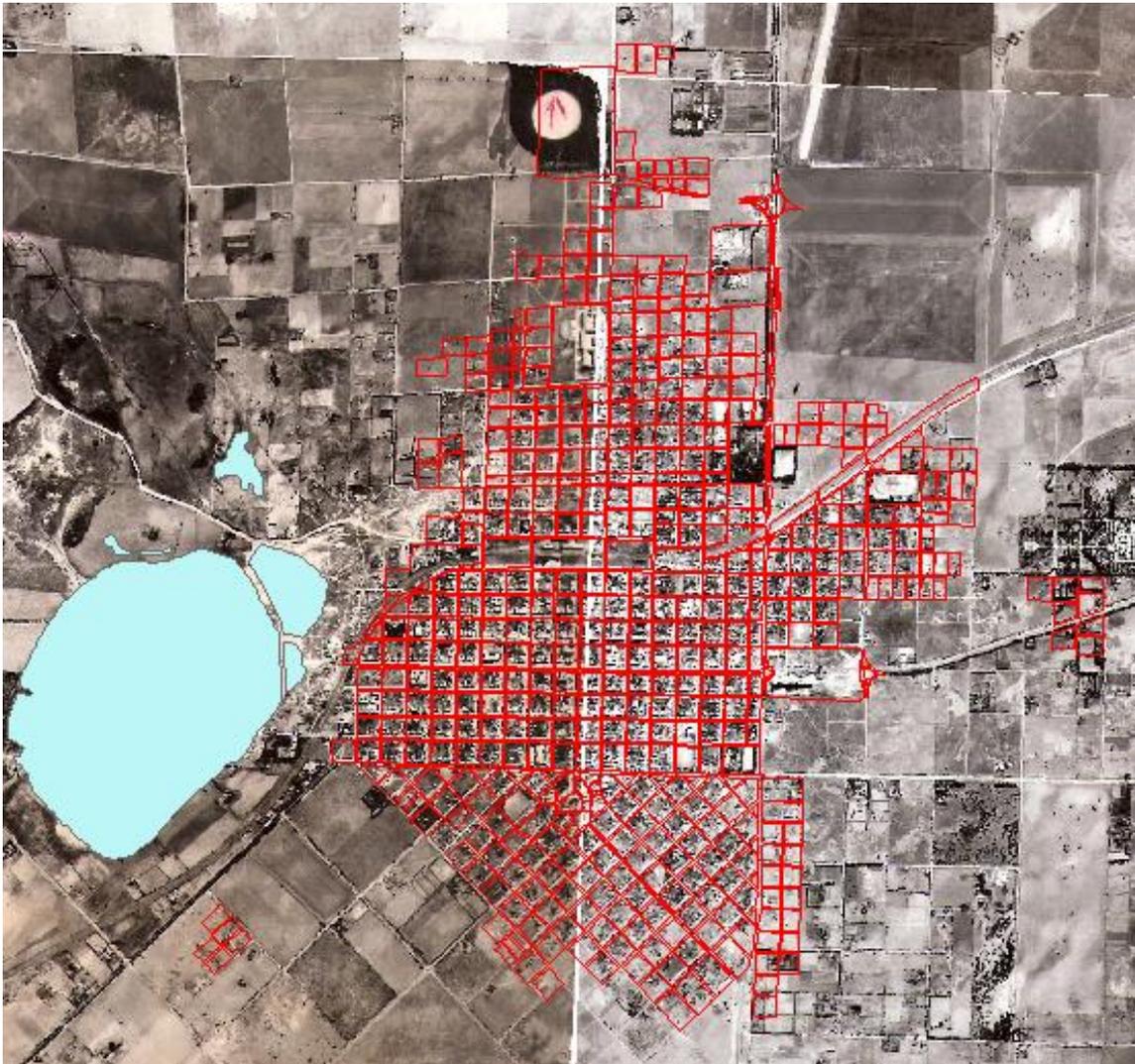


FIGURA N° 12: Digitalización de la trama urbana según el mosaico de las fotografías de 1961
FUENTE: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por la Dirección General de Catastro de la provincia de La Pampa

Con cada mosaico, imagen satelital y mapa se procedió de la misma forma, generando capas que corresponden al crecimiento de la trama urbana de la ciudad de Santa Rosa.

3.2.2. Mosaico de Ortofotos rápidas del Instituto Geográfico Nacional (IGN)

Para analizar los cambios del uso del suelo actual de la ciudad de Santa Rosa, con respecto al estado anterior del mismo, se utilizó un mosaico de ortofotos rápidas¹⁸ suministradas por el IGN (Figura N° 13), generadas en el año 2016. En este caso, se emplean imágenes rectificadas con un modelo de superficie rápida, que posee una grilla de 30 metros, modelo conveniente para la realización de ortofotos tradicionales que corrigen la zona con el criterio de re proyectar pequeñas unidades de terreno.

Este mosaico se utilizó como basé para la corrección de las fotografías aéreas analógicas y digitales y de la cartografía digitalizada. El procedimiento fue explicado en el apartado de 3.2.1. Fotografías Aéreas.

¹⁸ Un mosaico de ortofotos rápidas es básicamente una composición de diferentes fotografías ortorectificadas que poseen coherencia y continuidad entre ellas. Una ortorectificada es una imagen obtenida mediante un proceso donde se emplea un modelo de elevación con la finalidad de eliminar los efectos de perspectiva de la foto generando una imagen semejante a una proyección normal.

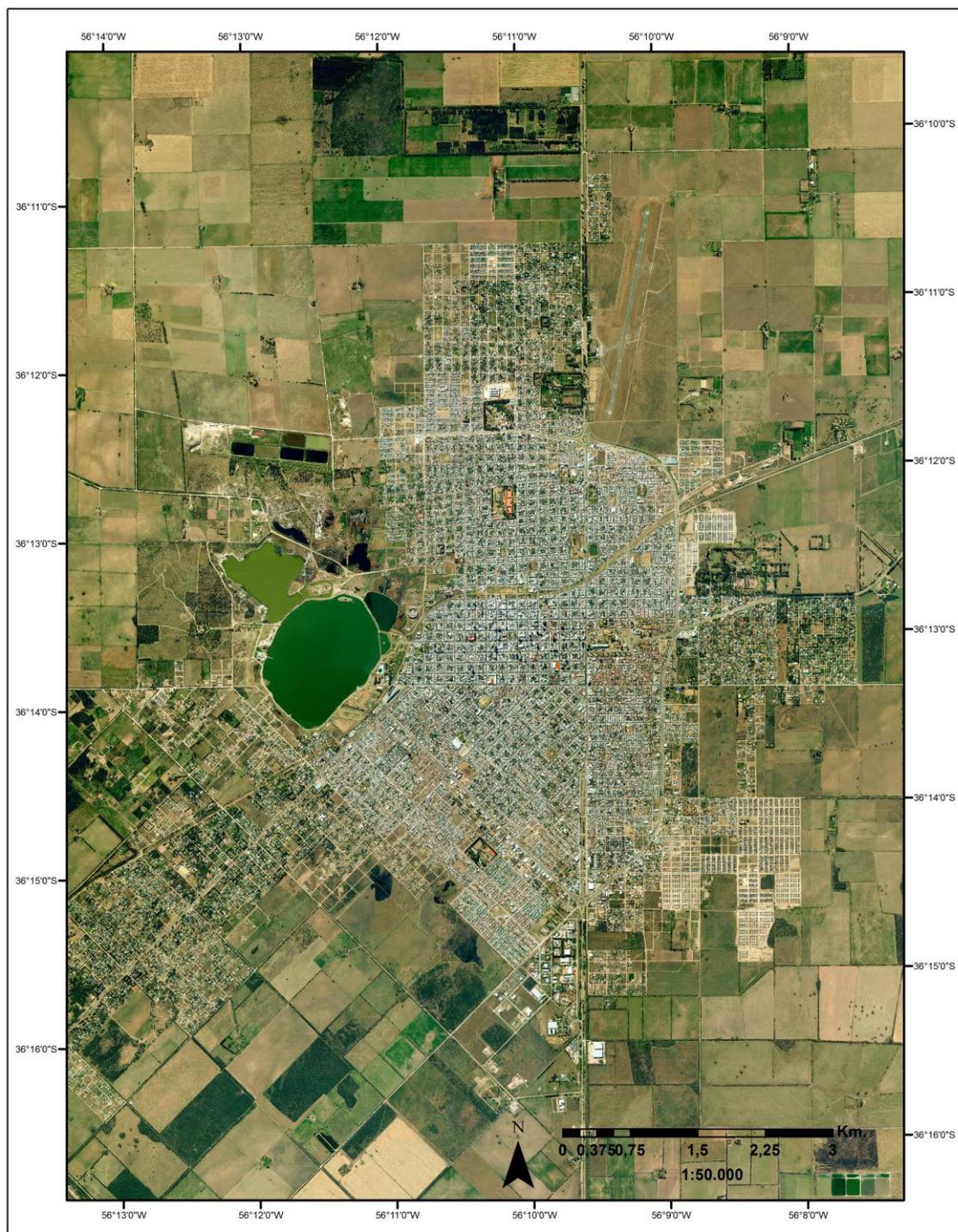


FIGURA N° 13: Mosaico de ortofotos rápidas de la ciudad de Santa Rosa, 2016.
FUENTE: Elaboración propia a partir de imágenes proporcionadas por el Instituto Geográfico Nacional (IGN).

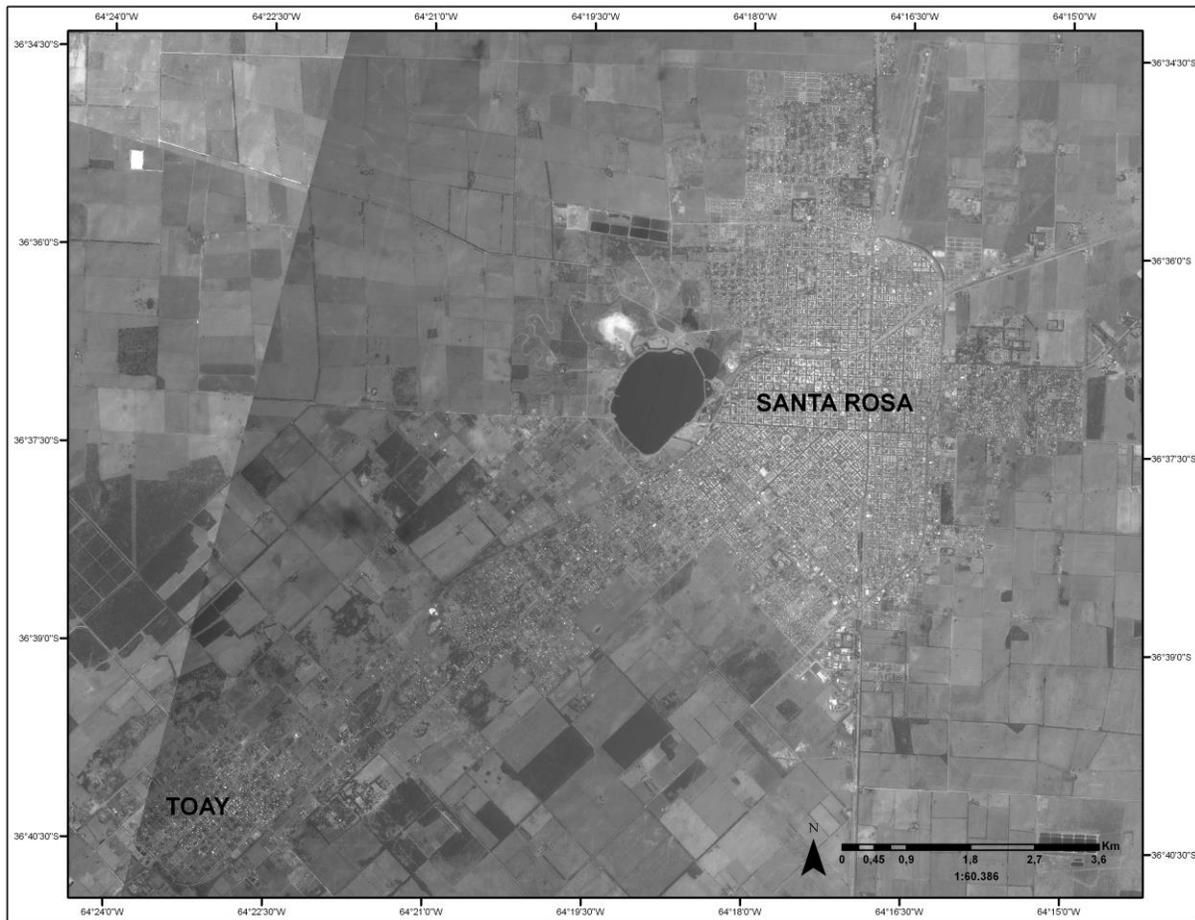
3.2.3. Imágenes satelitales

En las imágenes¹⁹ se pueden observar patrones indicadores de rasgos y eventos que reflejan las características físicas, biológicas y culturales del espacio geográfico. Esta composición puede denominarse “paisaje”. La repetición de patrones bajo las mismas pautas de observación, se asume que representan condiciones similares; y los cambios de los mismos indicaran diferentes condiciones de los objetos observados.

Teniendo en cuenta estos patrones, se determinará el cambio en el uso del suelo a causa de la expansión urbana desde 1956 hasta la actualidad y analizar la evolución del crecimiento, completando de esta forma el avance desde su fundación. Se utilizaron imágenes satelitales pancromáticas del satélite CBERS 2B (CBERS2BHRC_169_E141_20080925) y CBERS4 (CBEERS_4_PAN5M_20160930) todas del sensor HRC con una resolución espacial de 2.5 metros o PAN5 metros (Figura N° 14), e imágenes Landsat TM 5 (LANDSAT_5_TM_20080928_228_085_tiff) y Landsat 8 OLI (LC822808520160922LGN01.tar) con una resolución de 30 metros. Estas imágenes fueron descargadas de la página del Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais de Brasil (INPE) y de la página de la U. S. Geological Survey <https://earthexplorer.usgs.gov/>.

Las imágenes seleccionadas representan condiciones atmosféricas análogas: fueron tomadas en primavera, presentaron valores meteorológicos similares y poseen Índices de Precipitaciones Estandarizados entre 1 y -1, lo que significa que el agua disponible por precipitaciones estuvo dentro de los valores normales. A su vez, se tuvo en cuenta que el ángulo de elevación solar sea similar en todas las imágenes (entre 48° y 52°) para reducir de esta manera la diferencia en el efecto de sombras. De este modo es posible superar uno de los escollos más relevantes en el procesamiento de imágenes de sensores del espectro óptico en análisis multitemporales.

¹⁹ Una imagen es una representación fotográfica o analógica de la superficie terrestre, una *imagen satelital* es una matriz numérica, un arreglo de números ordenados en filas y columnas, esa matriz está conformada por valores de grises (según la resolución radiométrica de la imagen) correspondientes a los valores de la radiación de las diferentes cubiertas de la superficie terrestre.



