

Gaceta Municipal

Órgano Oficial de Divulgación del Municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco

Contenido

- Programa de Ordenamiento Ecológico Local para el Municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco.

Volumen XI, Publicación XVIII
17 de noviembre del 2020.

Acuerdo de Promulgación y Publicación.

Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, a 12 del mes de noviembre del año 2020 dos mil veinte.

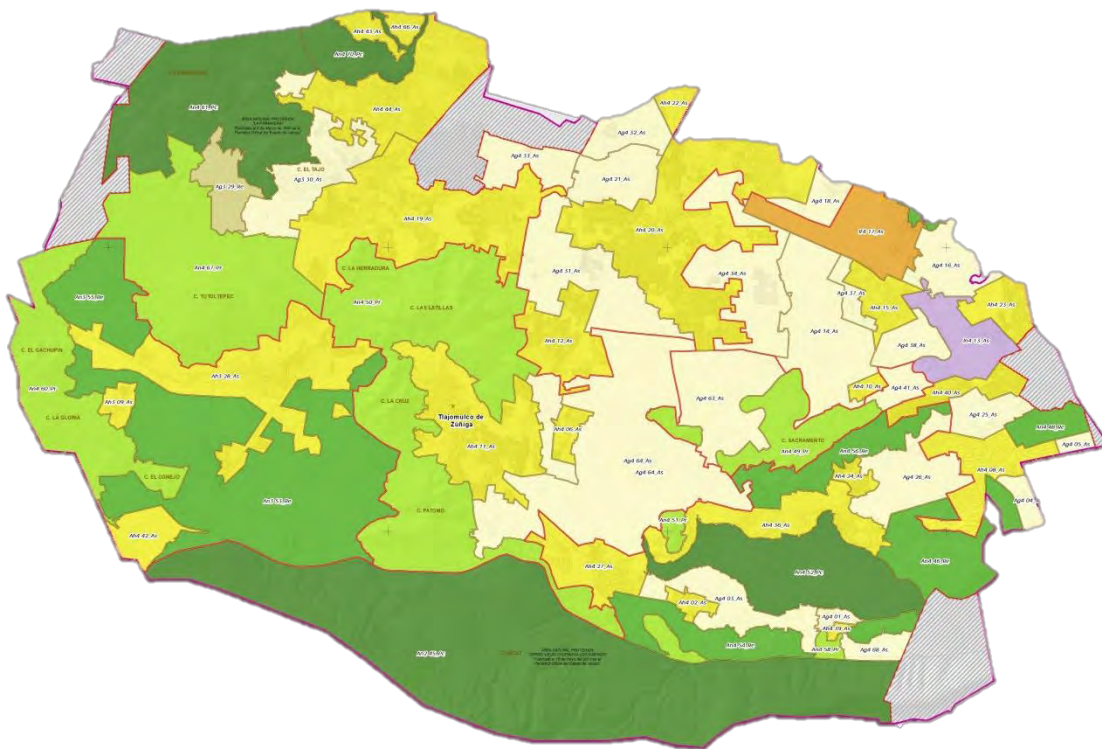
El suscrito Ingeniero **SALVADOR ZAMORA ZAMORA**, en mi carácter de Presidente Municipal del Ayuntamiento de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, en compañía del Licenciado **OMAR ENRIQUE CERVANTES RIVERA**, Secretario General del Ayuntamiento, me encuentro facultado para promulgar y ordenar que se publiquen los bandos de policía y gobierno, reglamentos, circulares y demás disposiciones administrativas de observancia general dentro de la jurisdicción municipal, cumplirlos y hacerlos cumplir, con sustento en los artículos 115, fracciones I, II y V, inciso g) de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, 85 fracción IV, 86 de la Constitución Política del Estado de Jalisco, 47, fracciones I y V, 61 y 63 de la Ley del Gobierno y la Administración Pública Municipal del Estado de Jalisco, artículos 8, fracción VIII, 20 Bis 4 y 20 bis de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, artículo 29, fracciones XVII y XXIII, del Reglamento del Ayuntamiento del Municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, 93 y 94 del Reglamento de Mejora Regulatoria para el Municipio de Tlajomulco de Zúñiga, y los artículos 3, 6 fracción VI, 8 al 15 del Reglamento de la Gaceta Municipal de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, y en cumplimiento al punto de acuerdo 120/2020, emitido por el Ayuntamiento del Municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, en su sesión ordinaria celebrada el 06 de noviembre del año 2020; se promulga y ordena la publicación en la Gaceta Municipal del siguiente:

“Decreto por el que se actualiza el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco.

