



Universidad Autónoma de Querétaro

Facultad de Ciencias Naturales
Facultad de Ingeniería
Facultad de Psicología
Facultad de Filosofía
Facultad de Ciencias Políticas y Sociales
Facultad de Química

EVALUACIÓN DE PLANES DE DESARROLLO URBANO. UNA ALTERNATIVA DE PLANEACIÓN EN MICROCUENCAS "SANTA ROSA JÁUREGUI"

TESIS

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de
Maestro en Gestión Integrada de Cuencas

Presenta:

María Erika Miranda Luna

Dirigido por:

Dr. Miguel Ángel Domínguez Cortázar

SINODALES

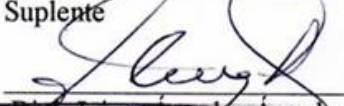
Dr. Miguel Angel Domínguez Cortázar
Presidente


Dr. Raúl Pineda López
Secretario


Dr. Gerardo Serrato Ángeles
Vocal


Dr. Luis Gerardo Hernández Sandoval
Suplente


Dr. Juan Antonio Soto Romero
Suplente

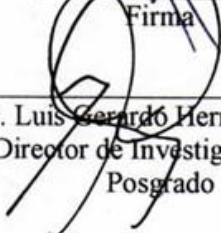

Biol. Jaime Angeles Angeles
Director de la Facultad
de Ciencias Naturales


Firma


Firma


Firma


Firma


Firma

Dr. Luis Gerardo Hernández S.
Director de Investigación y
Posgrado

Centro Universitario
Querétaro, Qro.
Noviembre 2007
México

RESUMEN

El intenso crecimiento urbano del Municipio de Querétaro ejerce una fuerte presión sobre los procesos geomorfológicos, hidrológicos, climáticos y ecológicos de una región. En un proceso de desarrollo sustentable, el crecimiento económico de tipo endógeno o interno debe promover que las zonas rurales brinden servicios ambientales y productivos para el consumo de las zonas metropolitanas, intercambiando para ello servicios y recursos que eleven la calidad de vida de los habitantes y promuevan la conservación de los recursos naturales. Esta dualidad entre hombre-entorno, así como los impactos de su interacción, se estudian mejor en el contexto del espacio definido por una cuenca hidrográfica; en este sentido, las partes altas de las cuencas funcionan como zonas alimentadoras y las partes bajas como zonas de consumo de bienes y servicios ambientales. En este entorno es importante conservar las áreas boscosas y matorrales, que favorecen la infiltración de las aguas de lluvia, potencian la recarga y disponibilidad del agua potable y evitan o reducen la ocurrencia de inundaciones y aluviones que pueden causar pérdida de vidas, destrucción de la infraestructura e interrumpen la circulación y la vida normal de las metrópolis. Hasta ahora, los planes reguladores han intentado conservar estas áreas para que cumplan sus funciones y servicios ambientales, pero es evidente que las tendencias y razones económicas sobrepasan los límites de una urbanización sustentable. En este trabajo se analizan los elementos que definen la aptitud del territorio para un crecimiento sustentable, se revisan las metodologías en que se basan los planes de desarrollo urbano y se aplica el método multicriterio al caso de la microcuenca Sta. Rosa Jáuregui en la Delegación del mismo nombre. Con el fin de contrastar el patrón de crecimiento de esta demarcación, los resultados son comparados con el modelo establecido en el Plan que Ordena y Regula la Zona Conurbada de la Ciudad de Querétaro. Estos resultados indican que el crecimiento urbano no puede frenarse o limitarse, pero con la incorporación de nuevas variables ambientales (zonas inundables, infiltración) para determinar la aptitud pueden dar a la ciudad una nueva forma de integrar su estructura urbana con el medio natural en la cual siempre ha estado inmersa.

(Palabras clave: análisis multicriterio, urbanización, desarrollo urbano, sustentabilidad, microcuencas, aptitud territorial, servicios ambientales).

SUMMARY

The intense urban growth of the Municipality of Queretaro puts great pressure on the geomorphological, hydrological, climatic and ecological processes of the region. In a process of sustainable development, endogenous or internal economic growth should encourage rural areas to offer environmental and productive services for consumption in metropolitan areas, in exchange for services and resources that raise the quality of life of the inhabitants and promote conservation of natural resources. This duality between man-environment, as well as the impact of their interaction, can best be studied in the context of a space defined by a hydrographic basin. Thus, the high ground of the basins serve as supply areas and the low ground as areas of consumption of goods and environmental services. In this environment it is important to preserve wooded and scrub areas which aid in the infiltration of rain water, allow for the replacement and availability of potable water and prevent or reduce the occurrence of floods and alluviums that can cause the loss of lives and the destruction of infrastructure, as well as interrupting traffic and normal life in the cities. Until now, regulated plans have attempted to preserve these areas so they can comply with their environmental functions and services, but it is evident that economic tendencies and reasons surpass the limits of sustainable urbanization. In this work we analyze the factors that define the ability of this territory to maintain sustainable growth; we review the methodologies on which urban development plans are based, and we apply the multi-criteria method to the case of the Santa Rosa Jauregui micro-basin located in the district bearing the same name. In order to contrast the growth pattern of this area, the results are compared with the model established in the Plan for Ordering and Regulating the Area Adjacent to the City of Queretaro. Results indicate that urban growth cannot be stopped or limited, but with the inclusion of new environmental variables (flood areas, infiltration) to determine capacity, they can provide the city with a new way to integrate its urban structure with the natural environment in which it has always been immersed.

(Key words: Multi-criteria analysis, urbanization, urban development, sustainability, micro-basins, territorial capacity, environmental services)

DEDICATORIA

A mis amados padres Gabina y Manuel

A mis queridos hermanos Manuel y Josefina

A todos los que pusieron un granito de su tiempo para brindarme su apoyo

AGRADECIMIENTOS

A Dios, que me dio licencia de llegar a mi meta.

A mis padres, que me brindaron todo su amor, comprensión e inspiración.

A mis amigos, que nunca me dejaron sola cuando los necesite; especialmente a Gloria que me acompañó y apoyo en la elaboración de esta tesis con su ánimo e impulso.

A la familia Olvera Hurtado, que me ha brindado todo su apoyo en mi estancia en Querétaro y que ha sido una segunda familia para mí.

A LEET

A mis maestros, que me encaminaron a través del conocimiento diario en esta maestría; especialmente al Dr. Miguel Ángel Domínguez por su paciencia y enseñanza.

A mis compañeros y amigos, de la Maestría segunda generación por la oportunidad que se me dio de conocerlos y convivir con ellos.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por darme el apoyo para finalizar la maestría.

INDICE

	Pagina
Resumen	i
Summary	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimientos	iv
Índice	v
Índice de tablas	vii
Índice de figuras	viii
I. INTRODUCCION	1
II. ANTECEDENTES	4
III. OBJETIVOS	10
III.1. Objetivo General	10
III.2. Objetivos específicos	10
IV. ESCENARIO ACTUAL DE LA MICROCUENCA DE “SANTA ROSA JÁUREGUI”	11
IV.1. Medio Natural	14
IV.2. Caracterización demográfica y socio – económica	36
IV.3. Medio físico transformado	50
IV.4. Crecimiento urbano en la Microcuenca Santa Rosa Jáuregui	60

V. METODOLOGIA	65
V.1. Instrumentos legales para la planeación del uso del suelo	66
V.2. Definición de términos y conceptos	67
V.3. Métodos de planeación “oficiales” para definir zonas de aptitud urbana	72
V.3.1. Metodología basada en el análisis de umbrales	73
V.3.2. Metodología basada en el análisis espacial	75
V.3.3. Metodología para el Ordenamiento Territorial (evaluación de tierras, FAO, 1976)	76
V.4. Metodología para tipos de evaluación Multicriterio	77
V.5. Elección de una metodología para el caso de la microcuenca “Santa Rosa Jáuregui”	79
V.5.1. Descripción del método de jerarquías analíticas (MJA) de Saaty	80
V.6. Aplicación del método para la microcuenca “Santa Rosa Jáuregui”	83
VI. RESULTADOS Y DISCUSION	115
VII. CONCLUSIONES	124
VIII. BIBLIOGRAFIA	126

INDICE DE TABLAS

Tabla		Página
1	Distribución de la vegetación y uso del suelo en la microcuenca	20
2	Distribución de infiltración en la microcuenca	30
3	Número de habitantes en la microcuenca	39
4	Proyecciones de población a los años 2006, 2009, 2012, 2015 y 2021	42
5	Densidad urbana por localidad de la zona de estudio al año 2005	43
6	Equipamiento educativo en la zona de estudio	53
7	Equipamiento de cultura en la zona de estudio	53
8	Equipamiento de salud en la zona de estudio	54
9	Equipamiento de abasto en la zona de estudio	54
10	Incremento de población, superficie y densidad en la microcuenca 1970-2005	62
11	Ocupación del suelo urbano sobre el tipo de vegetación 1970 – 2005	63
12	Grado de urbanización en la zona de estudio, 2005	64
13	Índices de Inconsistencia aleatoria para $n = 1,2,\dots,15$	95
14	Resultados de pesos consistentes valor PC	103
15	Escenario uno (promedio), con el valor P	103
16	Superficie totales de aptitud territorial (apto, medio y nula)	119
17	Superficie de grados de crecimiento de aptitud territorial (apto, medio y nula)	120
18	Porcentaje de corresponsabilidad del crecimiento propuesto al 2025	120

INDICE DE FIGURAS

Figuras	Página
1 Población y tasa de crecimiento poblacional para el Municipio de Querétaro (Periodo 1950-2000)	8
2 Crecimiento urbano del Municipio de Querétaro 1970 – 2005	9
3 Modelo de estudio de los efectos sobre el ambiente causado por la urbanización según Mc Donnell, 1990	11
4 Modelo del ambiente urbano y sus alrededores. Gradientes del área construida en forma intensiva a la extensiva y zonas sub urbanas internas y externas. (Sukopp, 1998)	12
5 Localización de la Microcuenca “Santa Rosa Jáuregui”, Querétaro	14
6 Rango de pendientes	17
7 Rangos de pendientes recomendables para el desarrollo urbano	17
8 Áreas Naturales Protegidas	18
9 Uso de suelo y vegetación	19
10 Tipo de rocas - Geología	24
11 Edafología. (Tipos de suelo)	25
12 Ubicación de la microcuenca Santa Rosa Jáuregui en la cuenca Lerma Chapala	27
13 Acuíferos de la microcuenca Santa Rosa Jáuregui en la cuenca Lerma Chapala	28
14 Zonas de Infiltración	30
15 Hidrología superficial	31
16 Zonas inundables	32
17 Relación entre la cobertura impermeable y la superficie de escurrimiento	34
18 Ubicación de localidades	37
19 Porcentaje de habitantes por localidades en la zona de estudio	40
20 Tasa de crecimiento para la microcuenca según periodos intercensales 1980 – 1990, 1990 – 1995 y 1995 – 2000	41
21 Población alfabeto y analfabeto en la zona de estudio	45

22	Distribución por localidad de la población económicamente activa e inactiva en la zona de estudio	46
23	Distribución de la población ocupada por sector entre la zona de estudio y el Municipio de Querétaro	47
24	Principales vialidades en la zona de estudio	52
25	Déficit de agua potable	55
26	Déficit de drenaje	55
27	Infraestructura	56
28	Tenencia de la tierra	59
29	Crecimiento histórico de la microcuenca	61
30	Diagrama de flujo. Metodología	65
31	Metodología basada en el análisis de umbrales	74
32	Metodología basada en el análisis espacial	76
33	Metodología para el Ordenamiento Territorial	77
34	Clasificación de técnicas de Evaluación Multicriterio (modificado de Jankowski, 1995)	79
35	Matriz de comparación entre pares de Saaty	81
36	Escala utilizada para la asignación de los juicios de valor	81
37	Vector principal normalizado	82
38	Razón de consistencia	83
39	Matriz para establecer el peso de las variables para definir la aptitud del uso del suelo para el crecimiento urbano por orden de importancia	94
40	Generación de la matriz de comparaciones pareadas para definir la aptitud del uso del suelo para el crecimiento urbano por orden de importancia	96
41	Datos proporcionados por el experto. Matriz de comparaciones pareadas evaluados por el INEGI, 2007 y suma de valores en cada columna y fila	100
42	Calculo de la matriz normalizada de comparaciones pareadas o Eigenvector principal de la matriz y cálculo del promedio de los elementos de cada renglón de la matriz normalizada, INEGI, 2007	101

43	Vectores de la suma pondera y de consistencia de INEGI, 2007	102
44	Valores de proporción de consistencia (PC) por variables para cada dependencia	105
45	Cuadro resumen de proporción de consistencia, pesos de los criterios escenario 1 y 2 y valor para la variable W_i para ambos escenarios	108
46	Valor estandarizado para cada variable (X_i), escenario 1 (Promedio) y escenario 2 (CQRN)	108
47	Tabla de valoración por pares	110
48	Pesos calculados en Idrisi de la tabla de valoración por valores	110
49	Modelo para el escenario uno (promedio) y resultado.	111
50	Modelo para el escenario dos (CQRN) y resultado.	112
51	Escenario uno (promedio)	113
52	Escenario dos (CQRN)	113
53	Escenario tres	114
54	Aptitud territorial y zonas propuestas para el crecimiento urbano, 2025.	116
55	Aptitud territorial y zonas propuestas con rangos diferentes a la SDUOP, 2025.	116
56	Escenario uno (promedio), con áreas de crecimiento a largo plazo, 2025.	117
57	Escenario dos (CQRN), con áreas de crecimiento a largo plazo, 2025.	117
58	Escenario tres, con áreas de crecimiento a largo plazo, 2025	118
59	Diagrama de equilibrio entre la aptitud no apta, el porcentaje de corresponsabilidad de aptitud nula y la aptitud apta para el desarrollo urbano	121

I. INTRODUCCIÓN

Conociendo de antemano los componentes que interactúan en una microcuenca, resulta conveniente diseñar nuevas alternativas para planear adecuadamente el crecimiento urbano, evaluando las metodologías existentes y proponiendo nuevas que trabajen con criterios que identifiquen el uso potencial del suelo; donde el investigador y los usuarios de los recursos en la microcuenca las definan, empleando el análisis multicriterio como herramienta de trabajo. Así también se deben establecer los instrumentos técnicos, legales y comprensibles, que permitan a la población conocer y promover, junto con las autoridades, un desarrollo urbano armónico en un espacio territorial ordenado, sentando las bases para un desarrollo sustentable.

El crecimiento urbano supone grandes presiones sobre servicios básicos y también implica serios impactos sobre el manejo de los recursos naturales, debido a las transformaciones inherentes a este proceso. Uno de los impactos más serios es el que se ejerce sobre las microcuencas aledañas a la conurbación (microcuencas semi - urbanas y/o urbanas), como es el caso de la cuenca del Río Virilla en Costa Rica, donde densos desarrollos urbanos se están ubicando en cuencas hidrográficas altas, lo cual altera dramáticamente las condiciones de cobertura y de drenaje, a la vez que induce a graves consecuencias dentro de cuenca (Porrás, 1998).

La presión por la tierra esta forzado asimismo la ocupación en altas pendientes; ya que en estos sitios la tierra es mucho más barata que cerca de la zona metropolitana, lo que ha atraído la ubicación de desarrollos populares hacia estas regiones. Esta situación tiene como consecuencias la erosión de los suelos, el aumento de la escorrentía superficial y sobre todo el incremento en el riesgo por derrumbes, deslizamientos e inundaciones en las partes bajas. Las microcuencas plantean un manejo integral como unidad de gestión de los recursos naturales interrelacionando el clima, relieve, suelo y vegetación articulado con procesos participativos de apropiación y su impacto en la cantidad, calidad y temporabilidad del agua; que evalúe y explique las externalidades en los diferentes usos de suelo. Mientras que en la actualidad no exista una visión integral de la ciudad o del conjunto urbano dentro de la microcuenca, dejando al lado elementos importantes que

interaccionan entre sí; no se podrá considerar una adecuada liga entre la problemática rural, ambiental y urbana.

Para evaluar la metodología se propone analizar y evaluar los instrumentos que regulan el área delimitada por la microcuenca Santa Rosa Jáuregui, como zona de estudio, por tratarse de una microcuenca urbana – rural, que además de que se encuentra cerca de la ciudad de Querétaro, presenta varios problemas sociales, económicos y naturales que viven las ciudades y el campo en nuestros días.

Debido a la presión del crecimiento urbano hacia la zona de Santa Rosa Jáuregui, el H. Ayuntamiento de Querétaro ha considerado entre sus planes, propiciar un modelo de desarrollo sustentable que permita un equilibrio entre los factores ambientales, económicos y sociales. En estos planes, se contempla el enfoque de gestión integrada de microcuencas como uno de los elementos esenciales para la comprensión de la problemática surgida de la transición de zonas rurales a tierras urbanas, así como para la propuesta de soluciones.

En la microcuenca Santa Rosa Jáuregui, de acuerdo a su Plan Rector de Producción y Conservación se tiene la intención de estimular un desarrollo basado en el crecimiento económico de tipo endógeno, que permita a la zona rural brindar servicios ambientales y productivos a la zona metropolitana, intercambiando por ello servicios que eleven su calidad de vida y promuevan su progreso basado tanto en el trabajo del campo (agricultura y ganadería) como en la industria. Bajo este enfoque, se reconoce que es importante conservar las áreas boscosas y de matorrales de la microcuenca, así como evitar la erosión, la contaminación de arroyos y bordos, derivada de la basura y disminuir los procesos de migración que desintegran las familias. Cabe mencionar que existen planes de suma importancia que colaboran para que exista un crecimiento regulado, ordenado y controlado. Dichos planes son los siguientes: el Plan Delegacional de Santa Rosa Jáuregui, el Plan que Regula y Ordena la Zona Metropolitana de Querétaro y el Plan Rector de Producción y Conservación de la Microcuenca.

Enfatizando la problemática, se pretende llevar a cabo análisis multicriterio que aporten elementos de decisión sobre el ordenamiento territorial de la microcuenca. Los elementos más significativos en el análisis se centrarán en la definición de variables y criterios a evaluar, en la aplicación de métodos multicriterio y/o multiobjetivo que logren definir los diferentes usos de suelo existentes en la microcuenca, para compararlos con su potencialidad y con lo establecido en los Planes de Desarrollo Urbano y así determinar si es posible combinar los instrumentos y metodologías hasta ahora empleadas en los Planes de Desarrollo Urbano con el enfoque de microcuencas, con visión holística que permita analizar la interacción de los distintos componentes del medio natural, social y económico; ya que el crecimiento urbano es necesario e inevitable y no necesariamente debe afectar las funciones ecológicas de una microcuenca.

II. ANTECEDENTES

A principios del siglo XIX la planeación –lo que Friedmann llamaría planificación-, ha sufrido un sesgo poderoso de cara al positivismo. Aquellos a favor de la planeación, tales como Saint Simón y Auguste Comte, creyeron que la planeación representaba la incorporación de la razón científica en el conjunto de los asuntos humanos. Entonces, las disciplinas como la economía política, sociología antropología, economía neoclásica, ciencia política y geografía comparten la creencia Comtiana de que “conocer” tenía como objetivo principal “prever”. Se pensaba que *predecir el futuro mediante las leyes naturales y sociales*, se convertiría en la base de una compensación eficaz entre acción y control –muchos entendían la planificación como un medio para perfilar las fuerzas sociales y económicas... Era una visión grandiosa pero totalmente errónea- (Friedmann, 1992).

En los países occidentales se dio la planeación de economía mixta. Se trata pues, de una práctica que al principio comenzó como un trabajo a cargo del ingeniero jefe responsable de la utilización del terreno y de la construcción de edificios, y pronto adquirió identidad profesional propia con funciones adicionales que le conducen a la elaboración de *planes generales incorporando así políticas sociales, los servicios humanos y la planeación del medio ambiente*. (Sustay y Anaya, s/f).

La urbanización en América Latina y el Caribe no cuenta con una planificación sólida para el aprovechamiento de los recursos naturales y, en especial, de los usos, destinos y reservas del suelo. Como consecuencia, la mancha urbana se ha expandido sin criterios de asimilación adecuada al territorio, provocando enormes daños ambientales. El patrón urbano existente es resultado del desarrollo económico, que ha propiciado la centralización de los recursos y habitantes en pocas ciudades. Por tanto, la integración del ordenamiento ambiental con el urbano y la actualización de técnicas para definir y regular el aprovechamiento del recurso suelo es una necesidad que deber ser catalogada como de alta prioridad (Redondo, 2001).

El desarrollo urbano ocurrido en México **entre 1980 y 1995** se analiza a partir del estudio de componentes demográfico – espaciales y los cambios en la estructura espacio – sectorial de la economía. Se considera a la década de los ochenta como el parteaguas en el desarrollo urbano del país, en otras palabras como **la nueva etapa de urbanización**.

Las transformaciones económicas son la principal causa del desarrollo urbano. La urbanización es un **método de utilización de recursos** para satisfacer necesidades sociales, así como un proceso en el cual los factores de la producción y la localización de las actividades se combinan para configurar un patrón espacial de organización económica y distribución territorial del trabajo; patrón que se caracteriza en las economías de mercado por la tendencia a la concentración en pocos puntos del territorio (Sobrino, 1980).

Un problema fundamental del desarrollo sustentable en el ámbito local es la dificultad que representa hacer compatible el desarrollo de un municipio con el aprovechamiento y la conservación de sus recursos naturales. Este problema radica, entre otras cosas, en la manera en que históricamente fue delimitado el territorio durante el proceso de conformación de México como Nación, cuando la unidad administrativa más pequeña, “el Municipio”, fue creada según razones comerciales, religiosas, culturales, políticas o económicas (Hoffman y Salmerón, 1997), pero nunca ecológicas.

Este desconocimiento es una de las principales causas de los desequilibrios que actualmente enfrentan los procesos económicos rurales y urbanos del país. Por esto, se ha planteado que **el manejo integrado de las cuencas hidrográficas es una manera de abordar estos conflictos, básicamente porque las cuencas se consideran como una unidad funcional** (Sarukhán y Maass, 1990; Dourojeanni *et al.*, 2002; Zúñiga, 1995; El Colegio de México y Comisión Nacional del Agua, 2003).

El modelo técnico de la planificación, su inclinación a tomar decisiones y proyectar por adelantado y su reivindicada superioridad con respecto a otras formas de procesos decisorios debido a su carácter científico, ya no es válida y debe abandonarse. (Friedmann, 1992).

Si el análisis es la “ordenación del territorio”, entonces estamos aceptando que existe una desordenación del espacio urbano y rural para ser absorbido por el proceso de urbanización (Carrasco, s/f). El paisaje de un territorio es el resultado de la interrelación naturaleza-sociedad en el mismo. Cuando los impactos sobrepasan la capacidad de asimilación, resulta una incompatibilidad entre la aptitud funcional del territorio y el uso del mismo.

La interacción que aparece entre la sociedad y la naturaleza y la búsqueda de un buen manejo de los recursos, solo es posible de lograr si se tiene un conocimiento integral de la dinámica que se da entre los diferentes componentes de los paisajes y la acción modificadora que el hombre ha ejercido sobre de ellos. El urbanismo ha considerado cada uno de sus elementos que se producen en el espacio no como algo aislado en sí mismo, sino como un elemento más que va a producir la compleja realidad del territorio, que será utilizado de maneras muy diversas y durante un largo plazo por la comunidad que lo vive. La urbanización de una ciudad debe ser compatible con la naturaleza, la ciudad no se puede construir contra la naturaleza ni que el uso del territorio sea dañando la naturaleza. El diseño urbano y de los espacios públicos y el diseño del paisaje cobran cada vez mayor importancia (Ureña, s/f).

El Municipio de Querétaro tiene el antecedente de ser un lugar que sufrió el fenómeno del crecimiento explosivo, gracias a la **ubicación geográfica del Estado** respecto a la capital nacional y la región del Bajío; la existencia de **vialidades regionales como la Carretera No. 57 y la No. 45** han sido uno de los ejes más importantes para la conformación y crecimiento de la mancha urbana de la Zona Conurbada de la Ciudad de Querétaro; **la industria**; que se descentralizó de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México; el **sismo ocurrido en 1985** que motivó la emigración intensiva; la **caída de los precios en los productos agrícolas** (lo que provocó que los terrenos de cultivo disminuyeran gradualmente de precio); la **modificación de los regímenes de propiedad**; que debido a la dinámica del crecimiento en las ciudades medias del País se ha ocupado el ejido para los asentamientos humanos; de esta forma la vivienda, la industria, el equipamiento e infraestructura se desarrollaron en zonas ejidales que a menudo y en las

mejores circunstancias pertenecieron a tierras agrícolas de temporal; la **inserción del Estado en el proyecto nacional para consolidar el sector industrial** como base fundamental para el desarrollo; a la **inserción del grupo de Ingenieros Civiles Asociados (ICA)**, a través del cual se conjuntaron distintos intereses modificando el espacio económico de la capital queretana; la **modernización de la infraestructura del transporte** y a la **especialización de los servicios** (en crecimiento en los años anteriores al 2001), esto abrió la posibilidad de seguir apostando a estas alternativas, pero principalmente en el último rubro, pudiendo aprovechar la infraestructura y el equipamiento ya existentes, para hacer de Querétaro un centro de negocios, con servicios competitivos en materia de salud, educación, cultura y turismo, que atrajo gente del País y del extranjero.

En el municipio de Querétaro el **crecimiento se dió de forma lineal** sobre los ejes carreteros (carretera Federal no 57), generando poca concentración de desarrollo urbano, y fortalecido en 1990 por la instalación del Parque Industrial Querétaro.

El **crecimiento polinuclear**, presente también en el municipio, se ha impulsado en sitios estratégicos de la periferia urbana, generando núcleos de desarrollo mediante la instalación de infraestructura, equipamiento y servicios.

Para abordar las cuestiones relativas a la densidad poblacional, se tomaron como base los datos del municipio de Querétaro aportados por el INEGI, en el XII Censo de Población y Vivienda del año 2000 y el II Censo de Población y Vivienda 2005.

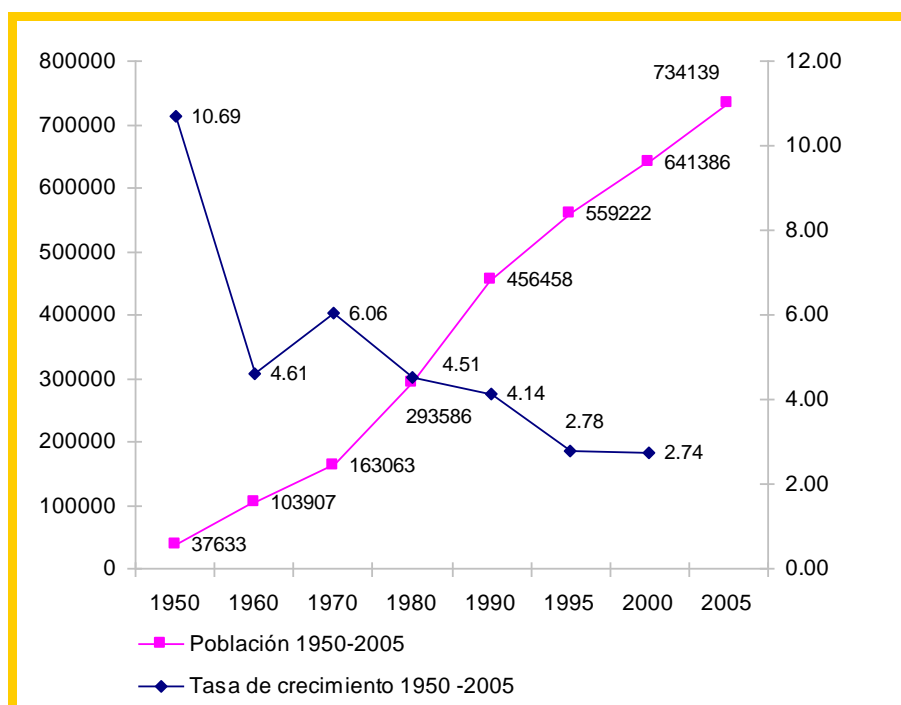
De esta manera, al año 2000 en el municipio de Querétaro existen un total de 641,386 habitantes, ubicados en 233 localidades, de las cuales 13 son consideradas como urbanas y el resto 210 como rurales. Para el 2005 existe una población de 734,139 habitantes, ubicados en 264 localidades, de las cuales 15 son consideradas como urbanas y el resto 249 como rurales. (Figura 1).

El crecimiento de la población dentro del municipio de Querétaro, denota una tendencia a bajar sus tasas de crecimiento entre periodos intercensales. Mientras en el

periodo 1980 – 1990 la tasa de crecimiento fue de 4.51, para el periodo 1995 – 2000 mostró una tendencia a la baja con una tasa del 2.78 y para el periodo 2000 – 2005 fue de 2.74.

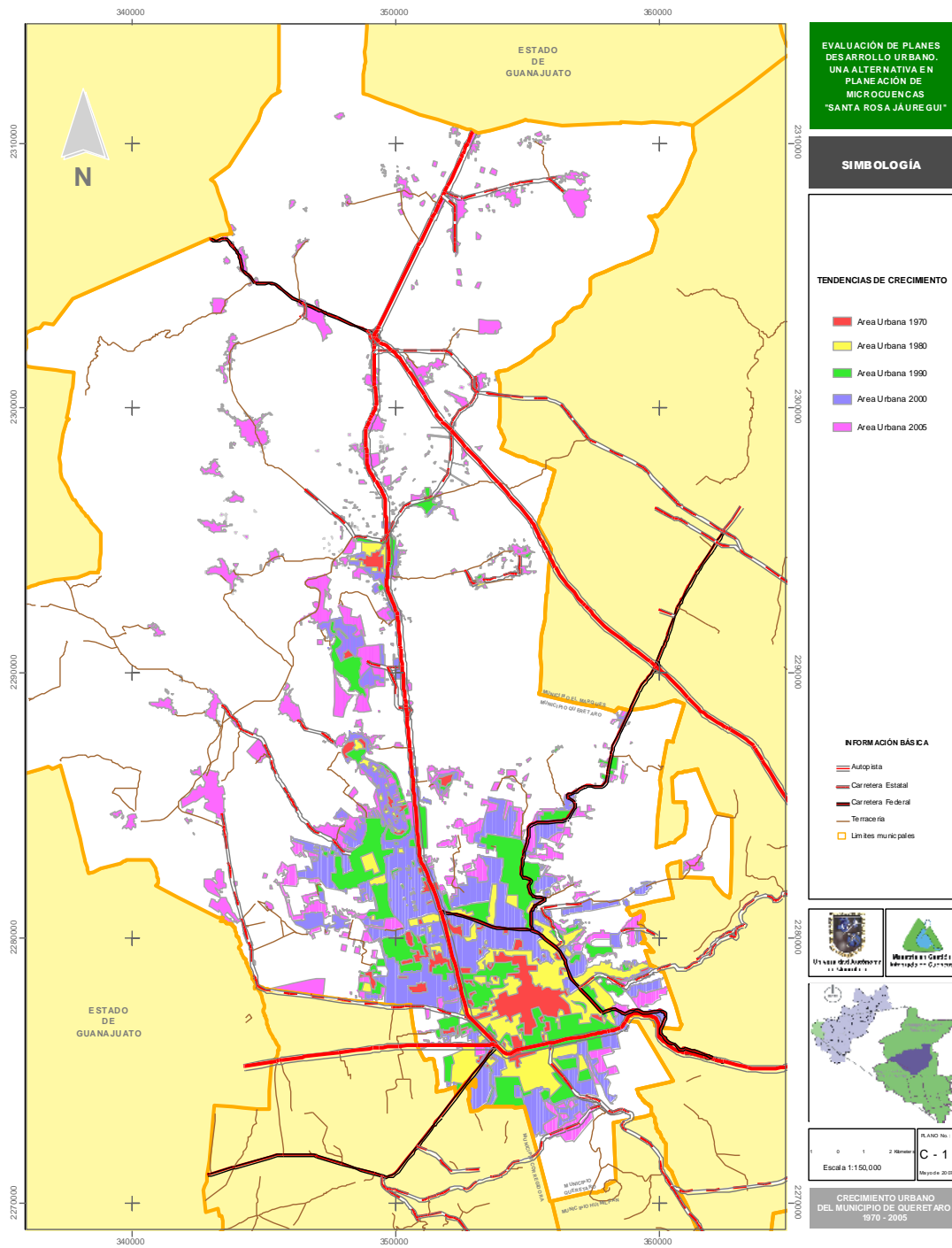
El total de la superficie municipal de Querétaro es de 69,970 ha y su población para el año 2000 fue de 641,386 habitantes, según datos censales de INEGI, por lo tanto su densidad territorial equivale a 9.17 hab/ha; su densidad urbana al 2004 es de 3.50 hab/ha.; el total de la superficie de Santiago de Querétaro en el 2000 es de 10,081.33 ha con una población de 536,463 habitantes y una densidad de 3.21 hab/ha, para el 2004 fue de 3.50 hab/ha. (Figura 2).

Figura 1. Población y tasa de crecimiento poblacional para el Municipio de Querétaro (Periodo 1950-2000)



Fuente: Elaboración propia según datos del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, INEGI. VII, VIII, IX, X, XI, XII Censo General de Población y Vivienda 1950, 1960, 1970, 1980, 1990 y 2000; Conteo 1995 y 2005

Figura 2. Crecimiento urbano del Municipio de Querétaro 1970 – 2005



Fuente: Elaboración propia

III. OBJETIVOS

III.1. Objetivo general

Evaluar los criterios establecidos, para la elaboración de los Planes de Desarrollo Urbano y formular una propuesta a partir de un análisis multicriterio del impacto del crecimiento urbano del municipio de Querétaro sobre las funciones, componentes y/o variables ecológicas de la microcuenca Santa Rosa Jáuregui.

III.2. Objetivos específicos

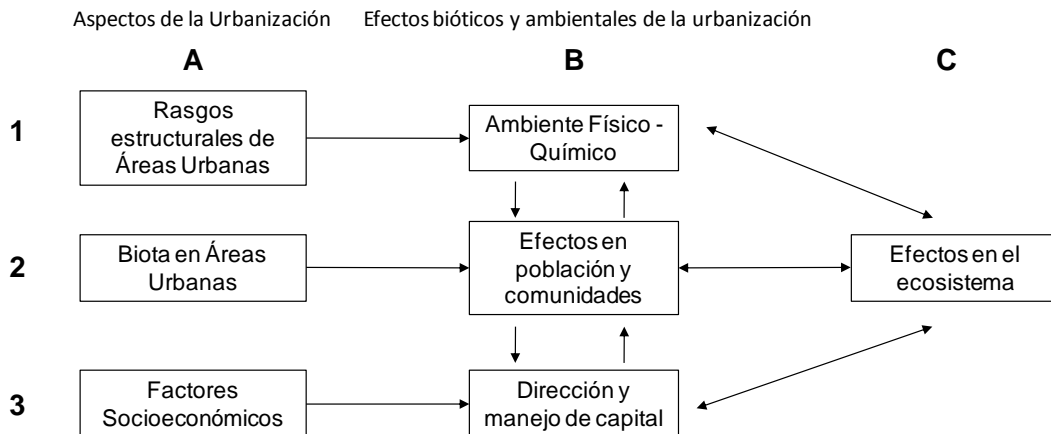
1. Determinar la superficie histórica de los distintos cambios de uso de suelo; que permitan establecer porcentajes y/o índices de ocupación territorial en la zona de estudio e identificar sucesos o acontecimientos que hayan influido en dichos cambios.
2. Direccionar los análisis anteriores a la microcuenca Santa Rosa Jáuregui para proponer la utilización sustentable del espacio.
3. Determinar el intercambio realizado entre servicios ambientales y servicios urbanos.
4. Estudiar las variables de acuerdo a métodos de análisis previamente seleccionados.
5. Identificar las debilidades y fortalezas entre la planeación tradicional urbana (metodología de umbrales) y la que se está aplicando actualmente para las microcuencas.
6. Justificar los criterios y variables basados en condiciones de microcuencas que puedan determinar la aptitud territorial del suelo en la planeación urbana.

IV. ESCENARIO ACTUAL DE LA MICROCUENCA DE “SANTA ROSA JÁUREGUI”

La gestión integral de cuencas consiste en armonizar el uso, aprovechamiento y administración de todos los recursos naturales (suelo, agua, flora y fauna) y el manejo de los ecosistemas comprendidos en una cuenca hidrográfica, tomando en consideración, tanto las relaciones establecidas entre recursos y ecosistemas, como los objetivos económicos y sociales, así como las prácticas productivas y formas de organización que adopta la sociedad para satisfacer sus necesidades y procurar su bienestar en términos sustentables. (Ventura, 2003).

Existe un modelo que explica los efectos de la urbanización en los fenómenos ecológicos; donde las tres columnas representan componentes pertinentes de gradientes urbano – rurales. Las flechas indican las uniones causales entre los rasgos de áreas urbanas (la columna A) como las entradas, y los fenómenos ecológicos (las columnas B, C) como los resultados. El campo ecológico se enfoca principalmente en los fenómenos representados por la fila 1 y 2, considerando que los resultados serían útiles en decisiones que involucran los fenómenos sociales representados en la fila 3. (Vejrup, 2004). (Figura 3).