**FIGURA N° 14: Mosaico imágenes CBERS de la Conurbación Santa Rosa-Toay - 2008 (La Pampa).
FUENTE: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por el INPE –Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais- Brasil.**

Posteriormente se procedió a la calibración radiométrica²⁰ de cada una de las bandas de la imagen Landsat 5 TM (Chander *et al.*, 2009; Chuvieco, 2010) mediante el módulo de corrección *Radiance* del programa Idrisi Los Andes. Este consiste en la conversión de los números digitales a valores de radiancia considerando los coeficientes de calibración disponibles para el satélite y

²⁰ El procesamiento de una imagen satelital para su posterior análisis requiere de una corrección radiométrica, donde transforman la imagen de valores digitales (ND, número digital), proporcionales a la radiancia recibida por el sensor, en valores de reflectancia, porcentaje de radiación reflejada por la superficie y captada por el sensor.

las fechas utilizadas. La ecuación que relaciona los números digitales (ND) de las imágenes con la radiancia es:

$$L = \left(\frac{L_{\max} - L_{\min}}{255} \right) ND + L_{\min}$$

donde L es la radiancia expresada en $\text{Wm}^{-2} \text{sr}^{-1}$.

Se realizaron comparaciones entre imágenes de diferentes fechas para analizar el área de estudio haciéndose necesario realizar una corrección atmosférica para reducir el efecto de la absorción y dispersión de la atmósfera en cada momento y estandarizar los valores a reflectancias. Una de las maneras de proceder es mediante el módulo *Atmosc* del citado programa, utilizando los datos del *header* de las imágenes Landsat en bruto. En esta ocasión se utilizó el Modelo de Sustracción de Objetos Oscuros (Chávez, 1998) que postula que la bruma atmosférica incrementa los ND en áreas de las imágenes de agua limpia, profunda y calma, donde por las características físicas deben presentar valores de reflectancia muy próxima a cero. La diferencia entre el valor teórico y el almacenado por el sensor se sustrae en cada banda, para todos los píxeles de la escena, efectuando de esa manera la corrección.

En el módulo *Atmosc* se carga cada banda por separado, con los siguientes datos: L_{\min} y L_{\max} para la banda (expresados en $\text{mW cm}^{-2} \text{sr}^{-1} \mu\text{m}^{-1}$: milliWatts por centímetro cuadrado por estereoradian y por micrón), elevación del sol, ángulo de la imagen, punto medio de la longitud de onda de cada banda y valores de ND de cuerpos oscuros presentes en la imagen. Para el ND del objeto oscuro se buscan los valores en las áreas de reflectancia cero conocidas, como las aguas profundas. Así, mediante el modelo se estiman los efectos atmosféricos sobre la radiación de onda corta y permite corregir los valores principalmente de las primeras bandas, con el beneficio agregado de que compensa las variaciones en ángulos de elevación solar según el momento del año (Adams y Gillespie, 2006; Chuvieco, 2010). La fórmula propuesta se plantea como:

$$\rho_k = \frac{D\pi(L_{sen,k} - L_{a,k})}{E_{o,k} \cos \theta_i \tau_{k,i}}$$

donde D es el factor corrector de la distancia Tierra-Sol, $L_{sen,k}$ corresponde a la radiancia espectral recibida por el sensor en la banda k , $L_{a,k}$ es la radiancia atmosférica debida a la dispersión y se estimaría a partir del valor mínimo o de un objeto de reflectividad nula, $E_{o,k}$ es la irradiancia solar en el techo de la atmósfera (para esa banda del espectro), θ_i es el ángulo cenital del flujo incidente y $\tau_{k,i}$ es la transmisividad atmosférica que afecta al rayo incidente.

Las imágenes Landsat 8 OLI consisten en una serie cuantificada y calibrada de niveles digitales que pueden ser reescalados a valores de radiancia y reflectancia usando para ellos los coeficientes radiométricos provistos en el archivo de metadato (_MTL.txt), como se describe a continuación:

$$L_\lambda = \text{“gain” (DN)} + \text{“offset”}$$

L_λ = Radiancia

Gain= ganancia de los niveles digitales (ND).

Offset= Pérdidas o excesos.

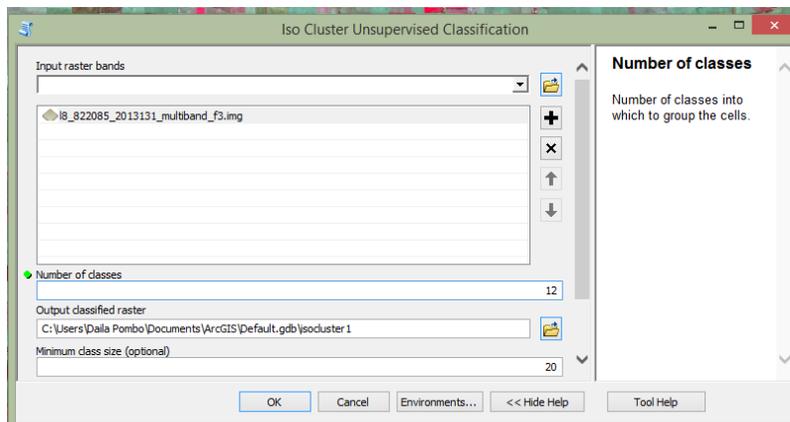
De esta forma se buscan las ganancias y las pérdidas de las bandas que componen la imagen en los Metadatos y se procede con la corrección.

Al finalizar con las correcciones, las imágenes fueron reproyectadas al Sistema Gauss Krügger faja 3, como todas las fotografías y la cartografía tratada anteriormente. De esta forma, tener todo el material de trabajo en el mismo sistema de proyección.

El paso previo a la elaboración del mapa de uso de suelo urbano de la ciudad de Santa Rosa, sobre la base de la información contenida en las bandas espectrales 764²¹ de la imagen

²¹ Se utilizaron esas bandas espectrales de la imagen Landsat OLI 8, ya que todas ellas tienen la misma resolución espacial de 30 metros (B4: rojo, B6: SWIR –Infrarrojo de onda corta–1, B7: SWIR 2). Además, porque esta es la Combinación Falso Color que diferencia mejor la cubierta urbana.

Landsat OLI 8 seleccionada, se aplicó inicialmente un método de clasificación no supervisada mediante la herramienta Iso Cluster del SIG ArcGis y se obtuvieron 12 conglomerados (*clusters*) conformados por píxeles con comportamiento espectral homogéneo. A partir de ellos fue posible extraer las clases temáticas de nuestro interés sobre las cuales se adquirieron las firmas espectrales²² correspondientes. De esta clasificación se seleccionaron los píxeles de las clases que se encontraban claramente superpuestos sobre usos del suelo urbano y a partir de ahí poder comparar y realizar una interpretación visual, además de salidas a campo (corroborar el resultado) y obtener así el mapa final.



De esta forma se genera un archivo (imagen) nuevo (Figura N° 15), donde crea agrupamientos espectrales o clusters. Esta herramienta combina las funcionalidades de las herramientas Cluster ISO y clasificación de máxima verosimilitud.

²² El comportamiento teórico o la respuesta modelo de cada uno de los objetos con la interacción con la energía, expresada en la resultante de energía reflejada, es lo que se denomina firmas espectrales, las cuales ayudan a identificar cada uno de los objetos de la superficie de la tierra, por cuanto cada uno de los objetos tiene una respuesta espectral única.

Las firmas espectrales o curvas características son entonces representación de la energía reflejada en relación a las longitudes de onda, consideradas sin el efecto atmosférico de la trayectoria objeto-sensor, y medida en condiciones ideales de ángulo incidente.

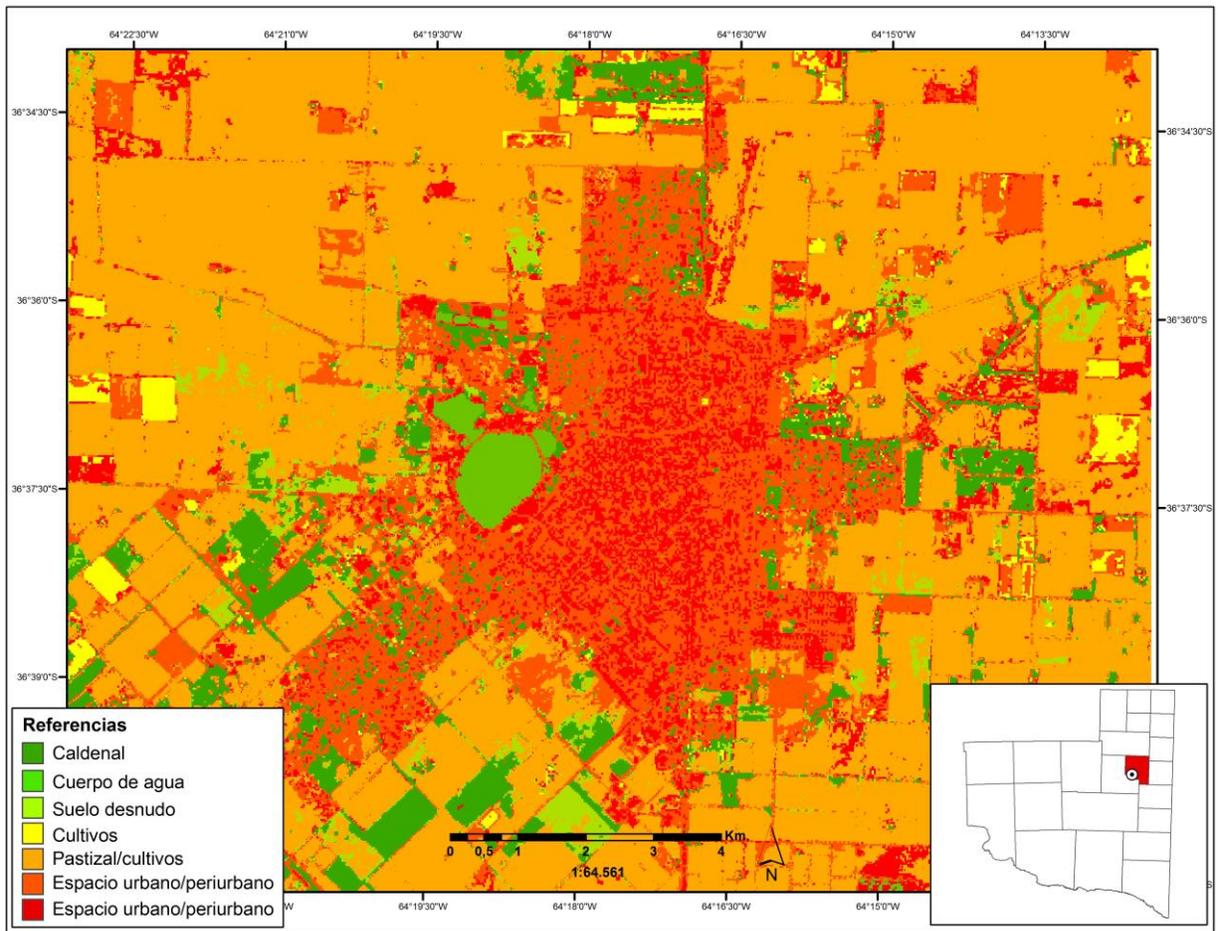


FIGURA N° 15: Clasificación No Supervisada de la imagen Landsat OLI 8 de la ciudad de Santa Rosa – La Pampa.

FUENTE: Elaboración propia.

Se han propuesto numerosos algoritmos para crear estos cluster pero, la herramienta Cluster ISO utiliza un procedimiento de clustering de optimización iterativo modificado, también conocido como la técnica de migración de valor medio. El algoritmo separa todas las celdas del número de grupos unimodales distintos especificado por el usuario en el espacio multidimensional de las bandas de entrada. Esta herramienta se utiliza generalmente como preparación para la clasificación no supervisada.

El prefijo ISO del algoritmo de clustering de isodatos es una abreviatura para la manera iterativa auto-organizable de realizar un clustering. Este tipo de clustering utiliza un proceso en el que, durante cada iteración, todas las muestras se asignan a centros de cluster existentes y se

vuelven a calcular nuevos valores medios para cada clase. Generalmente, se desconoce la cantidad óptima de clases a especificar. Por lo tanto, se recomienda introducir un número alto cauteloso, analizar los clusters resultantes y volver a ejecutar la función con una cantidad de clases reducida.

El algoritmo del Cluster ISO es un proceso iterativo para calcular la distancia euclidiana mínima cuando se asigna cada celda candidata a un cluster. El proceso comienza con la asignación de valores medios arbitrarios por parte del software, una para cada cluster. Cada celda se asigna lo más cercana posible a estos valores medios (todas en el espacio de atributos multidimensional). Los nuevos valores medios se vuelven a calcular para cada cluster en base a las distancias de los atributos de las celdas que pertenecen al cluster después de la primera iteración. El proceso se repite: cada celda se asigna al valor medio más cercano en el espacio de atributos multidimensional, y los nuevos valores medios se vuelven a calcular para cada clúster basándose en la pertenencia de las celdas de la iteración. Puede especificar la cantidad de iteraciones del proceso mediante el número de iteraciones.

A partir de las fotografías aéreas y las imágenes satelitales analizadas se ha obtenido la cartografía del suelo urbano mediante interpretación visual empleando como criterios el brillo, la textura y el color como se explicó en el punto anterior.

3.2.4. Determinación de cambios: cartografía de uso del suelo urbano.

El análisis espacial es una poderosa herramienta para analizar los cambios en el uso del suelo urbano orientado principalmente a explorar los variados mecanismos que fuerzan los cambios de uso del suelo y las variables sociales, económicas y espaciales que conducen a esto. Asimismo, se logra proyectar los principales impactos ambientales y socioeconómicos derivados de estos, además de permitir evaluar la influencia de alternativas políticas sobre los patrones de desarrollo y uso del suelo, en este caso urbano y periurbano.

Para visualizar y desarrollar los cambios de uso del suelo, se utiliza una metodología basada en el relevamiento, la utilización y la elaboración de cartografía por medio de la aplicación de la matriz de tabulación cruzada.

Para poder realizar el análisis espacial y temporal se consideró las categorías del uso del suelo para dos años, 1956 y 2016. Se utilizó la matriz de transición propuesta por Pontius et al. (2004) o también denominada matriz de tabulación cruzada, que es resultado de cruzar dos mapas de diferentes fechas.

La tabulación cruzada del tiempo 0 y del tiempo 1 permite obtener una matriz de cambios (Figura N° 16), en donde las filas representan las categorías del mapa en el tiempo 0 (t_0) y las columnas las categorías del mapa en el tiempo 1 (t_1). La diagonal principal muestra la cantidad total del paisaje estable entre una fecha y otra, mientras que fuera de la diagonal se encuentran las transiciones de ambos tiempos para cada categoría.

Después de indicar las categorías del tiempo 0 (t_0) y del tiempo 1 (t_1), se indican los totales ocupados por cada categoría en los respectivos tiempos. Luego con la información de la matriz, se calculan las ganancias, las pérdidas y el cambio total para realizar un estudio detallado de los cambios.

La ganancia (G_{ij}) es la diferencia entre la columna del total del tiempo 1 (P_{+j}) y la persistencia (P_{ij}). La pérdida (L_{ij}) es la diferencia entre la fila del total del tiempo 0 (P_{j+}) y la persistencia (P_{ij}).

Para calcular el cambio total (C_j) para cada categoría se establece la suma de las ganancias y las pérdidas.

		Tiempo 2						
Tiempo 1	1	2	3	4	5	6	7	
1		Clase 1	Clase 2	.....	Clase n	Total T_1	Pérdidas (L_{ij})
2	Clase 1	P_{11}	P_{12}	.....	P_{1n}	$P_{1\cdot}$	$P_{1\cdot} - P_{11}$
3	Clase 2	P_{21}	P_{22}	.....	P_{2n}	$P_{2\cdot}$	$P_{2\cdot} - P_{22}$
4	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
5	Clase n	P_{n1}	P_{n2}	.....	P_{nn}	$P_{n\cdot}$	$P_{n\cdot} - P_{nn}$
6	Total T_2	$P_{\cdot 1}$	$P_{\cdot 2}$	.....	$P_{\cdot n}$	P	
7	Ganancias (G_{ij})	$P_{\cdot 1} - P_{11}$	$P_{\cdot 2} - P_{22}$	.....	$P_{\cdot n} - P_{nn}$		

FIGURA N° 16: Matriz de tabulación cruzada para dos mapas de diferentes fechas.
FUENTE: Pontius et al. (2004).