Único.- Se actualiza el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, para quedar de la siguiente manera:



PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL 2020



ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO 1	7
<i>Antecedentes, contexto territorial y agenda ambiental</i>	7
1.1 Antecedentes	7
1.2 Contexto territorial	10
1.2.1. Localización y colindancias	10
1.2.2. Demarcación del territorio municipal	10
1.2.3. Morfología territorial	14
1.3 Agenda ambiental	17
1.3.1. Sectores económicos en el municipio	17
1.3.2. Interrelaciones entre sectores	19
1.3.3. Impactos ambientales de los sectores productivos	20
1.3.4. Problemática ambiental	21
CAPÍTULO 2	29
Marco Normativo y Participación Ciudadana	29
2.1 Bases Jurídicas	29
2.1.1. Marco de Referencia	30
2.2 Proceso de actualización del POEL.	32
2.2.1 Consulta pública	33
CAPÍTULO 3	51
Caracterización y diagnóstico del componente natural	51
3.1. Clima	51
3.1.1. Temperatura	52
3.1.2. Precipitación	55
3.1.3. Clasificación climática	59
3.1.4. Tendencias y proyecciones de cambio climático	60
3.1.5. Estimación del periodo de retorno	64
3.1.6 Fenómenos meteorológicos extremos	66
3.2. Geología y geomorfología	70
3.2.1. Unidades geológicas mayores y del municipio	70
3.2.2. Geología del municipio	73

3.2.3. Unidades geomorfológicas del municipio	78
3.2.4. Morfoalineamientos	85
3.3 Hidrografía e hidrología	88
3.3.1 Características geomorfológicas del sistema hidrológico	89
3.3.2 Localización y antecedentes	89
3.3.3 Dimensiones, tipología y características morfológicas	92
3.3.4 Factor pendiente	93
3.3.5 Jerarquización de la Red de Drenaje	97
3.3.6 Características de la precipitación	105
3.3.6.1. Probabilidad de lluvia	105
3.3.6.2 Distribución espacial de la precipitación	107
3.3.7. Características de la escorrentía	109
3.3.7.1 Factores que influyen en la escorrentía superficial	110
3.3.7.2. Enfoque para el análisis de la escorrentía	110
3.3.7.3. Hidrograma unitario de una cuenca	111
3.3.7.4. Características de la relación lluvia-escorrentía en el sistema de Tlajomulco	112
3.3.7.5. Condición hidrológica y escorrentía de la subcuenca del arroyo El Ahogado	113
3.3.7.6. Condición hidrológica y escorrentía de la cuenca de Cajititlán	117
3.3.7.7 Condición hidrológica y escorrentía de la microcuenca del arroyo La Calera	121
3.3.7.8. Condición hidrológica y escorrentía subcuenca del arroyo San Antonio	124
3.3.7.9. Condición hidrológica y escorrentía de la microcuenca del arroyo del bordo de San Gerardo	128
3.3.8. Características de las aguas subterráneas	131
3.3.8.1. Conceptos clave	131
3.3.8.2. Sistema de acuíferos del municipio de Tlajomulco de Zúñiga	132
3.3.8.3. Características de la infiltración, almacenamiento y circulación de las aguas subterráneas en el sistema de acuíferos del municipio de Tlajomulco de Zúñiga	133
3.3.8.4. Almacenamiento de las aguas subterráneas	136
3.3.8.5. Impacto de la urbanización en el almacenamiento	139
3.3.8.6. Circulación de las aguas subterráneas	139
3.3.8.7. Características de la extracción (aprovechamiento) de las aguas subterráneas de Tlajomulco de Zúñiga	139
3.4. Edafología	141
3.4.1. Clasificación y distribución de los suelos	141
3.4.1.1. Arenosoles (ar)	143
3.4.1.2. Cambisoles (CM)	148