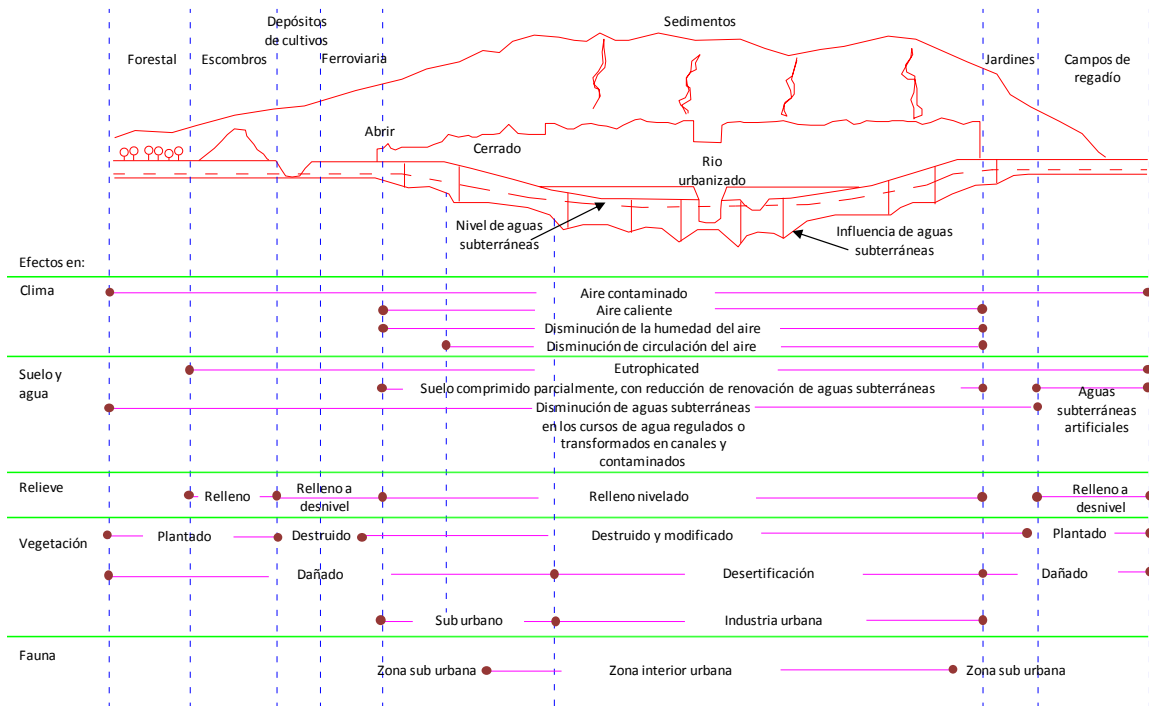
Figura 3. Modelo de estudio de los efectos sobre el ambiente causado por la urbanización según Mc Donnell, 1990



Fuente: Tesis de grado. Caracterización del Sur de la Ciudad de Buenos Aires, 2004

Sukopp (Figura 4) relaciona las distintas zonas urbanas con los efectos que la urbanización tiene sobre el clima, el suelo, el agua, el relieve, la vegetación y la fauna.

Figura 4. Modelo del ambiente urbano y sus alrededores. Gradiente del área construida en forma intensiva a la extensiva y zonas sub urbanas internas y externas. (Sukopp, 1998)



Fuente: Tesis de grado. Caracterización del Sur de la Ciudad de Buenos Aires, 2004

Los mayores impactos ambientales provocados por la impermeabilización y que afectan el equilibrio natural de las cuencas urbanizadas son los siguientes:

1. **Alteración del ciclo hidrológico y pérdida de calidad del agua.** El reemplazo significativo de la vegetación por superficies impermeables reduce los coeficientes de interceptación de las lluvias por parte de los follajes (el porcentaje de agua caída que es retenido por la copa de los árboles y que escurre lentamente a través de tallos y troncos hasta alcanzar el suelo, e infiltrarse con mayor facilidad que si cae directamente desde las nubes sellando los suelos y favoreciendo el escurrimiento), así como el promedio anual de evapotranspiración (suma de la evaporación del agua contenida en los suelos y cuerpos hídricos y de la evaporación a través de las hojas de las plantas) y provoca

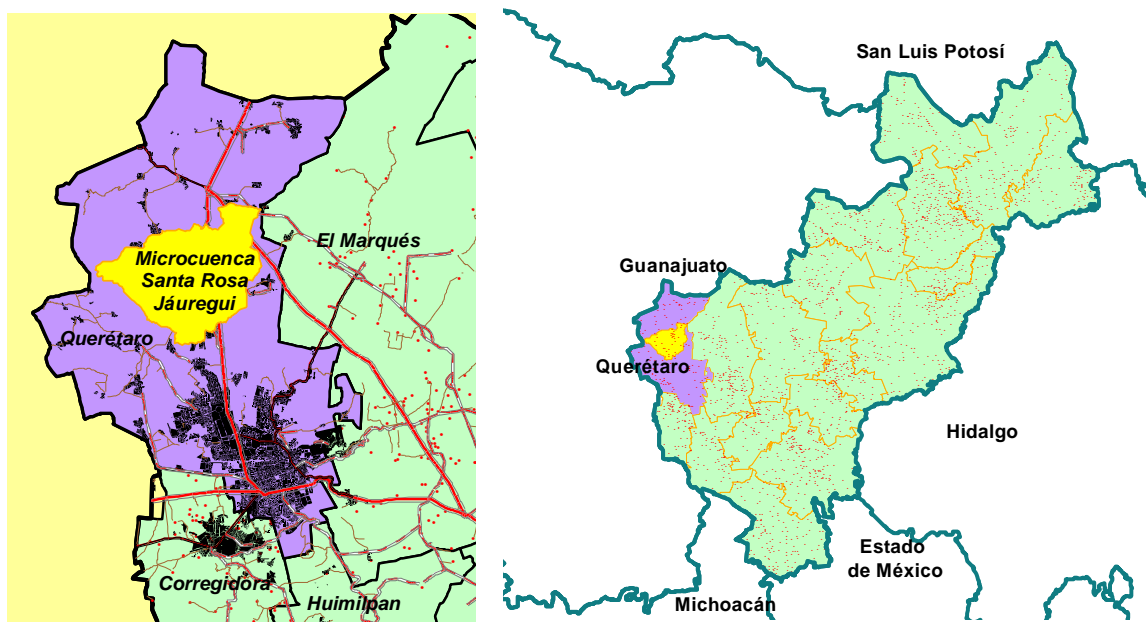
alteraciones en los tiempos, tasas y volúmenes de recarga y descarga de los acuíferos subterráneos. El aumento del escurrimiento superficial ocurre como consecuencia de la disminución de la infiltración superficial y subsuperficial de los flujos de agua y facilita las inundaciones y el desplazamiento de aguas contaminadas de fuentes puntuales (efluentes de aguas servidas) y no puntuales (jardines, cultivos agrícolas, calles hacia lagos, arroyos y estuarios).

2. **Impactos en los balances de energía y en los microclimas.** La transformación de las superficies permeables e impermeables altera localmente los balances de energía debido a que aumenta la reflexión de la radiación solar en desmedro de la absorción lenta, cambia la capacidad de calor específico y la conductividad termal de los materiales que componen la superficie de la ciudad y con ello, las tasas de calor sensible que es transferida a la atmósfera y de calor latente que es empleado en la evaporación y que regresa a la atmósfera una vez que se produce el proceso de condensación de la humedad atmosférica (Oliver, 1973). Cabe esperar en consecuencia el desarrollo de áreas de mayor temperatura y la generación de islas de calor, que son características en las áreas de mayor densidad residencial, industrial o comercial de las ciudades.
3. **Degradación, pérdida y fragmentación de hábitats acuáticos y terrestres, que se degradan y destruyen al impermeabilizar sus superficies.**
4. **Degradación de los arroyos.** La impermeabilización de los cauces naturales y su reemplazo por alcantarillados, cursos de agua canalizados y obstruidos, además de la simplificación de la red de drenaje, aumentan la velocidad de los flujos de agua, causando un aumento de la potencia erosiva y mayor producción de sedimentos.
5. **Efectos sobre los hábitats terrestres.** Provocando la pérdida de biodiversidad a través de impactos acumulativos que se manifiestan en forma lenta
6. **Cambios de estética de los arroyos y paisajes.** (Universidad Católica de Chile, s/f)

IV.1. Medio Natural

La microcuenca “Santa Rosa Jáuregui” se ubica en la porción central del Municipio de Querétaro, al norte de la ciudad de Santiago de Querétaro, extendiéndose su extremo noreste hacia el Municipio de El Marqués. (Figura 5); tiene una extensión de 10,139 ha, que representa el 14.49% de la superficie del municipio de Querétaro y tiene un perímetro de 513.23 km. Las coordenadas extremas de la microcuenca se encuentran entre los 20° 41’ 37.3” y 20° 48’ 20.7” de latitud norte y los 100° 24’ 5.8” a 100° 38.8” de longitud oeste. Tiene 12.80 Km de longitud axial, es decir, del punto de salida hasta el extremo más alejado. De acuerdo a su extensión y por su tipo de drenaje de salida es una microcuenca de tipo Exorreica. (Plan Rector de Producción y de Conservación de la microcuenca Santa Rosa Jáuregui, 2004).

Figura 5. Localización de la Microcuenca “Santa Rosa Jáuregui”, Querétaro



Fuente: Elaboración propia

El parteaguas inicia en el extremo noreste en el cerro El Perrito (2160 msnm), continúa en dirección oeste hacia el cerro El Buey (2210 msnm), cambiando hacia el sur y retomando luego la dirección oeste sobre la localidad San Isidro Buenavista.

Posteriormente se dirige hacia la cortina de la Presa Santa Catarina, y hasta el cerro Pie de Gallo (2340 msnm). Desde este punto, se mueve hacia el suroeste en dirección a la localidad El Patol, pero sin llegar hasta ella, deteniéndose en una elevación a 2470 msnm, al norte de la localidad Los Muertos. De aquí, el límite de la microcuenca queda definido hacia el sureste por el cerro El Nabo (2020 msnm), dirigiéndose después hacia el este, a la presa El Cajón, que constituye el punto de salida de la microcuenca. El partaguas continúa hacia el noreste, hasta alcanzar unas pequeñas elevaciones de 2160 y 2130 msnm, comprendidas entre los arroyos La Estancia y La Chinita. Se continúa hacia el norte, hasta un cerro de 2180 msnm de altura, situado al este del cerro La Media Luna, y llegando hasta el cerro El Divisadero (2110 msnm). Finalmente, desde ese sitio se cruza un pequeño valle en dirección noreste, hasta alcanzar el punto inicial en el Cerro El Perrito. (Plan Rector de Producción y de Conservación de la microcuenca Santa Rosa Jáuregui, 2004).

Por lo que respecta a su forma, la relación entre el perímetro de ésta y la longitud de una circunferencia de igual área -Índice de Gravelius o Coeficiente de Compacidad- es igual a 1.43, lo que indica que su forma es redondeada. Lo mismo muestra la relación de elongación, que resulta de dividir el diámetro de un círculo de igual área a la de la microcuenca entre la longitud axial de ésta, cuyo valor es igual a 0.88. Esto lo confirma el índice de forma o de Horton, o relación entre el área de la cuenca y el cuadrado de la longitud axial de la misma, que es igual a 0.61. La forma redondeada de la microcuenca hace que el tiempo de concentración de la precipitación sea más corto al que tendría una cuenca de forma más alargada. El histograma de salida, es decir la respuesta hidrológica en términos de cantidad e intensidad de agua por unidad de tiempo que puede salir de la microcuenca como consecuencia de una tormenta, se caracterizará por un gasto de pico más alto que el que pudiera presentar una microcuenca más alargada. (Plan Rector de Producción y de Conservación de la microcuenca Santa Rosa Jáuregui, 2004).

El sistema de drenaje se caracteriza por poseer un cauce principal con una longitud de 16 km y una serie de tributarios que suman un total de 88.93 km. La corriente principal es intermitente, mientras que el resto de las corrientes son de carácter efímero. El cauce principal es interrumpido dos veces por obras de almacenamiento, una de ellas el

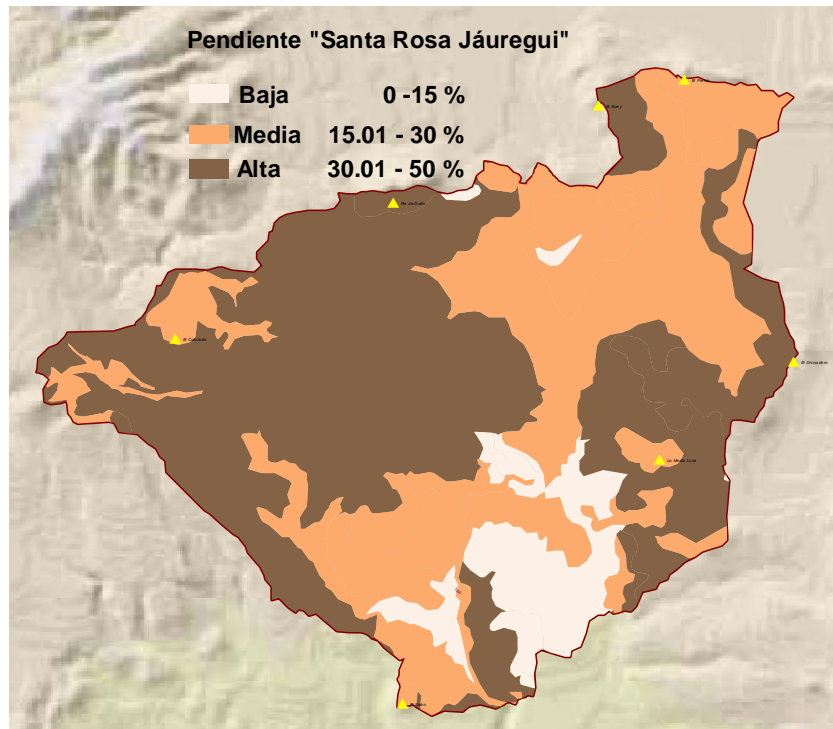
bordo Dolores, en la parte media de la cuenca, y la otra al final, en el punto de salida con la presa El Cajón. Considerando el grado de bifurcación, y de acuerdo al método de Strahler, el sistema de corrientes tiene un orden igual a 5, la red de drenaje tiene un desarrollo limitado, es decir, la concentración de los escurrimientos es alta. Además, la densidad de drenaje o corrientes es igual a 1.39 km/km^2 , por lo tanto, el grado de bifurcación es adecuada para un drenado eficiente. La extensión media de escurrimiento superficial es igual a 0.28 km, es decir, cada tributario recorre para llegar al cauce principal, una distancia promedio de 280 m. Por otra parte, la sinuosidad del cauce principal es igual a 1.25, lo que indica una baja sinuosidad propia de ríos de lineamiento recto o escasamente cambiante de dirección. (Plan Rector de Producción y de Conservación de la microcuenca Santa Rosa Jáuregui, 2004).

Una vez descrita la morfometría se elabora un análisis de la problemática actual de la microcuenca y sus elementos que interactúan en ella, el cual pretende sistematizar criterios de conectividad entre, sobre y al interior de la microcuenca abastecedora de vegetación, zonas de conservación y afluentes hídricos y a partir de la relación que existen entre el sistema vial y su ocupación; hacer de ellos herramientas de uso público y privado, para la proyección de nuevos procesos de urbanización y consolidación de su ocupación. El potencial de la ciudad no es su estructura urbana, sino su estructura natural, que hay que integrarla en un planeamiento urbanístico acorde a la realidad del lugar.

En la microcuenca existe una pendiente media igual a 9.52%; con un rango de pendiente mínimo de 4.68% y un rango máximo de 38.25%; existen 3 rangos de pendiente: Baja que abarca de 0 a 15% con una superficie de 883.82 ha; Media de 15.01 a 30% con una superficie de 3,909.59 ha y Alta que va de 30.01 al 50% con una superficie de 5,345.87 ha. En base a estos datos más de la mitad del territorio de la microcuenca presenta una pendiente alta no apta para el desarrollo urbano. (Figura 6). Los rangos de pendientes recomendables para el desarrollo urbano son del 2 al 15%, el relieve debe ser plano, sin accidentes orográficos pronunciados o muy próximos entre sí (Figura 7); además que las zonas con mayor pendiente en una microcuenca prestan servicios ambientales a las partes

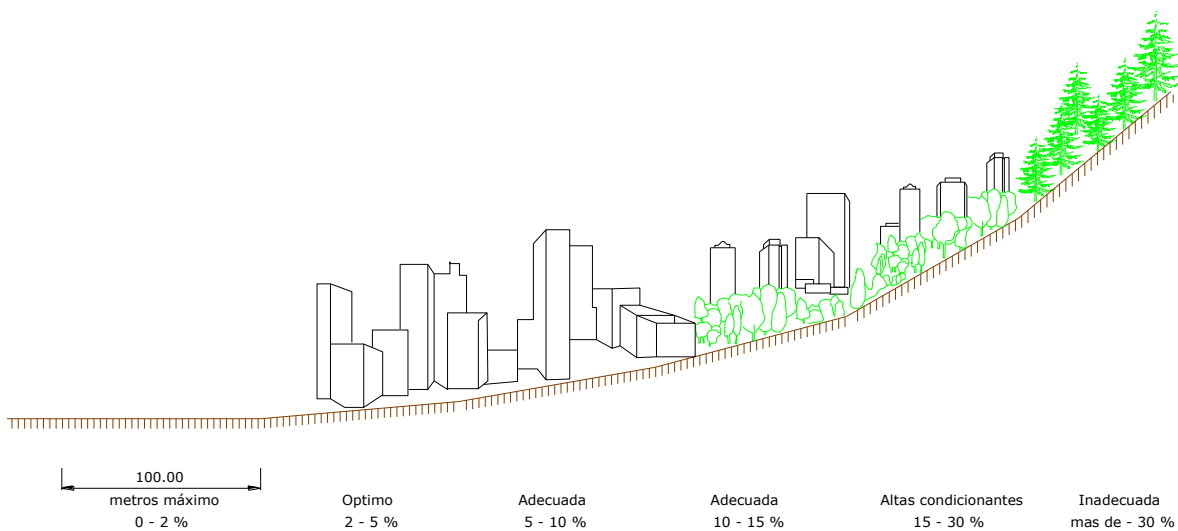
de menor pendiente ya que la presencia de vegetación en estas zonas aseguran la infiltración, aumentan la recarga y reducen la ocurrencia de inundaciones y aluviones.

Figura 6. Rango de pendientes



Fuente: Elaboración propia, según datos del CQRN, 2006

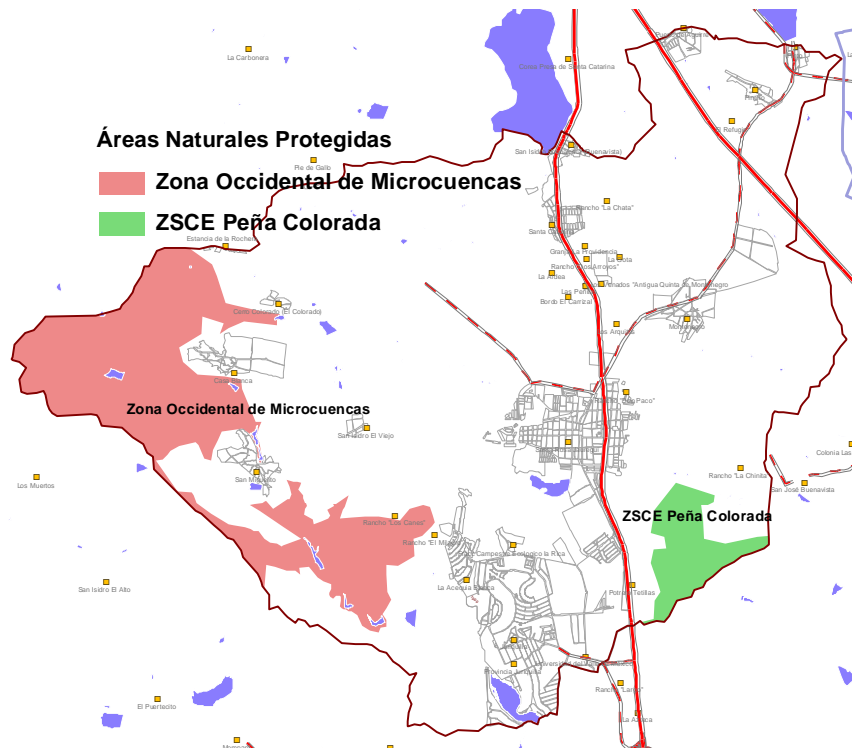
Figura 7. Rangos de pendientes recomendables para el desarrollo urbano



Fuente: SDUOP, 2006. Normatividad medio ambiente

Existen dos áreas naturales protegidas: **ZSCE Peña Colorada**, que aunque en Sesión Ordinaria de Cabildo de fecha 29 de agosto 2006, el H. Ayuntamiento de Querétaro aprobó el Acuerdo por el cual se declara la nulidad del Acuerdo relativo a la Declaración como Zona Sujeta a Conservación Ecológica de la superficie conocida como “Peña Colorada”, aprobado en Sesión Ordinaria de Cabildo de fecha 27 de noviembre de 2001; (Sombra de Arteaga. 2007. p 1923) se considerará como tal; por su alto valor ambiental en la zona. Abarca una superficie de 217.68 ha representando un 0.02% de la superficie de la microcuenca. Existe una zona decretada recientemente **ZSCE Zona Occidental de Microcuencas** que en sesión ordinaria de Cabildo de fecha 22 de Septiembre 2005, aprobó la declaratoria; dicha zona tiene un alto valor ambiental por la presencia del matorral subtropical, bosque tropical caducifolio y bosque de encino; es considerada la parte alta de las microcuencas del poniente municipal. (Sombra de Arteaga. 2006. p 1015). Abarca una superficie de 1,309.79 ha que representa un 12.92% de la superficie de la microcuenca (Figura 8).

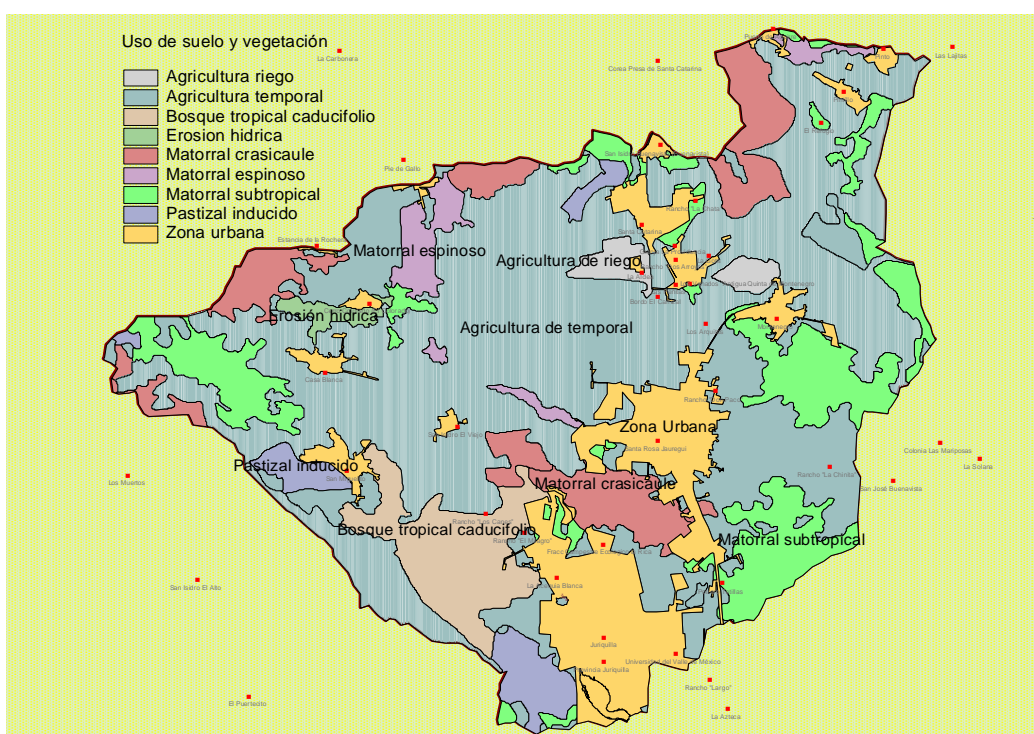
Figura 8. Áreas Naturales Protegidas



Fuente: Elaboración propia

Para el estudio y descripción de la vegetación y uso de suelo existen varias fuentes entre las que se encuentra el mapa del Inventario Nacional Forestal, el mapa de vegetación de la Secretaria de Desarrollo Agropecuario (SEDEA, Querétaro), el mapa de uso de suelo y vegetación del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, Querétaro) y el mapa de vegetación elaborado por la Secretaria de Desarrollo Sustentable en colaboración con el Centro Queretano de Recursos Naturales (SEDESU-CQRN, Querétaro). Para este estudio se utiliza este último. (Figura 9).

Figura 9. Uso de suelo y vegetación



Fuente: Elaboración propia

La mayor parte de la microcuenca de Santa Rosa Jáuregui está ocupada con agricultura de riego y de temporal; además, es posible observar cinco tipos de vegetación, hablando a nivel de ecosistema: Bosque tropical caducifolio, Matorral crasicaule, Matorral espinoso, Matorral subtropical y Pastizal inducido, La vegetación secundaria es el resultado de una perturbación previa y recolonización que en gran parte de la microcuenca está dada por la aparición del palo bobo (*Ipomoea murucoides*) y pastos no nativos como

Melinis repens. (Tabla 1). (Plan Rector de Producción y de Conservación de la microcuenca Santa Rosa Jáuregui, 2004).

Tabla 1. Distribución de la vegetación y uso del suelo en la microcuenca

Vegetación y Uso de Suelo	Superficie ocupada (ha)	% de Ocupación
Agricultura de riego	131.14	1.29
Agricultura de temporal	5,438.56	53.64
Bosque tropical caducifolio	535.44	5.28
Matorral crasicaule	818.08	8.07
Matorral espinoso	221.31	2.18
Matorral subtropical	1,212.31	11.96
Pastizal inducido	293.69	2.90
Erosión hídrica	64.92	0.64
Zona urbana	1,423.83	14.04
TOTAL	10,139.27	100.00

Fuente: elaboración propia

Bosque tropical caducifolio.

En este ecosistema domina el estrato arbóreo y predominan especies con afinidad tropical como *Lysiloma microphylla* (palo de arco) y *Eysenhardtia polystachya* (palo dulce) que no sobrepasan los 10 m de altura. En los sitios donde hay alteración se pueden observar especies como *Mimosa acauleticarpa* (uña de gato), *Acacia pennatula* (huizache tepame) y otras no espinosas como *Ipomoea murucoides* (palo bobo). Otras especies que también se encuentran en esta asociación vegetal dentro de la microcuenca son: *Bursera fagaroides* (palo xixote), *Celtis caudata* (zorros), y *Senna polyantha* (tepehuaje) entre otras. Esta comunidad ocupa únicamente el 5.28% de la superficie de la microcuenca pero es importante como refugio y alimento para la fauna silvestre que aún existe, además tiene una cobertura que varía entre el 80 y 100% por lo que desempeña un papel importante en la protección y retención del suelo al evitar el escurrimiento y retener la humedad (Plan Rector de Producción y de Conservación de la microcuenca Santa Rosa Jáuregui, 2004).

Matorral crasicaule

Esta comunidad está dominada por especies con tallos suculentos, principalmente de la familia Cactaceae, asociadas a especies arbustivas espinosas. Generalmente se distribuye en zonas de climas secos, en laderas y lomeríos entre los 1400 y 2500 m de altitud, sobre suelos someros derivados de rocas ígneas, andesitas, riolitas y basaltos y por ende con alto porcentaje de pedregosidad (Hernández, *et al.*, 2000). En la microcuenca se observan especies de *Opuntia sp.* y “garambullo” *Myrtillocactus geometrizans*.

Matorral espinoso

Son comunidades densas con árboles y arbustos espinosos, los cuales llegan a medir hasta 5 m de alto. Entre estos se encuentran principalmente el “mezquite” (*Prosopis laevigata*) y en menor proporción el “huizache” (*Acacia farnesiana* y *A. schaffneri*). Este tipo de vegetación se distribuye entre los 2,050 - 2150 msnm en lugares planos o con poco relieve (Hernández, *et al.*, 2000). En la microcuenca de Santa Rosa Jáuregui se observa poca presencia de “mezquite” (*P. laevigata*), por el contrario, los “huizaches” *Acacia farnesiana* y *A. schaffneri* se encuentran en mayor proporción y dependiendo del grado de alteración se pueden observar especies no espinosas indicadoras de disturbio como “palo bobo” *Ipomoea murucoides*, “ocotillo” *Dodonaea viscosa* y “uña de gato” *Mimosa acaulticarpa*. Esta asociación vegetal ocupa el 2.18% de la microcuenca y la cobertura es variable entre un 60 y 80% dependiendo de las condiciones de pendiente y suelo y del grado de alteración. El 81.2% de este tipo de vegetación presenta un grado de perturbación alto, aquí la cobertura puede encontrarse entre un 40 y 60% (Plan Rector de Producción y de Conservación de la microcuenca Santa Rosa Jáuregui, 2004).

Matorral Subtropical.

Es un tipo de vegetación denso, con árboles y arbustos de 3 a 4 m de alto, se caracteriza por la presencia tanto de elementos espinosos (50%) como de elementos inermes (50%). Entre los primeros que destacan los “granjenos” (*Celtis pallida* y *Condalia*

mexicana) y el “garambullo” (*Myrtillocactus geometrizans*), mientras que las especies inermes son el “palo xixote” (*Bursera fagaroides*), el “palo bobo” (*Ipomoea murucoides*) y el “tepehuaje” (*Senna polyantha*). Son matorrales que se diferencian del bosque tropical caducifolio por la dominancia de especies, la altura del estrato arbóreo y la composición florística (Hernández *et al.*, 2000).

Pastizal Inducido

Estas asociaciones, dominadas por especies herbáceas pertenecientes a la familia Poaceae, generalmente son el resultado de la alteración extrema de otros tipos de comunidades vegetales, tales como, bosque de *Quercus* o matorrales, donde la actividad pecuaria y la intensa explotación de especies maderables han cambiado casi o totalmente la fisonomía original. Es posible determinar que estos pastizales no son naturales debido a la presencia de especies indicadoras de disturbio, por ejemplo, el “sangregado” (*Jatropha dioica*), “toloache” (*Datura ceratocaula*), “lentejilla” (*Lepidium virginicum*), y otras; lo anterior aunado a las especies pastos no nativos que componen estas comunidades, entre las que se encuentran *Melinis repens*. El 97% de los pastizales de la microcuenca han sido inducidos para algún tipo de actividad económica, primordialmente ganadera. Ocupa el 2.90% de la superficie total y su cobertura varía de un 70 a un 90% (Plan Rector de Producción y de Conservación de la microcuenca Santa Rosa Jáuregui, 2004).

En cuanto al uso de suelo, la agricultura de temporal abarca un 53.64% de la superficie de la microcuenca, mientras que la de riego constituye únicamente un 1.29%. El 14.04% de la microcuenca corresponde a zonas urbanas, primordialmente la de Juriquilla y Santa Rosa Jáuregui, y el 0.50 % a cuerpos de agua, tales como presas y bordos (Plan Rector de Producción y de Conservación de la microcuenca Santa Rosa Jáuregui, 2004).

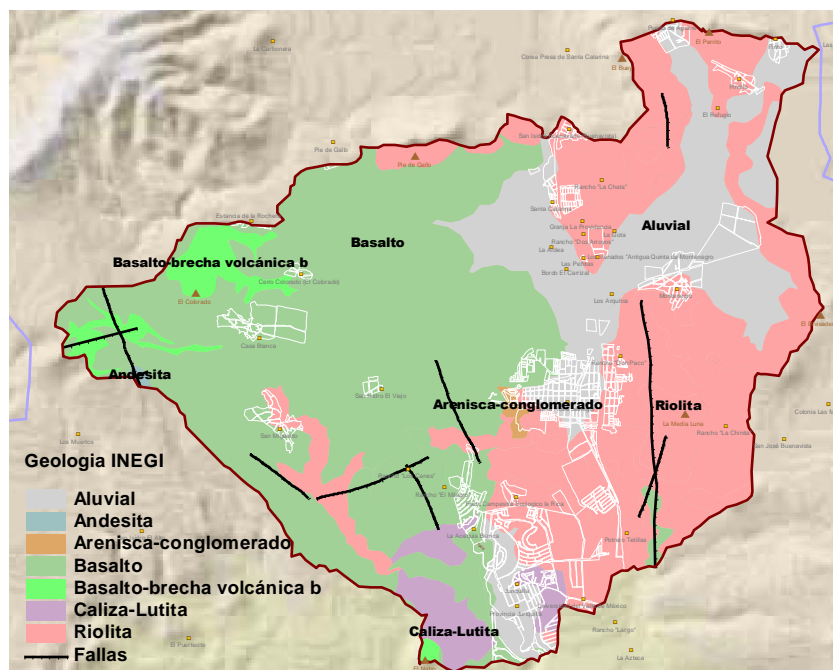
La fragmentación del ecosistema que se observa actualmente en la microcuenca ha transformado el paisaje. Los fragmentos de vegetación (matorrales) que se encuentran inmersos en la microcuenca, corresponden a lo que hoy queda de ambientes naturales atrapados en medio de la trama urbana, después de un proceso urbanístico acelerado. Este

problema es sin duda el conflicto entre el uso del suelo y zonas de protección ambiental más preocupante ante el impacto social y ambiental que genera.

La vegetación es el componente ambiental que oferta más funciones y servicios ambientales a la ciudad: mitigación de islas de calor y generación de islas frías, filtro y reciclaje de los contaminantes atmosféricos, incremento de la infiltración de las aguas de lluvia, control del escurrimiento y las inundaciones, áreas de refugio y hábitats para la fauna, depuración de las aguas y sedimentos que convergen a los cauces, sitios de recreación y turismo. Un proceso de urbanización que propone la reforestación de las laderas y suelos desnudos, respeta la existencia de áreas de recarga natural de los acuíferos, protege las áreas cubiertas por vegetación nativa, excluye la ocupación de lechos de inundación y la interrupción de buffers riparianos y cauces fluviales, que asegura sus formas para que cumplan sus funciones de transporte de flujos y que contribuye a generar corredores y parches vegetales de mayor tamaño, podría llegar a ser perfectamente sustentable desde el punto de vista ambiental. (Universidad Católica de Chile, s/f).

El territorio de la microcuenca de Santa Rosa Jáuregui, de acuerdo a la información de INEGI (INEGI, 1986) está constituido en su mayor parte por materiales ígneos (riolita y basalto) que ocupan el 75.55% de la superficie de la microcuenca, predominantemente extrusivas ácidas (riolita) del terciario-cuaternario. Asimismo, existen zonas de calizas-lutitas las roca más antiguas de la zona, corresponden al cretácico superior; estas se ubican hacia el punto de salida de la microcuenca 3.15%. A lo largo del cauce principal, existen depósitos de suelos aluviales (18.08%) principalmente en la parte norte, que por su propia naturaleza constituyen el material más reciente de la microcuenca, del período cuaternario. Con menor representación en la microcuenca existen andesita y arenisca-conglomerado con un 0.38%. (Figura 10). (Plan Rector de Producción y de Conservación de la microcuenca Santa Rosa Jáuregui, 2004).

Figura 10. Tipo de rocas - Geología



Fuente: Elaboración propia

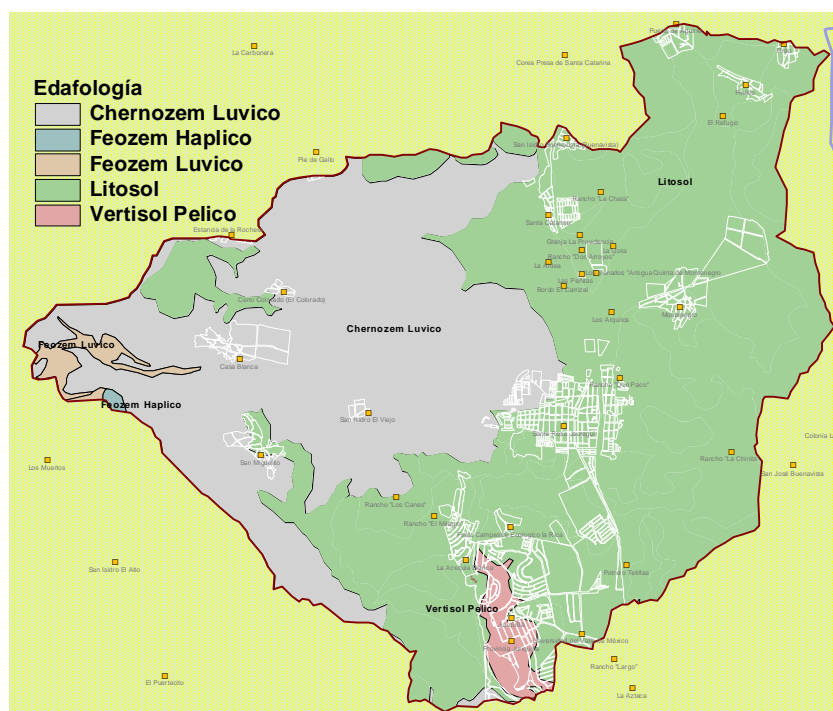
De acuerdo a los datos de la UNAM (UNAM, 2006), una superficie significativa de la parte noroeste de la microcuenca corresponde a basaltos del volcán de San Miguelito, y una porción del sureste de la misma a derrames de basaltos de la mesa de Querétaro (Basalto-Brecha Volcánica, con una superficie de 2.83%). En la zona de estudio existen una serie de fracturamientos en zonas de debilitamiento en la parte sur de la microcuenca, tres con dirección noroeste-sureste, una noreste-suroeste. También existen dos fallas normales una orientada al noroeste-sureste y otra al suroeste-noreste en el extremo poniente. (UAQ, 2004). En la parte oriente de la microcuenca existen dos fallas; con orientación norte-sur y noreste-suroeste; por ultimo en la parte norte de la microcuenca encontramos una pequeña falla con dirección norte-sur.