En definitiva, la evolución de los usos del suelo para el periodo 1956 - 2016 del área de estudio queda indicada en la Tabla 3. En donde se detallan la cantidad de hectáreas y su porcentaje para cada una de las categorías además, se puede observar como ha cambiado la cantidad de superficie.

TABLA 3. Evolución del uso del suelo en superficie y porcentaje entre 1956 y 2016

Estables 10439,01		2016					Total 1956	Pérdidas
		Agricultura	Espacio Urbano	Espacio Periurbano	Forestación	Zona Industrial			Horticultura
1956	Agricultura	8101,82	15	30	0	0,9	14987,32	45,9
	Espacio Urbano	0	1924,32	0	0	0	1043,23	0
	Espacio Periurbano	0	0	162	0	0	162	0
	Forestación	10	5,97	70	140,30	0	1000,25	85,97
	Zona Industrial	0	0	0	0	110,57	110,57	0
	Horticultura	50	20	30	0	0	1952	100
Total 2016		8101,82	1924,32	1033,58	140,30	167,43	11367,45	231,87
Ganancias		0	45,78	84,33	0	33,96	164,07	

FUENTE: Elaboración propia.

La sumatoria de los valores de persistencia (indicados en la diagonal) establece que un total de 10.439,01 has. mantuvieron su categoría de ocupación. Al analizar los resultados de ganancias y pérdidas, los mismos indican un notable crecimiento (como se indicó anteriormente) en el uso periurbano y urbano en detrimento del forestal.

Se generaron dos mapas resultados, correspondientes a los años 1956 y 2016 (perteneciente al uso del suelo actual). El primer mapa (Figura N° 17), confeccionado según el

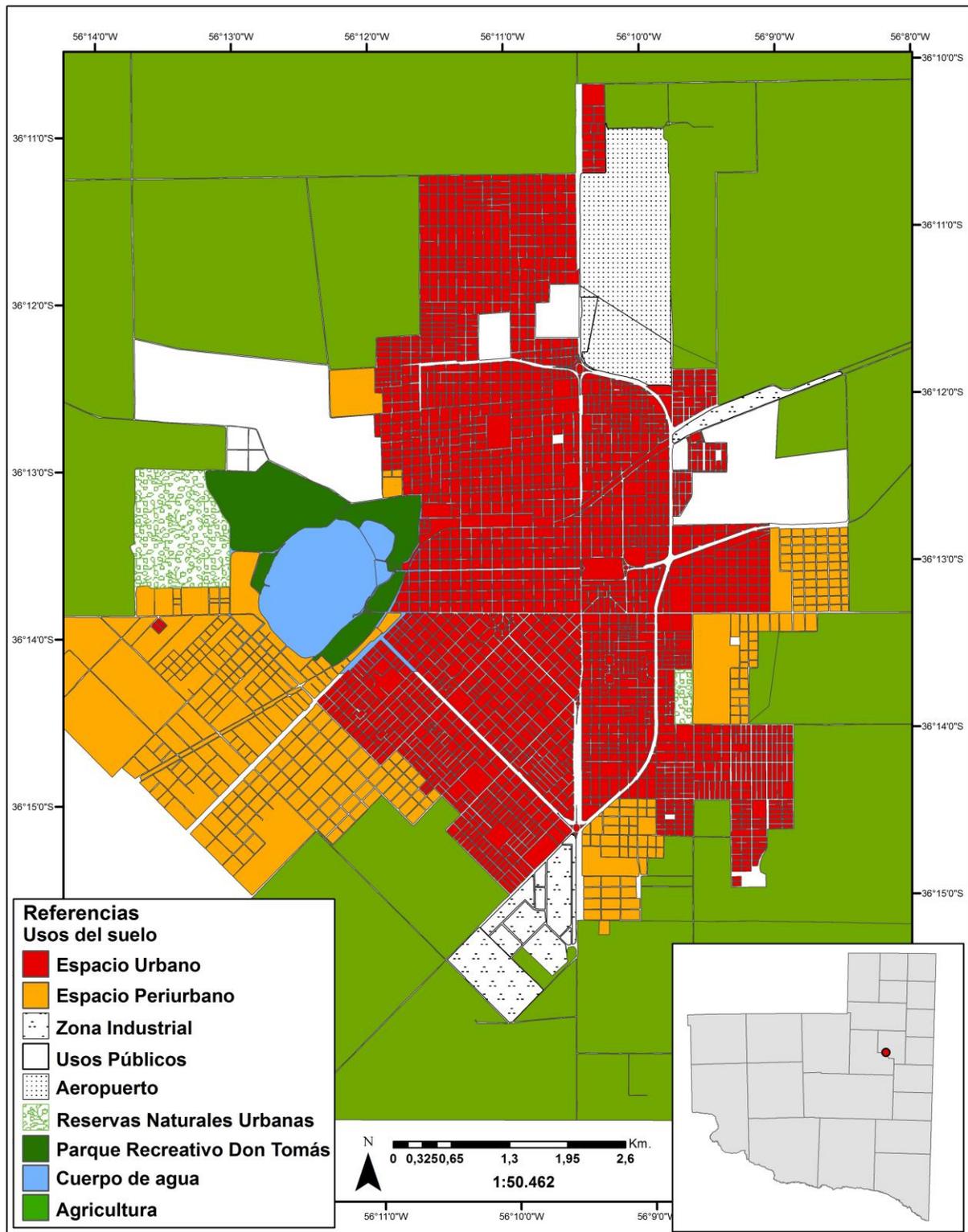
Plan Regulador de 1956 por el Municipio de la ciudad de Santa Rosa, da una impresión de regionalización a grandes rasgos de los usos del suelo urbano de la capital provincial.



FIGURA N° 17: Plano del uso del suelo urbano de la ciudad de Santa Rosa - 1956.

FUENTE: Elaboración propia a partir de datos extraídos del Plan Regulador de la ciudad de Santa Rosa del año 1956.

En cuanto al segundo mapa (Figura N° 18), correspondiente al uso del suelo urbano actual de la ciudad, se realizó a partir de la interpretación de diferentes imágenes satelitales además, del ya mencionado mosaico de ortofotos rápidas del Instituto Geográfico Nacional (IGN). Este último se utilizó para corroborar los últimos cambios de uso del suelo urbano-periurbano.



**FIGURA N° 18: Plano del uso del suelo actual urbano de la ciudad de Santa Rosa.
FUENTE: Elaboración propia.**

En esta figura, se observan cambios drásticos en el uso del suelo de la ciudad, aumentando considerablemente la superficie dedicada a espacio urbano (casi un 50%) y periurbano (más de un 80%) (Tabla 4).

TABLA 4. Superficie y porcentaje de los diferentes usos del suelo urbano

Uso del suelo	1956 (ha.)	2016 (ha.)	%
Agricultura/Cultivos	14987,32	8101,82	-45,9
Espacio Urbano	1043,23	1924,32	45,78
Espacio Periurbano	162	1033,58	84,33
Forestación	1000,25	140,30	-85,97
Zona Industrial	110,57	167,43	33,96
Horticultura	1952	0	-100

FUENTE: Elaboración propia.

En el tercer mapa confeccionado (Figura N° 19), se visualizan los cambios en los usos del suelo urbano. Uno de los cambios profundos cartografiados es la disminución en más del 80% de las áreas forestales. Esta zona se caracteriza por haber estado cubierta por caldenes, una especie endémica de la República Argentina (Tabla 4).

El bosque de caldén pampeano integra la provincia fitogeográfica del Espinal. La Pampa ha perdido más de las dos terceras partes de su bosque de caldén original, y la fracción que aún resiste presenta marcados signos de fragmentación. En la ciudad se están ejecutando algunos proyectos de conservación del mismo, como por ejemplo, la Reserva Natural Los Caldenes y en la Estancia La Malvina (Reserva Natural Urbana).

Como consecuencia del cambio de uso del suelo natural o rural a uso urbano se produce importantes transformaciones, como por ejemplo el aumento de la escorrentía superficial.

Otro de las grandes modificaciones producidas es que ya no existe un sector rural de alta densidad como es el de la horticultura para abastecimiento de las ciudades circundantes, Santa Rosa y también Toay. Ciudades deben abastecerse de los productos esenciales de mercados alejados.

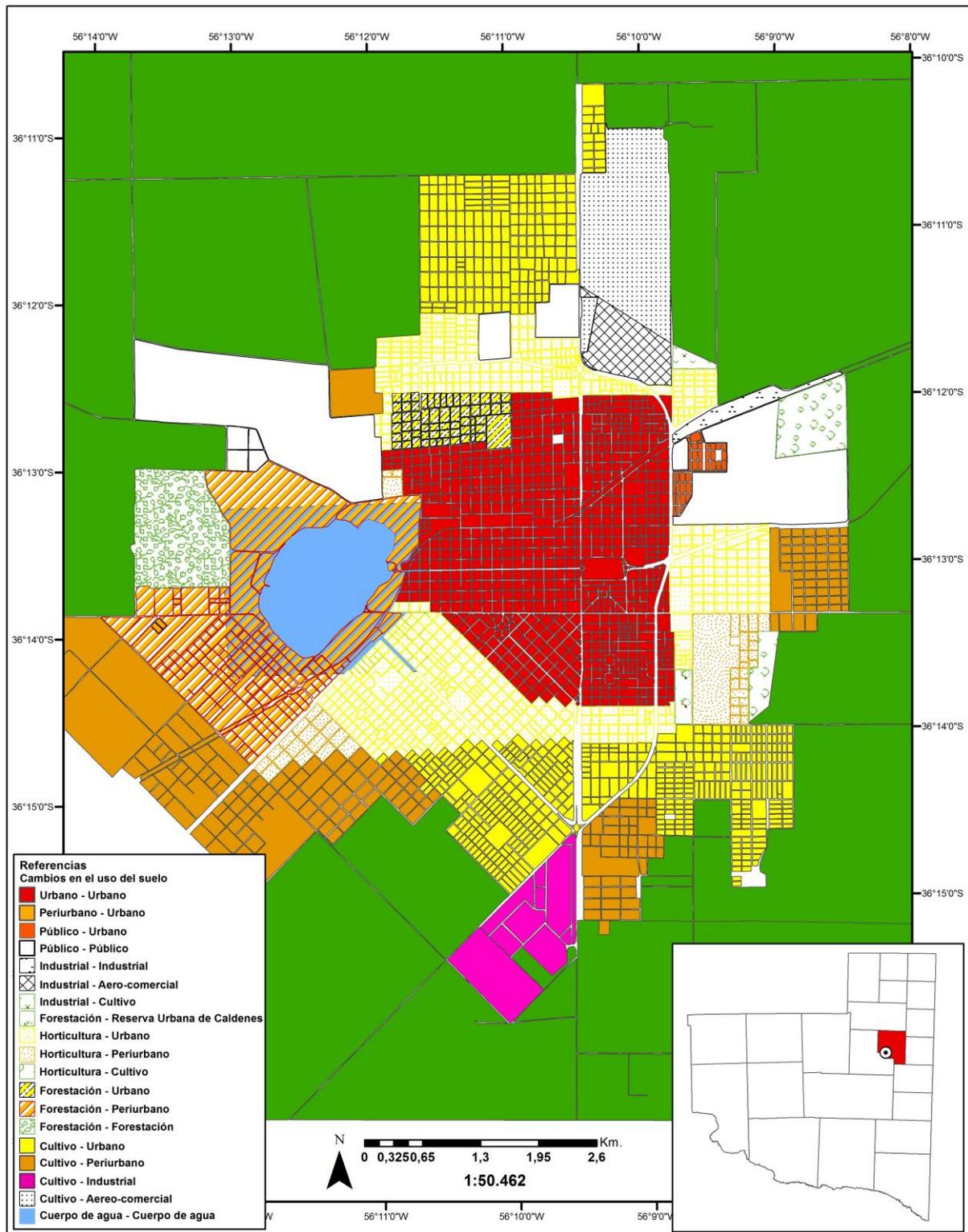


FIGURA N° 19: Plano de los cambios en el uso del suelo urbano de la ciudad de Santa Rosa.
FUENTE: Elaboración propia.

El espacio periurbano creció en un 84,33%. Es un porcentaje elevado, pero se ha evidenciado en estos últimos 20 años, ya que el crecimiento urbano ha sido acelerado y la población ha optado por instalarse a vivir en las zonas más alejadas al centro de la ciudad, buscando la tranquilidad, espacios verdes, la naturaleza.

Ya no alcanza con que un terreno disponga de servicios básicos, infraestructura, accesibilidad, escuelas y centros sanitarios cercanos para fijar sobre este un valor en el mercado. Incluso, varió la ecuación que vinculaba el costo del suelo según la distancia al centro de la ciudad. Hoy, estos nuevos clientes buscan alejarse de una ciudad no contenedora e insegura y tomar contacto con la naturaleza.

CAPÍTULO 4

4.1. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1.1. Determinación de cambios: cartografía del crecimiento urbano.

Se determinó la extensión y evolución de la mancha urbana, para poder establecer los cambios en el uso del suelo, del rural (actividades hortícolas –que abastecen a la ciudad– y agrícolas) al urbano (actividades terciarias propias de estos espacios y residenciales). De esta forma se obtuvieron diferentes mapas temáticos, en donde se representó la extensión de la trama urbana y se visualizaron los cambios en el uso del suelo, además de la pérdida de tierras para las actividades agrícolas.

El plano de la ciudad al momento de su fundación, año 1892, como se observa en la Figura N° 20, se visualiza la plaza principal, actualmente General San Martín, y a partir de ahí se abre un eje de edificación Norte-Sur, sobre la calle Coronel Gil, y otro menor sobre la calle 25 de Mayo. Ubicándose la plaza principal en el centro de la ciudad, concentrándose alrededor de ella las actividades urbanas.

Hacia noviembre de 1901 Santa Rosa poseía 5.000 habitantes aproximadamente, esto llevo a que los vecinos, mediante un petitorio elevado al Honorable Congreso de la Nación, fuera declarada capital definitiva del territorio (Figura N° 21).