3.4.1.3. <i>Luvisoles (lv)</i>	150
3.4.1.4. <i>Phaeozems (ph)</i>	153
3.4.1.5. <i>Vertisoles (vr)</i>	157
3.4.2. <i>Identificación de campo</i>	160
3.4.3. <i>Condición local</i>	161
3.5. Riesgos	162
3.5.1. <i>Inundaciones</i>	163
3.5.2. <i>La evaluación del agua en las calles</i>	166
3.5.3. <i>Zonas de peligro por sistemas hidrológico-hidráulicos</i>	167
3.5.3.1. <i>Las condiciones en la subcuenca de Santa Cruz de las Flores – San Isidro Mazatepec</i>	167
3.5.3.2. <i>Las condiciones en las microcuencas del sistema hidrológico Tlajomulco-Cajititlán</i>	170
3.5.3.3. <i>Las condiciones en las subcuencas de Toluquilla-El Ahogado</i>	173
3.5.4. <i>La transformación del sistema de cuencas y subcuencas y su impacto en la red de canales</i>	175
3.5.4.1. <i>Condiciones del ciclo del agua y correlación en la parte alta, media y baja del territorio municipal</i>	177
3.5.5. <i>Polígonos de mayor peligro (distribución-recurrencia-incidencia)</i>	179
3.5.6. <i>Riesgos por remoción masiva, hundimientos y agrietamientos</i>	186
3.6. Flora y vegetación	191
3.6.1. <i>La flora del municipio</i>	191
3.6.2. <i>Clases de vegetación</i>	194
3.6.2.1. <i>Vegetación natural. Bosque tropical caducifolio</i>	194
3.6.2.2. <i>Bosque espinoso</i>	197
3.6.2.3. <i>Bosque de Quercus</i>	199
3.6.2.4. <i>Bosque de Quercus y coníferas</i>	201
3.6.2.5. <i>Bosque mesófilo de montaña</i>	202
3.6.2.6. <i>Bosque de galería</i>	203
3.6.2.7. <i>Vegetación hidrófila y anfibia</i>	204
3.6.2.8. <i>Pastizal inducido</i>	207
3.6.2.9. <i>Sabanas de pithecellobium y prosopis</i>	208
3.6.2.10. <i>Vegetación arvense</i>	209
3.6.2.11. <i>Vegetación ruderal</i>	210
3.7. Áreas con degradación ambiental	211
3.7.1. <i>Índice de fragmentación de ecosistemas naturales</i>	211
3.7.1.1. <i>Indicadores de Naturalidad y de Transformación Antrópica</i>	214
3.8. Fauna	222
3.8.1. <i>Fauna vertebrada terrestre y acuática</i>	222
3.8.2. <i>Riqueza de especies reportadas y estudiadas</i>	222

3.8.3. Distribución de la fauna	223
3.8.4. Descripción de ambientes	225
3.8.5. Valores y usos de la fauna	231
3.8.6. Especies amenazadas y protegidas	234
3.8.7. Fauna acuática, la Laguna de Cajititlán y sus problemáticas	235
3.9 Usos de suelo y vegetación	238
3.9.1. Sistema de clases y categorías	238
3.9.2 Interpretación de los Resultados de clasificación	244
3.10. La Conservación de la biodiversidad	249
3.10.1. Áreas prioritarias para la conservación	249
3.10.2. Áreas naturales protegidas de Tlajomulco	250
3.10.3 Conservación de la biodiversidad	251
3.10.4. Corredores biológicos y áreas verdes	254
3.10.5 Corredores agroalimentarios, reservas urbanas planeadas y sistemas agropecuarios	257
Capítulo 4	260
Caracterización y diagnóstico componente socioeconómico y cultural e infraestructura	260
Subsistema social	260
4.1. Estudio histórico cultural de Tlajomulco	260
4.1.1. Los rastros indígenas y los pueblos originarios	260
4.1.2. Las haciendas y el cambio de uso del suelo	264
4.1.3. Las divisiones territoriales y los cambios jurisdiccionales de Tlajomulco	265
4.1.4. La Reforma agraria y el cambio de estilo en la producción agropecuaria	268
4.1.6. Las condiciones del desarrollo inmobiliario en sus orígenes	272
4.1.7. El patrimonio cultural de Tlajomulco	276
Patrimonio Material o tangible	276
Ruta cultural franciscana	276
Patrimonio inmaterial o intangible	279
4.2. Estudio demográfico-social	285
4.3 Dinámica económica	298
4.4. Educación	307
4.5. Servicios de salud	315
4.6. Sistemas productivos	319
4.6.1. Áreas de producción	319