A través del distanciamiento de prevención y resguardo, los emplazamientos o futuros desarrollos urbanos de las localidades, deben de alejarse de áreas de fracturas, fallas, dolinas y deslizamientos, en una franja de 400 m paralelas a estas. Las zonas con brecha volcánica (roca ígnea) no son adecuadas para fines agrícolas, ni urbanos pero son

moderadamente aptos para especies arbóreas o arbustivas. Las zonas de basalto son aptas para fines urbanos y forestales; las zonas de caliza – lutita son suelos aptos para la agricultura y para el desarrollo urbano. (Plan de Desarrollo Urbano de Centro de Población Querétaro, 1982).

En el análisis edafológico se observa que para la microcuenca existen cinco tipos de suelo (Figura 11), de los cuales uno es ampliamente dominante: el litosol (suelo de piedra), que ocupa un 60.46 % de la superficie de la microcuenca; se caracteriza por tener una profundidad menor a los 10 cm; solo en la parte norte se encuentran profundidades mayores a los 50 cm y está íntimamente asociado a las mayores elevaciones de la zona que definen el parteaguas de la microcuenca, así como en la cañada del arroyo Las Tinajas -de 150 metros de desnivel-, al sureste de la comunidad de San Miguelito.

Figura 11. Edafología. (Tipos de suelo)



Fuente: Elaboración propia

El vertisol pelico abarca un 1.70% de la microcuenca, este es un suelo arcilloso, negro y fértil, aunque difícil de manejar por su dureza, se ubica en el punto de salida de la

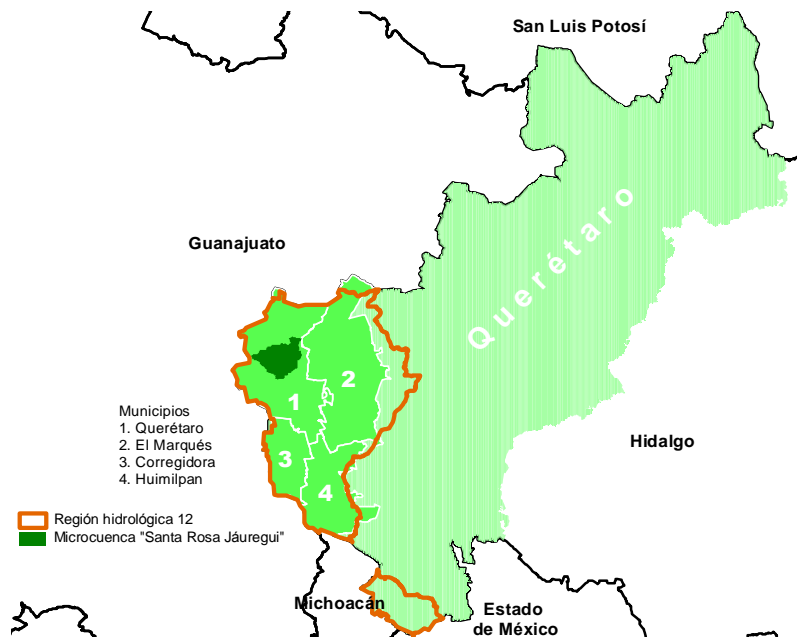
microcuena al sureste (INEGI 1973, 1981). Se presenta el chernozem luvico que ocupa el 36.69%; son suelos negros de climas semisecos, con acumulación considerable de arcilla en el subsuelo, se extienden en todo la zona noroeste y suroeste de la microcuena. Existe el feozem haplico con el 0.11% pequeña porción localizada al oeste de la microcuena, suelo con una capa superficial oscura, algo gruesa, rica en materia orgánica y nutrientes. Por último se encuentra el feozem luvico cuyo subsuelo es más rico en arcilla que la capa superficial, con una superficie de 1.03%. (INEGI, 1998). Por lo que respecta a las características físicas, prácticamente el 57.19% presentan fase lítica, suelo con rocas duras a mayores a 10 cm de profundidad; ubicadas en la parte este de la microcuena y en pequeña porción al oeste cerca del poblado de Cerro Colorado. El 36.77% presenta fase lítica profunda (lecho rocoso entre 50 y 100 cm de profundidad), esta se ubica al oeste de Santa Rosa Jáuregui, sur de Juriquilla, y en un área situada al suroeste de la presa Santa Catarina y cerro El Buey. En fase pedregosa (mayores a 50 cm) se encuentra solo el 6.04% que poseen fragmentos de roca mayores de 7.5 cm en la superficie o cerca de ella, lo que impide o dificulta el uso de maquinaria agrícola; se distribuye al norte de la microcuena cerca de las localidades de Puerto de Aguirre, El Refugio, Pintillo y Pinto; una pequeña parte de Santa Rosa Jáuregui y Juriquilla.

El **vertisol pélico** es un suelo muy arcilloso, pegajoso cuando esta húmedo y muy duro cuando está seco, es fértil aunque su dureza dificulta la labranza y con frecuencia presenta problemas de inundación y drenaje, no tiene límites para la agricultura, con inconvenientes para el desarrollo urbano por su expansibilidad, ya que dificultan la instalación de ductos subterráneos y porque puede provocar hundimientos diferenciales y cuarteaduras en la construcciones. El suelo **Feozem Háptico** presenta una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y nutrientes en laderas y pendientes, con rendimientos bajos y se erosionan con mucha facilidad; es bueno para actividades agropecuarias, silvicultura, su limitante es la pedregosidad para cultivos básicos; el feozem háptico o el vertisol pélico en fase pedregosa no es apto para el desarrollo urbano. El **litosol** se caracteriza por tener una profundidad menor de 10 cm. hasta la roca, tepetate o caliche duro, susceptible a erosionarse; pueden llevarse a cabo pastoreo, fruticultura o nopaleras dependiendo de la disponibilidad del agua. El **Chernozem** en condiciones naturales

mantiene vegetación de pastizal con algunas áreas de matorral. Se utilizan en ganadería extensiva con pastoreo o intensiva con pastos cultivados obteniendo rendimientos de medios a altos; también se usan en agricultura para cultivar granos, oleaginosas, y hortalizas con alto rendimiento, sobre todo si están sometidos a riego, ya que son suelos con alta fertilidad natural.

La microcuenca Santa Rosa Jáuregui se encuentra en la región hidrológica 12, es decir, de la Región Lerma-Santiago de la porción del estado de Querétaro que corresponde a la cuenca Lerma Chápala. (Figura 12). Debido a la cercanía al parteaguas continental y a la condición de semiaridez que predomina en el área, la microcuenca presenta un sistema de corrientes dendrítico e intermitente. Los ríos que drenan son muy modestos, y en la actualidad no hay corrientes perennes o cuerpos de agua naturales. Así, la principal reserva de agua dulce en la zona está constituida por los depósitos subterráneos, formados en épocas más húmedas, utilizados actualmente en una medida creciente que rebasa significativamente, y desde hace tiempo, el volumen de la recarga natural. (SDUOP, 2006).

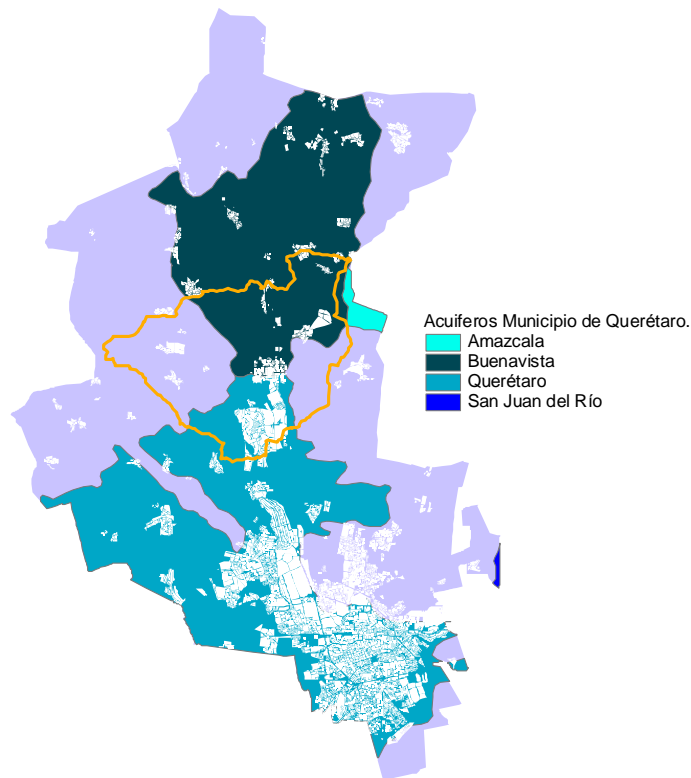
Figura 12. Ubicación de la microcuenca Santa Rosa Jáuregui en la cuenca Lerma Chápala



Fuente: Elaboración propia

La microcuenca se encuentra ubicada sobre tres acuíferos: 36.80% de su superficie sobre el valle de Buenavista (en equilibrio), 20.36% sobre el Valle de Querétaro (sobreexplotado) y en un porcentaje insignificante sobre el Valle de Amazcala (sobreexplotado). (Figura 13). De acuerdo a información del *Plan Hidráulico del Estado de Querétaro* (CEA, 1999). El acuífero Valle de Querétaro se localiza en el municipio de Querétaro y en una pequeña zona del municipio de El Marqués. Tiene una extensión de 484 km², y se considera como semiconfinado, con niveles estáticos de 70 a 140 metros. La precipitación media anual es de 566 mm, y las recargas principales son por el oriente del Valle de San Juan del Río, por el norte del Valle de Buenavista y por el sur del Valle de Huimilpan. Este acuífero está considerado como sobreexplotado. Su variación anual del nivel estático es de -1 a -4 metros. De los 239 pozos activos (en 1997), 122 eran para uso público urbano (servicios y recreativos), 67 para uso agrícola, 45 para la industria y 5 de abrevadero. En total se extraen 103 Mm³/año, y la recarga natural se calcula en 70 Mm³/año. Esto implica una sobreexplotación del 30 por ciento.

Figura 13. Acuíferos de la microcuenca Santa Rosa Jáuregui en la cuenca Lerma Chápala



Fuente: Elaboración propia

El acuífero Valle de Buenavista se encuentra al norte del acuífero Valle de Querétaro, y se extiende sobre 350 km². Está considerado como semiconfinado, con niveles estáticos del orden de los 100 metros de profundidad y un espesor promedio de 300 m. Hay una precipitación media anual de 586 mm. La variación anual del nivel estático va de -1 a -2 metros. En él se encuentran 73 pozos de los cuales se extraen 29 Mm³/año, cuya recarga se estima en proporción a lo que se extrae, de ahí que se considere en equilibrio. Este alimenta, por flujo subterráneo, a los acuíferos de Amazcala y de Querétaro.

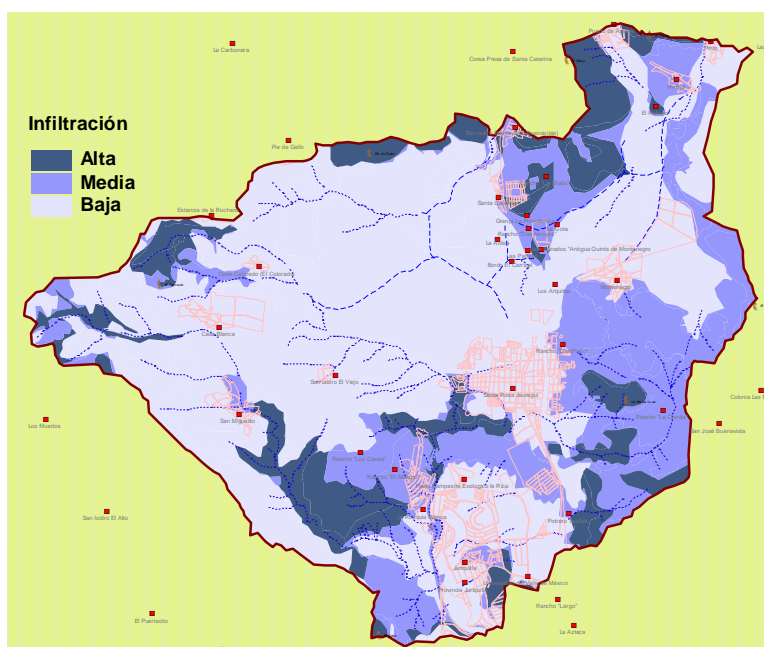
El acuífero Valle de Amazcala está al noreste de la ciudad de Querétaro, en terrenos del municipio de El Marqués y tiene una extensión de 217 km². Considerado como un acuífero de libre a semiconfinado, sus niveles estáticos van de 40 a 120 metros y espesor promedio de 300 metros. Existe una precipitación anual de 566 mm. Se considera como sobreexplotado. La variación anual del nivel estático es de -1 a -3 metros. Se tienen registrados 134 aprovechamientos activos. Predominan los pozos para uso agrícola (105), 11 son para abrevadero y 18 para uso urbano. La extracción es de 55 Mm³/año y su recarga de 34 Mm³/año, por lo que tiene una sobreexplotación de 21 Mm³/año.

En la microcuenca existen 29 pozos distribuidos principalmente en la parte media, sobre el acuífero de Valle de Buenavista. (UAQ, 2004) Su uso es agrícola, y descargan en tanques, canales o redes. Dado el carácter predominantemente agrícola y pecuario de la microcuenca, existe la preocupación constante de la población de abastecerse de nuevas fuentes de agua para estas actividades. Sin embargo, la condición de dos de los acuíferos restringe la explotación subterránea, por lo que tendrá que priorizarse la utilización de fuentes superficiales como manantiales y escurrimientos intermitentes.

La recarga de los acuíferos se debe a la infiltración directa del agua pluvial sobre las unidades geológicas permeables, así como a los depósitos fluviales, ríos y arroyos. Cabe recordar que, la alta permeabilidad de suelos y la cubierta vegetal (bosques de pino, encino selva baja caducifolia), actúan como amortiguadores de la precipitación, retardan el escurrimiento y facilitan la infiltración.

Las áreas de infiltración vertical dentro del área de estudio, tienen como zona de alto grado las localizadas al sur de Santa Rosa Jáuregui y oeste de Juriquilla y toda la parte alta de la microcuenca. Existe una infiltración media en la mayoría de la parte oriente de la microcuenca con pequeñas partes al noroeste y suroeste de misma y con una infiltración baja se tiene toda la parte central, poniente de la microcuenca y en las localidades de Santa Rosa Jáuregui y todo Juriquilla. (Figura 14).

Figura 14. Zonas de Infiltración



Fuente: Elaboración propia

Los rangos obtenidos de la cartografía de áreas de infiltración en la zona de estudio se clasificaron de la siguiente forma:

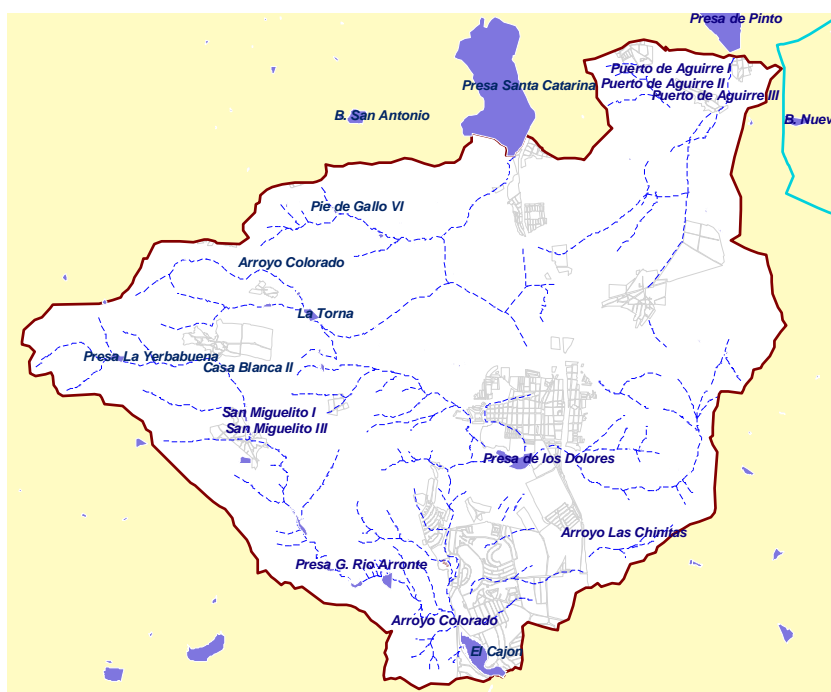
Tabla 2. Distribución de infiltración en la microcuenca

Rangos de infiltración	Superficie de infiltración (ha)	% de ocupación
Alta	1,341.15	13.23
Media	1,966.68	19.40
Baja	6,917.92	68.23
TOTAL	10,139.27	100.00

Fuente: elaboración propia

Aunque no existen corrientes de agua de importancia en la microcuenca los principales arroyos intermitentes son: El arroyo Colorado, que drena por la parte norte de la localidad Cerro Colorado; el arroyo Casa Blanca, que se ubica al sur de la localidad del mismo nombre; el arroyo Las Tinajas, que se ubica en la cañada del extremo oeste del cerro El Paisano, el arroyo San Isidro, situado al norte de la localidad del mismo nombre, el arroyo Jurica, uno de los afluentes que alimenta en su parte baja la presa El Cajón, y que se ubica en el extremo este del cerro El Paisano, y finalmente, el arroyo Las Chinitas, al noreste de la localidad Potrero Tetillas. (Figura 15).

Figura 15. Hidrología superficial



Fuente: Elaboración propia.

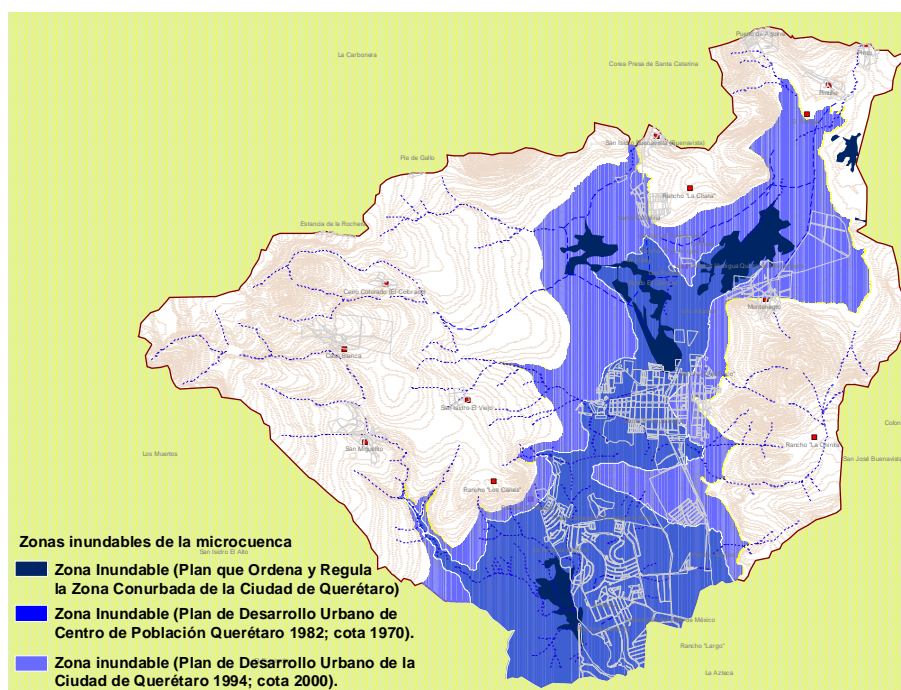
La infraestructura hidráulica consta de una presa, El Cajón, que constituye el punto de salida, con una capacidad al NAMO¹ de 960,000 m³, y que para julio de 2004 presentaba un almacenamiento equivalente al 62.10 % (CNA, 2004). Además, se tienen 35

¹ NAMO, o nivel de aguas máximas ordinarias.

bordos parcelarios, que retienen un volumen equivalente a 2,082 miles de m³ (SEDEA 2004). No existen datos de calidad de agua o fuentes de contaminación.

Se identifican 3 zonas inundables en la microcuenca: la primera se menciona en el Plan que Ordena y Regula la Zona Conurbada de la Ciudad de Querétaro, 2006; las que se determinan en base al Plan de Desarrollo Urbano de Centro de Población Querétaro de 1982 cuya cota hidráulica recomendada para el desarrollo es de 1970 msnm, en esta zona existen fuertes inundaciones en Santa Rosa Jáuregui por su proximidad a la presa Dolores (PDUCP Querétaro, 1988); por último las que se determinan en base al Plan de Desarrollo Urbano de la Ciudad de Querétaro 1994 que menciona los problemas de inundación y drenaje que se presentan en cotas menores a 2000 msnm por lo cual sería difícil y costoso dotar de infraestructura, sobre todo de agua. (Figura 16).

Figura 16. Zonas inundables



Fuente: Elaboración propia

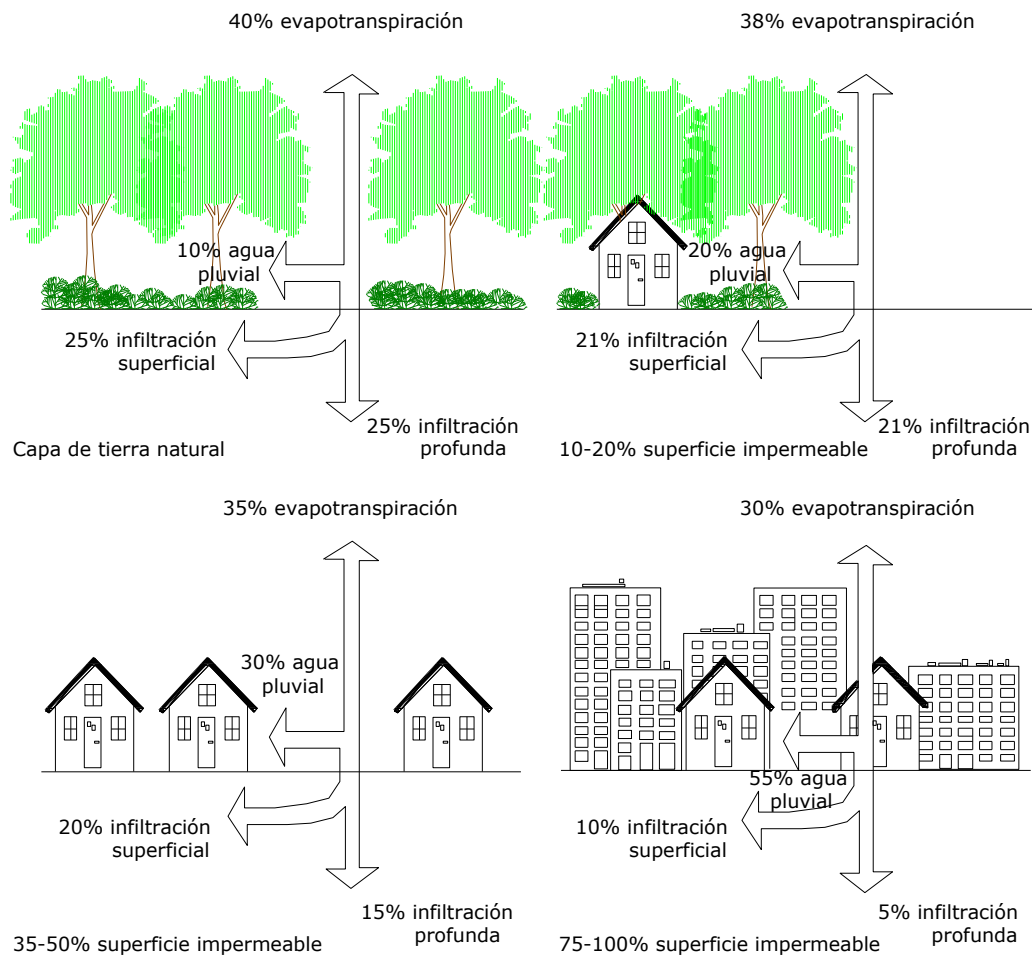
Se consideran como zonas propensas a inundaciones por ser zonas bajas y receptoras de caudales pluviales la parte norte de la localidad de Santa Rosa Jáuregui, en el vértice que forma el libramiento Poniente, con la Carretera 54 a San Luis Potosí, en donde

existe un área de aproximadamente 5 Has, que es receptora de la corriente fluvial y que se canaliza mediante dos puentes hidráulicos, para conducirlos hasta el dren pluvial a cielo abierto que va por la Calle B. Juárez, sin que hasta la fecha haya sido conectado, lo que ha provocado, que la mencionada zona, en donde existen asentamientos humanos, sea afectada por inundaciones cada que se presenta una precipitación mayor a 100 mm. Existe un riesgo de inundación por un posible rompimiento de dos cortinas de las presas: Santa Catarina y el Cajón, las cuales en la temporada de lluvias del año (1998) lograron llenarse al 100% y llegó a establecerse una señal de alerta por el posible riesgo de rompimiento de la cortina de la presa el Cajón. Otro riesgo de inundación se presenta en el centro de la cabecera delegacional por carencia de pendientes en el terreno circundante y de barreras artificiales que impiden cumplir con el drenaje natural de la zona, así como en su lado Norte y Suroeste. (PPDU, Delegación Santa Rosa Jáuregui, 1999).

En la microcuenca no se cuenta con un drenaje pluvial adecuado, lo que provoca que los drenajes existentes se saturen rápidamente durante precipitaciones relativamente importantes, provocando el encharcamiento de gran parte de las calles, así como de vialidades importantes. La zona de estudio no cuenta con un sistema de drenaje exclusivo para aguas pluviales y otro para aguas negras, por lo que no se está en posibilidades para reutilizar el agua de lluvia de una manera adecuada ya que se contaminan rápidamente al ingresar al único drenaje que existe. Como se menciona anteriormente las zonas inundables presentan una limitante al desarrollo urbano debido a que se ubican en terrenos con muy poca pendiente, algunas zonas inundables se encuentran al norte de Santa Rosa Jáuregui y de Montenegro, en las inmediaciones del Parque Industrial Querétaro y al poniente de Juriquilla. (Plan Rector de Producción y de Conservación de la microcuenca Santa Rosa Jáuregui, 2004).

Una vez analizado el sistema hidrológico de la microcuenca se llega a la conclusión de establecer como medida de control, el desarrollo de nuevas urbanizaciones en zonas que garanticen el fácil desalojo del agua en forma natural, no importa la duración del periodo de lluvias; de esta manera se evitara modificar el escurrimiento de la cuenca y el asentamiento urbano en zonas carentes de infraestructura potable. (Figura 17).

Figura 17. Relación entre la cobertura impermeable y la superficie de escurrimiento



Fuente: Federal Interagency SRWG, 2000

Una vez terminado el escenario actual del medio ambiente se llega a la conclusión de que los componentes ambientales que interactúan dentro de la microcuenca son de real importancia para la prestación de servicios ambientales, ya que la conservación de la vegetación, las áreas naturales protegidas, los ríos, los suelos, etc., pueden mitigar, proteger y reducir la siguiente problemática:

1. Mitigación de emisiones de gases efecto invernadero (reducción, absorción, fijación y almacenamiento de carbono):

Los bosques primarios y secundarios, las plantaciones forestales y todo tipo de vegetación, fijan carbono en forma permanente en su biomasa, contribuyendo a la limpieza de la atmósfera y representando el servicio que brindan los ecosistemas forestales a la sociedad (Alfaro, 1997).

2. Protección de agua para uso urbano rural o hidroeléctrico.

La pérdida de cobertura forestal produce impactos importantes sobre el ciclo hidrológico y sobre el microclima en una determinada unidad geográfica. En este caso, el servicio que brinda el bosque se traduce en mantener los niveles de calidad y cantidad de agua a lo largo del tiempo (Chomitz *et al*, 1998; Segura y Johnson, 1998; Comisión de Servicios Ambientales, 1998). Primero, cuando hablamos de calidad de agua, nos referimos a mantener los niveles de erosión, sedimentación y flujo de nutrientes a niveles naturales en el tiempo. El efecto de la sedimentación es la reducción de la calidad del agua para los diferentes usos, como son consumo doméstico, actividades productivas y generación de energía. Segundo, cantidad de agua implica flujos estacionales constantes, respuesta de flujos máximos y protección contra inundaciones. Cambios significativos en el flujo de agua puede generar, importantes efectos negativos sobre actividades productivas como la agricultura, el turismo y la producción de energía hidroeléctrica.

3. Protección de la biodiversidad para conservación. Uso sostenible científico, farmacéutico, investigación, mejoramiento genético, protección de ecosistemas y formas de vida.

4. Belleza escénica

Aun no existe una definición conceptual clara de qué entendemos por belleza escénica, porque a diferencia de otros servicios ambientales comprende factores cuantitativos que

dificultan el análisis, como son las diferencias en la percepción que pueden tener dos individuos del mismo bosque por ejemplo y en qué medida afecta su bienestar. Por tanto, la belleza escénica es un concepto que conlleva aspectos subjetivos pero ligados a la conservación y disfrute de un patrimonio natural como paisaje atractivo. (Camacho, et al 2000).

IV.2. Caracterización demográfica y socio-económica

Para abordar las cuestiones demográficas y socioeconómicas, se toman como base los datos por localidad aportados por el INEGI, en el XII Censo de Población y Vivienda del año 2000 y el II Conteo de Población y Vivienda del 2005.

En la microcuenca se ubican 37 localidades entre fraccionamientos, colonias, ranchos y familias; Acequia Blanca, Casablanca, Cerro Colorado, Juriquilla, Provincia Juriquilla, Montenegro, Pintillo, San Isidro El Viejo, San Miguelito, Santa Catarina, Santa Rosa Jáuregui, Familia Cárdenas, Colinas de Santa Rosa, Colonia Arboledas, Colonia La Cruz, Colonia Rosa Reyna, Colonia San Francisco, Los Arquitos, Las Peñitas, Fraccionamiento Ecológico La Rica, Potrero Tetillas, Rancho Dos Arroyos, Los Venados, Bordo El Carrizal, Asociación de colonos Santa Catarina, Las Cruces Juriquilla, Rancho La Curva, Nuevo Juriquilla, El Refugio, Granja la Providencia, La Aldea, La Gota y los Ranchos La Chata, La Chinita, Don Paco, Los Canes y El Milagro. Y cinco localidades próximas a la microcuenca: Estancia de la Rochera, El Madroño (Pie de Gallo), San Isidro Buenavista, Puerto de Aguirre y Pinto). (Figura 18).

- Granja La Providencia
 - La Aldea
 - La Gota
 - Los Venados
- Santa Rosa Jáuregui
 - Colinas de Santa Rosa
 - Colonia Arboledas
 - Colonia La Cruz
 - Colonia Rosa Reyna
 - Colonia San Francisco
 - Familia Cárdenas
 - Potrero Tetillas
 - Rancho Don Paco
 - Rancho La Chinita
- Juriquilla
 - Las Cruces Juriquilla
 - Provincia Juriquilla
 - Nuevo Juriquilla
- Montenegro
 - Los Arquitos (Pozo Numero Dos)
- Acequia Blanca
 - Fraccionamiento Campestre Ecológico La Rica
 - Rancho El Milagro
 - Rancho Los Canes
- Pintillo
 - El Refugio
- San Isidro el Viejo
 - Rancho La Curva
- San Miguelito
- Casa Blanca
- Cerro Colorado (El Colorado)
- Estancia de la Rochera
- El Madroño (Pie de Gallo)
- San Isidro Buenavista
- Puerto de Aguirre
- Pinto

Tabla 3. Número de habitantes en la microcuenca

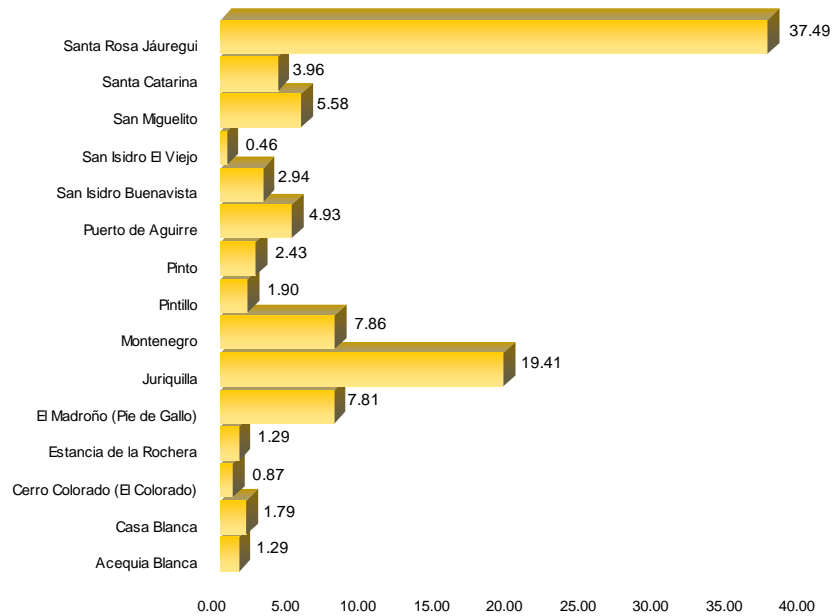
Localidades	No. de habitantes 2000	No. de habitantes 2005
Acequia Blanca	428	591
Casa Blanca	741	819
Cerro Colorado (El Colorado)	283	400
Estancia de la Rochera	531	594
El Madroño (Pie de Gallo)	3,240	3,581
Juriquilla	4,265	8,903
Montenegro	3,393	3,606
Pintillo	786	871
Pinto	1,134	1,115
Puerto de Aguirre	1,954	2,263
San Isidro Buenavista	1,393	1,349
San Isidro El Viejo	229	211
San Miguelito	2,477	2,560
Santa Catarina	1,516	1,816
Santa Rosa Jáuregui	15,444	17,199
TOTAL	37,814	45,878

Fuente: Datos. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, INEGI. XII Censo General de Población y Vivienda 2000 y II Conteo General de Población y Vivienda, 2005

En la Figura 19 se muestran los porcentajes de población, con respecto del total de la zona de estudio, observándose que la gran mayoría lo ocupa Santa Rosa Jáuregui con el 37.49%, seguido por Juriquilla y Montenegro, con el 19.41% y el 7.86%, respectivamente, haciendo evidente la concentración de población sobre la carretera Federal no. 54 Querétaro – San Luis Potosí; San Isidro El Viejo es la localidad que menor porcentaje ocupa, con el 0.46%.

Son cuatro las principales localidades con más de 2,500 habitantes, consideradas como urbanas, siendo Santa Rosa Jáuregui la de mayor importancia, ya que su población asciende a más del 35.00% del total de habitantes de la microcuenca seguidas por Juriquilla, Montenegro y Pie de Gallo (El Madroño).

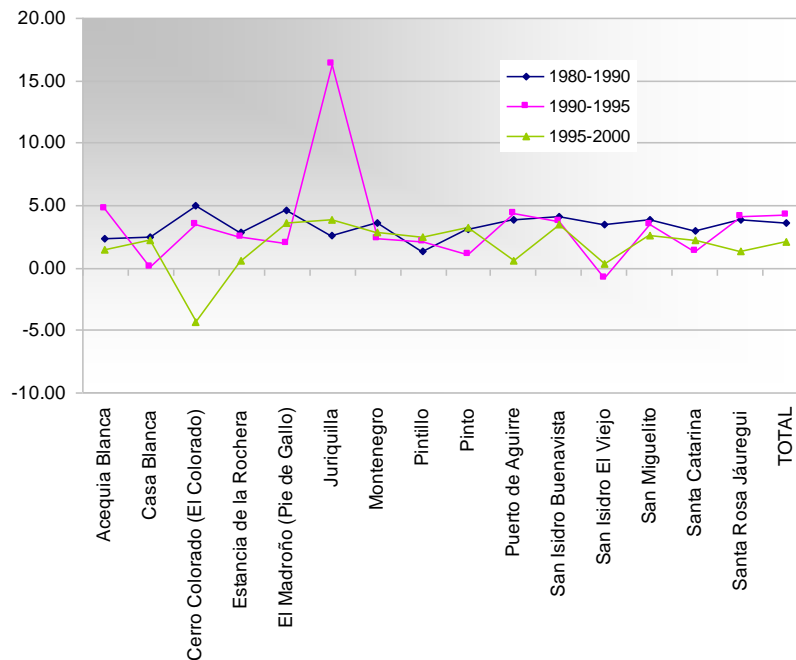
Figura 19. Porcentaje de habitantes por localidad en la zona de estudio



Fuente: Datos. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, INEGI. II Censo de Población y Vivienda 2005.