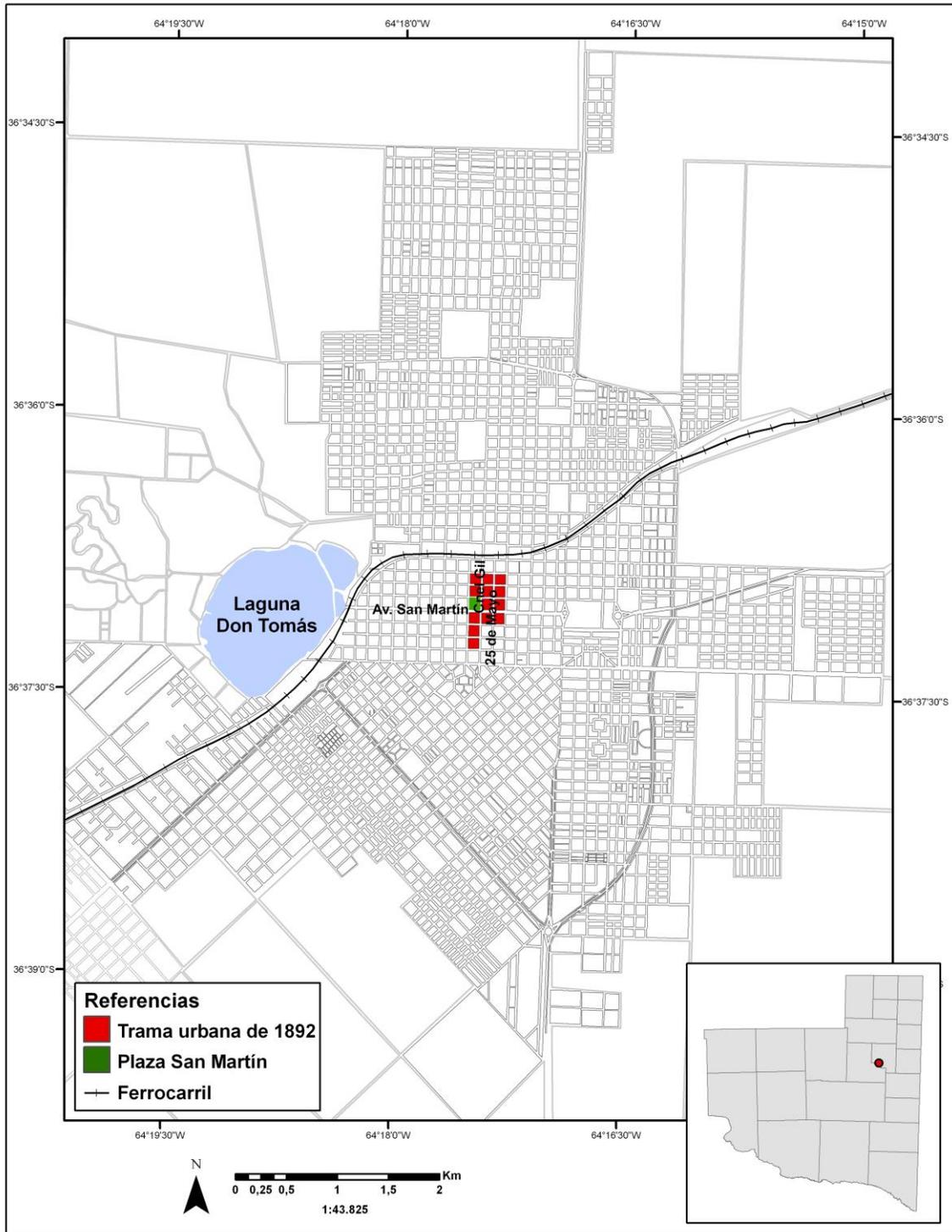


FIGURA N° 20: Plano de la ciudad de Santa Rosa al momento de su fundación - 1892.
FUENTE: Elaboración propia a partir de datos extraídos del libro “Santa Rosa. Geografía Histórica”,
Covas y otros - 1986.

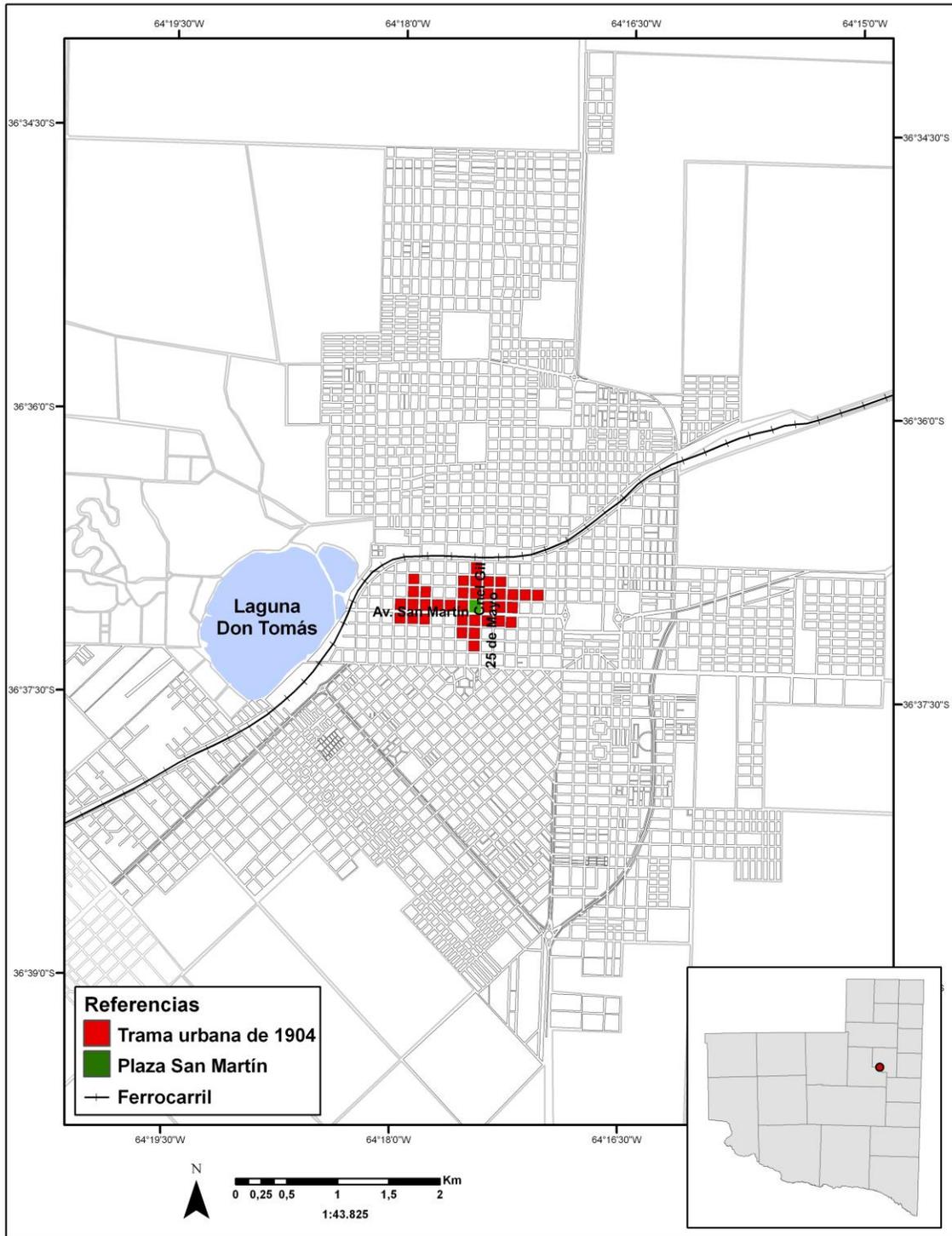


FIGURA N° 21: Plano de la ciudad de Santa Rosa en 1904.
FUENTE: Elaboración propia a partir de datos extraídos del libro “Santa Rosa. Geografía Histórica”,
 Covas y otros - 1986.

Entre 1920 y 1930 se observa que las construcciones han sobrepasado los límites anteriores comenzando a poblarse la Zona Norte, Villa Alonso, Barrio Fitte y Villa Santillán (Figuras N° 22 y 23). Sobrepasando los límites de la zona centro actual.

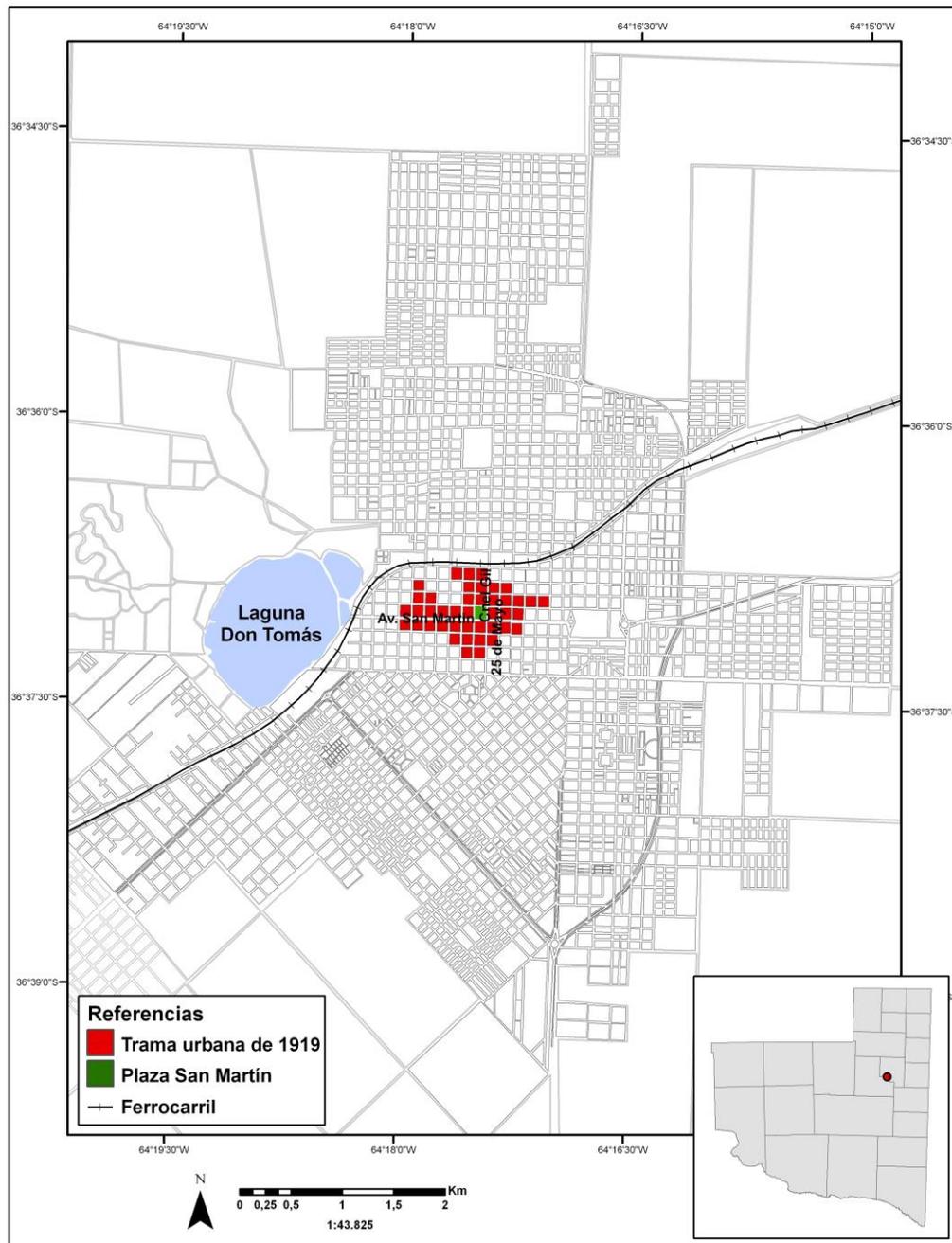


FIGURA N° 22: Plano de la ciudad de Santa Rosa en 1919.
FUENTE: Elaboración propia a partir de datos extraídos del libro “Santa Rosa. Geografía Histórica”, Covas y otros - 1986.

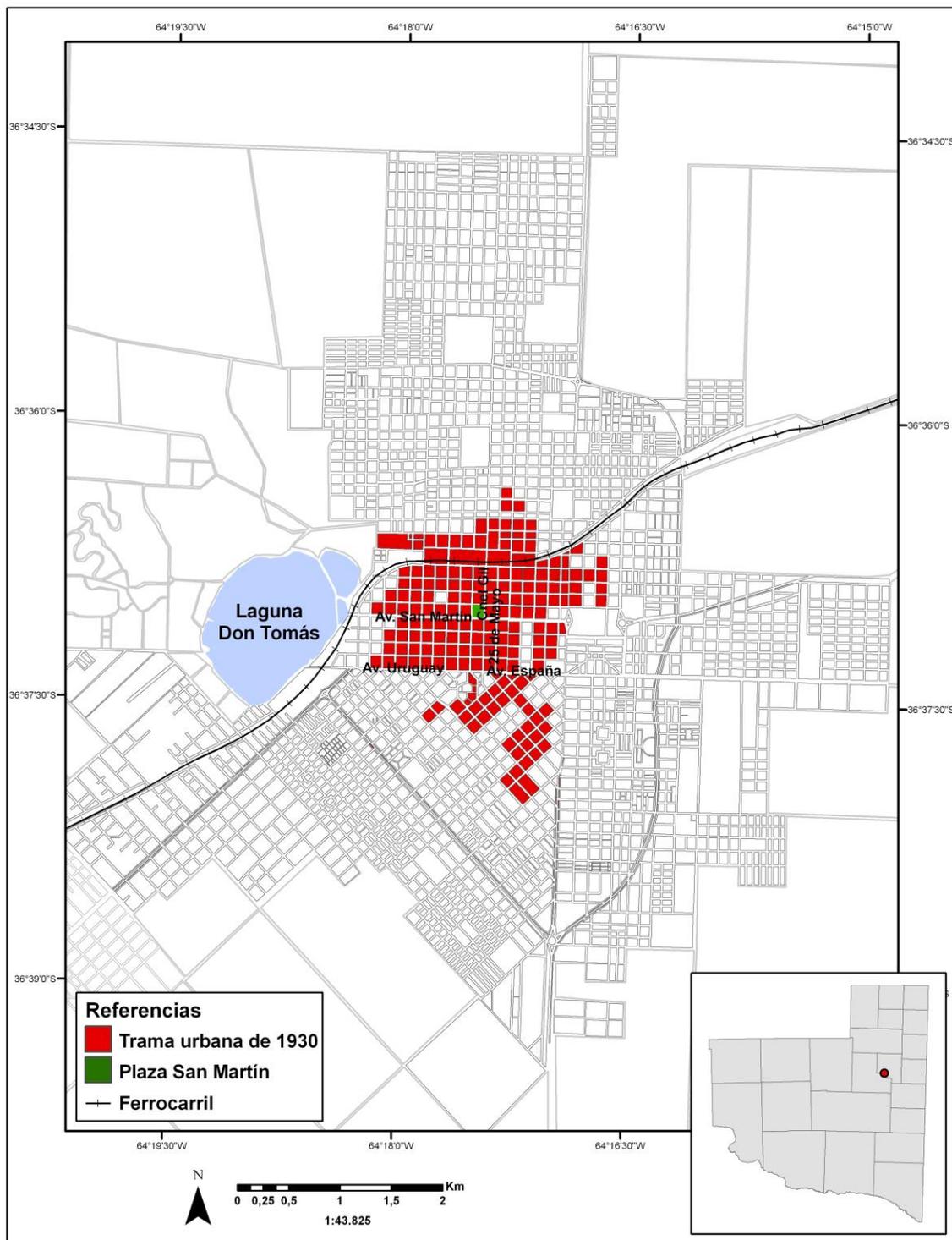


FIGURA N° 23: Plano de la ciudad de Santa Rosa en 1930.
FUENTE: Elaboración propia a partir de datos extraídos del libro “Santa Rosa. Geografía Histórica”, Covas y otros - 1986.

La división producida por el ferrocarril se hará notoria a partir de este momento, por dos razones: hacia el sur se concentrarán los comercios principales, las instituciones administrativas, culturales y hacia el norte recién comienza a edificarse. De esta forma comienza a extender la ciudad.

En 1951, La Pampa y otros territorios nacionales logran su provincialización, que se concreta definitivamente cuando en 1952 se dicta la primera Constitución Provincial (Figura N° 24). Comienza así un nuevo período, sobre todo para la ciudad de Santa Rosa, que acrecienta su jerarquía de primer centro urbano, transformándose en una ciudad eminentemente administrativa y de prestación de servicios terciarios. Desde entonces la ciudad de Santa Rosa pasa a ser la capital de la Provincia.