4.6.2. Sistemas de producción	321
4.6.3. Tipos de cultivos	323
4.6.4. Tenencia de la tierra	325
4.6.5 Aprovechamiento de especies silvestres	327
4.6.6 Niveles de producción	329
4.6.7. Problemas productivos y problemas ante el cambio climático	330
4.6.8 Prácticas sustentables en la agricultura y ganadería	333
4.6.9 Ganadería	334
4.7 Contexto del desarrollo urbano	340
4.7.1 Tlajomulco en la zona metropolitana de Guadalajara	340
4.7.2 Antecedentes del desarrollo urbano de Tlajomulco de Zúñiga	342
4.8 Infraestructura y servicios públicos	358
4.8.1 Movilidad urbana	358
4.8.2 Crecimiento vehicular	360
4.8.2 La gestión de los residuos sólidos	371
4.9 Planes, programas y acciones sectoriales	375
Ejercicio 2017	381
4.10 Agua Potable, saneamiento y calidad del agua	383
4.10.1. Fuentes de agua y distribución en el territorio municipal	383
4.10.2. Acuíferos y balance hídrico	387
4.10. 3. Aguas superficiales	389
4.10. 4. Aguas subterráneas	391
<i>4.10.4.1 El efecto de la sobreexplotación</i>	393
4.10.5 Características del sistema de alcantarillado de Tlajomulco.	396
<i>4.10.5.1 Infraestructura de alcantarillado a futuro</i>	400
4.10. 6. Calidad del agua	403
4.10. 7. Gestión Integral del Recurso Hídrico	408
4.10.8. La FODA para el plan maestro hídrico de Tlajomulco	415
<i>4.10.8.1 Fortalezas del Plan Maestro</i>	418
<i>4.10.8.2 Oportunidades</i>	419
<i>4.10.8.3 Debilidades</i>	419
<i>4.10.8.4 Amenazas</i>	420
Capítulo 5	423
Pronóstico y Propuesta	423
5.1. El sentido del pronostico-propuesta	423
5.2 Carácter de la intervención y limitaciones de los programas gubernamentales	431

5.3 Los escenarios de futuro de Tlajomulco_____	433
5.3.1 El escenario Tendencial._____	433
5.3.2 El Escenario Estratégico_____	436
5.4. Atributos ambientales_____	438
5. 5 Modelo de Ordenamiento Ecológico_____	444
5.5.1. El diseño del Modelo de Ordenamiento Ecológico Local. _____	446
5.5.2. Tlajomulco Sustentable y Resiliente_____	447
5.5.3. La ruta hacia la regeneración municipal _____	451
5.5.4 El desarrollo ambientalmente sustentable y resiliente_____	453
5.6. Las Zonas de Desarrollo Integral _____	454
5.6.1 Zona San Agustín- La Primavera_____	456
5.6.2 Zona Concepción del Valle - Cerro del Gato_____	459
5.6.3 Zona El Zapote- Aeropuerto _____	463
5.6.4 Zona Cajititlán –Cerro Viejo _____	465
5.6.5 Zona Tlajomulco- Latillas _____	469
5.6.6 Zona Santa Cruz de las Flores –Totoltepec_____	472
5.6.7 Complementariedad e interacciones entre las zonas de desarrollo integral_	474
5.7. Unidades de Gestión Ambiental_____	475
5.7.1. Políticas ambientales_____	478
5.7.2. Lineamientos ecológicos _____	483
5.7.3 Estrategias ecológicas_____	484
5.7.4. Usos del suelo_____	511
5.7.5 Criterios de regulación ecológica_____	516
5.8. Fichas de Unidades de Gestión Ambiental (ANEXO) _____	543
Referencias_____	544

CAPÍTULO 1

Antecedentes, contexto territorial y agenda ambiental

1.1 Antecedentes

El Programa de Ordenamiento Ecológico Local (POEL) desde su origen surge como una iniciativa para mejorar el territorio que se gestiona desde el propio municipio de Tlajomulco. En el año 2009, el gobierno municipal destinó recursos municipales para dedicarlos a la planeación con sentido estratégico. El Programa de Ordenamiento Ecológico Local de Tlajomulco de Zúñiga Jalisco se aprueba el 19 de noviembre del año 2010 cuando fue decretado por el gobierno Municipal.