Se encuentra que las localidades de Casablanca, Cerro Colorado, Estancia de la Rochera, Pinto, Puerto de Aguirre, San Isidro Buenavista, San Isidro el Viejo y Santa Catarina representan una concentración de población y tasa de crecimiento muy baja en la zona de estudio; destacando las localidades de San Isidro El Viejo y Cerro Colorado con tasas negativas de -0.22 y -0.52 respectivamente, Cerro Colorado comenzó a decrecer a partir de 1995, ya que la mayoría de su población emigra hacia los Estados Unidos, en busca de mejores oportunidades; carece de infraestructura vial accesible y medios de transporte. El crecimiento de la población dentro de la zona muestra grandes diferencias, mientras que Santa Rosa Jáuregui concentra los mayores porcentajes de la población, denota una tendencia a bajar sus tasas de crecimiento entre periodos intercensales. Mientras en el periodo 1980 – 1990 la tasa de crecimiento fue de 3.84, para el periodo 1990 – 2000 mostró una tendencia a la baja con una tasa del 2.73, dicha tendencia se repite para El Madroño (Pie de Gallo), Montenegro y San Miguelito, aunque en esta última localidad, la tasa de crecimiento podría ir a la alza debido a la inversión municipal sobre infraestructura de drenaje que ahí se construye. (Figura 20).

Figura 20 Tasas de crecimiento para la microcuenca según periodos intercensales 1980 – 1990, 1990 – 1995 y 1995 – 2000



Fuente: Datos. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, INEGI. X, XI y XII Censo General de Población y Vivienda 1980, 1990 y 2000, Censo General de Población y Vivienda 1995

El crecimiento demográfico puede contribuir directamente a la degradación ambiental, a la generación de tensiones y a la gestación de conflictos que impidan la conservación de la biodiversidad y los sistemas de manejo de recursos, y también a incrementar las demandas y presiones hacia una base ecológica finita. (Céspedes, 2003).

Los horizontes de análisis que se establecen para este trabajo, responden a la necesidad de darles correspondencia con los horizontes administrativos, para estar acorde con el desarrollo municipal; considerando las proyecciones de población para los años 2006, 2009, 2012, 2015 y 2021. La tasa establecida para calcular las proyecciones de crecimiento es la 1990 – 2000 debido a que es la última tasa próxima a este año 2006. (Tabla 4).

Tabla 4. Proyecciones de población a los años 2006, 2009, 2012, 2015 y 2021

Localidades	2006	2009	2012	2015	2021
Acequia Blanca	513	563	617	677	814
Casa Blanca	793	820	849	879	941
Cerro Colorado (El Colorado)	273	269	265	261	253
Estancia de la Rochera	580	607	635	664	727
El Madroño (Pie de Gallo)	3,812	4,135	4486	4,867	5,727
Juriquilla	7,536	10,019	13,320	17,707	31,294
Montenegro	3,947	4,258	4593	4,954	5,764
Pintillo	901	965	1,034	1,108	1,271
Pinto	1,287	1,372	1,462	1,558	1,770
Puerto de Aguirre	2,267	2,443	2,632	2,836	3,292
San Isidro Buenavista	1,726	1,921	2,139	2,382	2,952
San Isidro El Viejo	225	224	222	221	218
San Miguelito	2,966	3,247	3,554	3,890	4,661
Santa Catarina	1,685	1,777	1,874	1,976	2,198
Santa Rosa Jáuregui	18,151	19,679	21,334	23,130	27,186
TOTAL	46,663	52,298	59,016	67,108	89,068

Fuente: Datos. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, INEGI. XI y XII Censo General de Población y Vivienda 1990 y 2000

En estas proyecciones se observa que la localidad de Juriquilla es la que aportará una mayor cantidad de habitantes a partir del 2021, dejando a Santa Rosa Jáuregui como segunda opción. Acequia Blanca, Pintillo, San Isidro Buenavista, San Isidro El Viejo y San Miguelito mantendrán el mismo porcentaje poblacional de aportación a la microcuenca. La composición de la población por sexo presenta una ligera diferencia de 2.66 puntos porcentuales para la zona de estudio, siendo el sexo femenino el sobresaliente. Al interior de la microcuenca, encontramos localidades con diferencias porcentuales muy marcadas tal como El Madroño, Pintillo y San Isidro el Viejo que van desde los 3 a los 6 puntos porcentuales, predominando el sexo femenino. En sentido inverso predominando el sexo masculino se encuentran las localidades de Acequia Blanca, Cerro Colorado y Santa Catarina que va de los 2 a los 6 puntos porcentuales de ventaja respectivamente.

Las actividades políticas, económicas y administrativas que se desarrollan en las ciudades favorecen la concentración de la población en espacios urbanos reducidos. En el

campo ocurre la situación contraria, ya que en él las personas se agrupan en pequeños núcleos o viven muy dispersas (Plan de Gestión Integral de Cuencas, 2003).

Esta cuantificación de superficie se realiza tomando en cuenta la cartografía elaborada con base en restitución de una imagen de satélite del año 2004 y a la cartografía de catastro; los datos de población correspondientes al II censo General de Población y Vivienda 2005 del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, 2005). Si se considera que el total de la superficie de la microcuenca es de 101.39 km² y el total de la población para el año 2000 fue de 37,814 hab., se tiene una densidad poblacional de 3.73 hab/ha; para el año 2005 se tiene una población de 45,878 hab., con una densidad de 4.52 hab/ha. San Isidro el Viejo, es la localidad que presenta la densidad más baja con 13.24 hab/ha, San Miguelito y San Isidro Buenavista tiene las densidades mayores con 47.24 y 41.58 hab/ha respectivamente, debido a la concentración que existe de sus habitantes, marcada por su topografía. (Tabla 5).

Tabla 5. Densidad urbana por localidad de la zona de estudio al año 2005

Localidad	Superficie km²	Superficie ha	Población 2005	Densidad hab/ha
Acequia Blanca	5.6706	567.06	9,494	16.74
Casa Blanca	0.2839	28.39	819	28.85
Cerro Colorado (El Colorado)	0.1428	14.28	400	28.01
Estancia de la Rochera	0.2126	21.26	594	27.94
El Madroño (Pie de Gallo)	0.9649	96.49	3,581	37.11
Montenegro	0.9449	94.49	3,606	38.16
Pintillo	0.2428	24.28	871	35.87
Pinto	0.2928	29.28	1,115	38.08
Puerto de Aguirre	0.5591	55.91	2,263	40.48
San Isidro Buenavista	0.3244	32.44	1,349	41.58
San Isidro El Viejo	0.1594	15.94	211	13.24
San Miguelito	0.5419	54.19	2,560	47.24
Santa Catarina	0.9452	94.52	1,816	19.21
Santa Rosa Jáuregui	4.3078	430.78	17,199	39.93
TOTAL	15.5931	1,559.31	45,878	29.42

Fuente: Datos, Proyecciones del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, INEGI. II Censo, 2005 y Cartografía imagen de satélite 2004.

Incluye localidad de Juriquilla con superficie hasta el límite de la microcuenca.

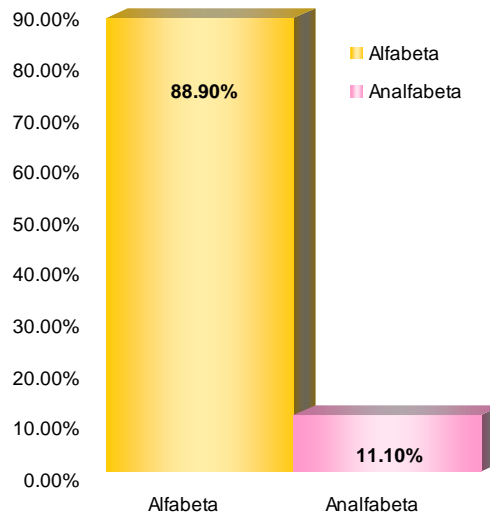
NOTA: se consideraron las comunidades completas que no son parte de la zona de estudio.

Para la microcuenca se definió un umbral límite de crecimiento en base a su densidad y a los datos que se manejaron en Plan que Ordena y Regula la Zona Conurbada para la ciudad de Querétaro, los cuales mencionan que en la Zona conurbada existe una densidad de 54 hab/ha; para las zonas urbanas no conurbadas se tiene una densidad de 52 hab/ha y para las zonas rurales una densidad de 30 hab/ha, por lo que al tratarse de una microcuenca semi – urbana se consideró como límite de crecimiento el mayor umbral de 54 hab/ha; para el cual al 2021 con 89,068 hab se tendría una densidad de 57.12 hab/ha considerando la misma superficie de 1,559.31 ha; por lo que su crecimiento se debería de dar en forma vertical. Para incorporación de nuevo suelo para construcción de asentamientos habitacionales en el 2021, con una población de 89,068 hab y respetando el umbral de 54 hab/ha se tendría un incremento de superficie de 90.10 ha sumando un total de superficie ocupada de 1649.41 ha.

En el estado de Querétaro, casi el 10.00% de la población de 15 y más años es analfabeta, hecho que es comprensible si se tiene en cuenta la variada geografía de la Entidad y los contrastes socioeconómicos entre las regiones que la integran. En la microcuenca el 11.10% es analfabeta. En las localidades de San Miguelito y El Madroño (Pie de Gallo) los porcentaje de población analfabeta es de sólo 25.79% para el primero, y de 22.75% para el segundo. Santa Rosa Jáuregui y Juriquilla son localidades que se encuentran por debajo de la tasa de analfabetismo de la microcuenca. (Figura 21).

Resulta claro que el problema de la población analfabeta en las zonas rurales al interior de la zona de estudio es grave, lo que nos remite a situaciones que pueden ser muy diversas: La dispersión de la población rural, la falta de promoción en la educación para adultos, el desequilibrio e insuficiencia de equipamiento educativo, y los comportamientos inducidos por la forma de vida en el campo, siendo necesario replantear las políticas de ubicación y dotación de elementos educativos en esas áreas, si se quiere abatir estos índices, teniendo en cuenta factores como el crecimiento y edad de la población que necesita atención al respecto.

Figura 21. Población alfabetada y analfabeta en la zona de estudio



Fuente: Datos. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, INEGI. II Censo General de Población y Vivienda 2005.

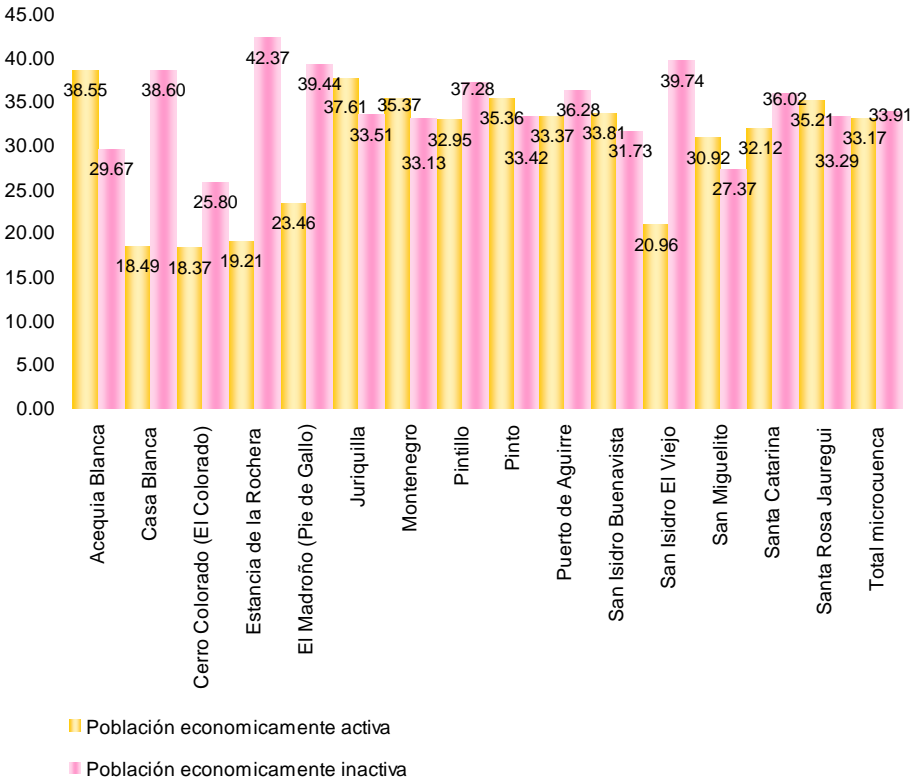
Nota: El 0.08% faltante es no especificado

Los esfuerzos del sector educativo deben dirigirse principalmente a la educación básica, sin embargo, deben ser tomadas en cuenta las proyecciones de población a futuro, pues ellas indican que el número de población joven está disminuyendo, por lo que la construcción de nuevo equipamiento educativo dedicado a ésta, no sería la solución, pudiendo pronto quedar en desuso; más bien deben plantearse soluciones novedosas que permitan el ahorro de recursos económicos. Por otra parte, la educación media, media-superior y superior, no deben ser desatendidas, dado que el futuro de la Ciudad de Querétaro se sigue concibiendo en el sector secundario y de servicios, demandante de técnicos y profesionistas.

En cuanto al nivel de ingresos podemos destacar que la microcuenca de Santa Rosa Jáuregui concentra el 2.34% de la Población Económicamente Activa (PEA) del municipio de Querétaro. En lo que respecta a la Población Económicamente Activa, su porcentaje por localidad, lo encabeza Acequia Blanca con el 38.55%, seguido en orden descendente por Juriquilla, Montenegro, Pinto y Santa Rosa Jáuregui. Para la Población Económicamente Inactiva (PEI) se encuentra a Estancia de la Rochera, San Isidro El Viejo, Pie de Gallo, Casa Blanca y Pintillo con porcentajes que van del 42.37% hasta el 37.28%

de población. San Isidro el Viejo, Estancia de la Rochera y Casablanca destacan en el sector primario (agrícola), dentro del sector secundario tenemos las localidades de San Miguelito, San Isidro Buenavista y Pinto, por ultimo en el sector terciario se encuentran Juriquilla, Acequia Blanca y Santa Rosa Jáuregui. (Figura 22).

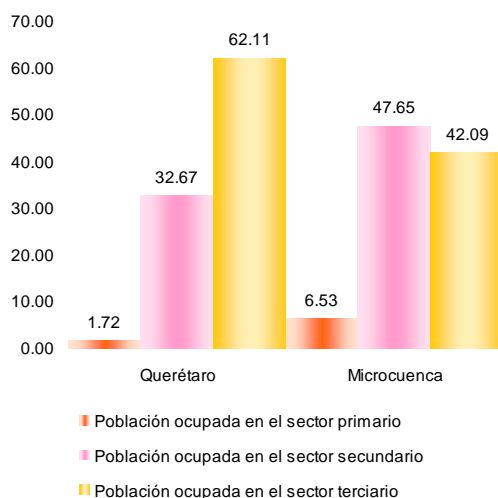
Figura 22. Distribución por localidad de la población económicamente activa e inactiva en la zona de estudio



Fuente: Datos. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, INEGI. XII Censo General de Población y Vivienda 2000.

En el Municipio, predomina la población ocupada en el sector terciario (comercios y servicios) con el 62.11% del total para este rubro; en el caso de la zona de estudio, el porcentaje mayor es para el sector secundario (industrial) con respecto al resto del Municipio, circunstancia que llama la atención, sin embargo se explica, dada la existencia de algunos parques industriales cercanos a la microcuenca. (Figura 23).

Figura 23. Distribución de la población ocupada por sector entre la zona de estudio y el Municipio de Querétaro



Fuente: Datos. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, INEGI. XII Censo General de Población y Vivienda 2000

Las actividades relacionadas al sector primario (agricultura, ganadería y pesca), han dejado de ser la ocupación principal de los habitantes. En la actualidad la actividad industrial y de servicios es más importante para la población de la microcuenca, desde el punto de vista económico, ya que conlleva a un posible beneficio, generando más empleo en este sector incluyéndose el terciario.

Para el caso mexicano, el organismo facultado para evaluar la marginación es CONAPO (Consejo Nacional de Población), y son estos datos los que se han tomado en cuenta para el desarrollo del presente apartado; donde se analizan todas las localidades incluidas en la microcuenca sin agrupación.

La zona de estudio no presenta localidades con índice de marginación muy alto; las localidades con índice de marginación alto predominan con un 45.83% ubicando las localidades y colonias Asociación de Colonos Santa Catarina, Casa Blanca, Cerro Colorado, Colonia Arboleras, Colonia la Cruz, Estancia de la Rochera, Las Cruces Juriquilla, Los Arquitos, Nueva Juriquilla y Pie de Gallo, entre otras. Las localidades que presentan un grado bajo son Juriquilla, Montenegro, Santa Catarina y Santa Rosa Jáuregui,

donde se concentran los mayores beneficios en la calidad de sus servicios y nivel de vida de sus habitantes.

La Zona Conurbada de la Ciudad de Querétaro se encuentra en el distrito de desarrollo rural Región Querétaro, y se caracterizan por tener un bajo potencial productivo en temporal y un nivel intermedio avanzado en riego. La problemática que se observa en la microcuenca, respecto a las actividades productivas desarrolladas, tienen mucho que ver con las situaciones y consecuencias de índole social derivadas de la puesta en práctica de la nueva cultura en la que estamos viviendo. (UAQ, 2004).

Otros problemas de índole **medio**, que se sitúan sólo en algunas comunidades: **envejecimiento de los ejidatarios y venta de tierras del uso común**. También problemas **específicos**, es decir que no afectan el estado general de la microcuenca: **Abigeato o robo de ganado**. Estos problemas llevan a la mayoría de los ejidos a una baja rentabilidad, sustentabilidad y en general, hacen muy poco atractivas las actividades del campo, por lo que se identificaron diferentes tipos de productores:

Producción y diversificación alta. Son productores ubicados en las partes medias y bajas de la microcuenca y que desarrollan la agricultura con tecnificación, sistemas de riego de pozo profundo y recursos financieros al punto incluyen maíz y frijol; con rendimientos de al menos 3.0 ton/ha. En éste nivel generalmente, se ubican los ranchos y granjas de particulares como Las peñitas, El Refugio y otros; en estos sitios es común la combinación de las actividades agrícolas y pecuarias para el manejo integral de los recursos; sistemas similares se encontraron en algunos ejidos como el de Santa Rosa Jáuregui y Montenegro. (UAQ, 2004).

Producción y diversificación media. Estos productores tienen un nivel de producción no mayor a 3.0 ton/ha. Pero no menos de 1.5 ton donde la mayor parte es de temporal y muy poco con riego por pozo, mediana tecnología y ubicadas principalmente en zonas bajas y medias de la microcuenca. Están caracterizados por incluir 3 cultivos

incluyendo maíz y frijol, pudiendo encontrarse garbanzo, chícharo, cebada, trigo, sorgo y brócoli; en este nivel están los ejidos de Montenegro y San José Buenavista. (UAQ, 2004).

Producción y diversificación baja. Esta se da en áreas exclusivamente de temporal, con muy baja productividad, a veces diversificado, pero de poca cuantía y rendimiento, menor a 1 ton/ha. Están ubicados principalmente en las partes altas y de transición media de la microcuenca en las que se encuentran la mayoría de los ejidos: San Miguelito, Montenegro y Pinto/Pintillo. (UAQ, 2004).

El sistema **pecuario** constituye una de las actividades importantes en la microcuenca, de acuerdo con nuestras observaciones encontramos por un lado; una actividad desarrollada técnica y administrativamente para lograr una productividad como en cualquier parte del mundo; pero con gran dependencia del extranjero para el ganado productor de leche, ganado de engorda, pollo de engorda y postura, así como cerdos y bovinos para lidia. Esta actividad generalmente se combina con la agrícola para lograr menores costos de producción. Estas granjas y ranchos se ubican al oriente y poniente de la microcuenca Montenegro, Los Arcos, Ortega Lara, El Raspiño, El Canelo, Las Peñitas, Corea, Granjas Coronel; el mercado de sus productos es la zona urbana de Santa Rosa Jáuregui y la Ciudad de Querétaro. (UAQ, 2004).

La industria en la microcuenca tiene una influencia generadora de empleos y de motor para el desarrollo del sector terciario. Actualmente, el 47.65% de la Población Económicamente Activa ocupada en el sector secundario de las localidades habita en la microcuenca. La única industria de importancia es Bticino en Santa Rosa y la manufactura de balones de fútbol en San Miguelito. (UAQ, 2004).

En cuanto a la existencia de parques industriales y zonas industriales, dentro del área de influencia de la microcuenca es notoria la presencia del Parque Industrial Querétaro, en cuyas actividades preponderantes destacan la industria eléctrica y electrónica (2), metal – mecánica, autopartes (17), papel imprenta y editoriales (1), química, caucho y

plástico (8), Servicios a la industria (3) y textiles y prendas de vestir (1); para dar un total de 32 industrias (SEDESU, 2004).

Según la encuesta realizada en mayo del 2006 en la microcuenca la población de San Isidro el Viejo, Pinto, Montenegro, Querétaro, Tierra Blanca, Chichimequillas, Lajitas, Pintillo, Santa Rosa Jáuregui, La Estacada, Palo Alto, Jofre, Jofrito, La Gotera, La Luz, Versolilla, Palma, Ojo de Agua y Puerto Carroza Gto, asisten por empleo al Parque Industrial Querétaro.

En la microcuenca las actividades extractivas de materiales pétreos se llevan a cabo en la superficie de los terrenos para extraer materiales de bancos de arena, piedra, tepetate, cantera y tezontle. La actividad por lo tanto no tiene importancia económica relevante, pero sí de carácter de uso racional para la conservación de los recursos en forma sustentable.

El sector terciario ocupa el segundo lugar de ocupación de la población, destacan el comercio informal, tianguis y pequeñas tiendas. Las localidades generalmente se abastecen de los grandes subcentros y centros urbanos como Santa Rosa Jáuregui y Querétaro.

IV.3. Medio físico transformado

Los asentamientos irregulares, son consecuencia del fenómeno de la especulación de la tierra que se da cuando personas con capacidad de compra adquieren terrenos, que la mayoría de las veces no se encuentran insertos dentro de la planeación de las ciudades. Estos terrenos son comprados para que con el paso del tiempo se aproveche el incremento de la plusvalía, y así poder vender el lote o los lotes que se hayan adquirido a un precio mucho más alto del inicial. Todo ello lleva a una situación de irregularidad y cierto caos, ya que al suceder esto en terrenos ejidales no se aplican los reglamentos de construcción ni la normatividad urbana, representando a corto plazo problemas en la prestación de los servicios; a mediano plazo representan problemas en la cantidad y la calidad de los mismos;

y a largo plazo problemas de vialidad, transporte e imagen urbana, minimizando desde su comienzo la razón de ser de la planeación, que es la búsqueda de elevar la calidad de vida de la población mediante acciones planeadas. Caso particular son algunos asentamientos rurales, que pese a su antigüedad son considerados irregulares por estar asentados en tierras ejidales, es decir, su irregularidad se deriva de la tenencia de la tierra. Las localidades que se consideran asentamientos irregulares son Pie de Gallo y Montenegro. (SDUOP, 2006).

Las zonas donde se ubican los asentamientos irregulares son:

Al norte de la zona conurbada de la ciudad de Querétaro.- Zonas periféricas de Santa Rosa Jáuregui; la zona norte del pueblo de Jurica; la zona sur poniente al fraccionamiento Jurica. (SDUOP, 2006).

Lo anterior repercute en la planeación urbana, obstaculizando y frenando el desarrollo urbano ordenado, representando un obstáculo para el desarrollo planificado en la zona, pero también representando a los asentamientos irregulares una opción única de crecimiento y desarrollo para muchas familias, ante la inexistencia de opciones adecuadas a sus capacidades. (SDUOP, 2006).

Existe una vialidad regional importante a nivel nacional que cruza la microcuenca de Santa Rosa Jáuregui de norte a sur: la Autopista Federal No. 57, que es la principal conexión con la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, y con San Luis Potosí y el norte del País, cercana a las localidades de Santa Rosa Jáuregui y Santa Catarina. (SDUOP, 2006).

La vialidad Federal 111 (San Miguel de Allende – México) atraviesa la microcuenca del Noroeste al Sureste, para interconectarse con la Federal 57 y la Estatal no 500 que pasa al norte de la localidad Puerto de Aguirre. La carretera estatal no. 11 atraviesa por las localidades de Juriquilla, para conectarse en la parte noroeste de Santa Rosa Jáuregui con la carretera Federal 111. Por último se ubica dentro de la microcuenca un anillo periférico que se conecta con la carretera estatal no. 500 circundando las localidades

de Buenavista, Santa Catarina, Montenegro, San Isidro Buenavista, Pintillo y Puerto de Aguirre. (Figura 24). (SDUOP, 2006).

Figura 24. Principales vialidades en la zona de estudio



Fuente: Comisión Estatal de Caminos, Querétaro, 2007

En Mayo del 2006 se realiza una encuesta de equipamiento y movilidad entre la población de las localidades de la microcuenca, para definir las variables que se utilizarán en la encuesta para el panel de expertos; en la encuesta se analizan los aspectos educativos, de servicio social, salud, aspectos religiosos, empleo y sueldos, ubicación de bancos de materiales, infraestructura, zonas inundables, cultura, deporte, comunicaciones y transporte. Los resultados de la encuesta se presentan a continuación:

Conjuntamente con el suelo, la infraestructura y la vivienda, el equipamiento es uno de los componentes urbanos fundamentales. Con la finalidad de apoyar los procesos de planeación y programación de equipamiento urbano, la Secretaría de Desarrollo Social ha integrado el Sistema Normativo de Equipamiento Urbano; este documento contiene los elementos técnicos para evaluar las demandas o requerimientos actuales de diversos servicios, así como prever los requerimientos futuros, en función de la dinámica

poblacional y de las tendencias de crecimiento, en este capítulo solo se describen las unidades con las que se cuentan en la microcuenca. Las localidades de Cerro Colorado, Estancia de la Rochera, Pintillo, Casablanca y Montenegro asisten a Santa Rosa Jáuregui al Bachillerato, educación especial y secundaria; la población de Cerro Colorado acude a la telesecundaria a Casablanca; los habitantes de Estancia de la Rochera acuden a la telesecundaria a Pie de Gallo; la población de Pinto y Pintillo acuden a la telesecundaria a Las Lajitas (Tabla 6).

Tabla 6. Equipamiento educativo en la zona de estudio

Localidad	Jardín de Niños	Primaria	Telesecundaria	Secundaria	Bachillerato (COBAC)	Educación especial
Cerro Colorado	1	1				
Estancia de la Rochera	1	1				
San Isidro el Viejo	1	1				
Pinto	1	1	1			
Casablanca	1	1	1			
Montenegro	1	1		1		
Pie de Gallo			1			
San Miguelito	4	1	1			
Santa Rosa Jáuregui				1	1	1

Fuente: Elaboración propia, según encuesta de campo realizada en la zona de estudio en Mayo del 2006

La población de las localidades de Estancia de la Rochera, Pintillo, San Isidro el Viejo y Pinto acude a la biblioteca de Santa Rosa Jáuregui. (Tabla 7).

Tabla 7. Equipamiento de cultura en la zona de estudio

Localidad	Biblioteca	Auditorio
San Isidro el Viejo	1	
Montenegro	1	
San Miguelito	1	
Santa Rosa Jáuregui	1	1

Fuente: Elaboración propia, según encuesta de campo realizada en la zona de estudio en Mayo del 2006

La población de las localidades de Cerro Colorado, Estancia de la Rochera, Pintillo y Pinto acude a la clínica de Santa Rosa Jáuregui, Pie de Gallo y San Miguelito. (Tabla 8).

Tabla 8. Equipamiento de salud en la zona de estudio

Localidad	Dispensario	Consultorio	Clínica UAQ	Centro de Salud
Cerro Colorado	1			
Montenegro		1		1
Santa Rosa Jáuregui			1	
Pie de Gallo				1
San Miguelito				1

Fuente: Elaboración propia, según encuesta de campo realizada en la zona de estudio en Mayo del 2006

La población de las localidades de Cerro Colorado, San Isidro el Viejo, Casablanca, Montenegro, Estancia de la Rochera, Pintillo y Pinto acude a abastecerse al mercado de Santa Rosa Jáuregui y a Querétaro. (Tabla 9).

Tabla 9. Equipamiento de abasto en la zona de estudio

Localidad	Mercado
Santa Rosa Jáuregui	1

Fuente: Elaboración propia, según encuesta de campo realizada en la zona de estudio en Mayo del 2006

En cuestión de infraestructura de agua potable la localidad de Cerro Colorado se abastece del pozo existente en el Ejido el Nabo; Estancia de la Rochera se abastece del pozo localizado en Pie de Gallo; la localidad de Pintillo se abastece del la red hidráulica y de los bordos de Puerto de Aguirre; San Isidro el Viejo se abastece del pozo localizado en la parte Oriente de San Miguelito; Pinto, La Estacada, Puerto de Aguirre y Pintillo se abastecen del pozo ubicado en La Estacada; la localidad de Casablanca se abastece de la red hidráulica, pozo y bordos ubicados en San Miguelito. La localidad de Montenegro se abastece a través de dos tanques elevados localizados en la parte baja y la parte alta. San Miguelito se abastece de su red hidráulica además de la presa y bordos localizados en la misma localidad. Existen zonas que no poseen el servicio y cuya demanda es resuelta por medio de hidrantes o por distribución de agua por medio de pipas, en el municipio de

Querétaro, se encuentran principalmente en algunos asentamientos con estas características: en Santa Rosa Jáuregui, las colonias Emiliano Zapata, Las Lajitas, El Pedregal, Valle Dorado, San Francisco y La Cruz. En la zona del Ejido de Santa María Magdalena-Cerrito Colorado. (Figura 25).

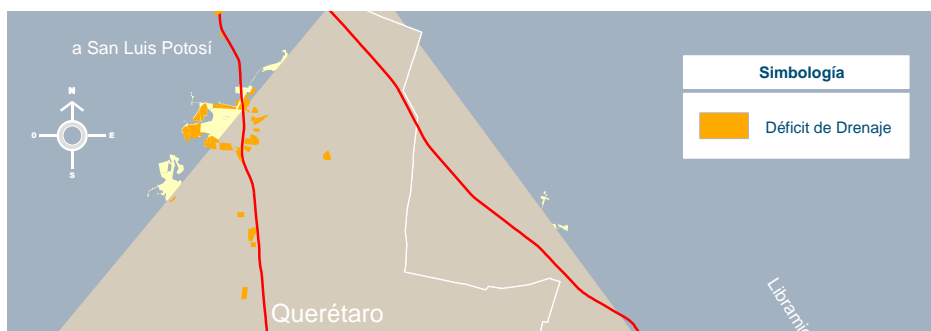
Figura 25. Déficit de agua potable



Fuente: Versión previa del Plan que Ordena y Regula la Zona Conurbada, 2006

Para el sistema de alcantarillado y drenaje la captación de las aguas residuales y pluviales de la zona obedece a las condiciones topográficas a las que su conducción responde de manera muy clara. En las localidades de Cerro Colorado, San Isidro el Viejo, Casablanca y Estancia de la Rochera utilizan fosas sépticas ecológicas y letrinas; en Pintillo existe red de drenaje público, aunque existe un fuerte problema de contaminación de fuertes olores frente a la cancha de futbol; en la localidad de Montenegro existe fosa séptica en las afuera de la localidad y red pública la cual desaloja al rancho de Don Jesús Avalos ya que no se ha terminado la planta de tratamiento; en San Miguelito no existe drenaje este desaloja a cielo abierto (Figura 26).

Figura 26. Déficit de drenaje



Fuente: Versión previa del Plan que Ordena y Regula la Zona Conurbada, 2006

se usan el propileno y el butileno. Para mantener los gases en estado líquido son sometidos a alta presión, lo cual aumenta su potencial de riesgo.

En la delegación Josefa Vergara y Hernández existe una red de PEMEX que transporta combustóleo a través de una línea proveniente del suroeste de la zona y que corre paralela a la carretera No. 57 hacia el poniente, dividiéndose después en dos, una que va hacia Celaya y otra hacia la zona industrial Benito Juárez, corriendo paralela a la Av. 5 de Febrero. .

El tráfico de todo tipo de sustancias por una vialidad de importancia nacional como lo es la carretera federal No. 57, representa uno de los mayores riesgos; de este modo el paso de pipas y otros contenedores que transportan sustancias explosivas y combustibles líquidos o volátiles, muchas veces en malas condiciones de conservación y que son susceptibles a volcaduras, derrames y fugas en su paso por la zona de estudio es un factor de posibles contingencias.

Para datos de la vivienda y ocupantes de acuerdo con cifras oficiales del II Censo General de Población y Vivienda 2005, existen en el municipio 171,822 viviendas particulares habitadas con 730,053 personas. De estas viviendas, en la microcuenca se encuentran el 5.63% de las viviendas particulares habitadas, (9,667 unidades).

Para la definición del presente diagnóstico se han tomado como base de información los datos expuestos por INEGI bajo la denominación de “Viviendas Particulares Habitadas”, quedando excluida de esta clasificación toda vivienda considerada como refugio incluyendo su número de ocupantes, además de vivienda sin información de ocupantes; en este sentido, el número de viviendas particulares habitadas en la microcuenca es de 9,667 viviendas con un número de ocupantes de 45,653 lo que representa un promedio de 4.72 ocupantes por vivienda particular habitada, mayor al promedio municipal que es de 4.25.

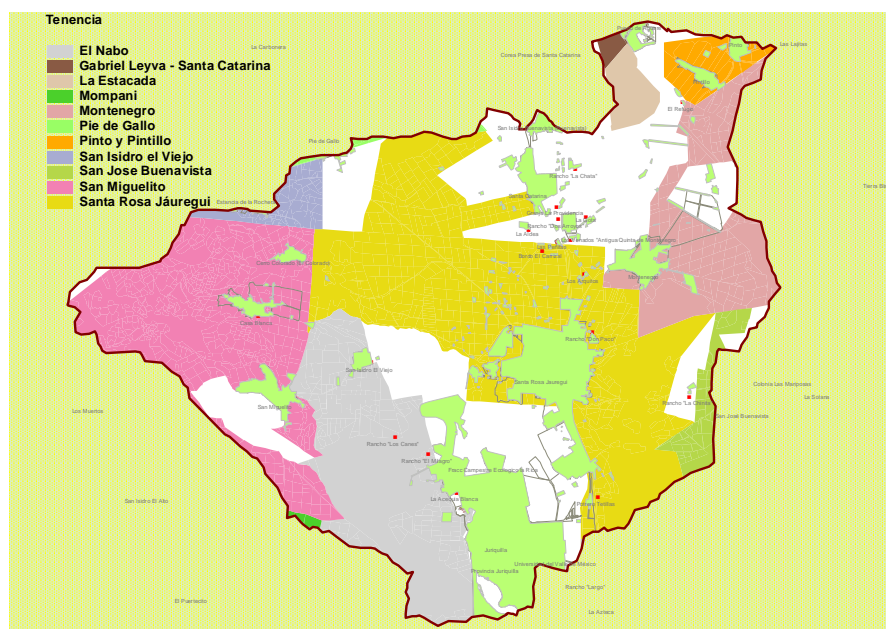
En la microcuenca predomina la vivienda particular habitada con más de 3 cuartos con un 76.08% del total de la composición de la vivienda, seguida de las viviendas con dos cuartos. Lo anterior puede entenderse debido a que la mancha urbana de la zona ha crecido en mayor grado, por los asentamientos populares y sobre tierras ejidales en proceso de incorporación al suelo urbano, que a través del mismo proceso van equipándose de los servicios básicos, que muy generalmente es por el mismo orden de existencia; es decir, que en los asentamientos en proceso de regularización, se gestiona generalmente en primera instancia la energía eléctrica, por ser menos costoso; posteriormente le sigue la gestión e implementación de las redes de agua potable y por último se gestiona el drenaje por ser el servicio que en cierta forma es menos indispensable que los otros dos servicios básicos, además de que requieren en principio el servicio de agua entubada. En referencia al tamaño de los solares existentes en las comunidades asentadas en la microcuenca son de forma irregular y de diferentes tamaños de acuerdo a los entrevistados, 250 m, 500 m, 1000 m, y algunos hasta 3500 m., sin explicar las causas de la lotificación existente. La utilidad de los traspatios va desde jardín más ó menos ordenado, bodega de diferentes utensilios, hasta sanitario al aire libre y basurero.

En cuestión de régimen de la tierra el área total en tenencia de la tierra ejidal en la microcuenca es de 7,098.94 ha representando el 70.00 % de la superficie total de la zona de estudio de acuerdo con información del Registro Agrario Nacional (RAN). El resto del territorio se encuentra bajo el régimen de propiedad privada, sin encontrarse el tipo de tenencia comunal. (Figura 28).

La dinámica del crecimiento en las ciudades medias del País ha ocupado el ejido para los asentamientos humanos; de esta forma la vivienda, la industria, el equipamiento e infraestructura se han desarrollado en zonas ejidales que a menudo y en las mejores circunstancias pertenecen a tierras agrícolas de temporal. Es importante entonces, el fomento al crecimiento de la mancha urbana sobre tierras de poca producción agrícola y que no representan un impacto fuerte sobre este tipo de producción.