Durante este período la ciudad sigue un sostenido proceso de expansión y aquí confluyen factores regionales, nacionales e internacionales. Todo esto: provincialización, conflicto mundial²³, industrialización, convergen para que Santa Rosa duplique en 13 años su población. El Censo Nacional de 1960 le adjudica 25.276 habitantes y 34.847 habitantes el de 1970, observándose hacia el Norte que la ciudad se ha expandido. Hacia el Sur se ha extendido muy poco, pero se ha compactado la edificación (Figura N° 25).

Desde 1960 la ciudad se ha expandido y la población ha aumentado considerablemente. El censo de 1980 arroja la cantidad de 52.560 habitantes (Figuras N° 26 y 27).

²³ El periodo 1946-1957 trajo otra ola masiva de inmigrantes a la Argentina, siendo la provincia de La Pampa receptora de la corriente migratoria. Alemanes, Italianos, Judíos entraron al país en cambio, los españoles fue después su llegada de la Guerra Civil Española (1936-1939).

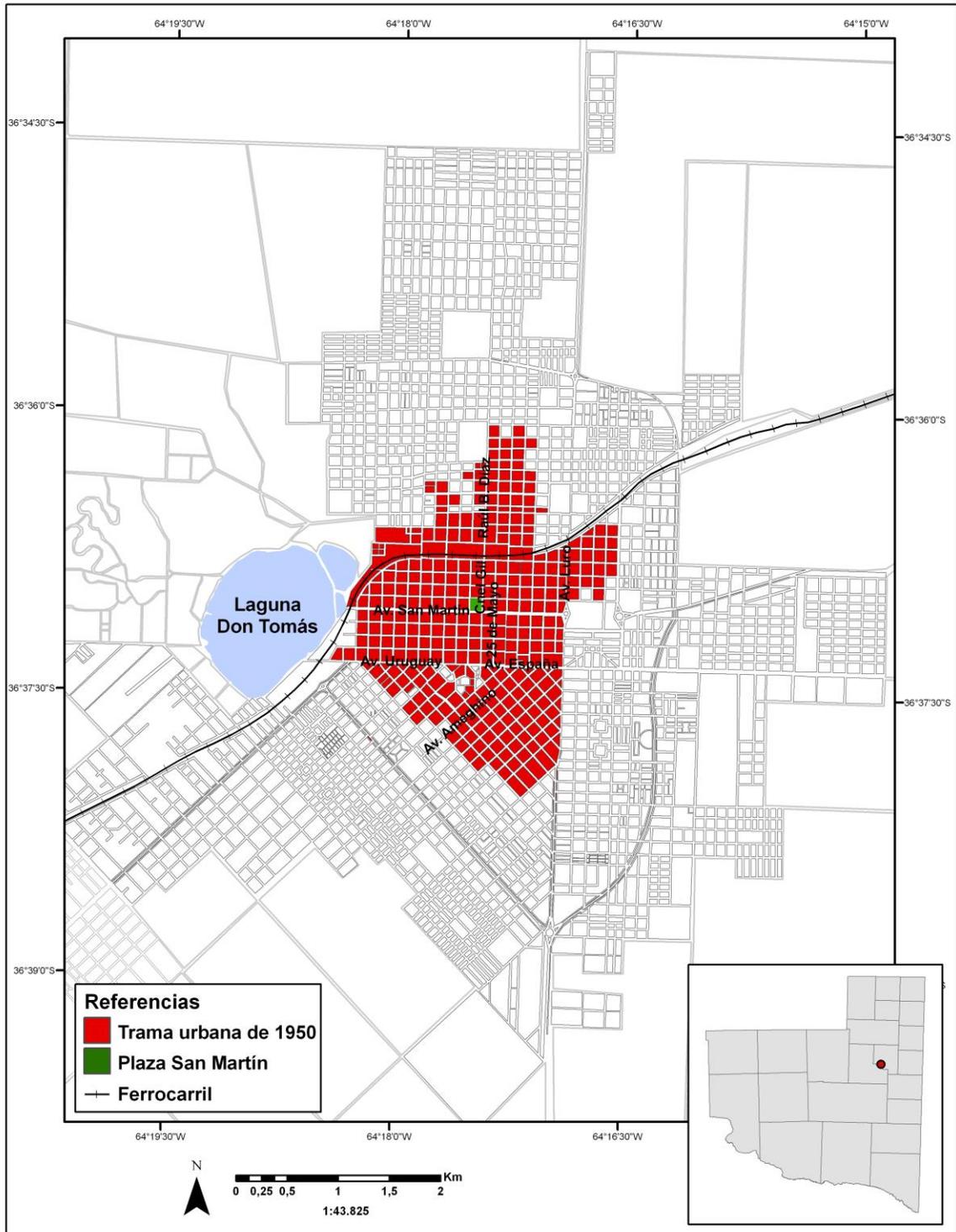


FIGURA N° 24: Plano de la ciudad de Santa Rosa en 1950.

FUENTE: Elaboración propia a partir de datos extraídos del libro “Santa Rosa. Geografía Histórica”, Covas y otros - 1986.

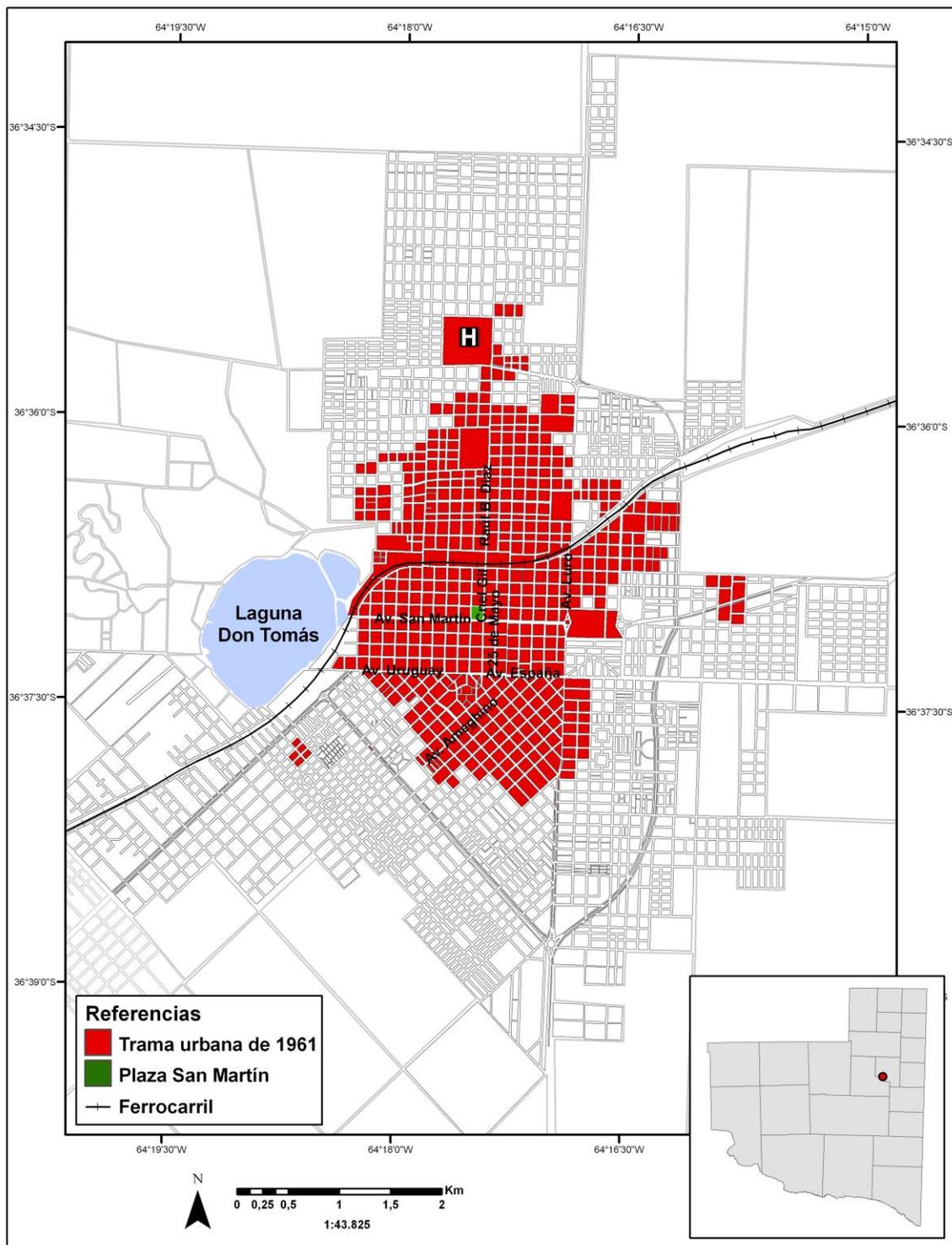


FIGURA N° 25: Plano de la ciudad de Santa Rosa en 1961.

FUENTE: Elaboración propia a partir de la elaboración del mosaico de fotografías aéreas suministradas por la Dirección General de Catastro de la provincia de La Pampa.

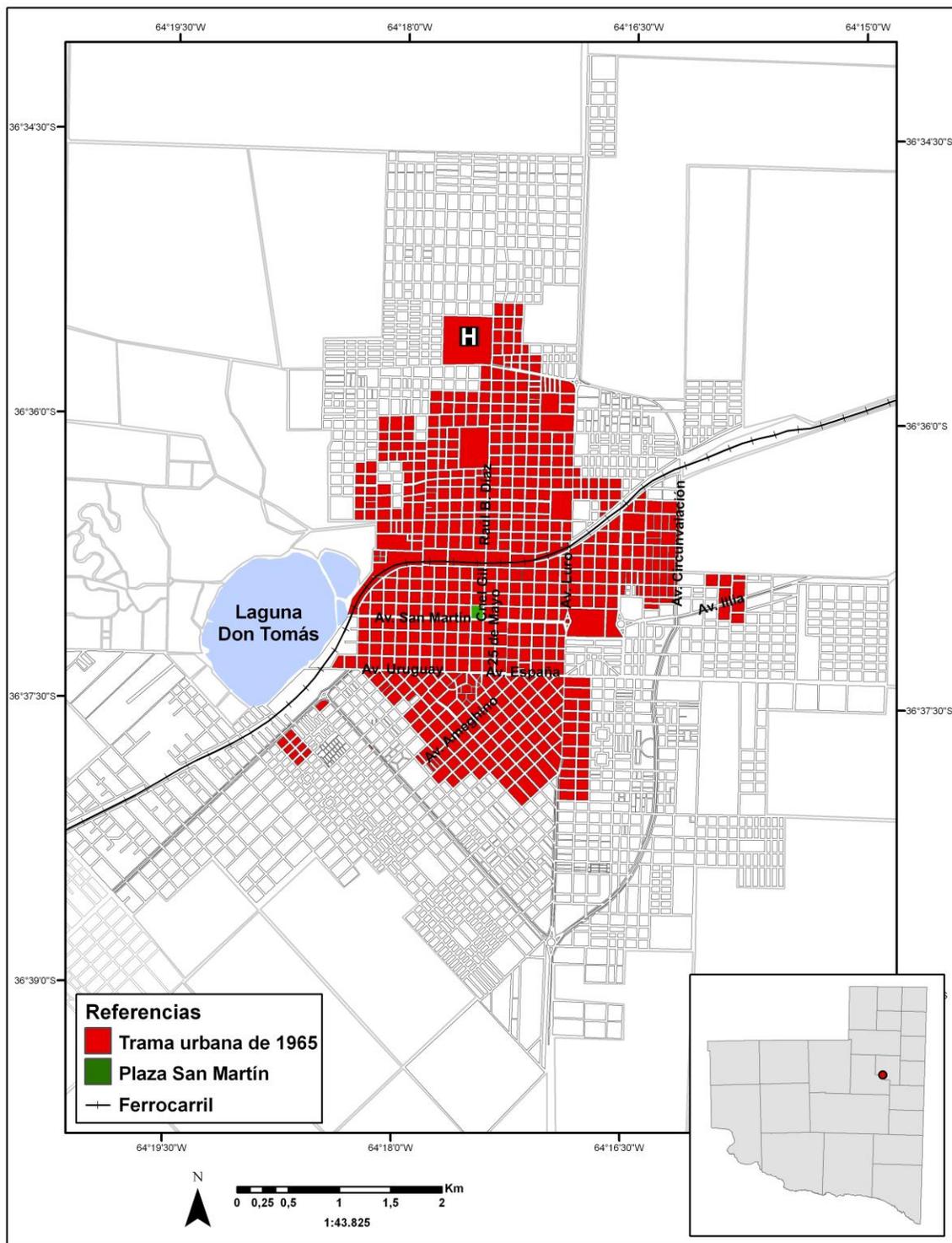


FIGURA N° 26: Plano de la ciudad de Santa Rosa en 1965.

FUENTE: Elaboración propia a partir de datos extraídos del libro “Santa Rosa. Geografía Histórica”, Covas y otros - 1986.

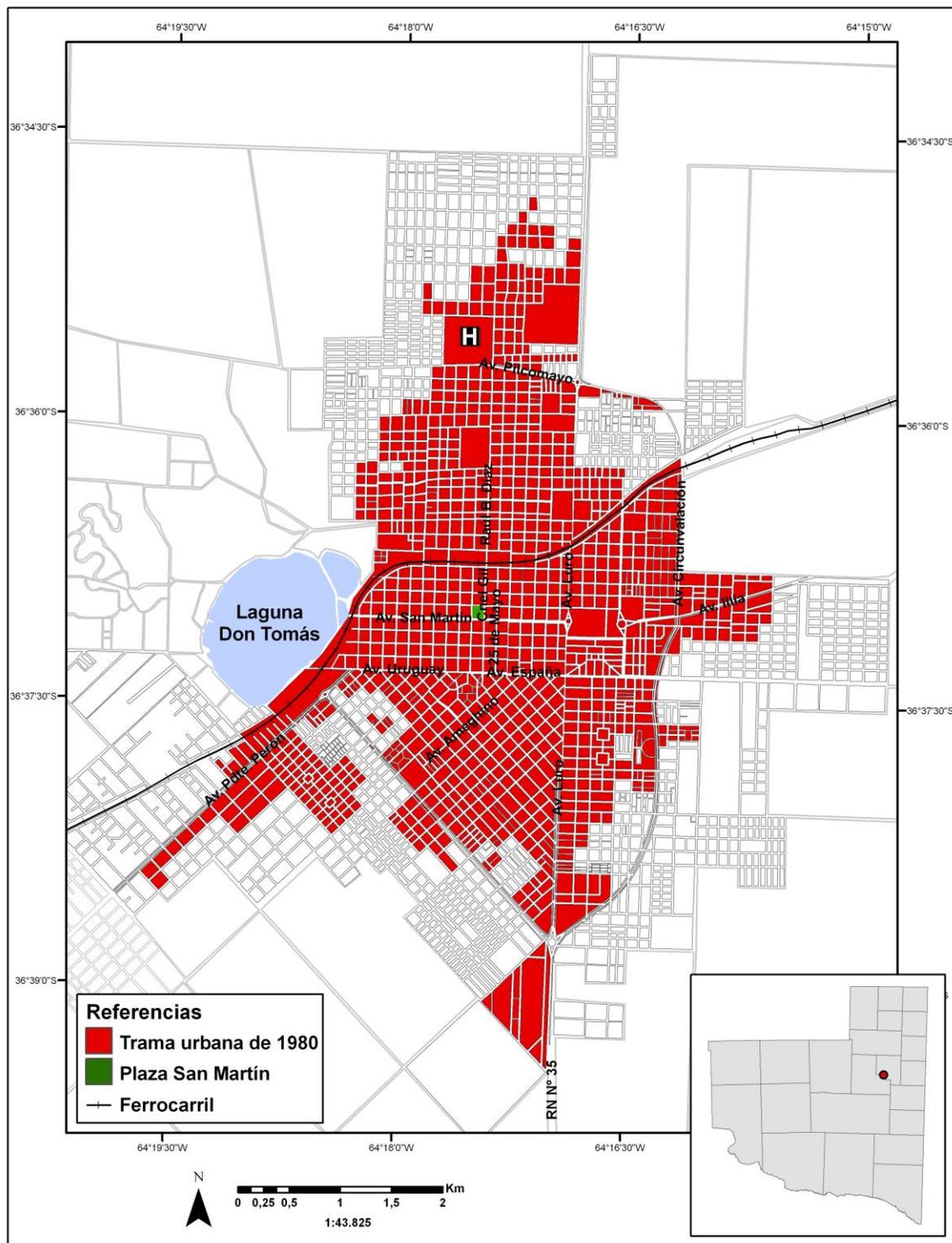


FIGURA N° 27: Plano de la ciudad de Santa Rosa en 1980.