La planeación se emprendió desde una perspectiva integral que buscaba hacer converger lo propio del ordenamiento ecológico, con los resultados del atlas de riesgo y los programas de desarrollo urbano y planes parciales contando con una amplia participación ciudadana, manejo de medios y sitio web para la consulta pública. Desde ese enfoque integral, se pudo cumplir con lo que el propio Código Urbano del Estado de Jalisco, prescribe en su artículo 10, en el sentido de atender todas las disposiciones ambientales aplicables. De esa manera, en el acuerdo de los actores involucrados reconocían la jerarquía del ordenamiento ecológico en el proceso de planeación. En ese sentido, el POEL ha sido el instrumento clave de la política ambiental que tiene como objetivo encontrar un patrón de ocupación que haga orden en el territorio maximizando el consenso y minimizando el conflicto entre los diferentes sectores sociales y las autoridades locales y estatales.

Por otra parte, la formulación, expedición, ejecución y evaluación de un Programa de Ordenamiento Ecológico Local (POEL) es una competencia constitucional que se deriva de la reforma al artículo 115 en su fracción 5c, ahí se atribuye esa función al gobierno municipal. Este artículo faculta al gobierno municipal para ordenar una parte o la totalidad de un municipio con el objetivo de regular los usos de suelo fuera de los centros de población para la protección, preservación, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

Del año 2010 al 2017 el municipio ha experimentado un crecimiento expansivo debido a la dinámica de desarrollo urbano de la zona metropolitana de Guadalajara que se caracteriza por ir devorando espacios de los municipios vecinos. El crecimiento poblacional de Tlajomulco pasó de 68,428 habitantes en el año 1990 a 416,626 en el año 2010 y a 542,442 en el año 2015 de acuerdo con datos de Inegi. Ese crecimiento que ha sido explosivo es el segundo más dinámico en todo México. Eso ha traído como corolario el incremento de viviendas y la cantidad de fraccionamientos, lo cual trae consigo grandes cambios estructurales y una modificación muy drástica de las condiciones ambientales del municipio. Ese crecimiento tan acelerado ha sido un proceso desordenado, que no ha considerado las condiciones del medio ambiente y los recursos naturales en sus posibilidades de prestar servicios ambientales para todos los pobladores de Tlajomulco.

Este aumento de zonas urbanas y naturales degradadas y con el fin de lograr una mayor integralidad y equilibrio en el territorio se busca establecer una nueva área natural que conectara diversos espacios con características similares y que pueden servir como pulmón en torno a la cabecera municipal una vez que se mejore su estado de conservación y además pueden convertirse en áreas importantes de retención de las aguas que se descargan hacia San Agustín y San Sebastián El Grande. Por otra parte en los contornos de Santa Cruz de las Flores, Buenavista, y las tres agencias municipales se ciernen presiones inmobiliarias sobre las zonas de producción agrícola que son tierras de alta calidad que además son planas y cuentan con agua a no mucha profundidad esos terrenos no debieran urbanizarse y se podría formar con ellos un territorio importante de producción agroalimentaria muy conveniente para el municipio es por ello que bajo la lupa de homogeneidad de atributos físico-bióticos, socioeconómicos y de aptitud, la configuración de unidades de gestión ambiental se vera modificada, razón principal que motiva a realizar el Monitoreo, la Evaluación y Actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico Local de Tlajomulco de Zúñiga.

Como parte del fundamento legal de la evaluación y actualización es el artículo 4 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, que establece el derecho de toda persona a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. Según el texto constitucional el Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque. Asimismo, el artículo 25 de la Constitución determina

que corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable.