Se hace notar la falta de un instrumento legal que haga valer lo previsto en los Planes para estar en la posibilidad de tener una visión y una verdadera planeación a largo plazo, trabajando con la sociedad civil y tomando en cuenta las inquietudes de toda la población de manera que se pueda planificar integralmente, forjando una cultura, educación e interés a un nivel tal, que las palabras “cambio de uso de suelo” dejen de existir y de que estén fuera de la mente de cualquier persona y a cualquier nivel; que los cambios de uso de suelo dejen de ser una opción y una posibilidad que desgraciadamente hoy en día es realidad y que trae consigo una problemática muy grande para la planeación territorial, lo cual implica poner mayor importancia en el cuidado de los ejidos. Para ello debe existir trabajo interdisciplinario y participativo de manera que la población conciba los Planes como de su propiedad y la planeación como una actividad de su vida cotidiana y como un fruto de su propio trabajo y esfuerzo.

Figura 28. Tenencia de la tierra



Fuente: Elaboración propia

No se trata sólo del cuidado de las mejores tierras, sino del cuidado y del trabajo en la mayor parte de las tierras, en donde el apoyo a los trabajadores del campo es elemental para que estén en la posibilidad de vivir del fruto de su trabajo en sus propias tierras. Cabe mencionar que en países semidesérticos y desérticos realizan agricultura con

la técnica de goteo, con resultados muy buenos. Es por ello que no puede ser pretexto la condición de las tierras y la falta de agua para su productividad, sino más bien se requiere de implementar nuevas y mejores técnicas para la conservación del ejido.

IV.4. Crecimiento urbano en la Microcuenca Santa Rosa Jáuregui

De la traza del año 1990, a la actual, se pueden establecer algunas tendencias de crecimiento predominantes para el periodo; al norte, la conurbación de Santa Rosa Jáuregui y Montenegro, Juriquilla a través de la Carretera No. 57 se ha consolidado por la construcción del Libramiento Norponiente, por la instalación del Parque Industrial Querétaro (éste a finales de esa década), y con la ubicación del equipamiento educativo existente, de tal manera que continúan apareciendo desarrollos habitacionales, residenciales en su mayoría. Al referirse en este caso a la Carretera Federal No. 57, se encuentra que el desarrollo de los sitios antes mencionados, están relacionados directamente con ella, que ha servido de vínculo entre ellos al adoptar el papel de una vía rápida, sin embargo para comunidades como Montenegro, se encuentra que es al mismo tiempo frontera, pues no le permite articularse al resto, si no es con vehículo de motor. (Figura 29).

El Plan Parcial de Desarrollo Urbano Delegacional, Delegación Santa Rosa Jáuregui, presentado este año (2006) establece áreas de crecimiento urbano, a largo plazo, hacia el 2015 – 2021 al norte del complejo educativo de la UNAM, entre Villas del Mesón y Privada Juriquilla, y en la zona oriente de la cabecera municipal entre la carretera a San Luis y el área agrícola dentro de la zona urbana. Se propone para crecimiento una superficie de 117-30-70.35 ha. En la zona rural en el Pinto, el Pintillo, Buenavista, La Palma y La Monja se promueven áreas de crecimiento.

Tabla 10. Incremento de población, superficie y densidad en la microcuenca 1970-2005

Año	Localidades	Crecimiento (ha)	Población	Densidad 3(hab/ha)	Población 2005	Incremento de Población (veces)	Densidad 2005	Incremento – Decremento Densidad 2005
1970	Santa Rosa Jáuregui	45.39	4,468	98.43	17,199	3.85	39.93	58.50
	Juriquilla	8.79	642	73.03	8,903	13.86	16.74	59.17
	Total	54.18	5,110	94.31	26,102	5.10	-	-
1980	Santa Rosa Jáuregui	61.89	8,092	75.43	17,199	2.13	39.93	35.50
	Total	61.89	8,092	83.92	17,199	2.13	-	-
1990	Santa Rosa Jáuregui	57.04	11,798	71.80	17,199	1.46	39.93	31.87
	Juriquilla-Acequia Blanca	123.76	1,966	14.83	9,494	4.83	16.74	-1.91
	Montenegro	35.28	2,636	74.72	3,606	1.37	38.16	36.56
	Total	216.08	16,400	50.91	30,299	1.85	-	-
2000	Santa Rosa Jáuregui	115.82	15,444	55.12	17,199	1.11	39.93	15.19
	Juriquilla	28.61	4,265	16.71	8,903	2.09	16.74	-0.03
	Acequia Blanca	119.73	428	591	1.38			
	Montenegro	12.63	3,393	70.82	3,606	1.06	38.16	32.66
	Total	276.79	23,530	38.64	30,299	1.29	-	-
	TOTAL	1,323.93	-	-	-	-	-	-
2005	Santa Rosa Jáuregui	150.64	17,199	39.92	21,334	1.24	-	-
	Juriquilla – Acequia Blanca	286.17	9,494	16.74	13,937	1.47	-	-
	Montenegro	46.58	3,606	38.16	4,593	1.27	-	-
	Santa Catarina	94.52	1,816	19.21	1,874	1.03	-	-
	Pintillo	24.28	871	35.87	1,034	1.19	-	-
	San Isidro el Viejo	15.94	211	13.24	222	1.05	-	-
	San Miguelito	54.19	2,560	47.24	3,554	1.39	-	-
	Casablanca	28.39	819	28.85	849	1.04	-	-
	Cerro Colorado	14.28	400	28.01	265	-0.66	-	-
	Total	714.99	36,976	27.93	47,662	1.29	-	-

Fuente: Datos, en base al II Censo General de Población y Vivienda del INEGI, 2005 y Cartografía elaborada a partir de una imagen de satélite 2004 y el Plan que Ordena y Regula la Zona Conurbada de la Ciudad de Querétaro (versión previa, 2006).

NOTA: No se consideraron las localidades de Estancia de la Rochera, El Madroño (Pie de Gallo), Pinto, Puerto de Aguirre y San Isidro Buenavista.

A partir de 1970 se han perdido 1,005.60 ha de agricultura de temporal representando un 9.92% de la superficie total de la microcuenca; se han perdido 287.60 ha de matorral subinerme, representando el 2.84% de la superficie total de la microcuenca, se han perdido 30.73 ha de matorral crasicaule con el 0.30% del total de la microcuenca. La industria ha representado un porcentaje muy bajo del 0.43% (43.54 ha) de la superficie total de la microcuenca, establecida sobre tierras agrícolas dicha industria se encuentra en la parte sur de la localidad de Santa Catarina. (Tabla 11).

Tabla 11. Ocupación del suelo urbano sobre el tipo de vegetación 1970 – 2005

Año	Tipo de vegetación	Localidad	Superficie (ha).	Total		
1970	Agrícola temporal	Santa Rosa Jáuregui	45.39	54.18		
		Juriquilla	8.79			
1980	Agrícola temporal	Santa Rosa Jáuregui	61.89	61.89		
		Santa Rosa Jáuregui	57.04			
1990	Agrícola temporal	Montenegro	23.11	185.83		
		Juriquilla	105.68			
	Matorral subinerme	Montenegro	12.17		30.25	
		Juriquilla	18.08			
2000	Agricultura temporal	Santa Rosa Jáuregui	115.82	235.76		
		Juriquilla	114.43			
	Matorral subinerme	Montenegro	5.51		41.03	
		Juriquilla	33.91			
	Agricoltura temporal	Montenegro	7.12			467.94
		Santa Rosa Jáuregui	119.91			
		Juriquilla	157.35			
		Montenegro	46.58			
2005	Agricoltura temporal	Pintillo	24.28	467.94		
		Santa Catarina	89.95			
		San Miguelito	9.46			
		San Isidro el Viejo	15.94			
	Matorral crasicaule	Casablanca	4.47		30.73	
		Santa Rosa Jáuregui	30.73			
	Matorral subinerme	Juriquilla	128.82			216.32
		Santa Catarina	4.57			
San Miguelito		44.73				
Casablanca		23.92				
		Cerro Colorado	14.28			
			1,323.93	1,323.93		

Fuente: Datos. Ortofotos Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, 1977) y plano de crecimientos 1970 – 2005 del Plan que Ordena y Regula la Zona Conurbada, versión previa, 2006

El grado de urbanización informa sobre la proporción de habitantes de un territorio que vive en condiciones urbanas. Su interpretación descansa sobre el supuesto de que mientras mayor es el grado de urbanización, mayor es el nivel de desarrollo socioeconómico alcanzado por un territorio. El grado de urbanización se mide como el porcentaje de personas que viven en comunidades urbanas, respecto al total de la población, para la microcuenca se aprecia que el grado de urbanización es de 56.89% donde las localidades mayores a 5,000 habitantes son Juriquilla y Santa Rosa Jáuregui. (Tabla 12).

Tabla 12. Grado de urbanización en la zona de estudio, 2005

Zona de estudio	Población		Urbana (%)
	Total	Habitantes en localidades mayores a 5,000 habitantes	
Microcuenca “Santa Rosa Jáuregui”	45,878	26,102	56.89

Fuente: Datos. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, INEGI. II Censo General de Población y Vivienda, 2005

Existen rasgos particulares en los procesos de desarrollo urbano; dentro de los cuales se encuentran la situación socioeconómica de la población, que incluye procesos demográficos, status social, nivel educacional e ingresos, stocks de viviendas y políticas de uso del suelo, con especial atención en la regulación de zonas urbanas (Young, 1995), movimientos intraurbanos de grupos sociales y la continuidad de las migraciones desde el campo hacia la ciudad (López et al., 2001).

El surgimiento de parques industriales a lo largo de la carretera Querétaro-San Luis Potosí, próximos a Santa Rosa Jáuregui, ha demandado mayor número de servicios en la población ocasionando un cambio de uso habitacional a comercial en la calle principal de la localidad sin que exista un proyecto de imagen urbana que ordene estos aspectos. Uno de los patrones y/o indicador que ha influido sobre el crecimiento urbano de esta zona como se menciona anteriormente es el de la vialidad regional (carretera Federal no. 57), la cual marca un desarrollo importante en la localidades de Santa Rosa Jáuregui y Juriquilla por lo que se espera una expansión en la parte media y alta de la microcuenca.

V.1. Instrumentos legales para la planeación del uso del suelo

Entre los instrumentos de planeación urbana vigentes jurídicamente y no vigentes que fueron elaborados para la zona; se seleccionan por ser los más actualizados el Plan que Ordena y Regular la Zona Conurbada para la Ciudad de Querétaro (SDUOP, 2006), sin vigencia jurídica, versión preliminar; el Plan Parcial de Desarrollo Urbano delegacional de Santa Rosa Jáuregui (Municipio de Querétaro, 2006), sin vigencia jurídica, versión preliminar; el Plan Rector de Producción y Conservación de la microcuenca Santa Rosa Jáuregui (Municipio de Querétaro, 2004) y el Programa Estatal de Ordenamiento Territorial de Querétaro (SEDESU, 2006).

En base a estos instrumentos de planeación se determina la pérdida de suelo con valor ambiental, que el crecimiento urbano ha invadido desde 1970 al 2005; con el Plan Rector de Producción y Conservación de la microcuenca Santa Rosa Jáuregui, 2004 se actualiza y complementa la caracterización ambiental, demográfica, socioeconómica y urbana de la microcuenca con datos demográficos del II Censo de Población y Vivienda del INEGI, 2005; al analizar sus variables se obtuvo un escenario actual de la zona de estudio; se describen los métodos existentes con los cuales se elaboran los planes gubernamentales donde se determina la aptitud territorial para el crecimiento urbano.

Se investigan los métodos de evaluación multicriterio de técnica compensatoria, borrosa o no compensatoria, y en base a las ventajas y desventajas de los distintos métodos se selecciona y describe el más adecuado para la valoración de los criterios y/o variables. Analizada la problemática, la caracterización y el escenario actual de la microcuenca se definen las variables y/o criterios con enfoque en los impactos hidrológicos, ambientales, demográficos y económicos. Se aplica el levantamiento de encuesta tipo a los subdelegados de las localidades que integran la microcuenca, para conocer a fondo sus carencias y problemática; cuyos resultados se plasmaron en el escenario actual de la microcuenca y sirve para definir algunos criterios y/o variables.

En la aplicación del método se utiliza la experiencia de expertos en temas ambientales, urbanos, económicos y sociales; para poder definir la aptitud territorial para el crecimiento urbano a través de contestar y llenar las matrices de jerarquización de criterios y variables que sirven para determinar las calificaciones o ponderaciones (pesos) para cada criterio establecido. Se organizan todas las variables y/o criterios de entrada, suma de valores, matriz normalizada, promedios de pesos, estimación de la consistencia, vector de la suma ponderada, vector de consistencia, proporción de la consistencia. Con los resultados se elabora un mapa de aptitud territorial para el crecimiento; el cual se compara con la aptitud territorial del Plan que Ordena y Regula la Zona Conurbada de la Ciudad de Querétaro, 2006 (SDUOP, 2006) estableciendo un nuevo escenario positivo o negativo con una visión integrada de microcuencas.

V.2. Definición de términos y conceptos

Desarrollo Urbano

El concepto genérico de Desarrollo Urbano entiende a éste como un proceso programado de adecuación y ordenamiento del medio urbano en sus aspectos físicos, económicos y sociales, y en función de factores dinámicos de crecimiento y cambio. El desarrollo implica un proceso integral que persigue el equilibrio de los aspectos físicos, económicos y sociales, siendo diferente al aspecto parcial del crecimiento físico que en ocasiones es interpretado como desarrollo. (SDUOP, 2006).

Planeación Urbana

Es uno de los instrumentos jurídicos con que cuenta el Estado para regular el desarrollo de las ciudades. Esta intervención del Estado en el desarrollo urbano se manifestará en los planes y programas urbanos. Un rasgo típico de los planes urbanos es su carácter normativo sobre la propiedad. (SDUOP, 2006).

Aptitud de uso del suelo

Capacidad productiva del suelo hasta el límite en el cual puede producirse deterioro. Define su aptitud para el uso con fines agrícolas, pecuarios, urbanos, forestales, paisajísticos, etc. Existen distintas metodologías para su determinación tanto para suelos bajo riego como de secano. (Eco portal.net, 2007). La aptitud urbana implica los siguientes criterios:

Urbanización

Desde el punto de vista conceptual se entiende por urbanización al proceso de transferencia de población rural a urbana. (SDUOP, 2006).

Suelo Urbano

Se define como los suelos destinados a usos urbanos y que disponen de infraestructura vial y redes primarias de acueducto, alcantarillado, energía y con aptitud de ser urbanizados y suelos con proceso de urbanización incompleto con posibilidad de consolidación. (SDUOP, 2006).

Suelo Suburbano

Son las áreas en las que se mezclan los usos del suelo y las formas de vida del campo y la ciudad. Estos predios son aptos para desarrollos que complementan la vocación comercial y de servicios, de acuerdo con las disponibilidades de dotación de servicios públicos. (Alcaldía de Popayán, 2002).

Suelo Rural

Constituye terrenos no aptos para el uso urbano, por razones de oportunidad, o por su destinación a usos agrícolas, ganaderos, forestales, de explotación de recursos naturales y actividades análogas. (SDUOP, 2006).

Usos de suelo

Constituyen la división básica del suelo a efectos urbanísticos y determina los regímenes específicos de aprovechamiento y gestión. Cada clase de suelo cuenta con un régimen propio y diferenciado, a efectos de desarrollo y ejecución de un Plan General. (Ayuntamiento de Granada, 2001).

- **Uso de suelo habitacional**

En la actualidad es el uso que mas porcentaje ocupa en una zona de estudio. Incluyendo el área urbana y las zonas rurales. La sociedad se encuentra asentada en el territorio de acuerdo a sus capacidades económicas, realizando una ocupación del suelo de manera distintiva; es decir, existe una mezcla de zonas habitacionales en donde una clase alta puede compartir la misma área separándose de un asentamiento popular sólo por una barrera física natural o artificial, ya sea una barranca, un bordo, una elevación o una simple barda o muro. (SDUOP, 2006).

- **Uso de suelo mixto**

Los usos mixtos se presentan en los corredores urbanos y en vialidades principales. Las zonas con este tipo de uso se encuentran en los costados de las vialidades regionales y subregionales. En este tipo de suelo coexisten el comercio, los servicios y el equipamiento, así como la vivienda, que en la actualidad tiende a desaparecer. (SDUOP, 2006).

- **Uso de suelo industrial**

Se entenderá como el conjunto de actividades dirigidas a la obtención, reparación, mantenimiento, transformación o reutilización de productos industriales, el envasado y embalaje, el aprovechamiento recuperación de residuos o subproductos, cualquiera que sea la naturaleza de los recursos y procesos técnicos utilizados, la logística, el aprovechamiento de los recursos de los yacimientos minerales y demás recursos geológicos, así como los servicios directamente relacionados con las actividades industriales (Dirección General de Ordenación del Territorio y Costas de Murcia, 2006).

- **Uso de suelo agropecuario**

Las superficies con uso de suelo agropecuario, están divididas en agricultura de riego y agricultura de temporal. Además de ser también áreas carentes o desprovistas de vegetación, que actualmente se utilizan para la ganadería y aquellas áreas que están sujetas a estas actividades, habiéndose suspendido y comenzado a desarrollar pastizales con arbustos espaciados. (SDUOP, 2006).

- **Uso de suelo forestal**

Son superficies cubiertas por comunidades vegetales de tipo matorral crasicaule y selva baja caducifolia, y que dentro del inventario forestal federal que no están consideradas dentro de las áreas de conservación ecológica. (SDUOP, 2006).

- **Zonas homogéneas**

Se refiere a los elementos que son característicos para cada uno de los tipos de vivienda; para las zonas residenciales pueden depender de la topografía, de las vistas y del paisaje, de la cercanía con equipamiento deportivo y de la infraestructura; para las zonas populares y los asentamientos rurales se distribuyen de acuerdo a los valores del suelo, cuyo precio es más bajo en sitios alejados del localidades con cierto grado de urbanización,

de equipamiento, de servicios y de la infraestructura, trayendo consigo un alto costo social, al demandar la satisfacción de estos elementos. (SDUOP, 2006).

- **Equipamiento e infraestructura**

El equipamiento se refiere al conjunto de edificios, instalaciones y áreas públicas para ofrecer los servicios colectivos que necesita una población. La infraestructura, aunque también es utilizado por la población en general, sirve principalmente a las actividades económicas, como las redes de vialidad, hidráulicas, de electricidad, de hidrocarburos, de alumbrado público. (Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, Tamaulipas, 2005).

- **Áreas de conservación ecológica**

Incluye áreas con vegetación natural en buen estado; áreas con vegetación natural moderadamente deteriorada sobre zonas de recarga, con fuertes pendientes cuando el promedio es mayor al 15% y/o riesgos de fallas e inundaciones; zonas de amortiguamiento que son franjas de terreno de 20 metros de ancho que rodean a las Áreas Naturales Protegidas. (SDUOP, 2006).

- **Cuerpos de Agua**

Comprende los cuerpos de agua, arroyos y cauces, con zonas de protección definidas con base en la Ley de Aguas Nacionales. Así como obras que se han realizado a través del tiempo para almacenar agua y para contener las avenidas pluviales. (SDUOP, 2006).

- **Actividades Extractivas**

Se refiere a la presencia de bancos de materiales diversos disgregados en determinada superficie; excavaciones a cielo abierto para la extracción de arena, grava o tepetate, así como las tabiqueras. (SDUOP, 2006).

- **Turístico Ecológico**

Este tipo de uso es el que representa el potencial recreativo sobre zonas de gran valor ecológico y belleza de su paisaje, que en algunos casos corresponden a áreas naturales protegidas legalmente o bien como iniciativas individuales. (SDUOP, 2006).

V.3. Métodos de planeación “oficiales” para definir zonas de aptitud urbana

Con la promulgación de la Ley General de Asentamientos publicada el 26 Mayo de 1976 en el Diario Oficial de la Federación y las leyes estatales correspondientes, se inicia un nuevo periodo institucional de planeación del desarrollo urbano en el país, al que concurren los tres niveles de gobierno. Posteriormente a la publicación de la Ley General de Asentamientos Humanos las legislaturas de las entidades federativas expidieron entre 1976 y 1977 sus leyes locales de desarrollo urbano, con lo que se integra en todos sus niveles, la estructura jurídica de la planeación urbana en México. Recientemente se publicó en el Diario Oficial de la Federación de 21 de julio de 1993 la nueva Ley General de Asentamientos Humanos (LGAH) que deroga a la de 1976. La nueva Ley, en su artículo 12, indica los diversos tipos de planes y programas a través de los cuales se lleva a cabo la planeación y regulación del ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y del desarrollo urbano de los centros de población: 1) el Programa Nacional de Desarrollo Urbano; 2) los Programas Estatales de Desarrollo Urbano; 3) los Programas de Ordenación de Zonas Conurbadas; 4) Los Planes o Programas Municipales de Desarrollo Urbano; 5) Los Programas de Desarrollo Urbano de Centros de Población y los Programas de Desarrollo Urbano derivados de los señalados en las fracciones anteriores y que determinen esta Ley y la legislación estatal de la materia. (Biblioteca Jurídica Virtual, 2006).

La Secretaría de Desarrollo Social es la autoridad encargada de formular y ejecutar el Programa Nacional de Desarrollo Urbano, conforme al artículo 7º, fracción VII, de la LGAH. Los municipios formularán, aprobarán y administrarán la zonificación en los centros de su territorio. Esta zonificación se deberá establecer en los planes o programas de desarrollo urbano respectivo, conforme al artículo 35 de esta Ley, donde se determinarán: I. las áreas que integran y delimitan los centros de población; II. Los aprovechamientos

predominantes en las distintas zonas de los centros de población; III. Los usos y destinos permitidos, prohibidos o condicionados; IV. Las disposiciones aplicables a los usos y destinos condicionados; V. La compatibilidad entre los usos y destinos permitidos; VI. Las densidades de población y de construcción; VII. Las medidas para la protección de los derechos de vía y zonas de restricción de inmuebles de propiedad pública; VIII. Las zonas de desarrollo controlado y de salvaguarda, especialmente en áreas e instalaciones en las que se realizan actividades riesgosas y se manejan materiales y residuos peligrosos; IX. Las zonas de conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; X. Las reservas para la expansión de los centros de población, y XI. Las demás disposiciones que de acuerdo con la legislación aplicable sean procedentes. (Biblioteca Jurídica Virtual, 2006).

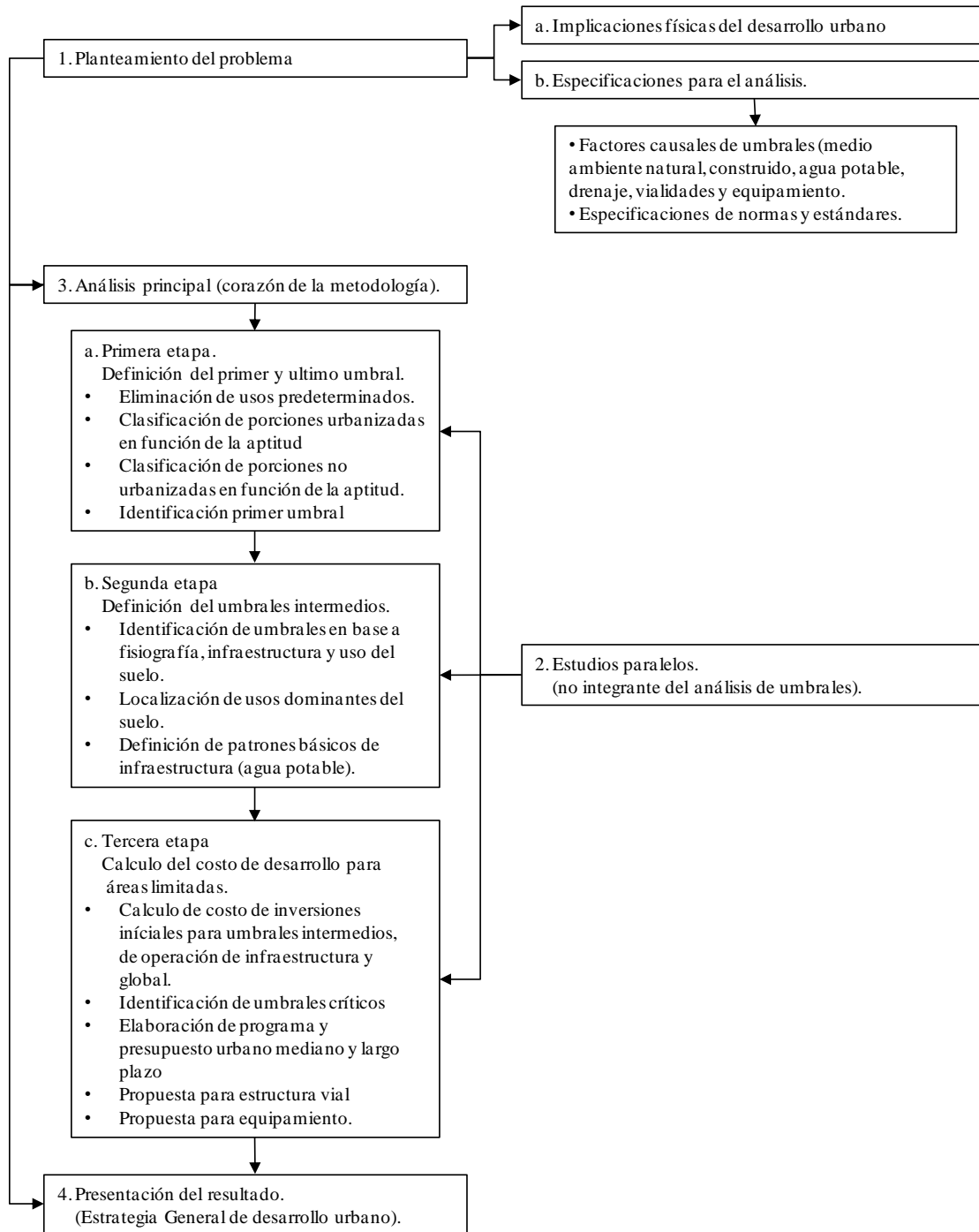
A continuación se describen esquemáticamente algunas metodologías que se utilizan en el país para determinar la aptitud territorial.

V.3.1. Metodología basada en el análisis de umbrales

En México la Secretaria de Asentamientos Humanos y Obras Publicas utiliza desde 1978 la técnica de análisis de umbrales para determinar y evaluar estrategias de desarrollo físico urbano para ciudades medianas. Esta técnica, de origen polaco, se ha utilizado y desarrollado en muchos países, particularmente en la Gran Bretaña. (Figura 31) El origen de la teoría de los umbrales se encuentra en el hecho real de que el desarrollador físico de una ciudad encuentra barreras que lo limitan. Estas barreras pueden ser físicas, tecnológicas (cuando ellas tienen origen en los elementos de la infraestructura urbana) o estructurales (derivadas de la utilización del suelo urbano). Esas barreras constituyen umbrales del desarrollo urbano, dado que el remontarlas exige inversiones de capital desproporcionadas en relación a los gastos en los que se incurre para implantar nuevos habitantes en territorio urbano. Se deduce que en el momento en que una ciudad se topa en su crecimiento con una barrera cualquiera tiende a detenerse y entonces un umbral ha sido alcanzado. La teoría de umbrales facilita la definición, evaluación y selección de alternativas de desarrollo urbano y constituye un esquema preliminar de desarrollo físico

urbano, dado que en forma cartográfica, unifica e integra múltiples aspectos. (Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas, 1978).

Figura 31. Metodología basada en el análisis de umbrales



Fuente: elaboración propia

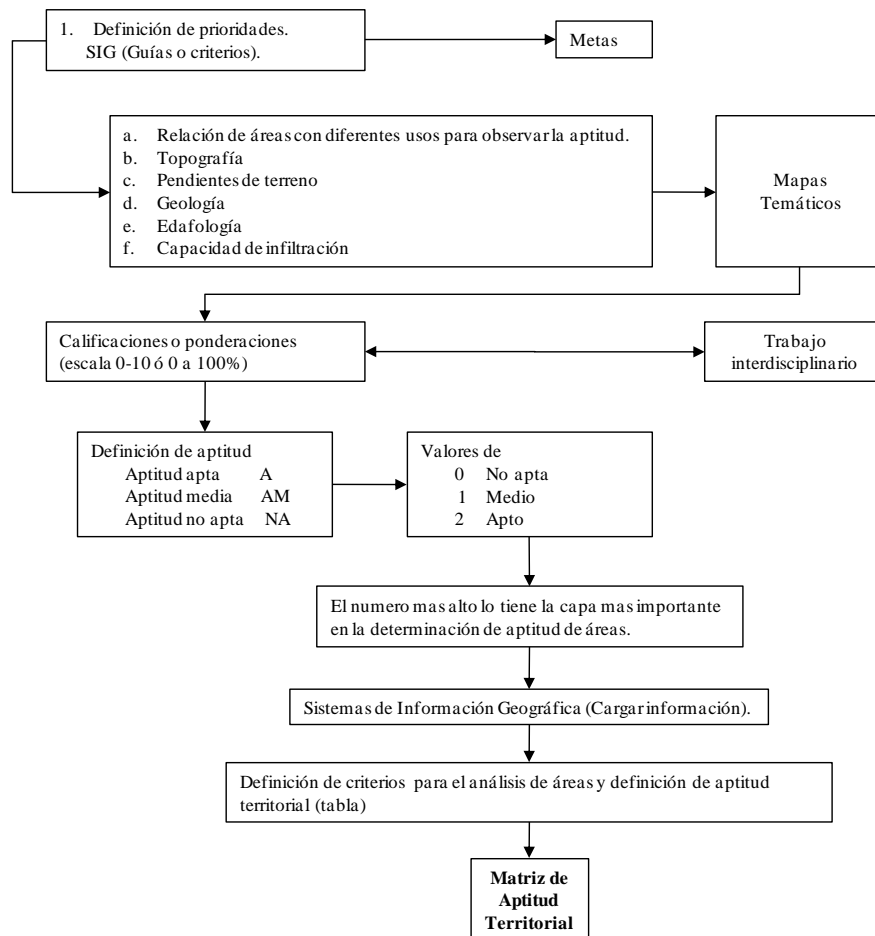
V.3.2. Metodología basada en el análisis espacial

El análisis espacial permite transformar en información una serie de datos, almacenarlos, procesarlos y visualizarlos y producir conocimiento. Las características espaciales y formales de las variables analizadas adquieren relevancia para un planificador; es por ello que programas informáticos que permiten visualizar espacial y gráficamente variables alfanuméricas y relacionarlas entre sí, han abierto un campo de acción importante al planificador urbano. En esta línea surgen los Sistemas de Información Geográfica que constituyen una base para el desarrollo de los sistemas de apoyo a las decisiones. (Cárdenas, 2005).

El sistema de apoyo a las decisiones asume que no hay una única respuesta o solución a un problema, combinando modelos y datos que faciliten el camino para encontrar un conjunto de alternativas factibles; este método ayuda a simular y evaluar escenarios de desarrollo urbano y sus implicancias sobre el medio ambiente; aunque cabe mencionar que los programas para su análisis suelen ser costosos (Figura 32). (Cárdenas, 2005).

Como ejemplo de aplicación de la metodología se mencionan el Plan Parcial de 1996 “Felipe Carrillo Puerto”, el Programa Estatal de Desarrollo Urbano del Estado de Querétaro, 2006 y el Plan que Ordena y Regula la Zona Conurbada de la Ciudad de Querétaro, 2006. (SDUOP, 2006).

Figura 32. Metodología basada en el análisis espacial

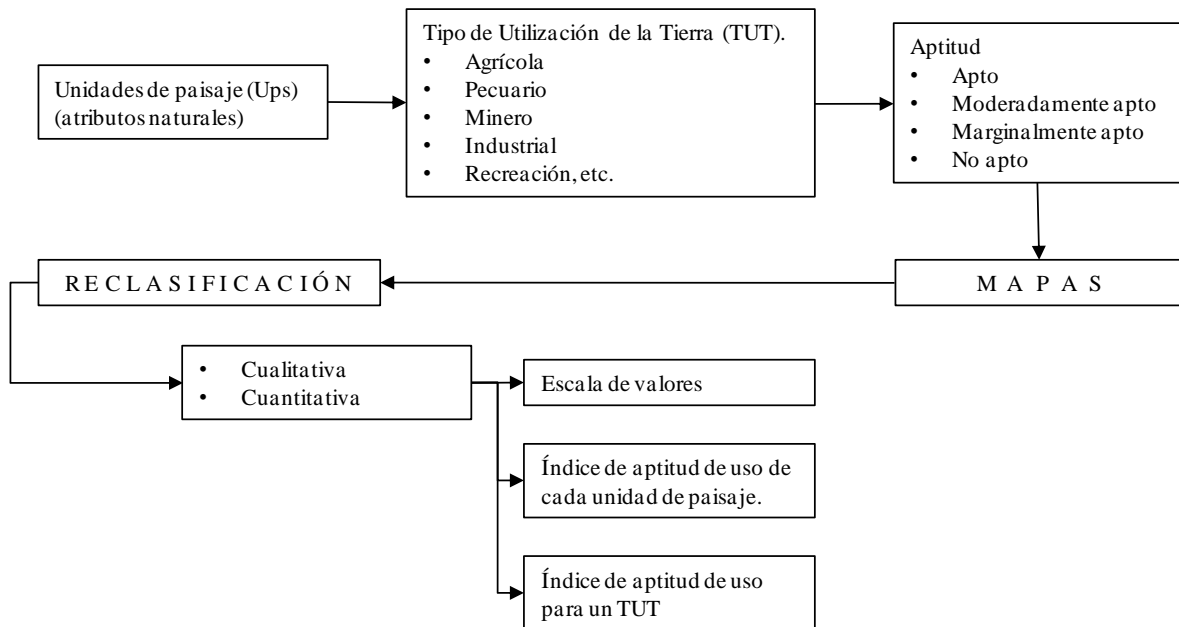


Fuente: elaboración propia

V.3.3. Metodología para el Ordenamiento Territorial (evaluación de tierras FAO, 1976)

A diferencia de la planificación sectorial, el ordenamiento territorial concentra su atención en el territorio, en la armonización de los usos del suelo que coexisten en el mismo, cayendo, por tanto, en el ámbito de la planificación física; (Figura 33). Tal como lo plantea Roma Pujadas y Jaime Font se trata de “ordenar de una manera global o integral el territorio, descomponiéndolo en unidades más pequeñas según criterios de homogeneidad o funcionalidad, asignando usos del suelo específicos a cada una de estas unidades, definiendo sus elementos estructurantes”; esta metodología permite detectar incompatibilidades y áreas de oportunidad. (Pujadas y Font, 1998:32).