FUENTE: Elaboración propia a partir de datos extraídos del libro “Santa Rosa. Geografía Histórica”, Covas y otros - 1986.

Las rutas nacionales N° 5 y 35 fueron rebasadas por las construcciones, por lo cual tomaron el carácter de arterias urbanas, creando conflictos de tránsito y de mantenimiento. En razón de ello, mediante convenio con Vialidad Nacional, ambas pasaron al Municipio y Vialidad se hizo cargo de la atención de la Avenida de Circunvalación (Figura N° 28).

El crecimiento tanto espacial (Figura N° 29) como demográfico a ritmo constante de la ciudad de Santa Rosa queda evidenciado en el cuadro que se detalla a continuación:

TABLA 5. Superficie de la mancha urbana a través del tiempo

<i>Año</i>	<i>Población Urbana Santa Rosa Habitantes</i>	<i>Superficie Urbana km².</i>	<i>Densidad Hab/km²</i>
1892	1.227	127,471	9,6
1904	4.253	424,480	10
1919	5.563	505,410	11
1930	8530	2242,595	3,8
1950	14.600	3692,202	3,9
1965	30.435	6674,571	4,5
1980	51.689	12401,283	4,2
Actual	102.100	77977,920	1,3

FUENTE: Elaboración propia.

En definitiva, se produce una aceleración del crecimiento en el periodo 1980-2010, caída de la densidad media, lo cual ocasiona extensión de viajes, mayores costos, deterioro urbano, expansión en el sentido Norte-Sur y Este-Oeste siguiendo las principales directrices hacia el Norte (el aeropuerto) y hacia el Sur (área industrial), hacia el Sur-Oeste la ciudad de Toay, principal conurbación urbana y hacia el Oeste un menor crecimiento.

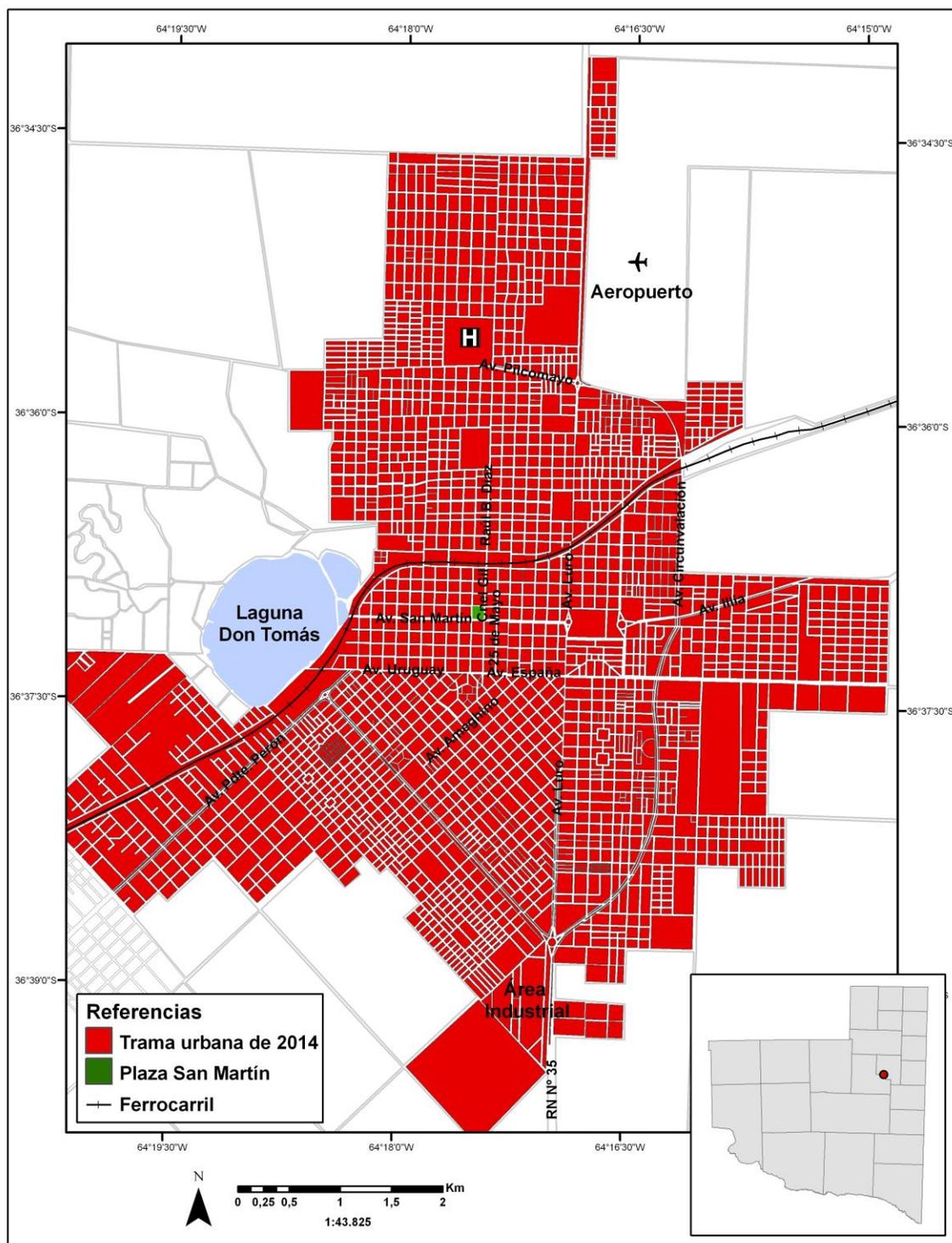


FIGURA N° 28: Plano de la ciudad de Santa Rosa en 2014.

FUENTE: Elaboración propia a partir de la interpretación visual de una imagen satelital SPOT suministrada por CONAE.

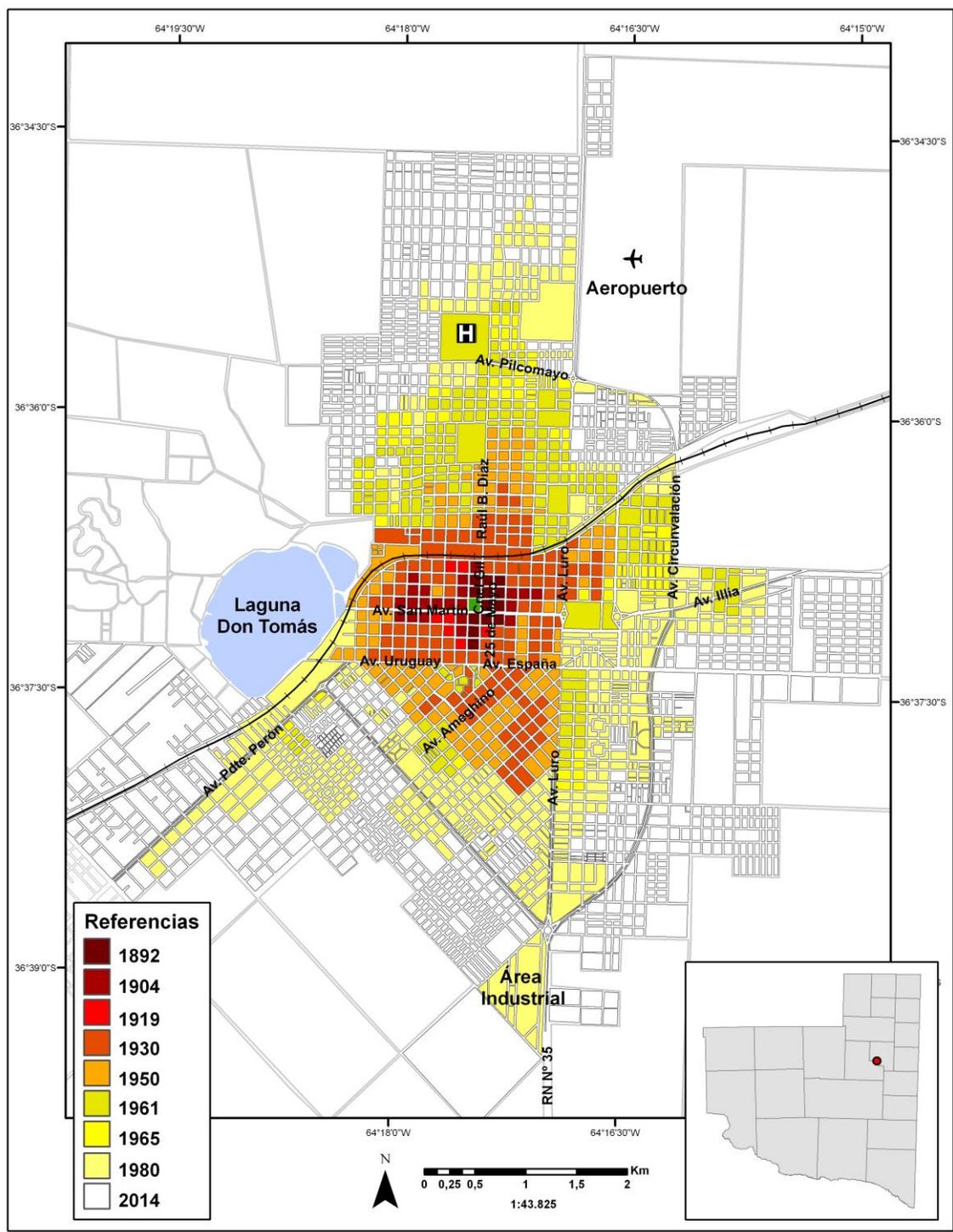
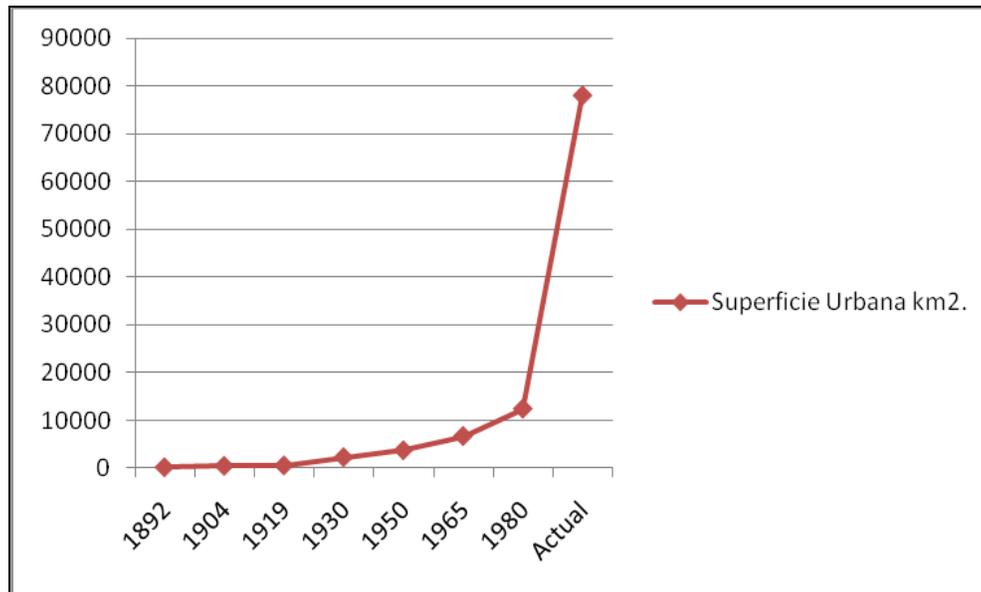


FIGURA N° 29: Plano de la evolución de la trama urbana de la ciudad de Santa Rosa.
FUENTE: Elaboración propia a partir de datos extraídos del libro “Santa Rosa. Geografía Histórica”, Covas y otros – 1986 y de la interpretación visual de una imagen satelital SPOT suministrada por CONAE.

La Tabla 5, que se confeccionó anteriormente se puede representar en el siguiente gráfico de líneas y así observar el crecimiento acelerado de la mancha desde el año 1980 en delante de forma exponencial:



FUENTE: Elaboración propia.

En la tabla 5 y el cuadro se observa la evolución de la superficie urbanizada en cada uno de los periodos, pudiéndose detectar como se ha producido un incremento muy importante de la superficie ocupada en los últimos años, pero especialmente en los años comprendidos entre 1965 a la actualidad. La densidad de población según las áreas, como el centro de la ciudad, sigue siendo alta, otras zonas es media-baja.

La expansión de la mancha urbana, como se deduce en la tabla 2 no se ha correspondido con un aumento similar en lo que a población se refiere, sino que supone un cambio en el modelo de crecimiento urbano, tendiendo a la consolidación de la ciudad de Santa Rosa como una ciudad dispersa, con unos patrones de ocupación del territorio extensivos mediante viviendas unifamiliares que ocupan el espacio circundante a ella.

De las diferentes figuras que plasman la evolución de la trama urbana y sobre la base de los postulados teóricos que explican los procesos de estructuración y desarrollo urbano es posible

encontrar dos argumentaciones que permiten comprender el comportamiento observado en el período de estudio. Por un lado, el primer subperíodo comprendido entre 1961-1980 evidenció un comportamiento de ciudad compacta similar al modelo de anillos concéntricos de Burgess (1925) adaptado a las particularidades regionales y locales expuestas por Yujnovsky (1971). En él la ciudad tiende a expandirse radialmente partiendo de su Distrito Central de Negocios que se caracteriza por una alta densidad de edificaciones, que se encuentra circundado por un anillo de transición, donde dominan las áreas residenciales consolidadas con densidades de edificación medias-altas y algunas localizaciones dispersas de comercios básicos y, una tercera zona conformada por una periferia residencial de baja densidad de edificaciones, que crece en forma espontánea y no planificada, aprovechando los bajos costos del suelo y alquiler por la falta de accesibilidad a servicios urbanos y lugares de trabajo. El factor que explica esta configuración es la rentabilidad por unidad de superficie, por lo tanto, a medida que la ciudad aumenta su tamaño crece su Distrito Central de Negocios, ejerciendo presión e invadiendo áreas correspondientes al segundo anillo. El uso del suelo residencial se ve reemplazado gradualmente por el uso comercial y de servicios y la población allí residente es obligada a ocupar áreas más alejadas del centro invadiendo el tercer anillo donde reproduce el principio de invasión-sucesión que caracteriza a la ciudad concéntrica.