Por su parte, el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, estrategia 4.4.1, propone impulsar la planeación integral del territorio, considerando el ordenamiento ecológico y el ordenamiento territorial para lograr un desarrollo regional y urbano sustentable. La Ley General del Equilibrio Ecológico la Protección y Medio Ambiente (LGEEPA), en su artículo 8, sección VIII, estipula que corresponde al municipio la formulación y expedición de los programas de ordenamiento ecológico local del territorio, así como el control y la vigilancia del uso y cambio de uso del suelo.

El artículo 48 del Reglamento en materia de Ordenamiento Ecológico de la LGEEPA establece que se promoverá la modificación de los programas de ordenamiento ecológico en el caso de que los lineamientos y estrategias ecológicas ya no resulten adecuados para disminuir los conflictos ambientales, o que las perturbaciones en los ecosistemas causados por fenómenos físicos o meteorológicos ya se hayan convertido en verdaderas contingencias ambientales que afecten a áreas significativas y pongan en riesgo el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, mantenimiento de los bienes, servicios ambientales y la conservación de ecosistemas y biodiversidad, así como las condiciones de vida de importantes grupos de población de Tlajomulco.

Por lo anterior, fue necesario desarrollar e implementar un Sistema de Monitoreo, Evaluación y Actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico que permitiera conocer si los supuestos planteados en el Modelo de Ordenamiento Ecológico se han cumplido, y en todo caso prever las medidas para modificar o reafirmar las políticas correspondientes a una o varias UGA atendiendo las condiciones de los distintos complejos paisajísticos y aportando puntos concretos para modificar el programa y sus alcances. Efectivamente en los resultados que aquí se presentan además de dar cuenta de los cambios en el paisaje y sus efectos socio-ecosistémicos se presenta un nuevo modelo de ordenamiento que recoge el sentir de la población de tener un municipio policéntrico, ambientalmente sustentable y resiliente.

1.2 Contexto territorial

1.2.1. Localización y colindancias

El municipio de Tlajomulco de Zúñiga se localiza en la región centro del estado de Jalisco, en las coordenadas extremas al Norte: 20° 35' de latitud norte y 103° 35' al Sur: 20° 21' latitud norte y 103° 25' longitud oeste, por el Este: 20° 30' latitud norte y 103° 12' longitud oeste, y en el Oeste: 20° 32' latitud norte y 103° 37' longitud oeste, y su cabecera municipal se encuentra en las coordenadas 20° 20' latitud Norte y 103° 27' longitud Oeste Tiene una altitud de 1473 a 2843 msnm.

La extensión territorial del municipio es de 688.73 km². Lo que representa el 0.88% del territorio del estado de Jalisco. Colinda al Norte con los municipios de Tlaquepaque y Zapopan, al sur con Jocotepec, al Este con El Salto e Ixtlahuacán de los Membrillos y al Oeste con Acatlán de Juárez y Tala. El municipio forma parte del Área Metropolitana de Guadalajara junto con los municipios de Guadalajara, Zapopan, Tlaquepaque, Tonalá, El Salto, Juanacatlán, Ixtlahuacán de los Membrillos y Zapotlanejo.

El municipio se ubica en la faja volcánica transmexicana o eje volcánico transversal que une las sierras madre Occidental y Madre Oriental y se caracteriza por ser una zona de volcanes Esta faja forma una barrera natural ante las inclemencias del océano pacífico y su formación ha tenido un impacto importante en la evolución del clima y de la biodiversidad de México. Así también está considerado dentro de la región terrestre prioritaria 113 Cerro Viejo-Sierras de Chapala, y es parte de la región hidrológica prioritaria 58 Chapala-Cajititlán-Sayula.

1.2.2. Demarcación del territorio municipal

El nombre de Tlajomulco proviene del vocablo indígena *tlaxomulli* que significa "tierra en el rincón". Desde la Independencia Tlajomulco ya era un pueblo importante; en el Plan de División Provisional del Territorio del Estado de Jalisco (1824) se le contemplaba como uno de los veintiséis pueblos que ejercían como capital de departamento según la división territorial del Estado en ese tiempo, definiendo su demarcación en los siguientes términos: "Este departamento confina por el oeste con los de Etzatlán y Zapopan, por el Norte con el de Guadalajara, por el este con los de Tonalá y Chapala, y por el sur con el mismo de Chapala. Comprende en su territorio todos los pueblos que antes formaban el

partido del mismo nombre; los de Toluquilla, Santa María y San Sebastianito, con las haciendas de Santa Cruz, San José, Concepción y Capacha que pertenecían anteriormente al partido de Tonalá, y el pueblo de Ahuisculco con las haciendas de Mazatepec, Navajas y Cuxpala del partido de Tala”.¹ En este mismo Plan se le concede el título de Villa a dicho poblado.