Figura 33. Metodología para el Ordenamiento Territorial



Fuente: elaboración propia

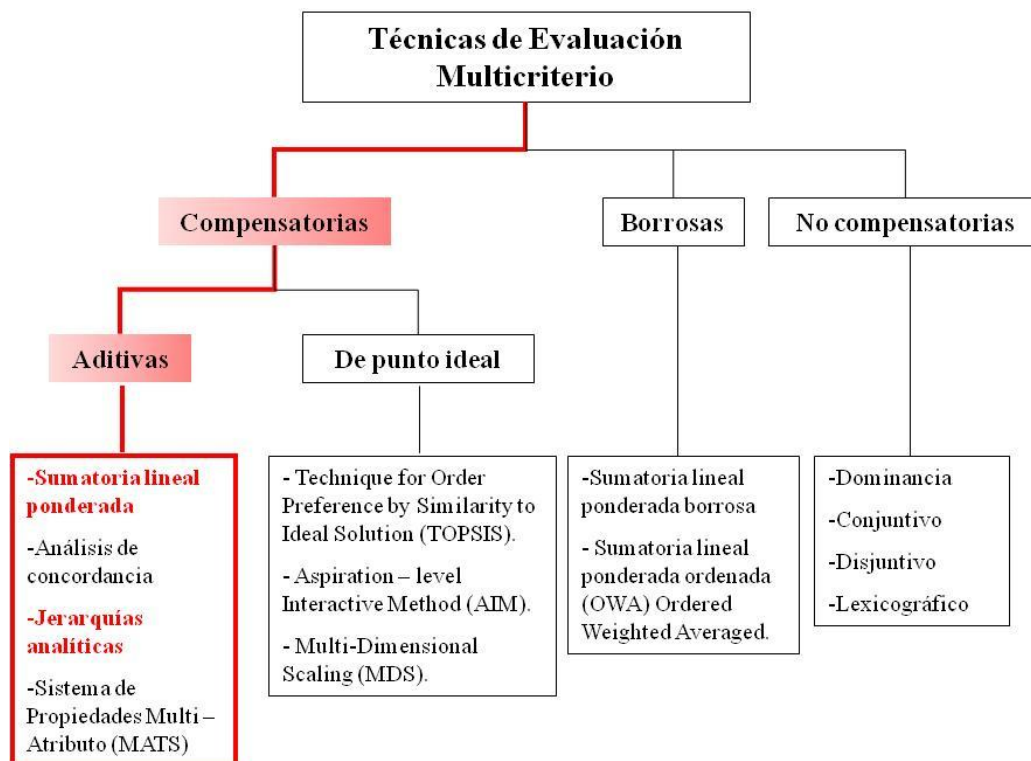
V.4. Metodología para tipos de evaluación multicriterio

La evaluación multicriterio puede definirse como un conjunto de técnicas orientadas a asistir en los procesos de toma de decisiones. El fin básico de las técnicas de evaluación multicriterio (EMC) es “investigar un numero de alternativas bajo la luz de múltiples criterios y objetivos en conflicto” (Voogd, 1983: 21). Según eso es posible “generar soluciones compromiso y jerarquizaciones de las alternativas de acuerdo a su grado de atracción” (Janssen y Rietveld, 1990: 129). La toma de decisiones multicriterio se puede entender como un “mundo de conceptos, aproximaciones, modelos y métodos, para auxiliar a los centros de decidores a describir, evaluar, ordenar, jerarquizar, seleccionar o rechazar objetos, en base a una evaluación (expresada por puntuaciones, valores o intensidades de preferencia) de acuerdo a varios criterios. Estos criterios pueden representar diferentes aspectos de la teleología: objetivos, metas, valores de referencia, niveles de aspiración o utilidad” (Colson y De Bruin, 1989: 1201). Los procedimientos SIG (Evaluación Multicriterio), no están claramente especificados. Existen muchas variaciones de ellos, lo que facilita que, cambiando el procedimiento empleado podamos encontrar

resultados diferentes e incluso ajustados artificialmente a las necesidades que se presenten. Los distintos métodos o técnicas de evaluación multicriterio se diferencian básicamente en el procedimiento aritmético – estadístico que realizan sobre las matrices de evaluación y de prioridades, con lo cual se obtiene una evaluación final de las alternativas. Según el método empleado, se efectúan distintas operaciones aritméticas. Estas pueden ser simples, como las del método de sumatoria lineal ponderada, aplicado frecuentemente en modelos desarrollados en SIG (Alegre, 1983; Salas y Chuvieco, 1992; Barredo, 1993; Siddiqui *et al.*, 1996; Jankowski *et al.*, 1997; Qureshi *et al.*, 1999; Dai *et al.*, 2001). Otros métodos requieren realizar operaciones de mayor dificultad, tales como análisis de punto ideal (API), el análisis de concordancia – discordancia (ACD), el método de optimización jerárquica (OJ), la programación lineal y otros (Voogd, 1983; Janssen y Rierveld, 1990; Carver, 1991; Can, 1993; Colorni *et al.*, 1999, Beuthe *et al.*, 2000; Joerin *et al.*, 2001, Hervás *et al.*, 2002). Una clasificación de métodos de evaluación multicriterio, desde el punto de vista del tipo de procedimientos que desarrollan, es presentada por Jankowski (1995). En ellas las técnicas son clasificadas de acuerdo al nivel de proceso de demanda cognitiva que demandan del centro decisor y el método de agregación de puntuaciones de criterios y prioridades establecidos. En relación a dicha clasificación, se diferencian dos grupos de técnicas de evaluación multicriterio: compensatorias y no compensatorias (Figura 34). Siendo las técnicas compensatorias las que demandan un mayor proceso cognitivo (Hwang y Yoon, 1981), dado que requieren que el centro decisor especifique los pesos de los criterios como valores cardinales o funciones de prioridad, mientras que las no compensatorias demandan un menor proceso cognitivo del centro decisor, ya que estas por lo general requieren una jerarquización ordinal de los criterios basada en las prioridades del centro decisor. Finalmente en los últimos años se han incrementado el uso de algunas de las técnicas compensatorias y aditivas adaptadas a la filosofía de la lógica borrosa. Estas técnicas utilizan una escala no numérica, por ejemplo: alto, medio, bajo, para evaluar las alternativas con respecto a una serie de atributos. El objetivo consiste en identificar qué alternativas se consideran aceptables o adecuadas y cuáles no, al igual que en otras técnicas, es posible otorgar diferentes grados de importancia a los distintos criterios. Esta aproximación está basada en el concepto de conjunto borroso (fuzzy set) que representa una clase de elementos u objetos sin límites bien definidos entre los objetos que pertenecen a

esa clase y lo que no. Cada conjunto borroso está especificado mediante una función de pertenencia, y el grado de pertenencia de cualquier elemento a una determinada clase puede ser cualquier número entre 1 y 0, cuanto más se acerque a uno, más claramente pertenece a esa clase. (Barredo, 2005).

Figura 34. Clasificación de técnicas de Evaluación Multicriterio (modificado de Jankowski, 1995)



Fuente: Sistemas de Información Geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio, 2005

V.5. Elección de una metodología para el caso de la microcuenca “Santa Rosa Jáuregui”

Una vez analizadas las distintas técnicas de evaluación multicriterio se decide utilizar la sumatoria lineal ponderada y la técnica compensatoria de jerarquías analíticas, debido a que los criterios tienen distinta relevancia frente a la evaluación planteada (¿cuáles son las áreas aptas para el crecimiento urbano, que impactan las funciones ecológicas de la

microcuenca?) y se basa en el análisis, discusión y jerarquización de estos criterios. (Aceves, 2006).

Los problemas planteados anteriormente que existe entre el crecimiento urbano y la afectación de los componentes ecológicos y las funciones inmersas en la microcuenca, permiten clasificar y establecer jerarquías entre diferentes áreas o elementos, que pueden valorar la aptitud para desarrollar ciertas actividades; estas fueron resueltas mediante técnicas de evaluación de factores y valoración de criterios. Este método de evaluación multicriterio proporciona una aproximación válida para el análisis de procesos espaciales, que demanda una valoración concreta de juicios de valor a través de la ponderación de factores y de la evaluación de las alternativas. Para cumplir con esta condición, es posible desarrollar procedimientos de asignación de pesos para los factores o variables que influyen en la aptitud urbana, estableciendo así para cada uno de estos factores un valor relativo de ponderación frente a los demás.

V.5.1. Descripción del método de jerarquías analíticas (MJA) de Saaty

Como lo menciona Gómez y Barredo en su libro de Sistemas de Información Geográfica y Evaluación Multicriterio en la Ordenación del Territorio, el método de las jerarquías analíticas (MJA) de Saaty (Analytical Hierarchy Process, AHP). Fue introducido en los años 70 y aplicado en numerosos y variados estudios relacionados con la economía, la salud, la política, la planificación urbana, etc. Se basa en la descomposición, juicio comparativo y síntesis de las prioridades del problema de decisión (Malczewski, 1999). Este método se encuentra dentro del conjunto de métodos de asignación de pesos basados en el cálculo del autovector dominante (o eigenvector) de una matriz de comparaciones binarias de los factores (Barba-Romero y Pomerol, 1997). Este procedimiento parte de establecer una matriz cuadrada en la cual el número de filas y columnas está definido por el número de factores a ponderar. Así se establece una matriz de comparación entre pares de factores, confrontando la importancia de cada uno sobre cada uno de los demás (a_{ij}), posteriormente se determina el vector principal, el cual establece los pesos (w_j) de cada

factor, y el vector principal normalizado proporciona una medida cuantitativa de la consistencia de los juicios de valor entre pares de factores. (Figura 35).

Figura 35. Matriz de comparación entre pares de Saaty

Factor	A	B	C	D
A	1			
B		1		
C		a_{cb}	1	
D				1

Fuente: Proyecto LADA-FAO. Análisis de asentamientos humanos de menor jerarquía “Puestos” en Lavalle. Argentina, 2005

En esta matriz, se asigna en cada celda un juicio de valor (a_{ij}), que representa la importancia relativa de cada factor (en la columna principal) con otros (de la fila principal); así por ejemplo, podemos expresar que el factor C es 3 veces más importante que el factor B, en la celda correspondiente (a_{cb}), de esta manera, con una escala establecida, se asignan los juicios de valor a todas las celdas de la matriz; en la diagonal solamente se asigna el valor de 1 que denotan la igualdad en la comparación de cada factor consigo mismo. De esta manera, si el factor C es 3 veces más importante que B, entonces B será en este caso 1/3 veces menos importante que C. La escala de medida establecida para la asignación de los juicios de valor (a_{ij}) es una escala de tipo continuo (razón) que va desde un valor mínimo de 1/9 hasta 9. El valor menor es extremadamente menos importante (1/9) hasta extremadamente más importante (9), indicando el valor 1 como igualdad en la importancia entre pares de factores. (Figura 36).

Figura 36. Escala utilizada para la asignación de los juicios de valor

1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Extrema	Fuerte	Moderada		Igual	Moderada	Fuerte	Extrema	
<i>Menos importante</i>					<i>Más importante</i>			

Fuente: Sistemas de Información Geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio, 2005

Donde:

1/9 = Extremadamente menos importante

- 1/7 = Menos importante
- 1/5 = Poco importante
- 1/3 = Moderadamente menos importante
- 1 = Igualmente importante
- 3 = Moderadamente importante
- 5 = Importante
- 7 = Muy importante
- 9 = Extremadamente más importante

Realizada la comparación de los factores en la matriz y asignados los juicios de valor entre pares de factores, es necesario realizar el cálculo de peso (w_j) para cada factor, el cual describe en forma precisa las características de los juicios de valor considerados. El procedimiento que se utiliza para obtener el vector principal (Figura 37) consiste en completar la matriz de comparación con los valores de juicio de valor y se suma cada columna. Se genera una matriz auxiliar en la que se completa cada celda con el resultado de la división de cada valor de juicio por la sumatoria de la columna correspondiente. Finalmente, se promedian los valores normalizados de las filas. Este promedio corresponde al vector principal. (Salomón *et al.*, 2005).

Figura 37. Vector principal normalizado

Factores	A	B	C	D	Vector principal normalizado (w_j)
A	1				$\Sigma A_{ij}/n$
B		1			$\Sigma B_{ij}/n$
C		a_{cb}	1		$\Sigma C_{ij}/n$
D				1	$\Sigma D_{ij}/n$

donde:

$$A_{ij} = \Sigma a_{cb} / \Sigma B$$

Finalmente:

$$(w_j) = \Sigma A_{ij}/n$$

Fuente: Proyecto LADA-FAO. Análisis de asentamientos humanos de menor jerarquía “Puestos” en Lavalle. Argentina 2005

Este procedimiento permite el cálculo del peso o vector principal de cada factor. Finalmente, se calcula la **razón de consistencia** de la matriz recíproca o **vector principal máximo (r.i.)** que según (Barredo, 1996) este índice diferencia el MJA del resto de los procedimientos de asignación y valoración de factores (Figura 38). Este valor de **razón de consistencia**, está definido por el cociente entre el **índice de consistencia / índice aleatorio**. Se compara la composición de la matriz en cuestión con una hipotética y aleatoria. Por lo tanto, de este índice, un **c.r.** mayor o igual a 0.10, los juicios de valor deben ser revisados, ya que no son suficientemente consistentes y puede estar afectado por algún grado de subjetividad. Un **c.r.** menor o igual a 0.10, los juicios de valor asignados pueden considerados satisfactorios, por lo tanto los pesos (**w_{ij}**) pueden ser empleados para la clasificación final. (Salomón *et al.*, 2005).

Figura 38. Razón de consistencia

Factores	A	B	C	D	Vector principal normalizado (w _j)
A	1				0.4412
B	1/7	1			0.0546
C	1	1	1		0.0415
D	1/7	3	1/7	1	0.0889

c.r (obs) = 0.08 < c.r.(crit) → se acepta la consistencia de la matriz

Fuente: Proyecto LADA-FAO. Análisis de asentamientos humanos de menor jerarquía “Puestos” en Lavalle. Argentina, 2005

V.6. Aplicación del método para la microcuenca “Santa Rosa Jáuregui”

El proceso seguido tras la definición del problema se puede resumir en cuatro etapas Gómez y Bosque (2004):

- Selección de criterios: definición de factores y limitantes.
- Generación de la información cartográfica o factores de localización.
- Integración de la información en un S.I.G. y obtención del modelo.

- Comparación de los resultados: error e incertidumbre.

Selección de criterios: Definición de factores y limitantes.

Antes de proceder a la evaluación de la capacidad de crecimiento urbano es necesario definir qué criterios (factores de localización y criterios limitantes) van a ser tomados en cuenta. Estos criterios están asociados a entidades geográficas y a las relaciones entre ellas y, por tanto, pueden representarse en forma de capas temáticas. La evaluación multicriterio en el entorno de los S.I.G., se basa en que cada factor esté representado por una capa de información cartográfica georreferenciada, en la cual todos los puntos del territorio toman un valor con respecto a la actividad objeto de decisión (Gómez y Barredo, 2005).

Generación de la información cartográfica o factores de localización.

Cada una de las capas que representan los factores considerados y la que agrupa a los limitantes, son convertidas a formato raster con resolución 10 metros. Una vez transformados, los factores son tratados convenientemente para sustraer los píxeles incluidos en la capa de limitantes. Tras este proceso se procede a su normalización por reclasificación y a la valoración de cada una de las categorías.

Normalización y valoración de las categorías de los criterios

Las puntuaciones en los atributos son normalizadas a efectos de eliminar problemas de cálculo originados por las diferentes escalas y/o unidades empleadas en la matriz de decisión. La normalización no siempre es necesaria, pero si es esencial en la mayoría de los métodos. El propósito es el de obtener escalas comparables, lo que permitirá realizar comparaciones intra-atributos así como inter-atributos. En consecuencia, las puntuaciones normalizadas no tienen unidades de dimensión y, para el caso de atributos de beneficios, cuanto mayor sea la puntuación normalizada, mayor es la preferencia del mismo. Una de las opciones, la más utilizada, es el ajuste lineal, mediante el que se re-

escalán los valores originales entre unos límites mínimo y máximo o los basados en funciones de pertenencia a un conjunto borroso.

Integración de la información en un S.I.G. y obtención del modelo

El AHP ordena estos factores en un modelo jerárquico, realiza comparaciones binarias (por pares) y atribuye valores numéricos a los juicios (preferencias) realizados por las personas (respecto de la importancia relativa de cada elemento) y los sintetiza, agregando las soluciones parciales en una única solución.

La aplicación de la técnica AHP puede hacerse con alguno de los paquetes disponibles en la red Internet, en este caso se utiliza el Idrisi para el tercer escenario y para los dos primeros se realizaron operaciones manuales con ayuda del Excel, lo cual facilita la asignación de pesos o ponderaciones para cada factor y analiza la consistencia de los valores obtenidos a través del llamado factor de consistencia, el cual debe ser menor de 0.10. La posterior integración de los factores se realiza mediante una combinación lineal ponderada, quizás el método más intuitivo y fácil de implementar, obteniéndose el valor de aptitud como resultado de la sumatoria, para cada píxel, del producto de cada factor por su peso. Como resultado se obtienen diferentes niveles de urbanización potencial, que son cuantificados en porcentaje de superficie ocupada y comparados con los planes vigentes de crecimiento urbano.

VARIABLES TERRITORIALES CONSIDERADAS

Además de la propia cartografía del crecimiento urbano, que se ha considerado como la variable a explicar o dependiente, se ha construido una base de datos cartográfica de la zona de estudio que incluye distintas variables (físicas, ambientales y antrópicas), que se emplearán en la fase de análisis como posibles variables explicativas del crecimiento urbano. La selección de criterios es una tarea que incide en todo el proceso, ya que la inclusión o exclusión de alguno de ellos podría ocasionar resultados contrastantes; es por ello que definir un conjunto válido de criterios es la base de todo proceso de Evaluación

Multicriterio. Los criterios están representados por las capas temáticas, sin embargo, el elemento que especifica que criterios utilizar es el grupo de factores de localización que inciden en los usos del suelo o actividades a evaluar. Así a través del objetivo y de los factores de localización de cada uso podremos definir los criterios (variables) que inciden en cada modelo de capacidad. En relación a los factores (genéricos) de localización de personas o actividades, Gómez Orea (1985) analiza cuatro conjuntos de factores de localización, se presentan seguidamente:

- Factores basados en patrones pasados de desarrollo
- Factores relativos al medio natural
- Factores relativos a las características espaciales
- Factores basados en otro tipo de determinantes locacionales.

Los criterios, son uno de los aspectos fundamentales de la evaluación multicriterio, “un criterio es cierta base para la toma de una decisión, esta base puede ser medida y evaluada. Es la evidencia sobre la cual se basa una decisión” (Eastman *et al.*, 1993). Son muchos los factores y variables del medio susceptibles de ser tenidos en cuenta para la realización de estudios del territorio, y su capacidad dependerá de una serie de particularidades del territorio en estudio, objetivos del trabajo, disponibilidad de información y otros aspectos anexos al tipo de estudio que se pretenda llevar a cabo. (Gómez, 2005).

La selección de nuevos criterios y variables se evalúa en base a los procesos geomorfológicos, hidrológicos y ecológicos que se desarrollan en la microcuenca y que definieron el escenario actual; a la vulnerabilidad que presenta la urbanización al asentarse en una cuenca ambiental dinámica y al resultado de los impactos ambientales producidos por la impermeabilización que afectan el equilibrio natural de la microcuenca; se retomaron los criterios establecidos para determinar el plano de aptitud territorial ambiental para el crecimiento urbano establecidos en las metodologías descritas anteriormente (pendientes, edafología, geología, tipo de vegetación); se conjuntan ambas variables y/o criterios en el cuadernillo de la matriz de comparación de pares esto con el fin de lograr armonizar el uso, aprovechamiento y la administración de los recursos naturales (suelo, agua, flora y fauna) y

el manejo de los ecosistemas comprendidos en la microcuenca, tomando en consideración, tanto las relaciones establecidas entre recursos y ecosistemas, como los objetivos económicos y sociales, así como las prácticas productivas y formas de organización que adopta la sociedad para satisfacer sus necesidades y procurar su bienestar en términos sustentables. (Ventura, 2003).

Las variables y/o criterios considerados son:

1. Áreas naturales protegidas

Más que un criterio este es un factor limitante, todos los pixeles que caigan en áreas protegidas deberán ser reclasificados; por ejemplo, con el valor de 0, aquellos que no sean parte de áreas protegidas tendrán el valor de 1. Esto permite que se excluyan del resultado final, aquellas áreas que no deben ser modificadas para crecimiento urbano. Los factores limitantes entran en acción al final del proceso y como una etapa de filtrado, basta con multiplicar el mapa resultante con el factor limitante.

Con el fin de garantizar la permanencia y la protección de los ecosistemas y los servicios ambientales que brindan las áreas naturales federales y estatales que cuentan con algún régimen de protección legal, a través de la restricción de actividades que pueden ocasionar alguna alteración ambiental de dichas áreas, se incluyeron todas aquellas áreas naturales protegidas que se encuentran decretadas en la zona de estudio como es la ZSCE Peña Colorada y ZSCE Zona Occidental de Microcuencas según el Fideicomiso Queretano de Medio Ambiente (FIQMA, 2006). Variable restrictiva.

2. Vegetación

Representa sin lugar a dudas una de las principales variables ya que mediante el uso de vegetación se puede mejorar la imagen urbana, por ejemplo disimulando situaciones desagradables o heterogéneas mediante un manejo homogéneo de elementos vegetales. Los elementos vegetales pueden ayudar a marcar o acentuar situaciones o espacios, facilitando

la orientación dentro de la ciudad. La vegetación puede ayudar a subdividir y realzar espacios urbanos monótonos, introduciendo dinámica en ellos. Además se sabe que la mayor parte de los cambios ecológicos se dan durante la primera mitad de la transformación del uso del suelo, ocasionando graves problemas de inundación, erosión, cambios climáticos, pérdida de biodiversidad entre otros. Se incluyen los siguientes criterios de tipo de vegetación a ponderar en la variable, según información proporcionada por la Secretaria de Desarrollo Sustentable (SEDESU) con colaboración del Centro Queretano de Recursos Naturales (CQRN, 2006).

- Agricultura de riego
- Agricultura de temporal
- Bosque tropical caducifolio
- Matorral clasicaule
- Matorral espinoso
- Matorral subinermé
- Matorral subtropical
- Pastizal inducido
- Erosión hídrica moderada

3. Edafología

Los suelos están determinados por las condiciones del clima, la topografía y la vegetación. Cuando varían estas determinantes, los suelos experimentan cambios que pueden afectar el asentamiento de poblaciones urbanas. En general, los suelos influyen para la determinación de zonas con una aptitud alta para el desarrollo urbano. Se incluyen los siguientes criterios de tipo de suelos a ponderar en la variable, según información proporcionada por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Información (INEGI, 2006).

- Chernozem luvico
- Feozem haplico
- Feozem luvico

Litosol

Vertisol pelico

4. Geología

El estudio de la geología permite detectar los peligros y riesgos geológicos por sismicidad, inundaciones, deslizamientos y erosión, por procesos naturales que marcan las amenazas del medio frente a la ocupación del territorio. Respecto a las construcciones la geología determina el comportamiento esperado de los materiales. En proyectos asociados a excavaciones, sugiere los métodos de excavación, control del agua y evaluación de estabilidad de las paredes; determina la ubicación y disponibilidad (volumen) de material apto para rellenos; asegura que el medio soporte las estructuras proyectadas en el tiempo; predice asentamientos, define la ubicación de fallas que puedan arriesgar la estabilidad de una obra y determinar la influencia del agua; interviene en la construcción de grandes represas, en la búsqueda y evaluación del material para ser usado como protección fluvial, balasto, relleno para presas de tierra; selecciona sitios para la instalación de rellenos sanitarios e interviene en lo relacionado a peligros naturales. Se considera una distancia a fallas en ambos lados de 400 m según lo establece el Plan de Desarrollo Urbano de Centro de Población Querétaro, 1982. Se incluyen los siguientes criterios de tipo de roca a ponderar en la variable, según información proporcionada por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Información (INEGI, 2006).

Aluvial

Andesita

Arenisca conglomerado

Basalto

Basalto – brecha volcánica

Caliza – lutita

Riolita

5. Hidrología

Las superficies urbanizadas, juegan un papel muy importante dentro del tema del agua, debido a los procesos que se producen en ellas, como el aumento en el volumen de escurrimiento, propiciado por la reducción de la infiltración en pendientes recubiertas por concreto, asfalto y construcciones. La concentración es relativa a la dirección de la pendiente que puede o no concentrar el escurrimiento hacia un solo punto, lo que origina problemas de inundaciones en las ciudades. Se incluyen los siguientes criterios de distancia a cuerpos de agua y corrientes intermitentes a ponderar en la variable, según información proporcionada por la Secretaria de Desarrollo Urbano y Obras Publicas (SDUOP, 2006).

1 a 10 metros

10 a 20 metros

20 a 30 metros

30 a 40 metros

40 a 50 metros

6. Zonas Inundables

Las inundaciones son consideradas perturbaciones naturales. Dentro de nuestra área de estudio la parte baja y sobre todo la parte media de la microcuenca es muy vulnerable a inundaciones, ya que presenta la parte más baja de la microcuenca y con pendientes de entre 20 a 25% que se pueden traducir en escurrimientos poco moderados. Tanto las inundaciones como los incendios naturales constituyen perturbaciones que destacan por sus implicaciones en el aumento de los riesgos a los que está expuesta la población. A la fecha estas perturbaciones naturales son consideradas como accidentes azarosos y no como los eventos recurrentes que son. Las perturbaciones naturales deben ser incluidas dentro de los planes de desarrollo urbano diseñando mecanismos que mitiguen su impacto (variable restrictiva).

7. Zonas de infiltración

La recarga de los acuíferos se debe a la infiltración directa del agua pluvial sobre las unidades geológicas permeables, así como a los depósitos fluviales, ríos y arroyos. Cabe recordar que, la alta permeabilidad de suelos y la cubierta vegetal (bosques de pino, encino selva baja caducifolia), actúan como amortiguadores de la precipitación, retardan el escurrimiento y facilitan la infiltración. Se incluyen los siguientes criterios de capacidad de infiltración a ponderar en la variable, según información proporcionada por el Fideicomiso Queretano del Medio Ambiente (FIQMA, 2006).

0 a 20%

20 a 40%

40 a 60%

60 a 80 %

80 100%

8. Infraestructura

Se analiza los sistemas de infraestructura existentes para determinar tanto sus alcances como sus debilidades para fortalecer los centros regionales de población y lograr mejores condiciones de vida que atiendan las necesidades de la población rural dispersa y aislada. Un crecimiento planeado y ordenado, da como resultado la construcción de infraestructura eficiente que disminuya el impacto negativo al medio ambiente y se guíe por las líneas de la sustentabilidad. Los impactos ambientales que originan la construcción de infraestructura presentan efectos en el sitio de la construcción y los alrededores de la vía de derecho e indirectos en la región colindante. Estos últimos producen gran influencia de tipo económico, social y ambientales, sean estos planificados o espontáneos, y son el resultado del mayor acceso físico. Se incluyen los siguientes criterios de distancia a redes de alta tensión y gasoductos de PEMEX en la variable, según información proporcionada por la Secretaria de Desarrollo Urbano y Obras Públicas (SDUOP, 2006).

1 a 10 metros

10 a 20 metros

20 a 30 metros

30 a 40 metros

40 a 50 metros

9. Tenencia de la tierra

Actualmente existe una fuerte dinámica de incorporación del suelo ejidal al mercado inmobiliario para usos urbanos, sin apego a la normatividad urbana ni agraria y en ocasiones, en áreas poco propicias para la construcción; la competencia por el suelo, ha fomentado que intervengan todo tipo de actores, desde gestores agrarios que asesoran a los ejidatarios sobre como desincorporar sus tierras del régimen ejidal o cambiar el destino a sus tierras de uso común para generar nuevos parcelamientos con vistas a convertirlos en nuevos fraccionamientos urbanos, hasta agentes inmobiliarios e industriales en busca de suelo bien localizado a bajo costo, para el establecimiento de industria y/o desarrollos habitacionales, tanto de nivel popular como medio y residencial. Se incluyen los siguientes criterios de tipos de tenencia, suelo ejidal, uso privado y uso federal en la variable, según información proporcionada por la Secretaria de Desarrollo Urbano y Obras Públicas (SDUOP, 2006).

Propiedad ejidal

Propiedad privada

Propiedad federal

10. Pendientes

La aptitud relativa para los asentamientos humanos está estrechamente relacionada con la presencia de agua y de zonas de pendientes. Se incluyen los siguientes criterios de pendientes en la variable, según información proporcionada por la Secretaria de Desarrollo Urbano y Obras Públicas (SDUOP, 2006).

0 a 15%

15 a 20%

20 a 30%

30 a 40%

40 a 50%

Una vez que se establecen y definen los criterios y/o variables; se elabora **el cuadernillo de Jerarquización de criterios y variables con las matrices de comparación por pares de Saaty**. Metodológicamente implica elaborar un listado de un grupo promedio de 120 expertos a nivel municipal, estatal y federal en el sector forestal, pecuario, agrícola, industrial, de infraestructura, de participación ciudadana, de comunicaciones y transportes, hidráulico, agropecuario, de desarrollo urbano, administrativo, gubernamental, de ciencia y tecnología, de desarrollo social, de estadística, medio ambiente, construcción, salud, turismo, educativo y del deporte. De las encuestas entregadas al panel de expertos se obtienen respuesta de solo 13 expertos en materia de estadística, consultoría ambiental, protección civil, vivienda, planeación urbana municipal y estatal, recursos naturales, deporte, medio ambiente, ciencia y tecnología y de riesgos y vulnerabilidad; representando una muestra de tan solo el 11% entre este porcentaje figuran específicamente las siguientes dependencias:

1. Dos departamentos del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI)
2. Consultora ambiental
3. Protección Civil
4. Instituto de la Vivienda del Estado de Querétaro (IVEQRO)
5. Instituto Municipal de Planeación (IMPLAN)
6. Centro Queretano de Recursos Naturales (CQRN)
7. Dos departamentos de la Secretaria de Desarrollo Urbano y Obras Publicas (SDUOP)
8. Instituto del Deporte del Estado de Querétaro (INDEREQ)
9. Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)
10. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología del Estado de Querétaro (CONCYTEQ)
11. Petróleos Mexicanos (PEMEX)

El periodo de entrega de los oficios fue de dos semanas y el límite para el llenado de las matrices y su retorno fue de un mes, llevándose hasta dos meses para obtener alguna respuesta. En el cuadernillo se incluye una breve caracterización de la microcuenca con las principales características bio – físicas, demográficas y socio – económicas de la misma; hoja de datos particulares y de la dependencia de gobierno donde labora el experto del tema, así como su nivel de conocimiento; se incluyeron instrucciones para el llenado de las 10 matrices (matriz general y 9 variables y/o criterios), que una vez analizada la información y en base a la experiencia del actor se procede a llenar, asignando un valor para cada variable y para cada criterio en base a la escala de medida (Figura 36) establecida para la asignación de juicios de valor, que va desde un valor mínimo de 1/9 hasta 9 (Saaty 1977, 1980); así como un ejemplo para su llenado (Figura 39).

Figura 39. Matriz para establecer el peso de las variables para definir la aptitud del uso del suelo para el crecimiento urbano por orden de importancia

Variables	1. Áreas Naturales Protegidas	2. Vegetación	3. Edafología	4. Geología
1. Áreas Naturales Protegidas	1			
2. Vegetación	1/5	1		
3. Edafología			1	
4. Geología			3	1

Fuente: elaboración propia

1. La diagonal se llena con **1**, porque se evaluaron las opciones consigo mismas.
2. Solo se contestan las partes que se encuentra con gris.
3. Si la **fila o renglón** es más importante que la **columna** se agrega el valor (**3, 5, 7, 9**), si la **columna** es más importante que la **fila o renglón** se agrega el **inverso del valor (1/3, 1/5, 1/7, 1/9)**, según la escala de medida. Por ejemplo para la primera columna y con respuestas hipotéticas:
4. Qué fue más importante tomar en consideración para el crecimiento urbano, áreas naturales protegidas o vegetación? La respuesta fue **áreas naturales protegidas**,

que se encuentra en la **columna** por lo tanto se agrega **el inverso del valor** según el grado de importancia que se le da, que para este caso es **moderada 1/5**.

5. Qué fue más importante tomar en consideración para el crecimiento urbano Edafología o Geología? La respuesta es **Geología**, que se encuentra en la **fila o renglón** por lo tanto se agrega **el valor** según el grado importancia que se le da, que para este caso es **moderada 3**.

Se establece el análisis por el método de pares de Saaty, de una matriz general (Figura 40) que incluye las siguientes variables a ponderar:

1. Áreas naturales protegidas
2. Vegetación
3. Edafología
4. Geología
5. Hidrología (distancia a cuerpos de agua y corrientes)
6. Zonas inundables
7. Ubicación de zonas de recarga
8. Infiltración
9. Erosión
10. Infraestructura (distancia a líneas eléctricas, gasoductos, etc)
11. Tenencia de la tierra
12. Pendientes

Figura 40. Generación de la Matriz de comparaciones pareadas para definir la aptitud del uso del suelo para el crecimiento urbano por orden de importancia

Variables	1. Áreas Naturales Protegidas	2. Vegetación	3. Edafología	4. Geología	5. Hidrología (distancia a cuerpos de agua y corrientes)	6. Zonas Inundables	7. Ubicación de zonas de recarga	8. Infiltración	9. Erosión	10. Infraestructura (distancia a línea eléctrica, gasoducto, etc)	11. Tenencia de la tierra	12. Pendientes
1. Áreas Naturales Protegidas	1											
2. Vegetación		1										
3. Edafología			1									
4. Geología				1								
5. Hidrología (distancia a cuerpos de agua y corrientes)					1							
6. Zonas Inundables						1						
7. Ubicación de zonas de recarga							1					
8. Infiltración								1				
9. Erosión									1			
10. Infraestructura (distancia línea eléctrica, gasoductos, etc)										1		
11. Tenencia de la tierra											1	
12. Pendientes												1

Fuente: Elaboración propia

Cabe mencionar que la variable de recarga de acuíferos es eliminada del análisis debido a que se considera una variable que no cubre todos los aspectos del problema, ya que no existen estudios de profundidad sobre el área que abarcan las zonas de recarga en el Estado, además de no ser significativa para el estudio, ya que existen estudios certeros sobre porcentajes de infiltración en la zona y la variable podría ser redundante. Otra variable eliminada fue la de erosión, que además de no ser significativa para el estudio por no poder descomponerse en partes más pequeñas, no presenta una variable compleja para el desarrollo urbano.

Una vez definida la matriz general; se analizan de forma independiente las nueve variables mencionadas anteriormente, por el mismo método de pares de Saaty. Con la

matriz general y las variables independientes se obtiene un cuadro resumen con los pesos normalizados y las estimaciones de consistencia, tomando de referencia la información que proporcionan las 13 dependencias participantes en la encuesta. Para obtener el cuadro resumen (Figura 45) se sigue la siguiente estructura metodológica aplicada a la matriz general y a cada una de las variables independientes, tomando como ejemplo los resultados del cuadernillo del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, 2007), cabe hacer mención que esta metodología se aplica para las 12 dependencias restantes, calculando sus índices de consistencia y seleccionando los resultados si consistentes para poder aplicar los pesos respectivos para determinar la aptitud territorial; que se basa en la siguiente ecuación

$$\sum = W_i.X_i$$

Donde:

W_i = Pesos Generales de cada uno de las variables generales

X_i = Valor estandarizado de cada variable.

En base a la experiencia del experto en el tema se obtienen los resultados del llenado de la matriz como se muestra en la figura 41 (celdas en blanco), se calculan los pesos de los criterios. Para calcular los pesos se realizan las siguientes operaciones: suma de valores en cada columna de la matriz comparaciones pareadas (Figura 41, celdas en marrón), división de cada elemento de la matriz entre el total de su columna; este resultado es referido como la “matriz normalizada de comparaciones pareadas” o “Eigenvector principal de la matriz” (Figura 42, celdas en marrón), y se calcula el promedio de los elementos de cada renglón de la matriz normalizada (Figura 42, celdas en azul). Esto es, dividir la suma de las calificaciones normalizadas de cada renglón entre el número de criterios. Estos promedios proveen una estimación de los pesos relativos del criterio comparado.

Usando este método, los pesos son interpretados como el promedio de todas las maneras posibles de comparar el criterio. Al emplear una hoja de cálculo para obtener los pesos de la matriz del ejemplo, tenemos los resultados que se muestran en la Figura 42, celdas azules. Terminado este análisis se debe estimar el valor de la consistencia, que,

“describe la compatibilidad de los datos en su conjunto; no solo hace referencia a la representación de estos y sus atributos, también a la composición y relación entre los distintos objetos. Se trata de comprobar, en definitiva, que no existen contradicciones en la base de datos” (Gómez, 2005). En este paso se analiza si las comparaciones son consistentes. Para ello se debe:

1. Determinar el vector de la suma ponderada multiplicando el peso del primer criterio por la primera columna de la matriz de comparaciones pareadas, el peso del segundo criterio por la segunda columna y el peso del tercer criterio por la tercera columna de la matriz original. Finalmente, se suman estos valores sobre los renglones.
2. Determinar el vector de consistencia, dividiendo el vector de la suma de pesos entre los pesos de los criterios determinados previamente.
3. Calcular el índice de consistencia (*IC*). Para calcular *IC* se debe obtener primero el valor de Lambda (*l*), que es el promedio del vector de consistencia. El cálculo de este índice se basa en la observación de que *l* es siempre mayor o igual al número de criterios bajo consideración (*n*) para matrices positivas y recíprocas y $l = n$ si la matriz de comparaciones pareadas es consistente. Consecuentemente, $l - n$ puede considerarse una medida del grado de inconsistencia. Esta medida puede ser normalizada como sigue: $IC = \frac{\lambda - n}{n - 1}$

Donde *IC* es el índice de consistencia. Este índice provee una medida de la consistencia. Ahora se debe calcular la proporción de consistencia (*PC*), mediante la siguiente ecuación:

$$PC = \frac{IC}{IA}$$

Donde *IA* es el índice de azar, es decir, el índice de consistencia de una matriz de comparaciones pareadas generadas aleatoriamente. Este índice se muestra en la Tabla 13. Se puede ver que *IA* depende del número de elementos que son comparados.

Un valor de $PC < 0.10$ indica un nivel razonable de consistencia en las comparaciones pareadas; $PC \geq 0.10$, indica inconsistencia en los juicios. (SEMARNAT, 2003).

Tabla 13. Índices de Inconsistencia aleatoria para $n = 1, 2, \dots, 15$

<i>N</i>	<i>RI</i>	<i>n</i>	<i>RI</i>	<i>n</i>	<i>RI</i>
1	0.00	6	1.24	11	1.51
2	0.00	7	1.32	12	1.48
3	0.58	8	1.41	13	1.56
4	0.90	9	1.45	14	1.57
5	1.12	10	1.49	15	1.59

Fuente: Manual de Ordenamiento Ecológico, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2003

Continuando con la metodología de la matriz de INEGI, 2007, los vectores de la suma pondera y de consistencia quedan como se muestra en la Figura 43. (SEMARNAT, 2003).