Desde 1980 en adelante se observó un comportamiento diferente con respecto al proceso de expansión urbana que se venía desarrollando. Si bien se observaron rasgos heredados de una ciudad compacta y concéntrica correspondiente a la configuración anterior se destacó un fuerte incremento de los píxeles con baja densidad de edificación que se distribuyen de una manera discontinua y fragmentada, cada vez más alejados del área central. Estas áreas periféricas de baja densidad se produjeron, mayormente, por la construcción de viviendas unifamiliares y, particularmente hacia el Sur-este y Este de la ciudad, por la construcción de los barrios planificados por parte del Estado. Este proceso de dispersión trajo aparejado una disminución de la proximidad entre las personas y entre estas y el área comercial tradicional alternado el sistema urbano monocéntrico característico. De la misma manera se observa que la pérdida de continuidad entre viejos y nuevos desarrollos urbanos generó vacíos intermedios que incrementaron considerablemente los costos de urbanización.

4.1.2. Resultados y discusiones: Perspectivas de desarrollo

En todos estos años (1956-2016), la ciudad de Santa Rosa ha crecido un 45.78% y su espacio periurbano más del 80%, suceso muy importante por todos los problemas actuales que está sufriendo la misma en la actualidad. El secretario de Recursos Hídricos de La Pampa reconoció que “en este momento Santa Rosa está colapsada. El problema es realmente severo porque no solo es el arreglo de las cloacas y el agua potable. Tenemos el ascenso de las napas y un problema de contaminación ambiental. Involucra varios hechos que hacen que Santa Rosa esté en una situación de crisis y por eso se declaró la emergencia sanitaria” (La Arena, 2016).

Si se atienden a los cambios espaciales en términos de ganancias y pérdidas, son las superficies artificiales –espacios periurbanos– las que mayor incremento han registrado (aglutinando el 84,33% de las ganancias experimentadas por el conjunto de todas las categorías), haciéndolo fundamentalmente sobre los terrenos agrícolas y forestales (bosque de caldén). Las grandes perdedoras en este periodo han sido las zonas con cultivos de alta densidad –horticultura–, siendo directamente el 100%, o sea que no se produce directamente para el abastecimiento de las ciudades cercanas. También, han sido grandes perdedoras las áreas forestales (85,97% de superficie), lo que ha llevado estos últimos años a la búsqueda de Reservas Naturales Urbanas. Estos intercambios en el uso del suelo urbano se observan con más detalle en la Figura N° 19.

Al realizar un análisis en detalle, es posible determinar la morfología del crecimiento urbano experimentado por la ciudad. En los últimos años la capital provincial modificó su horizonte, ya que la llanura típica pampeana que también supo caracterizar a la ciudad se ve alterada y hoy se multiplican con edificios de más de diez pisos en la zona céntrica (Figura N° 30).

La proliferación de nuevas torres y la aprobación por parte de la Municipalidad para la construcción de muchas otras expone una nueva realidad al tiempo que dispara varios interrogantes: ¿cómo crece la ciudad?, ¿hacia dónde?



**FIGURA N° 30: Fotografía del centro de la ciudad de Santa Rosa, vista de la plaza San Martín.
FUENTE: Daila Pombo, 2016.**

Además, en este análisis, se debe tener en cuenta a los conjuntos habitacionales construidos (barrios planificados) a partir de diferentes operatorias por parte del Estado, que generan un fuerte impacto en la trama urbana.

Hasta principio de los noventa existían en la ciudad, más de cincuenta barrios planificados, construidos por distintos organismos. Estos barrios sumaban un total de más de cinco mil viviendas que albergaban, aproximadamente, al 25% de la población total de la ciudad.

La oferta y el valor del suelo disponible en la planta urbana han conducido a la periferización en la ubicación de los mismos. En su mayoría se encuentran totalmente compactados y existen usos complementarios en algunas viviendas, transformándose en viviendas con comercios, con pequeños talleres artesanales y otras veces actúan como barrios dormitorio, generando un importante movimiento pendular con el centro de la ciudad (Dillon y Cossio, 1995, p.4).

Uno de los grandes impactos generados por la construcción de estos barrios es la disminución del valor del suelo circundante (Figura N° 31). La población que no vive en esas

zonas posee una valoración negativa asociada con la situación socioeconómica de los adjudicatarios de las viviendas. Además, existe la percepción generalizada de que son áreas inseguras. Así, se genera una devaluación simbólica que se manifiestan en las operaciones de compra y venta.



**FIGURA N° 31: Fotografía del barrio de las 900 viviendas en la periferia de la ciudad de Santa Rosa.
FUENTE: Daila Pombo, 2016.**

La presencia de áreas valoradas destinadas a un grupo social ascendente y áreas desvalorizadas, en las que viven personas con menos recursos provoca una fragmentación territorial y una diferenciación social. Esto marca una especie de quiebre dentro de la ciudad, contraponiéndose con el concepto tradicional de ciudad, que supone mixtura social y de usos.

El sector este de la ciudad, barrio de Villa Martita, es el más valorado. Estos terrenos pueden alcanzar valores entre 70 y 180 mil dólares. El precio varía en función del acceso a las avenidas que comunican la zona con el centro de la ciudad y con los deseos de los demandantes de construir un futuro en ese lugar. Aunque algunos de los terrenos no disponen de servicios básicos como agua de red, cloacas o gas natural, el precio no disminuye.

Otra zona de alta valoración en los últimos años –y que registró un crecimiento poblacional-, se encuentra en el oeste de Santa Rosa. La presencia de la laguna generó un

aumento del costo de los terrenos, basado en el valor escénico que ofrece el cuenco de agua (Figura N° 32).



**FIGURA N° 32: Fotografía de la zona de la Laguna Don Tomás de la ciudad de Santa Rosa.
FUENTE: Daila Pombo, 2016.**

También el sector sudoeste presenta altos valores. Esta zona presenta desniveles en el suelo, siendo un área de médanos en la que se desarrolla el caldén. Los precios en este sector oscilan entre los 40 y los 60 mil dólares.

En estos casos, se habla del valor hedónico, o sea, pagar el placer que se siente por tener una vivienda en un lugar compartido por un grupo de iguales desde el punto de vista socioeconómico. En Santa Rosa, este valor se deposita sobre algunos componentes del paisaje. Poseer un caldén en el terreno, una vista del atardecer, arboledas, cuencos de agua cercanos, desniveles en el terreno, otorgan valor a ciertas zonas en detrimento de otras.

Sin embargo, este proceso se puede revertir. Cuando los terrenos adquieren valores desmedidos o distorsionados que no permiten a la mayoría de los ciudadanos adquirir una parcela, le corresponde al Estado intervenir a través de la creación de normativas urbanísticas.

CAPÍTULO 5

5.1. CONCLUSIONES

En las áreas de expansión de las ciudades, las situaciones son variadas. Si bien existen limitantes naturales o artificiales (áreas naturales deprimidas, cementerio, parques o zonas industriales, etc.) que obstaculizan este crecimiento, y que pueden tener incidencia en la expansión, consolidación y densificación de la mancha urbana.

La ciudad de Santa Rosa, La Pampa, está creciendo por la densificación en algunos sectores (como el centro de la ciudad) y la implementación de los planes de vivienda por parte del Estado que elevan, también, la densidad sobre la periferia, el cual es un efecto no deseado. El Oeste de la ciudad, el cual ha sufrido el año pasado graves inundaciones (zona Sur-Oeste de alto-medio poder adquisitivo y Nor-Oeste de bajo-medio poder adquisitivo), según el área sigue en plena expansión. Es el caso de la zona Sur-Oeste de la ciudad, zona de quintas que se encuentra cercana a la Laguna, donde continúan con loteos y construcciones de viviendas. En cambio, en el sector Nor-Oeste de la ciudad el crecimiento no se está produciendo porque existen terrenos bajos vulnerables a inundarse y, en la actualidad, están con agua por decisiones del Estado municipal como descarga de la Laguna Don Tomás.

Es posible afirmar que, en el crecimiento de estas ciudades ni la expansión territorial ni la densificación en zonas centrales son resultados azarosos, sino que resultan de la interacción del accionar político del Estado con la dinámica del capital privado lo que influye en las formas, en las funciones, en las dinámicas de la inversión y, por ende, en el crecimiento de la ciudad. Pero, a su vez, esta situación influye en el comportamiento de la demanda; tanto sea como modelador de las preferencias habitacionales de los consumidores como del valor perceptivo que se le otorga al entorno tanto por sus condiciones socioeconómicas (resolución y valor arquitectónico de las construcciones previas) como por el valor hedónico puesto sobre algunos componentes del paisaje urbano (árboles, cuencos de agua, desniveles en el terreno, etc.) y de la presencia de

infraestructura y equipamientos que influyen sobre el valor (corredores de circulación de acceso a la ciudad, centros comerciales, etc.).

En lo que respecta a las principales aportaciones esperadas como resultado del trabajo desarrollado, por medio de las geotecnologías, se pueden señalar que la descripción y el conocimiento del cambio urbano experimentado en la ciudad de Santa Rosa, en el período comprendido entre 1956 y la actualidad, con especial atención a su dimensión urbana, accesibilidad y la transformación del paisaje periurbano puede apreciarse claramente a través de la generación de diferentes cartografía y estadísticas de dichos procesos de cambio.

Además se puede acceder al conocimiento y representación de los principales patrones de ocupación urbana del área de estudio, como formas de ocupar el espacio, a través de su descripción. La elaboración de cartografía a partir de las imágenes satelitales, por su parte, es capaz de representar diferentes perspectivas con respecto a las problemáticas actuales (cloacas, desigualdad en los servicios, inundaciones, pérdida de suelo rural, entre otros) que sufre esta ciudad intermedia.

A partir de lo analizado, cabe preguntarse: ¿cómo se deberían diseñar los instrumentos para valorar los escenarios futuros atendiendo especialmente a sus características morfológicas y espaciales, así como a criterios territoriales?, ¿qué actores sociales deberían participar en el diseño?, ¿qué criterios de planificación son los fundamentales para atender aspectos ambientales?, además ¿cómo hacer que la propuesta se plasme a través de un escenario en el que la componente ambiental juegue un papel importante como elemento de cohesión territorial? En definitiva, ¿Cómo lograr plantear de forma conceptual el diseño de un sistema de ayuda a la decisión territorial que incorpore los diferentes instrumentos desarrollados y que pudiera ser implementado como instrumento de valoración de alternativas y toma de decisiones, que pudiera ser incorporado a los procesos de planificación metropolitana?

Henri Lefebvre decía hace ya más de tres décadas que todos somos urbanos. Las nuevas formulaciones de planes deberían aspirar a una lectura integral del territorio que promueva la conjunción entre demandas de la población y espacios construidos, ya que es aquí donde se manifiestan las múltiples actividades humanas traducidas en prácticas sociales.

5.2. BIBLIOGRAFÍA

- Adams, J. y Gillespie, A. (2006). *Remote Sensing of Landscapes with Spectral Images. A Physical Modeling Approach*. New York, USA: Cambridge University Press, 362 pp.
- Aronoff, S. (1989). *Geographic Information Systems: A Management Perspective*. Ottawa: WDL Publications.
- Arozamena Villar, A. y Del Bosque González, I. (2001). La ocupación del suelo “Corine Land Cover” Proyecto de Actualización I&CLC2000 de la Unión Europea, en Teledetección, medio ambiente y cambio global, Universitat de Lleida y Asociación Española de Teledetección, pp. 633-638.
- Baigorri, A. (2007). Hacia la urbe global ¿El fin de las jerarquías territoriales? En el *XIV Congreso Mundial de Sociología*, ISA, RC07, Montreal. Disponible en: http://www.ediforma.net/pensar/Urbe_Global.html [Consultado 25/11/2017]
- Barredo, J.; Kasanko, M.; McCornick, M. y Lavallo, C. (2003). Modelling dynamic spatial processes: simulation of urban future scenarios through celular automata. *Landscape and Urban Planning*, 64, pp. 145-160.
- Belil, M.; Borja, J.; Corti, M. (Edit.) (2012). *Ciudades, una ecuación imposible*. Fundació Fórum Universal de les Cultures. Colección Urbanidad. Buenos Aires: Editorial Café de las Ciudades.
- 0
- Berling-Wolf, S. y Wu, J. (2004). Modelling urban landscape dynamics: A case study in Phoenix, USA. In *Urban Ecosystems*, 7, pp. 215-240.
- Bolay, J.C. y Ravinovich, A. (2002). *Ciudades intermedias ¿una gran oportunidad para el desarrollo regional coherente en América Latina?* LaSUR-INTER/ENAC/EPFL.
- Borja, J. (2012). El fin de la ciudad postmodernista y el derecho a la ciudad. En *XV Congreso Iberoamericano de Urbanismo: Medellín*. Segunda Parte, Capítulo 4. III. Espacio público y memoria democrática.

- Bozzano, H. (2004). *Territorios reales, territorios pensados, territorios posibles: aportes para una teoría territorial del ambiente*. Buenos Aires: Espacio Editorial.
- Bosque Sendra, J. (1997). *Sistemas de Información Geográfica*. Madrid: Rialp.
- Burgess, E. W. (1925). The growth of city: an introduction to a research project. En: Park, R. E.; Burgess, E. W. y Mckenzie, R. D. (Comp.). (1925). *The city*. Chicago, EE.UU: The University of Chicago Press.
- Cardoso, M. M. y Fritschy, B. A. (2012). Revisión de la definición del espacio rururbano y sus criterios de delimitación. En *Contribuciones Científicas GAEA*, vol. 24, pp. 27-39.
- Cardozo, O. D., y Da Silva, C. J. (2013). Aplicaciones Urbanas de los Sensores Remotos. En *Revista Geográfica Digital*. IGUNNE. Facultad de Humanidades. UNNE. Disponible en <http://hum.unne.edu.ar/revistas/geoweb/Geo20/archivos/cardozo13.pdf> [Consultado 08/02/2017].
- Cebrian, J. A. (1988a). *Sistemas de Información Geográfica*. En Bosque Sendra, J. et al. (1988a), *Aplicaciones de la Informática a la Geografía y Ciencias Sociales*, Madrid, Síntesis, p. 125-139.
- Chander, G.; Markham, B. L. y Helder, D. L. (2009). Summary of current radiometric calibration coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+, and EO-1 ALI sensors. In *Remote Sensing of Environment*. N° 113. pp. 893-903.
- Chavez, P. S. (1988). An improved dark-object subtraction technique for atmospheric scattering correction of multispectral data. In *Remote Sensing of Environment*. N° 24. pp. 459-479.
- Chen, S.; Zeng, S. and Xie, C. (2000). *Remote Sensing and GIS for Urban Growth Analysis in China*. State Key Laboratory of Resources and Environment Information Systems, Institute of Geography, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China. Disponible en www.asprs.org/a/.../2000_may_593-598.pdf [Consultado el 28 de mayo de 2015].
- Chuvieco, E. (1996). *Fundamentos de teledetección espacial*. Madrid: Rialp.

- Chuvienco, E. (2010). *Teledetección Ambiental. La observación de la tierra desde el espacio*. Barcelona, España: Editorial Planeta, S. A. (Edición actualizada).
- Comas, D. y Ruiz, E. (1993). *Fundamentos de los Sistemas de Información Geográfica*. España: Ed. Ariel.
- Cossio, B. y Tourn, M. (2005). Viviendas y territorio. El rol del estado en la organización territorial urbana. En *Scripta Nova*. Revista Electrónica de geografía y ciencias sociales. Barcelona: Universidad de Barcelona. 1 de agosto de 2005, vol. IX, núm. 194(82). Disponible en <http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-194-82.htm> [Consultado el 26 de abril de 2016].
- Covas, R.; Tourn, M.; Perez, O. (1986). *Santa Rosa. Geografía histórica*. Santa Rosa: Universidad Nacional de La Pampa – Biblioteca Pampeana – Fundación Chadileuvu. La Pampa.
- Dávila Martínez, F. J. y Camacho Arranz, E. (2012). Georreferenciación de documentos cartográficos para la gestión de archivos y cartotecas "Propuesta Metodológica". En *Revista Catalana de Geografia. Revista digital de geografia, cartografia i ciències de la Terra IV època*, Vol. XVII, núm. 46, 1-9. Disponible en <http://www.rcg.cat/articles.php?id=257>. [Consultado 01/11/2017].
- Del Río, J. (2010). *Introducción al tratamiento de datos espaciales en hidrología*. España: Ed. Budok.
- Di Pace, M.; Crojethovich Martín, A. y Barsky, A. (2004). Los sistemas de soporte urbano. En Di Pace, M. (Dir.) *Ecología de la ciudad*. Buenos Aires: Editorial Prometeo-UNGS.
- Dillon, B. y Cossio, B. (1995). Problemática socio-espacial de los barrios planificados de la ciudad de Santa Rosa –La Pampa- Argentina. En el Encuentro de Geógrafos de América Latina EGAL. Disponible en http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal6/Geografiasocioeconomica/Geografia_espacial/413.pdf [Consultado el 20 de abril de 2014].

- Dillon, B. y Cossio, B. (1998). Barrios planificados – Una intrincada relación entre espacio, sociedad y estado. *Anuario de la Facultad de Ciencias Humanas* - N° 1, pp. 103-112. UNLPam.
- Dillon, B. y Cossio, B. (Dir.) (2009). *Población y Ciudades. Dinámicas, problemas, localizaciones y representaciones*. Santa Rosa: EdUNLPam.
- Dillon, B.; Cossio, B. y Pombo, D. (2014). El valor del suelo urbano, el ordenamiento territorial y la normativa urbanística: algunas concordancias y demasiadas fisuras. En *Revista Proyección*. Vol. VIII, pp. 24-40. Disponible en http://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/7598/03-proy-dillon.pdf [Consultado 18/09/2017].
- Dominguez Bravo, J. (2000). *Breve Introducción a la Cartografía y a los Sistemas de Información Geográfica (SIG)*. Dpto. de Informática. Ciemat. ISSN 1135-9420. Madrid.
- Donnay, J.-P., Barnsley, M. J., y Longley, P. A. (2005). *Remote Sensing and Urban Analysis*. London and New York: Taylor and Francis Group.
- Doyle, F. J. (1978). *Digital terrain models: an overview*. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 44(12): 1481-1485.
- EEA, European Environment Agency (2006). *Urban sprawl in Europe, the ignored challenge*. EEA Report 10.
- ESRI (2017). What is GIS? United States. <https://www.esri.com/en-us/what-is-gis/overview>
- Fernández, F. (2000). *Introducción a la fotointerpretación*. Barcelona: Ed. Ariel.
- Ferraro, R. y Zulaica, L. (2007). Delimitación de la interfase rural-urbana de la ciudad de Mar del Plata, en base a indicadores ambientales. En *Congreso Internacional sobre Desarrollo, Medio Ambiente y Recursos Naturales: sostenibilidad a múltiples niveles y escalas*, Universidad Mayor de San Simón, 11 a 13 de julio de 2007, Cochabamba, Bolivia.
- Friedl, M. A., y Brodley, C. E. (1997). Decision Tree Classification of Land Cover from Remotely Sensed Data. *Remote Sensing of Environment*, Volume 61, Issue 3, 61:399 - 409.

Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0034425797000497>
[Consultado 29/03/2017].

Figueroa, O. (2004). Infraestructura, servicios públicos y expansión urbana de Santiago. En *Santiago en la globalización: ¿una nueva ciudad?:* Ediciones Sur y Libros EURE, p. 243-271.

Galster, G., Hanson, R., Ratcliffe, M. R., Wolman, H., Coleman, S. y Freihage, J. (2001). Wrestling Sprawl to the Ground: Defining and Measuring an Elusive Concept. En *Housing Policy Debate*, Vol. 12, Issue 4, pp. 681-717.

García, L.; Pombo, D. y Filomía, L. (2013). La revalorización de espacios urbanos y nuevas consideraciones sobre el valor del suelo en las ciudades intermedias – Santa Rosa, La Pampa, Argentina. En *EGAL 2013*. Disponible en <http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal13/Geografiasocioeconomica/Geografiaurbana/021.pdf> [Consultado 26/11/2017]

García, R. (2006). *Sistemas complejos: conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*. Barcelona, Editorial Gedisa.

Geri, F.; Amici, V.; y Rocchini, D. (2010). Human activity impact on the heterogeneity of a Mediterranean landscape. *Applied Geography*, 30, pp. 370-379.

González Urruela, E. (1987). La evolución de los estudios sobre áreas periurbanas. En *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*. Madrid: Editorial Univ. Complutense, nº 7, pp. 439-448.

Goodchild, M. F. (1992). Geographical Information science. En *International Journal of Geographical Information Systems*, vol. 6, Nº 1, pp.31-45.

Gutierrez Puebla, J. y Gould, M. (1994). *SIG: Sistemas de Información Geográfica*. Madrid: Editorial Síntesis.

- Herrera, V. (2001). Estudio del Crecimiento Urbano de la Ciudad de Valdivia (Chile) a través del uso integrado de imágenes de satélite, SIG y equipos GPS. En *Revista de Teledetección*. Santiago de Chile: Universidad de Santiago de Chile.
- Korte, G. (2001). *The GIS Book*. (5th Ed. Rev.). NY: Autodesk Press.
- Hipple, J. and Detecting, D. (2000). *Urban Change with Satellite Imagery: Applications for Growth Management in Springfield, Missouri*. Department of Geography University of Missouri – Columbia, Missouri. Disponible en www.grc.missouri.edu/.../LandCoverChangeDete [Consultado el 08 de abril de 2016].
- La Arena (2016). Santa Rosa está colapsada. Funcionarios pampeanos en el Plan Nacional del Agua. En diario semanal *La Arena*. Disponible en http://www.laarena.com.ar/la_ciudad-santa-rosa-esta-colapsada-1050759-115.html [Consultado 01/03/2018].
- Liao, F. H. F. y Wei, Y. H. D. (2003). *Spatial Determinants of Urban Growth in Dongguan*. Department of Geography, University of Utah, Salt Lake City. USA. Disponible en www.giscience.org/.../giscience2012_paper_165 [Consultado el 20 de abril de 2014].
- Lindemboin, J. y Kennedy, D. (2003). Continuidad y cambios en la dinámica urbana argentina. En *VII Jornadas de Población de la Asociación de Estudios de Población de la Argentina* (AEPA), Tafi del Valle. Tucumán. Argentina.
- Lindon, A. (2007). La ciudad y la vida urbana a través de los imaginarios urbanos. En *Revista EURE* (Vol. XXXIII, N° 99), pp. 7-16. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago de Chile.
- López Lucio, R. (1995). La tendencia hacia la dispersión/fragmentación de los territorios urbanos. Notas sobre la estructura espacios de la región urbana de Madrid. En *Economía y Sociedad*, 12. 45-58.
- López, E.; Bocco, G.; Mendoza, M. y Duhau, E. (2001). Predicting land-cover and land-use change in the urban fringe. A Case in Morelia City, Mexico. *Landscape and Urban Planning*, 55, pp 271-285.

- Makhamreh, Z. y Almanasyeh, N. (2011). *Analyzing the State and Pattern of Urban Growth and City Planning in Amman Using Satellite Images and GIS*. European Journal of Social Sciences – Volume 24, Number 2. Disponible en www.eurojournals.com/EJSS_24_2_11.pdf [Consultado el 25 de noviembre de 2016].
- Mena, J. (1992). *Cartografía digital. Desarrollo de software interno*. Madrid: Ra-Ma.
- Michelini, J. J.; Davies, C. (2009). Ciudades intermedias y desarrollo territorial: un análisis exploratorio del caso argentino. En *GEDEUR* –Grupo de Estudios sobre Desarrollo Urbano- Documento de Trabajo N° 5. Madrid. España.
- Mishra, M.; Mishra, K. K. and Subudhi, A. P. (2006). *Urban sprawl mapping and land use change analysis using remote sensing and GIS*. Indian Institute of Remote Sensing, Deheradun, Uttarakhand. www.geospatialworldforum.org/.../Monalisha.pdf [Consultado el 29 de abril de 2016].
- Moeller, M. S. (2006). *Remote sensing for the monitoring of urban growth patterns*. IIS, ASU, International Institute for Sustainability, Arizona State University, Tempe. Disponible en www.isprs.org/proceedings/XXXVI/.../moeller.p [Consultado el 26 de abril de 2015].
- Moreno Vergara, G. y Cortés José, J. (2011). La exactitud posicional de la cartografía histórica. En *Revista ph*. núm. 77. 62-6.
- Municipalidad de Santa Rosa (2004). *Código Urbanístico de la ciudad de Santa Rosa – 2004*. Ciudad de Santa Rosa – La Pampa.
- OSE, Observatorio de la Sostenibilidad en España (2006). *Cambios de ocupación del suelo en España. Implicaciones para la sostenibilidad*. Alcalá de Henares, España: OSE.
- Pérez Álvarez, J. A y Ballell Caballero, J. A. (2015). *Transformaciones de coordenadas*. Madrid: Editorial Bellisco.
- Pombo, D.; Martínez Uncal, M. C. y Bossa, J. P. (2017). Fundamentos de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y la Teledetección. En Pombo, D.; Martínez Uncal, M. C. y

- Dillon, B. (2017). *Geotecnologías aplicadas al análisis de la complejidad territorial de la provincia de La Pampa*. Santa Rosa: EdUNLPam.
- Pombo, D.; Martínez Uncal, M. C. y Dillon, B. (2017). *Geotecnologías aplicadas al análisis de la complejidad territorial de la provincia de La Pampa*. Santa Rosa: EdUNLPam.
- Pontius, R. G.; Shusas, E. y McEachern, M. (2004). Detecting important categorical land changes while accounting for persistence. In *Agriculture, Ecosystems & Environment*. Disponible en http://www2.clarku.edu/~rpontius/pontius_etal_2004_aee.pdf [Consultado el 21 de julio de 2017].
- Pozuea, J. (2000). Movilidad y planeamiento sostenible: Hacia una consideración inteligente del transporte y la movilidad en el planeamiento y el diseño urbano. En *Red de cuadernos de investigación urbanística*. Editorial Instituto Juan Herrera, p. 97.
- Raisz, E. (1974). *Cartografía General*. Barcelona: Ed. Omega.
- Randle (1992) (dir.). *Ciudades intermedias. Su reactivación en la región pampeana*. Buenos Aires: Fundación Banco de Boston.
- Rocha, J.; Queluz, P. y Tenedorio, J. (2001). *Integração de dados estadísticos na classificação de imagens de satélite (IDECIS)*. Lisboa: Universidade de Lisboa, Departamento de Geografia, Faculda de Letras.
- Rofman, A. y Romero, L. (1997). *Sistema socioeconómico y estructura regional de la Argentina*. Buenos Aires: Amorroutu editotes.
- Romero Fernández, M. (2014). *Proceso de georreferenciación de la Cartografía histórica*. Disponible en <http://www.expobus.us.es/cartografia/salas/sala12/georreferenciacion.html> [Consultado 25/09/2017]
- Roset, R. y Ramos, N. (2012). Georreferenciación de mapas antiguos con herramientas de código abierto. En *Revista Catalana de Geografia, Revista digital de geografia, cartografia i ciències*

de la Terra IV época, Volum. XVII, núm. 45. Disponible en <http://www.rcg.cat/articulos.php?id=237> (Consultado 2/10/2015).

Sánchez (1989). El papel de las metrópolis intermedias en el sistema urbano nacional frente a la coyuntura del sistema económico global. *Análisis Geográfico. Revista de Geografía Empírica*, Vol. 1 N°1, pp. 35-64. Buenos Aires.

Sanchez Menendez, F. J. (2004). *Georreferenciación de cartografía: datos ráster y vectoriales*. EOSGIS, S.L.

Sanfeliú, C. y Llop Torné, J. M. (2004). Miradas a otros espacios urbanos: las ciudades intermedias. En *Scripta Nova – Revista electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*. Universidad de Barcelona. España. Disponible en <http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-165.htm> [Consultado el 20 de abril de 2014].

Sassone, M. S. (1992). Subsistemas urbanos policéntricos en los sistemas nacionales de ciudades. Un caso en la Argentina. *Revista Geográfica*, N° 116, pp. 85-111.

Sassone, M. S. (2000). Reestructuración territorial y ciudades intermedias en Argentina. En *Ciudad y Territorio. Estudios Territoriales*, Vol. XXXII (123), 57-92.

Star, J. and Estes, J. (1990). *Geographic Information Systems: An Introduction*. NY: Prentice-Hall.

Sutton, C. J. (2002). Land use change along Denver's I-225 beltway. En *Journal of Transport Geography*, 7, pp. 31-41.

Tomlin, C. D. (1990). *Geographic information systems and cartographic modelling*. NY: Prentice Hall.

Tourn, M. (1982). Carta dinámica del medio ambiente de Santa Rosa (La Pampa). En *Revista Geográfica*, N° 95 (enero-junio 1982), pp. 176-184.

Tourn, M. (1999-2000). Construir la ciudad: El Estado y los agentes individuales en la producción de la tierra urbana. El caso de Santa Rosa – La Pampa. *Anuario de la Facultad de*

Ciencias Humanas – Año II - Nº 2. Universidad Nacional de La Pampa. Disponible en http://www.biblioteca.unlpam.edu.ar/pubpdf/anuario_fch/anuv02a16tourn.pdf [Consultado el 20 de diciembre de 2016].

Turner, J. C. (1970). *Matemática moderna aplicada. Probabilidades, estadística e investigación operativa*. Madrid: Alianza Editorial.

Vapñarsky, C. (1995). Primacía y macrocefalia en la Argentina: la transformación del sistema de asentamiento humano desde 1950. *Desarrollo Económico*, Vol. 35 (138), 227-254.

Velasco Vernal, V.; Díaz, F. y López, M. L. (2010). Gestión de suelo en la configuración de bordes de ciudad. El caso del borde occidental de Bogotá. En *Revista Territorios*. Núm. 22. Universidad del Rosario. Disponible en <http://revistas.urosario.edu.co/index.php/territorios/article/view/1383> [Consultado 23/03/2018]

Veltz (1999). *Mundialización, ciudades y territorios*. Barcelona: Ariel.

Weng, Q. (2002). Land use change analysis in the Zhujiang Delta of China using satellite remote sensing, GIS and stochastic modelling. In *Journal of Environmental Management*. 64, 273–284. Disponible en isu.indstate.edu/qweng/Jema02weng.pdf [Consultado el 04 de abril de 2016].

Wilson, E. H.; Hurd, J. D.; Civco, D. L.; Prisloe, S.; Arnold, C. (2002). Development of a geospatial model to quantify, describe and map urban growth. *ASPRS-ACSM Annual Conference and FIG XXII Congress*. Disponible en clear.uconn.edu/.../Wilson_et_al_ASPRS2002.pdf [Consultado el 20 de abril de 2014].

Yujnovsky, O. (1971). *La estructura interna de la ciudad. El caso latinoamericano*. Buenos Aires, Argentina: Ediciones SIAP.