Figura 41. Datos proporcionados por el experto. Matriz de comparaciones pareadas evaluados por el INEGI, 2007 y suma de valores en cada columna y fila

	Áreas Naturales Protegidas	Vegetación	Edafología	Geología	Hidrología (distancia a cuerpos de agua y corrientes)	Zonas Inundables	Ubicación de zonas de recarga	Infiltración	Erosión	Infraestructura (distancia a líneas eléctricas, gasoductos.)	Tenencia de la Tierra	Pendientes	Sumatoria de variables
Áreas Naturales Protegidas	1.0000	3.0000	5.0000	5.0000	3.0000	5.0000	3.0000	5.0000	7.0000	7.0000	7.0000	9.0000	60.0000
Vegetación	0.3333	1.0000	5.0000	5.0000	3.0000	3.0000	5.0000	5.0000	5.0000	7.0000	5.0000	7.0000	51.3333
Edafología	0.2000	0.2000	1.0000	0.3333	0.2000	0.3333	0.3333	0.3333	3.0000	3.0000	5.0000	5.0000	18.9333
Geología	0.2000	0.2000	3.0000	1.0000	0.1429	0.3333	0.3333	0.3333	3.0000	3.0000	5.0000	5.0000	21.5429
Hidrología (distancia a cuerpos de agua y corrientes)	0.3333	0.3333	5.0000	7.0000	1.0000	3.0000	3.0000	3.0000	7.0000	5.0000	5.0000	7.0000	46.6667
Zonas Inundables	0.2000	0.3333	3.0000	3.0000	0.3333	1.0000	0.3333	3.0000	3.0000	5.0000	5.0000	5.0000	29.2000
Ubicación de zonas de recarga	0.3333	0.2000	3.0000	3.0000	0.3333	3.0000	1.0000	3.0000	3.0000	3.0000	5.0000	5.0000	29.8667
Infiltración	0.2000	0.2000	3.0000	3.0000	0.3333	0.3333	0.3333	1.0000	3.0000	3.0000	3.0000	5.0000	22.4000
Erosión	0.1429	0.2000	0.3333	0.3333	0.1429	0.3333	0.3333	0.3333	1.0000	0.3333	3.0000	3.0000	9.4857
Infraestructura (distancia a líneas eléctricas, gasoductos.)	0.1429	0.1429	0.3333	0.3333	0.2000	0.2000	0.3333	0.3333	3.0000	1.0000	3.0000	3.0000	12.0190
Tenencia de la Tierra	0.1429	0.2000	0.2000	0.2000	0.2000	0.2000	0.2000	0.3333	0.3333	0.3333	1.0000	3.0000	6.3429
Pendientes	0.1111	0.1429	0.2000	0.2000	0.1429	0.2000	0.2000	0.2000	0.3333	0.3333	0.3333	1.0000	3.3968
Sumatoria de variables en columnas	3.3397	6.1524	29.0667	28.4000	9.0286	16.9333	14.4000	21.8667	38.6667	38.0000	47.3333	58.0000	311.1873

Fuente: Elaboración propia

Figura 42. Calculo de la matriz normalizada de comparaciones pareadas o Eigenvector principal de la matriz y cálculo del promedio de los elementos de cada renglón de la matriz normalizada, INEGI, 2007

	Áreas Naturales Protegidas	Vegetación	Edafología	Geología	Hidrología (distancia a cuerpos de agua y corrientes)	Zonas Inundables	Ubicación de zonas de recarga	Infiltración	Erosión	Infraestructura (distancia a líneas eléctricas, gasoductos.)	Tenencia de la Tierra	Pendientes	Eigenvector principal de la matriz	Eigenvector principal normalizado a 1 de la matriz
Áreas Naturales Protegidas	0.2994	0.4876	0.1720	0.1761	0.3323	0.2953	0.2083	0.2287	0.1810	0.1842	0.1479	0.1552	2.8680	0.2390
Vegetación	0.0998	0.1625	0.1720	0.1761	0.3323	0.1772	0.3472	0.2287	0.1293	0.1842	0.1056	0.1207	2.2356	0.1863
Edafología	0.0599	0.0325	0.0344	0.0117	0.0222	0.0197	0.0231	0.0152	0.0776	0.0789	0.1056	0.0862	0.5671	0.0473
Geología	0.0599	0.0325	0.1032	0.0352	0.0158	0.0197	0.0231	0.0152	0.0776	0.0789	0.1056	0.0862	0.6531	0.0544
Hidrología (distancia a cuerpos de agua y corrientes)	0.0998	0.0542	0.1720	0.2465	0.1108	0.1772	0.2083	0.1372	0.1810	0.1316	0.1056	0.1207	1.7449	0.1454
Zonas Inundables	0.0599	0.0542	0.1032	0.1056	0.0369	0.0591	0.0231	0.1372	0.0776	0.1316	0.1056	0.0862	0.9802	0.0817
Ubicación de zonas de recarga	0.0998	0.0325	0.1032	0.1056	0.0369	0.1772	0.0694	0.1372	0.0776	0.0789	0.1056	0.0862	1.1103	0.0925
Infiltración	0.0599	0.0325	0.1032	0.1056	0.0369	0.0197	0.0231	0.0457	0.0776	0.0789	0.0634	0.0862	0.7328	0.0611
Erosión	0.0428	0.0325	0.0115	0.0117	0.0158	0.0197	0.0231	0.0152	0.0259	0.0088	0.0634	0.0517	0.3221	0.0268
Infraestructura (distancia a líneas eléctricas, gasoductos.)	0.0428	0.0232	0.0115	0.0117	0.0222	0.0118	0.0231	0.0152	0.0776	0.0263	0.0634	0.0517	0.3806	0.0317
Tenencia de la Tierra	0.0428	0.0325	0.0069	0.0070	0.0222	0.0118	0.0139	0.0152	0.0086	0.0088	0.0211	0.0517	0.2425	0.0202
Pendientes	0.0333	0.0232	0.0069	0.0070	0.0158	0.0118	0.0139	0.0091	0.0086	0.0088	0.0070	0.0172	0.1628	0.0136
Sumatoria de variables en columnas	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	12.0000	1.0000

Fuente: Elaboración propia

Figura 43. Vectores de la suma pondera y de consistencia de INEGI, 2007

	Vector de la suma ponderada	Vector de consistencia	
Áreas Naturales Protegidas	3.4073	14.2568	
Vegetación	2.7758	14.8999	
Edafología	0.6025	12.7486	
Geología	0.7250	13.3216	
Hidrología (distancia a cuerpos de agua y corrientes)	2.1528	14.8051	
Zonas Inundables	1.1671	14.2881	
Ubicación de zonas de recarga	1.3358	14.4376	
Infiltración	0.8618	14.1124	
Erosión	0.3432	12.7864	
Infraestructura (distancia a líneas eléctricas, gasoductos)	0.4048	12.7655	
Tenencia de la Tierra	0.2564	12.6874	
Pendientes	0.1812	13.3563	
Sumatoria de variables en columnas		164.4658	13.7055 Valor de lambda

IC	0.1550	Índice de consistencia
PC	0.1048	Proporción de consistencia

Fuente: elaboración propia

El valor obtenido de PC (0.1048) señala inconsistencia en los juicios. En este caso, se debe reconsiderar y revisar los valores originales de la matriz de comparaciones pareadas y repetir el procedimiento, haciendo ligeros cambios en la importancia de los criterios con respecto al otro. Esta metodología se aplica a las nueve matrices (matriz general y 8 variables o criterios “vegetación, edafología, geología, hidrología, zonas de infiltración, infraestructura, tenencia de la tierra y pendientes”; las otras dos son restrictivas “áreas naturales protegidas y zonas inundables”), de las trece instituciones y se obtiene el valor de los pesos que si fueron consistentes los cuales representaron el valor **PC** (línea roja), para las 13 dependencias por matriz analizada (Figura 44 y Tabla 14) y el cuadro resumen con los pesos **P** consistentes promediados; valores en rojo de la figura 45, con los cuales se establece el primer escenario de aptitud territorial.

Los valores **PC** se sustituyen por los pesos de cada Institución y se promedian los valores para cada variable; (Tabla 15); así se hace con las demás variables faltantes; para después obtener el valor Xi (valor estandarizado), dada la siguiente ecuación:

$$VE = \frac{V_{max} - VE_i}{V_{max} - V_{min}}$$

Tabla 14. Resultados de pesos consistentes valor *PC*

Variables y/o criterios	Pesos consistentes (Valor <i>PC</i>)				
	INEGI	CQRN	SDUOP	CONCYTEQ	INEGI2
Matriz General	-	0.0333	Valor <i>Wi</i>	-	-
Vegetación	-	0.0288	-	0.0781	0.0805
Edafología	0.0660	0.0125	-	-	-
Geología	0.0720	0.0213	-	-	-
Hidrología	-	0.0542	-	-	-
Infiltración	0.0756	0.0284	0.0542	-	-
Infraestructura	0.0808	0.0124	0.0911	0.0339	-
Tenencia	-	0.0334	-	-	-
Pendientes	0.0808	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. Escenario uno (promedio), con el valor *P*

Variable Vegetación	CQRN PC=0.0288	CONCYTEQ PC=0.0781	INEGI2 PC=0.0805	Suma de los Pesos <i>P</i>	Promedio <i>P</i> Escenario uno
Agricultura de riego	0,0703	0,0603	0,0000	0,1306	0,0653
Agricultura de temporal	0,1522	0,0350	0,0000	0,1872	0,0936
Bosque tropical caducifolio	0,0185	0,4053	0,5484	0,9722	0,3241
Matorral clasicaule perturbado	0,1522	0,0679	0,1061	0,3262	0,1087
Matorral espinoso	0,0337	0,1393	0,1061	0,2792	0,0931
Matorral subinerme	0,0337	0,1481	0,1061	0,2880	0,0960
Matorral subinerme perturbado	0,1522	0,0679	0,1061	0,3262	0,1087
Pastizal natural	0,0703	0,0523	0,0271	0,1496	0,0499
Erosión hídrica moderada	0,3169	0,0239	0,0000	0,3408	0,1704

Fuente: Elaboración propia

El segundo escenario se determina considerando los pesos de la dependencia que presenta en todas sus variables una menor proporción de inconsistencia (variable < 0.10), para este caso los resultados del Centro Queretano de Recursos Naturales (CQRN, 2007) cumplieron con esta condición; solo la variable de pendientes tuvo un valor de 0.2219, por lo que se opta por seleccionar el de la dependencia con menor valor de consistencia; para este caso fue el del INEGI con un valor de $0.0808 < 0.10$. Al igual que en la tabla 15, cada

uno de los pesos consistentes **PC** fue sustituido por su peso real **P**, dando como resultado los datos azules de la Figura 45.

Obtenidos los pesos finales promediados representados por W_i para cada variable y para cada escenario, se aplica la ecuación, para definir la aptitud territorial:

$$\sum = W_i.X_i$$

Donde:

W_i = Pesos Generales de cada uno de las variables generales

X_i = Valor estandarizado de cada variable.

Para obtener el valor de X_i (Valor estandarizado), se aplica la ecuación:

$$VE = \frac{V_{max} - VE_i}{V_{max} - V_{min}}$$

Donde:

VE = Valor estandarizado para cada variable (X_i)

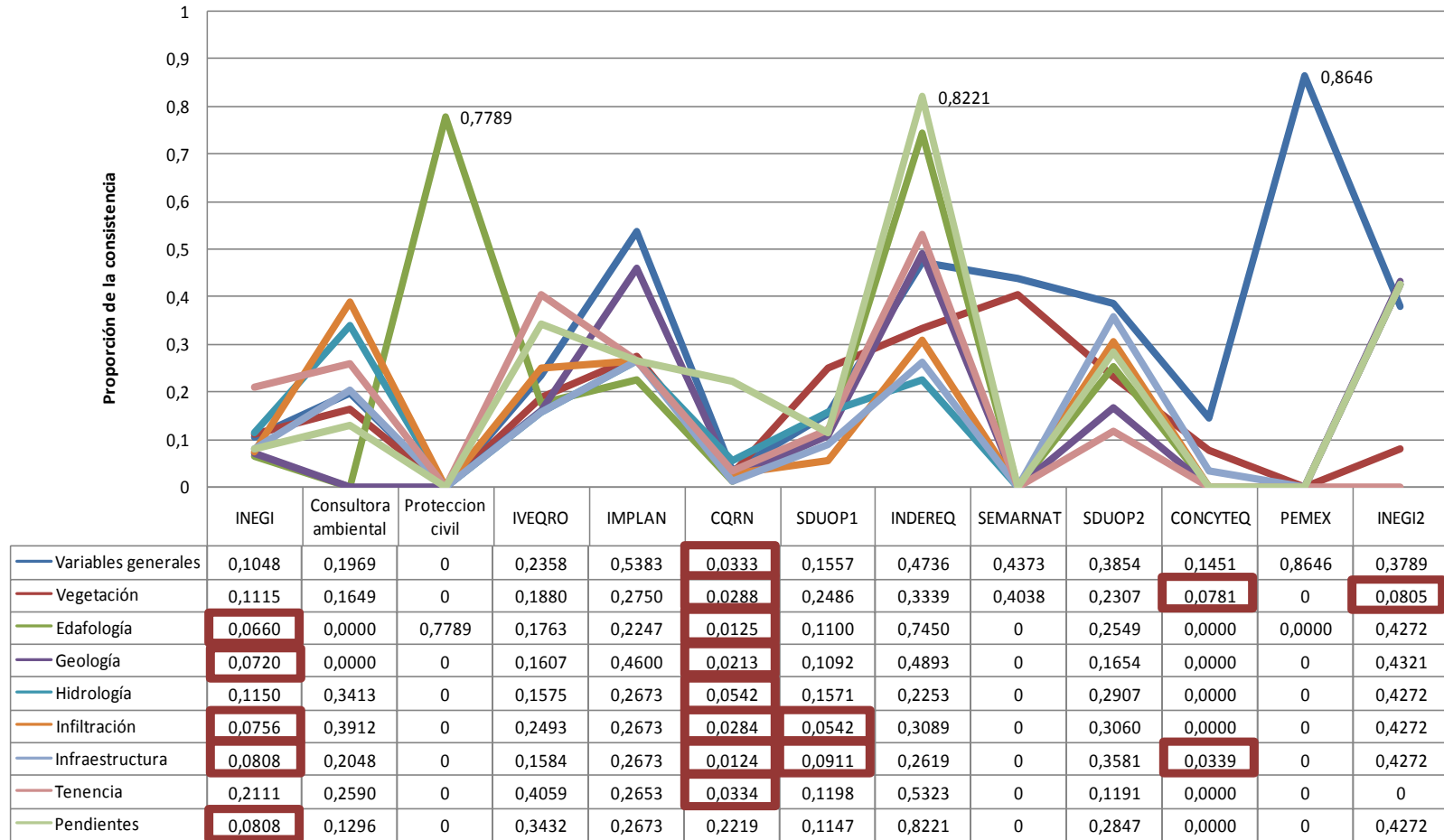
V_{max} = Valor máximo del peso

V_{min} = Valor mínimo del peso

VE_i = Valor del criterio analizado dentro de la variable.

La estandarización de cada variable se basa en un factor que realza o reduce la viabilidad de una alternativa específica (zonas aptas para el crecimiento urbano) y fue expresada en una escala continua y adopta dos valores mínimos y máximos (0 y 1); aplicada la fórmula de valor estandarizado para cada variable y para cada escenario se obtienen los siguientes datos (López, 2006). (Figura 46).

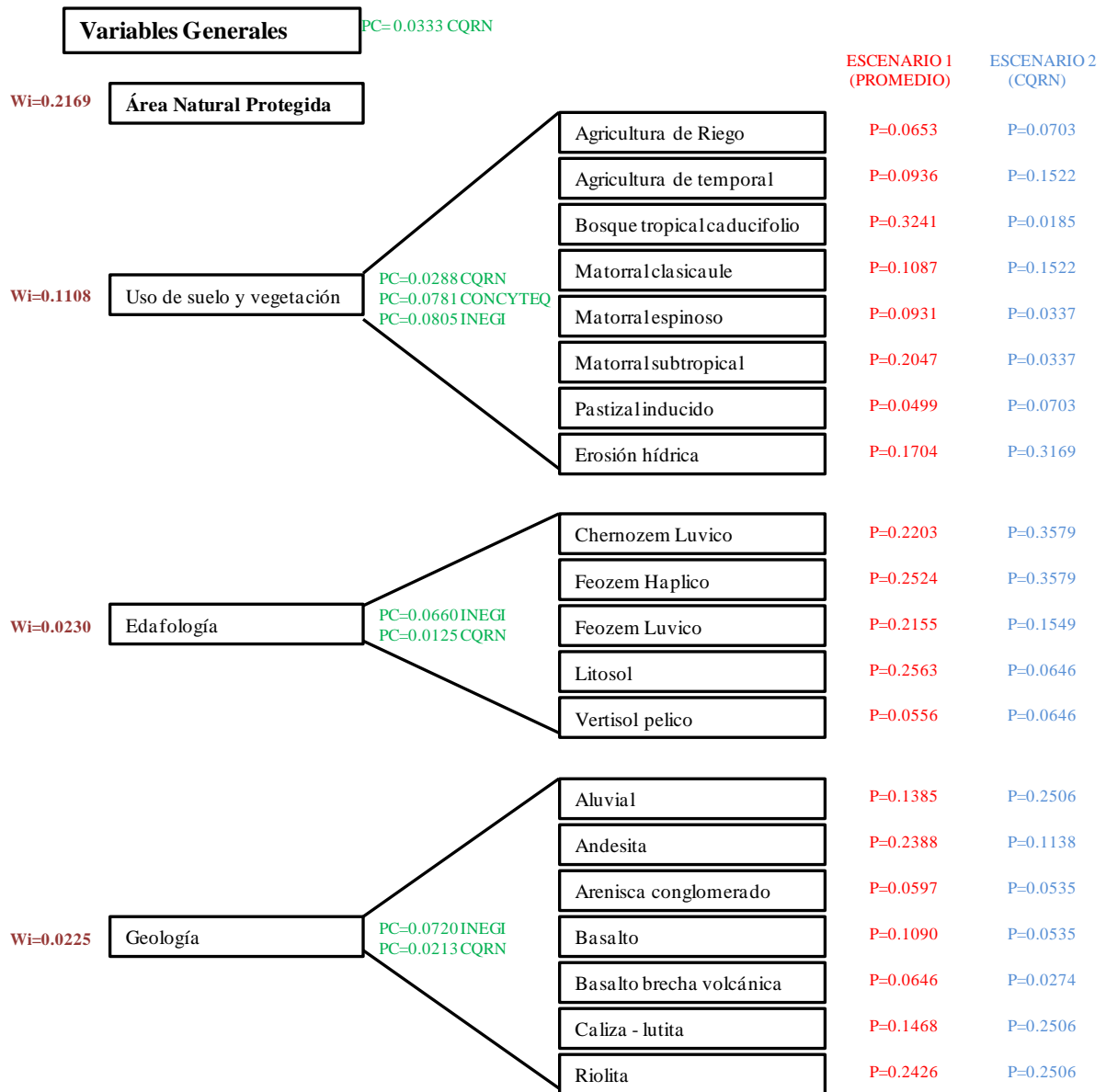
Figura 44. Valores de proporción de consistencia (PC) por variables para cada dependencia

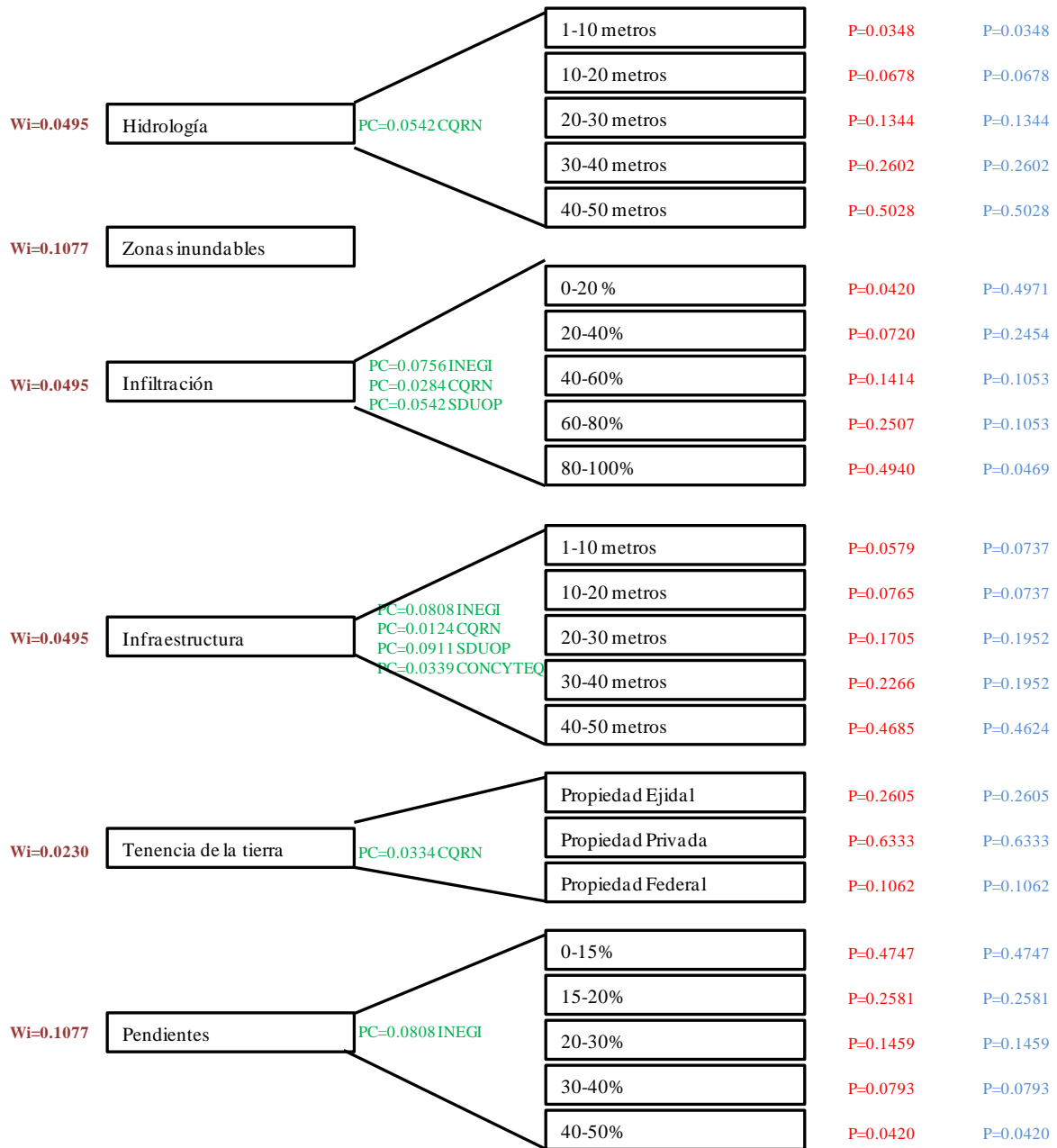


Pesos consistentes

Fuente: elaboración propia

Figura 45. Cuadro resumen de proporción de consistencia, pesos de los criterios escenario 1 y 2 y valor para la variable Wi para ambos escenarios





Fuente: Elaboración propia

Nota: Donde P = Pesos finales y PC = Proporción de consistencia

Figura 46. Valor estandarizado para cada variable (Xi), escenario 1 (Promedio) y escenario 2 (CQRN)

Uso de suelo y vegetación		Area Natural Protegida		Geología	
Tipo de suelo y vegetación	Estandarización	Descripción	Estandarización	Tipo de roca	Estandarización
Agricultura de riego	0,9438	Con area natural protegida	0	Aluvial	0,5692
Agricultura de temporal	0,8406	Sin area natural protegida	1	Andesita	0,0208
Bosque tropical Caducifolio	0,0000			Arenisca conglomerado	1,0000
Matorral clasicaule	0,7856			Basalto	0,7305
Matorral espinoso	0,8425			Basalto brecha volcanica	0,9732
Matorral subtropical	0,4354			Caliza - lutita	0,5238
Pastizal inducido	1,0000			Riolita	0,0000
Erosión hidrica	0,5605				

Edafología		Hidrología		Infiltración	
Tipo de suelo	Estandarización	Descripción	Estandarización	Descripción	Estandarización
Chernozem Luvico	0,1794	40-50 metros	1,0000	0-20%	1,0000
Feozem Haplico	0,0194	30-40 metros	0,9295	20-40%	0,9336
Feozem Luvico	0,2033	20-30 metros	0,7872	40-60%	0,7801
Litosol	0,0000	10-20 metros	0,5184	60-80%	0,5383
Vertisol pelico	1,0000	1-10 metros	0,0000	80-100%	0,0000

Pendientes		Infraestructura		Tenencia de la tierra	
Porcentaje de pendiente	Estandarización	Descripción	Estandarización	Tipo de tenencia	Estandarización
40-50%	0,0000	40-50 metros	1,0000	Propiedad Ejidal	0,7073
30-40%	0,5006	30-40 metros	0,9547	Propiedad Privada	0,0000
20-30%	0,7599	20-30 metros	0,7258	Propiedad Federal	1,0000
15-20%	0,9138	10-20 metros	0,5891		
0-15%	1,0000	1-10 metros	0,0000		

Uso de suelo y vegetación		Area Natural Protegida		Geología	
Tipo de suelo y vegetación	Estandarización	Descripción	Estandarización	Tipo de roca	Estandarización
Agricultura de riego	0,1736	Con area natural protegida	0	Aluvial	0,0000
Agricultura de temporal	0,4481	Sin area natural protegida	1	Andesita	0,6129
Bosque tropical Caducifolio	0,0000			Arenisca conglomerado	0,8831
Matorral clasicaule	0,4481			Basalto	0,8831
Matorral espinoso	0,0509			Basalto brecha volcanica	1,0000
Matorral subtropical	0,0509			Caliza - lutita	0,0000
Pastizal inducido	0,1736			Riolita	0,0000
Erosión hidrica	1,0000				

Edafología		Hidrología		Infiltración	
Tipo de suelo	Estandarización	Descripción	Estandarización	Descripción	Estandarización
Chernozem Luvico	0,0000	40-50 metros	1,0000	0-20%	1,0000
Feozem Haplico	0,0000	30-40 metros	0,9295	20-40%	0,4409
Feozem Luvico	0,6921	20-30 metros	0,7872	40-60%	0,1297
Litosol	1,0000	10-20 metros	0,5184	60-80%	0,1297
Vertisol pelico	1,0000	1-10 metros	0,0000	80-100%	0,0000

Pendientes		Infraestructura		Tenencia de la tierra	
Porcentaje de pendiente	Estandarización	Descripción	Estandarización	Tipo de tenencia	Estandarización
40-50%	0,0000	40-50 metros	1,0000	Propiedad Ejidal	0,7073
30-40%	0,5006	30-40 metros	0,3126	Propiedad Privada	0,0000
20-30%	0,7599	20-30 metros	0,3126	Propiedad Federal	1,0000
15-20%	0,9138	10-20 metros	0,0000		
0-15%	1,0000	1-10 metros	0,0000		

Fuente: Elaboración propia

Una vez verificados los datos de entrada de los modelos (Figura 49 y Figura 50), se evalúa cada criterio y se generaran los mapas raster, asignando el valor de X_i (valores entre 1 y 0) para cada condicionante de la variable con tamaño de celda igual a 5 unidades de mapa; con los cuales se determinan los sitios con gran potencial (aptitud territorial) para el crecimiento urbano de la microcuenca de Santa Rosa Jáuregui. A cada celda raster se le asigna un valor de salida entre 0 y 1 basado en los criterios mencionados anteriormente. Si el criterio para la aptitud de crecimiento urbano se cumple, el valor de salida asignado es cercano 1, de no ser así es 0. Luego los mapas raster creados para cada uno de los criterios, fueron multiplicados por su variable W_i general, manejada para cada variable según los resultados de las matrices, (Figura 49 y 50) para después ser combinados usando la herramienta de calculadora de mapas que posee el software Arcview 3.2., obteniendo los mapas finales (escenario 1 y escenario 2) de “aptitud territorial para el crecimiento urbano”. En el mapa final, la suma de todos los mapas raster de las variables utilizadas para cada escenario, se clasificaron en tres zonas:

Valor	Descripción	Rango
0	no aptas para el desarrollo urbano	0.106 – 0.308
1	aptitud media para el desarrollo (condicionada)	0.308 – 0.342
2	zonas aptas para el desarrollo urbano	0.342 – 0.410

Obteniendo así ambos escenarios de aptitud territorial para el crecimiento urbano (Figura 51 y Figura 52). Las variables que fueron distintas para el escenario dos fueron: vegetación, infiltración, geología, infraestructura y edafología.

Se realiza un tercer escenario considerando nueve criterios (vegetación, infraestructura, pendientes, infiltración, hidrología, zonas inundables, tenencia, edafología y geología); con la siguiente valoración por pares (Figura 47), con sus correspondientes pesos calculados en Idrisi. (Figura 48). Al obtener el mapa final se aplica el factor limitante de las áreas naturales protegidas para excluirlas del resultado final; generando el tercer escenario de aptitud territorial (Figura 53).

Figura 47. Tabla de valoración por pares

	vegetacion	infraestructura	pendiente	infiltracion	hidrologia	zonas inund.	tenencia	edafologia	geologia
vegetacion	1								
infraestructura	1	1							
pendiente	1/5	1/5	1						
infiltracion	1	1/3	1	1					
hidrologia	1/3	1/3	1/3	1/3	1				
zonas inund.	1/3	1/5	1/5	1/5	1/3	1			
tenencia	1/5	1/5	1/7	1/7	1/7	1	1		
edafologia	1/7	1/7	1/9	1/9	1/9	1/3	1/3	1	
geologia	1/7	1/7	1/9	1/9	1/9	1/3	1/3	1/3	1

Fuente: Elaboración propia en base a una consistencia aceptable de 0.10

Figura 48. Pesos calculados en Idrisi de la tabla de valoración por pares

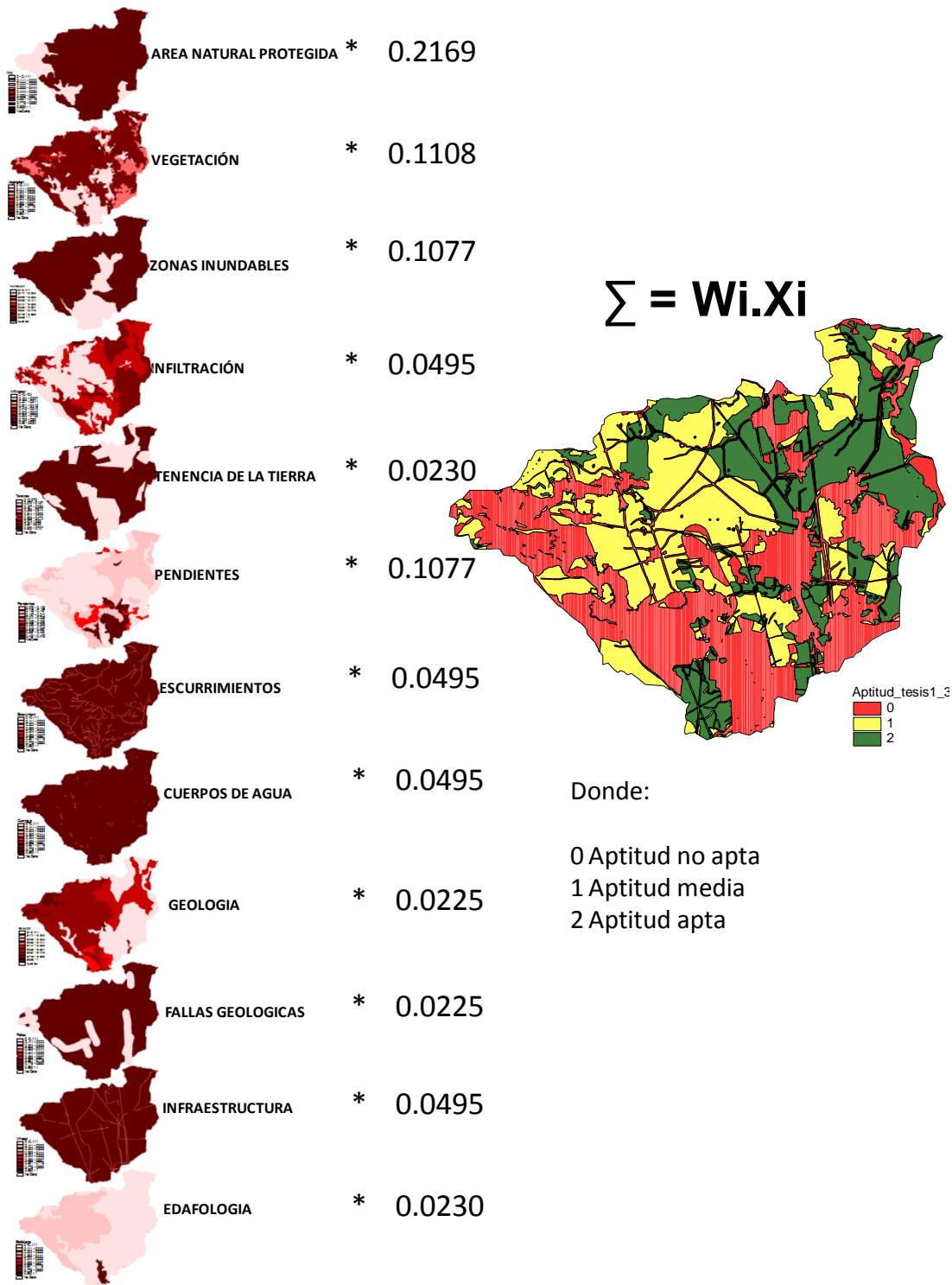
The eigenvector of weights is :

Criterio	Pesos
Vegetación	: 0.2184
Infraestructura	: 0.2589
Pendiente	: 0.1451
Infiltración	: 0.1657
Hidrología	: 0.1028
Zonas inund.	: 0.0397
Tenencia	: 0.0331
Edafología	: 0.0204
Geología	: 0.0159

Consistency ratio = 0.10
Consistency is acceptable.

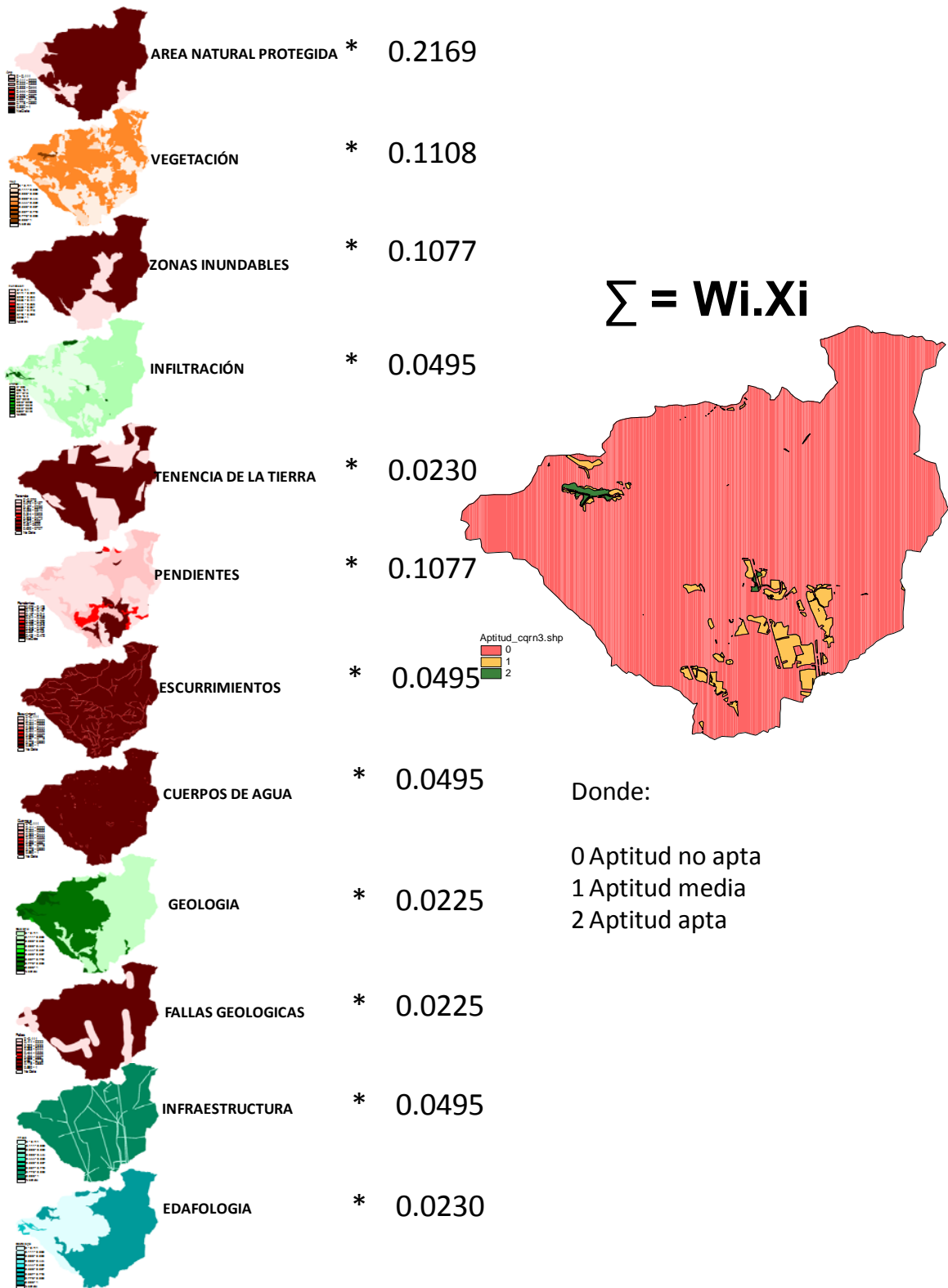
Fuente: Elaboración propia

Figura 49. Modelo para el escenario uno (promedio) y resultado



Fuente: Elaboración propia

Figura 50. Modelo para el escenario dos (CQRN) y resultado



Fuente: Elaboración propia

Figura 51. Escenario uno (promedio)

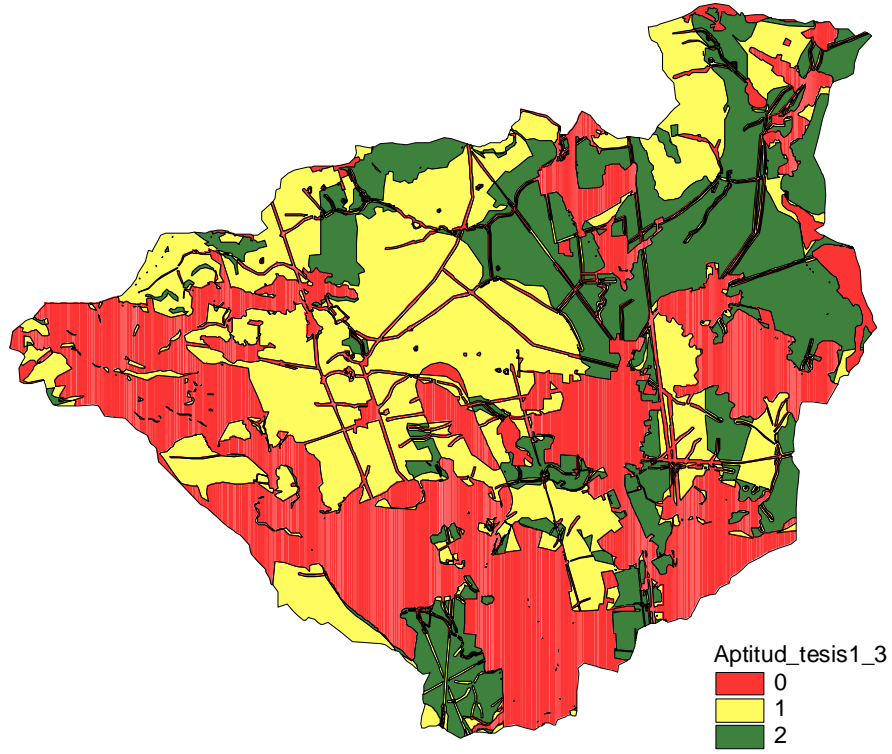
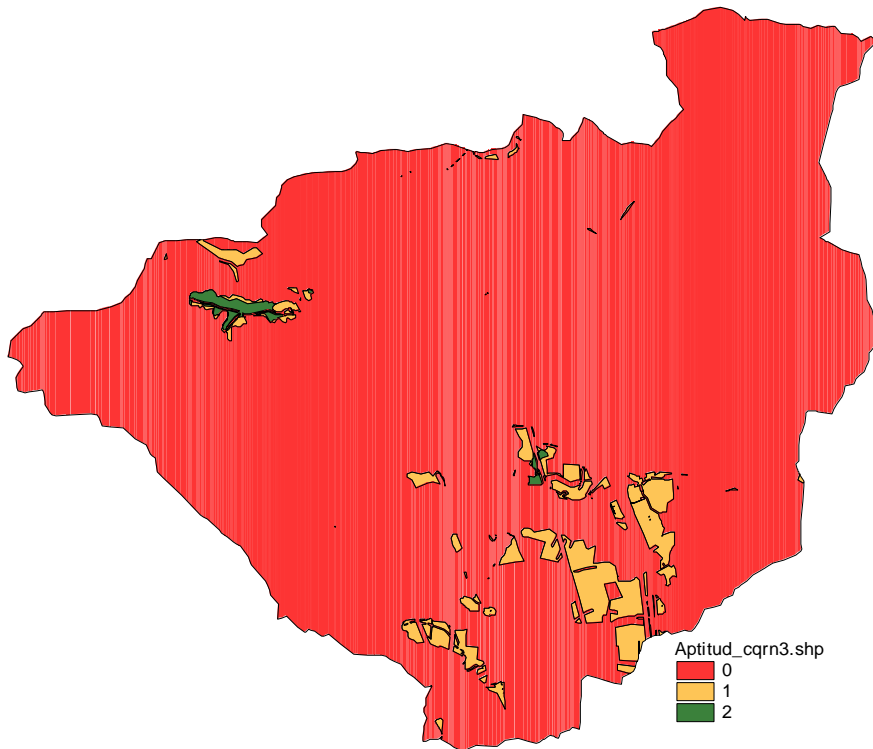
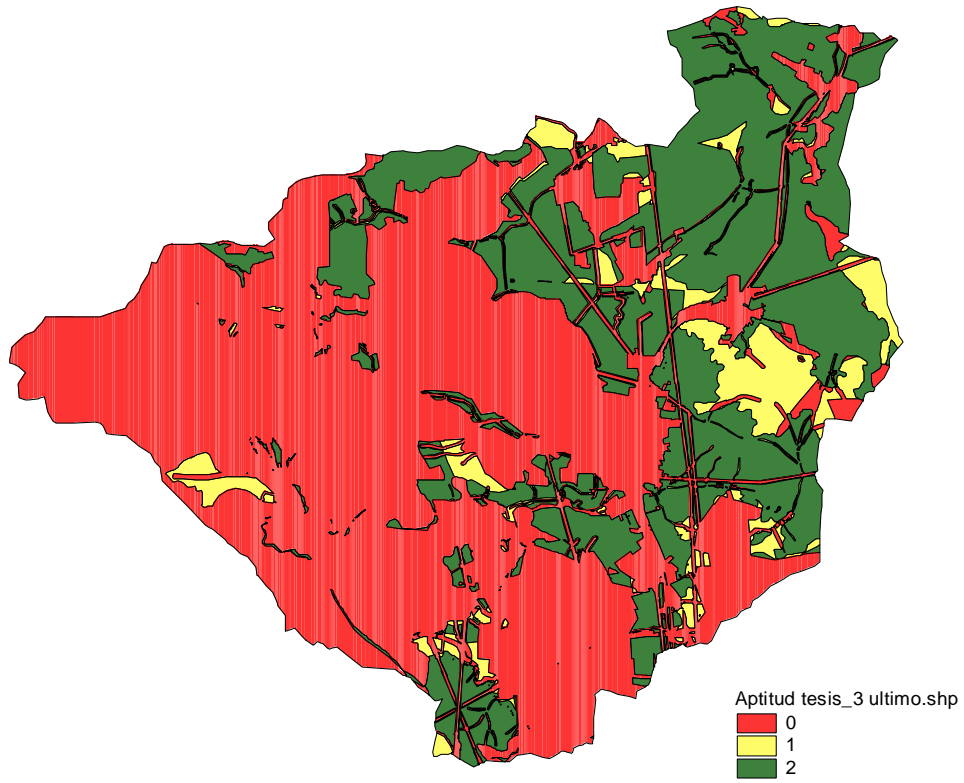


Figura 52. Escenario dos (CQRN)



Fuente: Elaboración propia

Figura 53. Escenario tres



Fuente: Elaboración propia

VI. RESULTADOS Y DISCUSION

Una vez que se obtienen los tres escenarios de aptitud territorial para desarrollo urbano se comparan estos, con la aptitud territorial establecida en el Plan que Ordena y Regula la Zona Conurbada de la Ciudad de Querétaro, 2006 (Figura 54). El cual además establece áreas de crecimiento en la microcuenca de 781.48 ha a largo plazo (2025), crecimiento que sobrepasa el umbral ideal establecido para la carga natural de la microcuenca ya que el área total ocupada por asentamientos humanos equivaldría a 2,340.79 ha; el desarrollo de la estrategia de la Zona Conurbada se plantea en tres etapas: corto plazo al año 2009, mediano plazo al año 2015 y largo plazo al año 2025. La aptitud territorial que se muestra en la Figura 54 se obtiene aplicando la metodología de análisis de umbrales y de análisis espacial, donde se establecen valores entre 0 a 2 para las variables de uso y vegetación, geología, edafología y pendientes según tabla de criterios establecida por la Secretaria de Desarrollo Urbano y Obras Publicas del Estado de Querétaro (SDUOP, 2006). Una vez que se establecen los valores se suman estos, resultando valores entre 1 a 7 y según criterio de la Dirección de Planeación Urbana se establecen los siguientes rangos para la clasificación de los valores y definición de la aptitud territorial:

Descripción	Rango
Nulas para el desarrollo urbano	1 – 4
Aptitud media para el desarrollo	4 – 6
Zonas aptas para el desarrollo urbano	6 – 7

Uno de los inconvenientes de la metodología de análisis espacial es que la determinación de los rangos se establece según criterios de la dependencia y de los analistas en planeación; por lo que no existe una justificación para definirlos.

La aptitud territorial de la figura 55 se define estableciendo nuevos rangos de valores para establecer un número mayor de hectáreas con aptitud media, mayor a la establecida por la SDUOP, respetando los valores existentes entre 1 a 7, los rangos se definen de la siguiente manera:

Descripción	Rango
Nulas para el desarrollo urbano	1 – 3
Aptitud media para el desarrollo	3 – 4
Zonas aptas para el desarrollo urbano	4 – 8

Figura 54. Aptitud territorial y zonas propuestas para el crecimiento urbano, 2025

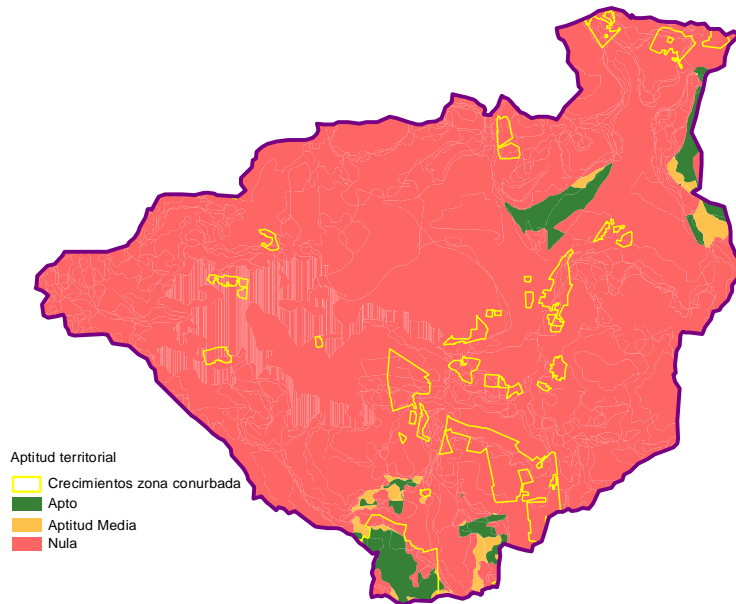
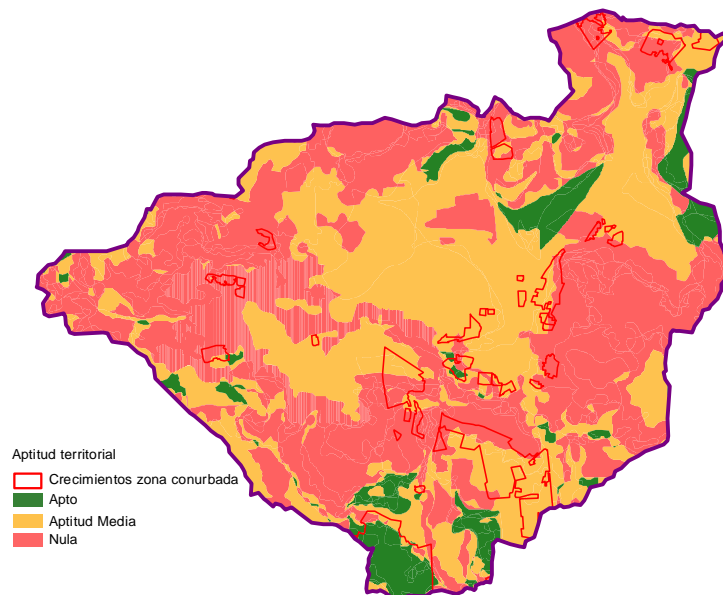


Figura 55. Aptitud territorial y zonas propuestas con rangos diferentes a la SDUOP, 2025



Fuente: Secretaria de Desarrollo Urbano y Obras Publicas, 2006. Plan que Ordena y Regula la Zona Conurbada de la Ciudad de Querétaro

En las figuras 56, 57 y 58 se muestran los resultados de la aptitud territorial de los tres escenarios, con las áreas de crecimiento que se establecieron para el largo plazo (2025) en el Plan que Ordena y Regula la Zona Conurbada de la Ciudad de Querétaro, 2006.

Figura 56. Escenario uno (promedio), con áreas de crecimiento a largo plazo, 2025

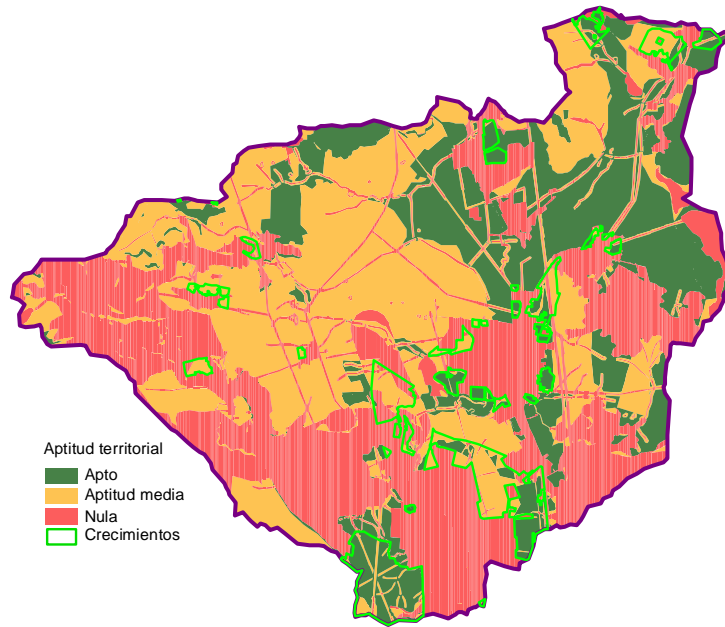


Figura 57. Escenario dos (CQRN), con áreas de crecimiento a largo plazo, 2025

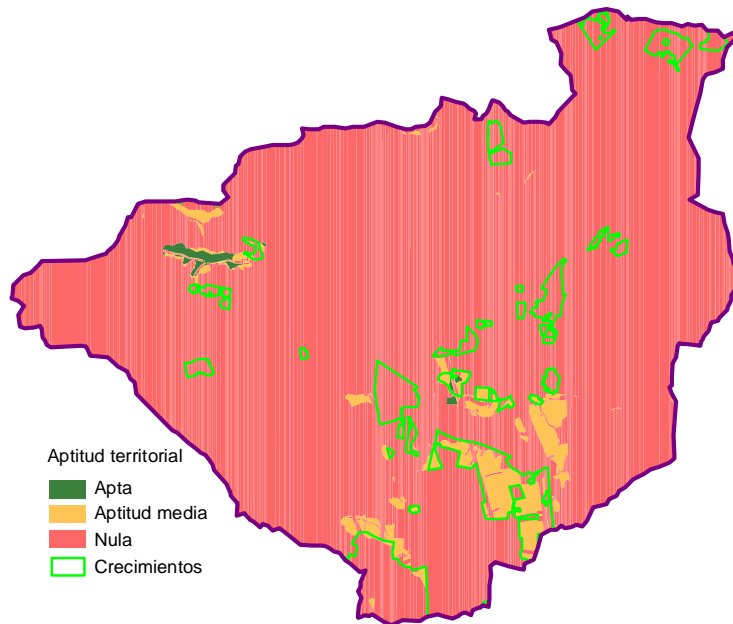
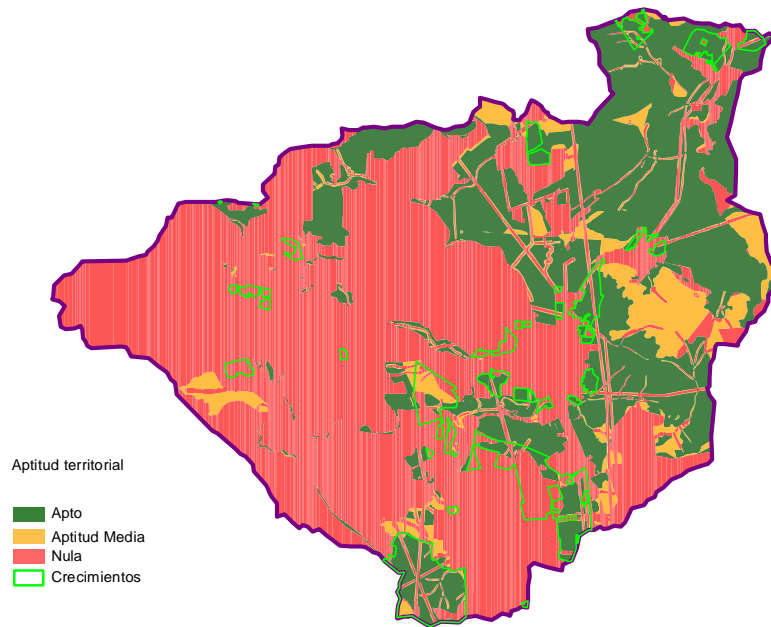


Figura 58. Escenario tres, con áreas de crecimiento a largo plazo, 2025



Fuente: Elaboración propia y crecimientos de la Secretaria de Desarrollo Urbano y Obras Publicas, 2006. Plan que Ordena y Regula la Zona Conurbada de la Ciudad de Querétaro

En la tabla 16 se muestran las superficies totales para cada uno de los mapas de aptitud territorial según sea apto, nula o con aptitud media para el crecimiento urbano; se observa que el mapa de la zona conurbada original, (SDUOP, 2006) y el escenario dos (CQRN, 2006) son los que presentaron una menor superficie de suelo apto para el desarrollo urbano, por lo que se concluye que existe una mayor protección para las áreas de alto valor ambiental y ecológico en la microcuenca; mientras que el escenario tres y uno, presentaron la mayor superficie de suelo apto para el desarrollo urbano, quedando como zonas protegidas las áreas naturales de preservación.

Tabla 16. Superficies totales de aptitud territorial (apto, medio y nula)

Grado de aptitud territorial	Aptitud territorial, zona conurbada, original, 2006. (Figura 51) ha	Aptitud territorial con nuevos rangos, zona conurbada, 2006. (Figura 52) ha	Aptitud territorial escenario uno (promedio), 2006. (Figura 53) ha	Aptitud territorial escenario dos (CQRN), 2006. (Figura 54) ha	Aptitud territorial escenario tres, 2006. (Figura 55) ha
Apto	370.42	696.36	2,428.96	38.29	3,131.65
Aptitud media	140.43	4,170.31	3,576.37	404.15	783.61
Nula	9,628.44	5,272.62	4,133.95	9,696.85	6,224.03
TOTAL	10,139.29	10,139.29	10,139.29	10,139.29	10,139.29

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 16 se presenta el resumen del total de superficie ocupada por los crecimientos a largo plazo sobre los 5 planos de aptitud territorial; en la cual se observa que en el escenario uno (promedio, 2006) 102.45 ha, está sobre uso de suelo no apto para el desarrollo urbano; al igual que 270.58 ha de crecimiento del mapa de la zona conurbada con los nuevos rangos (SDUOP, 2006). El mayor número de hectáreas con crecimientos en zonas no aptas para el desarrollo urbano se encuentran en el mapa de zona conurbada original (SDUOP, 2006) con 648.19 ha; mientras que en el escenario tres se ubica una media entre todos los escenarios propuestos con 312.43 ha de crecimientos en aptitud nula, y el 60.02% del área de los crecimientos se encuentra sobre suelo con aptitud apta y media.

Tabla 17. Superficie de grados de crecimiento de aptitud territorial (apto, medio y nula)

Grado de aptitud territorial	Aptitud territorial, zona conurbada, original, 2006. (Figura 51) ha	Aptitud territorial con nuevos rangos, zona conurbada, 2006. (Figura 52) ha	Aptitud territorial escenario uno (promedio), 2006. (Figura 53) ha	Aptitud territorial escenario dos (CQRN), 2006. (Figura 54) ha	Aptitud territorial escenario tres, 2006. (Figura 55) ha
Apto	122.33	164.07	358.24	3.11	400.58
Aptitud media	10.97	346.84	320.80	191.87	68.48
Nula	648.19	270.58	102.45	586.51	312.43
TOTAL	781.49	781.49	781.49	781.49	781.49

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 18 se muestra el porcentaje de corresponsabilidad de crecimiento para las zonas definidas como aptas, con aptitud media y con aptitud nula; analizando los escenarios uno, dos y tres, así como los de la zona conurbada escenario propuesto por la SDUOP y escenario de nuevos rangos definidos.

Tabla 18. Porcentaje de corresponsabilidad del crecimiento propuesto al 2025

Nombre escenario	% de corresponsabilidad del crecimiento propuesto al 2025		
	Aptitud apta	Aptitud Media	Aptitud Nula
Escenario 1 (Promedio)	45.84	41.05	13.11
Escenario 2 (CQRN)	0.40	24.55	75.05
Escenario 3	51.26	8.76	39.98
Zona Conurbada (Escenario 1 Original)	15.65	1.40	82.95
Zona Conurbada (Escenario 2 Rangos)	21.00	44.38	34.62

Fuente: Elaboración propia

Al analizar cinco resultados distintos se complica el establecer un escenario óptimo, por lo que es necesario llegar a un balance, para poder determinar un equilibrio en base a la media aritmética de la superficie con aptitud no apta para el desarrollo urbano, el porcentaje de corresponsabilidad de aptitud nula y la superficie de aptitud apta, como se muestra y detalla en la siguiente figura:

Figura 59. Diagrama de equilibrio entre la aptitud no apta, el porcentaje de corresponsabilidad de aptitud nula y la aptitud apta para el desarrollo urbano

	▲ Aptitud no apta Hectáreas	▲ % de corresponsabilidad de aptitud nula	▲ Aptitud apta Hectáreas
Escenario uno	4,133.95	13.11	2,428.96
Escenario dos	9,696.85	75.05	38.29
Escenario tres	6,224.03	39.98	3,131.65
ZC (Original)	9,628.44	82.95	370.42
ZC (Rangos)	5,272.62	34.62	696.36
PROMEDIO	6,991.18	43.60	1,333.14

Escenario tres
Escenario tres
Escenario ZC Rangos
Escenario uno

Fuente: Elaboración propia

Según el resultado de la figura anterior y definido el equilibrio como “una situación específica en que un sistema físico, biológico, económico o de otro tipo en el que existen diferentes factores o procesos, cada uno de los cuales son capaces de producir cambios por sí mismo, pero que puestos en conjunto no producen cambios en el estado del sistema a lo largo del tiempo. (www.wikipedia.org/wiki/Equilibrio,2007).

Las zonas que son propuestas para el crecimiento urbano en el escenario uno (promedio, 2006) abarcan al norte de Juriquilla zonas de Matorral crasicale, al sur de Juriquilla zonas con matorral subtropical, el reemplazo de esta vegetación por superficies impermeables origina una disminución de infiltración superficial de los flujos de agua,

aumentando el escurrimiento superficial y facilitando las inundaciones, la mayor parte de los crecimientos se ubican en zonas de agricultura de temporal; edafológicamente se ubican zonas de crecimiento sobre litoles susceptibles a erosionarse, chernozem luvico con alta fertilidad natural y altos rendimientos agrícolas, feozem luvico y feozem haplico no aptos para el desarrollo urbano y con alto valor de nutrientes; geológicamente se encuentran zonas de crecimiento sobre áreas de riolita y sobre fallas geológicas ubicadas al suroeste y noreste de Santa Rosa Jáuregui; áreas de crecimiento que no respetan los arroyos de los cauces de los escurrimientos superficiales originando inundaciones a un largo plazo sobre todo en la zona norte y central de la microcuenca, además de que dichas áreas de crecimiento se encuentran en la cota 1970 considerada como zonas inundables; las áreas de crecimiento al norte de Juriquilla, en las localidades de San Miguelito, Casablanca, Cerro Colorado y San Isidro el Viejo se encuentran ubicadas en zonas de alto valor de infiltración por lo que considerar zonas impermeables sobre estas zonas originarían la disminución de la recarga, aumento del escurrimiento superficial originando inundaciones, la modificación del cambio del clima, originando islas de calor, etc.; sur de la microcuenca, al este de Juriquilla y norte de Santa Rosa Jáuregui existen zonas de crecimiento sobre ductos de instalación de PEMEX, las cuales representan un alto riesgo a la hora del establecimiento de asentamientos humanos, por la construcción de la infraestructura y el equipamiento nuevo, además de ser peligroso por tratarse de sustancias con alto grado de explosión; existen crecimientos en los ejidos de Pinto y Pintillo, Montenegro, Santa Rosa Jáuregui, El Nabo y San Miguelito; al sur de Juriquilla, al oeste y norte de la microcuenca existen zonas de crecimiento en pendientes que van de de los 20 a 39 % de pendiente, dificultando la construcción de infraestructura y elevando los costos de construcción, además de la posible transformación de la vegetación de alto valor ambiental como bosques, selvas o matorrales por ubicarse en las zonas que presentaron mayor pendiente, originando los problemas antes mencionados por la afectación de la vegetación, cuya repercusión no solo afecta al medio ambiente, sino trae consecuencias considerables para la ciudad y el mismo proceso de urbanización de la microcuenca.

Las zonas que son propuestas para el crecimiento urbano en el escenario dos (CQRN, 2006) solo afectaron las variables de edafología y geología ya que las demás se

conservan similares a las del escenario uno (promedio, 2006); edafológicamente se ubican zonas de crecimiento sobre chernozem luvico con alta fertilidad natural y altos rendimientos agrícolas; geológicamente se encuentran zonas de crecimiento sobre áreas de riolita, aluvial que es inestable estructuralmente para las construcciones por tratarse de material suelto (grava, arena), proveniente de rocas pre existentes que han sido transportadas por corrientes superficiales de agua y de caliza lutita, aunque estos pueden ser aptos para la agricultura y el desarrollo urbano y sobre fallas geológicas ubicadas al suroeste y noreste de Santa Rosa Jáuregui.

Las zonas que son propuestas para el crecimiento urbano en el escenario tres edafológicamente se ubican sobre litosoles susceptibles a erosionarse, y una proporción muy pequeña sobre chernozem luvico con alta fertilidad natural y altos rendimientos agrícolas; geológicamente existen en su mayoría en Riolita y aluvial y en menor porcentaje sobre caliza lutita y basaltos; en la parte este de la microcuenca se observan zonas aptas sobre áreas no inundables, así como pendientes en su mayoría de 20 al 30% y un pequeño desarrollo de zonas aptas sobre pendientes del 1 al 15%. En la parte este se encuentra infiltración entre el 40 y 60% donde no existen zonas inundables; en cuestiones de vegetación las zonas aptas se ubican con gran porcentaje sobre tierras de agricultura de temporal al norte de la microcuenca y en menor proporción al sur pastizales, al oeste y este de la microcuenca matorral crasicaule y matorral subtropical.

VII. CONCLUSIONES

Se concluye en base al análisis anterior lo siguiente:

1. Que el escenario que guarda una distribución equilibrada entre la aptitud no apta, el porcentaje de corresponsabilidad de aptitud nula y la aptitud apta (incluida la media), es el escenario no 3 ya que el desarrollo urbano no debe ser extremista (restrictivo y consecuente), sino sentar las bases para crear un continuo balance con los aspectos ambientales, económicos, demográficos y estructurales que evite la dispersión del crecimiento horizontal muy común en esta época causante de conflictos ambientales, viales, de equipamiento e infraestructura.
2. En los escenarios 1 (promedio) y el de la Zona Conurbada (rangos) existe mayor flexibilidad de crecimiento, esta, originaria una dispersión del crecimiento horizontal y todas las variantes que este conlleva, siempre y cuando las zonas establecidas para el desarrollo urbano no puedan ser respetadas y reglamentadas por las dependencias gubernamentales.
3. Se observa que los Planes de Desarrollo Urbano cuentan con una estructura muy flexible para la determinación de la aptitud territorial para el crecimiento urbano, ya que los valores que se establecen para cada variable que se analiza (Áreas Naturales Protegidas, Vegetación, Edafología, Geología y Pendientes) dependen de una instancia y del personal que manipula dichos datos, dejando de lado el conceso de otras dependencias que aportarían una visión integral para la definición de la aptitud territorial y un manejo sustentable del espacio ambiental que beneficiaría a la zonas urbanas a través de un pago de servicios ambientales.
4. Además de las variables que analizan las dependencias encargadas de elaborar los planes de desarrollo urbano (Áreas Naturales Protegidas, Vegetación, Edafología, Geología y Pendientes); se encontraron variables hidrológicas, componentes integrales de una microcuenca que a su vez fueron estudiadas e integradas a la metodología de análisis multicriterio, así como variables de infraestructura y de tenencia de la tierra. Dentro de las variables hidrológicas están: zonas inundables, infiltración, distancias a cuerpos de agua superficiales y escurrimientos. Con todas

éstas se definieron nuevos escenarios de aptitud territorial para el asentamiento de desarrollos urbanos.

5. Al terminar esta investigación se concluye que el crecimiento urbano no se puede frenar ni limitar; por lo que la determinación de los escenarios propuestos con distintas metodologías, ya establecidas, o con el diseño de nuevas, sólo pueden contribuir a la integración de una estructura urbana con el medio natural en el que dicha estructura está inmersa.
6. Finalmente se puede decir que la determinación de la aptitud territorial para el crecimiento urbano, no solo es cuestión de la elección de la metodología ya que como se menciona anteriormente, esta puede ser flexible; según convenga a los intereses de la dependencia. Más bien esta determinación dependería de otros factores, entre ellos: revisar las normas jurídicas, uniformizar criterios y aplicar de manera adecuada los planes de desarrollo urbano.
7. Como parte de los servicios ambientales generados por el medio ambiente, es importante no solo conservar, sino también restaurar los impactos negativos que ha sufrido el medio ambiente. En cuanto a edafología y geología, es necesario minimizar el impacto al medio ambiente del desarrollo sus obras de infraestructura. hay que equilibrar la “escasez” de la superficie y maximizar el uso óptimo de las aptitudes geológicas y edafológicas del entorno. Hay que favorecer a través de políticas del Desarrollo Urbano la infiltración de agua al acuífero. Un crecimiento urbano equilibrado precisa de la evaluación de sus externalidades y la identificación de quien y como hará compensaciones.

VIII. BIBLIOGRAFIA

- Aceves, Quesada Fernando, López Blanco Jorge y Martín del Pozzo Ana Lillian. 2006. Determinación de peligros volcánicos aplicando técnicas de evaluación multicriterio y SIG en el área del Nevado de Toluca, centro de México. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*.
- Agustín Codazzi (IGAC). Editorial UPTC, No. 4 (Primer y segundo semestre), Tunja, Colombia, pp. 33-54.
- Alfaro. 1997. Informe de Concertación Nacional, 1998.
- Andrade, Ángela. 1991. Notas de clase. Evaluación de tierras, Instituto Geográfico Agustín Codazzi.
- Ayuntamiento de Granada. 2001. Plan General de Ordenación Urbana, 2001.
- Barredo, Cano José I. y Gómez Delgado Montserrat. 2005. Sistemas de Información Geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio. 2ª Edición actualizada, México. D.F.
- Cárdenas, Jirón Luz Alicia. 2005. Enfoques metodológicos de la planificación urbana y del transporte. Universidad de BíoBío. Concepción, Chile.
- Carrasco Aquino Roque Juan. S/f. De la “ordenación” a la desordenación del territorio. Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y desarrollo. CIEMAD-IPN. Laboratorio de Medio Ambiente Socio Urbano Regional (LAMASUR) henaivan@hotmail.com.
- Consejo de Europa, *Carta Europea de la ordenación del territorio*. Conferencia Europea de Ministros Responsables de OT –CEMAT.

Congreso de la República. 1983. *Ley Orgánica para la ordenación del territorio*, Caracas, Venezuela.

Espejel Ileana, Hernández Alberto, Riemann Hugo y Hernández Laura. 2005. Propuesta para un nuevo municipio con base en las cuencas hidrográficas Estudio de caso: San Quintín, B.C.

FAO. 1976. *Guías para la evaluación de tierras*, Boletín de Suelos de la FAO, No. 32. Roma, Italia.

Gama Lilly, Galindo Alcántara Adalberto, Zequeira Larios Carolina, Rullán Silva Cristóbal Daniel, Morales Hernández Adriana. S/f Criterios usados en la evaluación de la compatibilidad de la vocación del uso del suelo en la Región Sierra de Tabasco. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. lilia.gama@cicea.ujat.mx.

Gómez Orea, Domingo. 1994, *Ordenación del Territorio: una aproximación desde el medio físico*, Madrid, Instituto Tecnológico Minero de España, Editorial Agrícola Española, S.A.

IGAC (1997), *Bases conceptuales y guía metodológica para la formulación del plan de ordenamiento territorial departamental*. Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Subdirección de Geografía. Editorial Linotipia Bolívar. Bogotá, Colombia.

IGAC (1996), *Guía Metodológica para la formulación del plan de ordenamiento territorial urbano, aplicable a ciudades*, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Subdirección de Geografía.: Editorial Linotipia Bolívar, Bogotá, Colombia.

INEGI. 1998. Diccionario de datos edafológicos 1:1 000 000 (vectorial).

Institución. Año. Programa Nacional de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio 2001 – 2006.

López Lambraño Álvaro Alberto. 2006. Determinación de sitios apropiados para ubicar rellenos sanitarios en el Municipio de Querétaro utilizando sistemas de información geográfica. Facultad de Ingeniería. Universidad Autónoma de Querétaro, México.

Malczewsky, J. 1999. Spatial multicriteria decision analysis. In: Thill, J. C. (ed.). *Spatial Multicriteria Decision Making. A geographic information sciences approach*. Ashgate. Great Britain: 11-48.

Massiris, Ángel. 2000. “El diagnóstico territorial en la formulación de planes de ordenamiento territorial”. en EPG, *Perspectiva Geográfica*, Programa de Estudios de Postgrado en Geografía, convenio Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC)- Instituto Geográfico.

Osorio Franco Lorena Erika. S/f De lo global a lo local: Querétaro, territorio en transición. Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, U.A.Q.

Plan de Ordenamiento Territorial, Nuevo Ordenamiento Territorial (Alcaldía de Popayán 2002-2011 Popayán - Cauca – Colombia, E-mail: pot@popayan.gov.co).

Plan Parcial de Desarrollo Urbano Felipe Carrillo Puerto, 2000.

Porras, J.P., 1998. *Evaluación hidrológica de cuencas urbanas, caso de la cuenca del río Virilla, Costa Rica*.

Programas estatales de ordenamiento territorial guía conceptual y metodológica para el diagnóstico integrado del sistema territorial. (Fases III y IV PEOT).

- Pujadas, Roma y Font Jaume (1998), *Ordenación y planificación territorial*, Editorial Síntesis, colección Espacios y Sociedades, No. 8, Madrid.
- Salomón, Mario Alberto. Dario Soria Nelson y Fernández Ricardo. 2005. Estudio de Caso Sitio Piloto Mendoza. Departamento de Lavalle. Proyecto LADA-FAO. Argentina.
- Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas. Subsecretaría de Asentamientos Humanos. Dirección General de Centros de Población (1978). El método de umbrales para la planeación urbana, México. D.F.
- Secretaría de Desarrollo Sustentable. SEDESU. 2002. Anuario Económico.
- Secretaría de Desarrollo Sustentable. SEDESU. 2004. Directorio Maestro Empresarial.
- Sobrino Jaime. 1980. Desarrollo Urbano en México a partir de 1980. Colegio Mexiquense. Artículo 30 Pág.
- Sukipp H. 1998 “Urban Ecology – Scientific and Practical Aspects”. Berlin Technical University, Institute for Ecology, Germany.
- Sustay Delgado Juan Carlos y Anaya Corona Margarita. S/f. Elementos de un modelo de planeación para el ordenamiento del territorio. Departamento de Geografía y OT Universidad de Guadalajara. georegionerizer@yahoo.com.mx.
- Universidad Autónoma de Querétaro. 2004. Plan Rector de Producción y de Conservación de la Microcuenca Santa Rosa Jáuregui, Querétaro.
- Universidad Católica de Chile. S/f. Evaluación ambiental del proceso de urbanización de las cuencas del piedemonte Andino de Santiago de Chile.

Ureña Francés José María. S/f. Ordenación del territorio y urbanismo: desde la ingeniería civil. Segundo Congreso Nacional de Ingeniería Civil.

Vejrup Paula Andrea. 2004. Tesis de grado. Caracterización del Sur de la Ciudad de Buenos Aires, Universidad de Flores.

Ventura, Ramos Eusebio. 2003. Conceptos básicos de hidrología de cuencas. División de estudios de posgrado – Facultad de Ingeniería. Universidad Autónoma de Querétaro.