La integración y demarcación territorial, fue modificada después, en los siguientes términos: “Los pueblos de Toluquilla, Santa María y San Sebastianito, que antes pertenecían al departamento de Tlajomulco quedan agregados al de esta capital. Guadalajara”.² Asimismo, desde finales de 1824 y hasta 1914 el Departamento quedó adscrito al Cantón de Guadalajara o Primer Cantón de Jalisco. Las autoridades para estas figuras político-administrativas eran: Jefe Político para el Cantón y Director Político para el Departamento.

Durante el primer periodo centralista del territorio de Tlajomulco los Departamentos pasaron a denominarse partidos y los cantones pasaron a denominarse distritos: “Tlajomulco es cabecera del partido de su nombre, del distrito de Guadalajara, junto con sus pueblo”.³ Hacia 1844 se dispone renovar todos los ayuntamientos y que el ayuntamiento de Tlajomulco entre otros, se formará de dos alcaldes, cuatro regidores y un síndico”.⁴ En 1846 este Departamento se denomina de Tonalá, pero la cabecera sigue siendo la Villa de Tlajomulco y en 1873 se erige en Directoría política (dirección de Departamento) la Villa de San Pedro.⁵

¹ Decreto sin Número. Marzo 27 de 1824. En: Colección de los Decretos, Circulares y Órdenes de los Poderes Legislativo y Ejecutivo del Estado de Jalisco (1981). Tomo I, pp. 169 - 170, y 181

² Decreto sin número. Noviembre 13 de 1824. En: Colección de los Decretos, Circulares y Órdenes de los Poderes Legislativo y Ejecutivo del Estado de Jalisco (1981). Tomo I, p. 306.

³ Decreto sin número. Marzo 13 de 1837. En: Colección de los Decretos, Circulares y Órdenes de los Poderes Legislativo y Ejecutivo del Estado de Jalisco (1981). Tomo T. VII, p. 227.

⁴ Decreto número 5. Abril 8 de 1844. En: Colección de los Decretos, Circulares y Órdenes de los Poderes Legislativo y Ejecutivo del Estado de Jalisco (1981). Tomo IX, pp. 54 - 62.

⁵ Decreto sin número. Septiembre 18 de 1846. En: Colección de los Decretos, Circulares y Órdenes de los Poderes Legislativo y Ejecutivo del Estado de Jalisco (1981). Tomo IX, p. 418; y Decreto número 366. Septiembre 17 de 1873. En: Colección de los Decretos, Circulares y Órdenes de los Poderes Legislativo y Ejecutivo del Estado de Jalisco (1981). Tomo V, p. 303. El cual dispone que se erija una directoría política en la Villa de San Pedro, la que se formará de los pueblos siguientes: San Andrés, Tetlán, Tateposco, San Martín, Toluquilla, San Sebastianito, Santa María, Santa Ana Tepetitlán. Los límites de dicha directoría serán: por el oriente la línea divisoria del municipio de San Pedro con el de Tonalá; norte la línea divisoria con Tonalá y Zapopan; poniente los portones de la garita de esta ciudad; y sur, la línea divisoria del

En 1881 se dispone que: “La Comisaría de Ahuisculco, sujeta hasta hoy al Municipio de Tlajomulco, formará parte en lo sucesivo de Tala”.⁶ En 1891 se agregan a la Directoría de Tlajomulco las municipalidades de Jocotepec y Chapala, continuando como cabecera Tlajomulco.⁷ En la imagen que se anexa, se muestra de manera genérica como estaba estructurado, o como se presentaba la estructuración territorial de esa zona hacia 1872 (Figura 2).

Figura 2. Porción del mapa del Estado de Jalisco



Fuente: Antonio de Rodríguez, 1872.

Hacia 1885 se erige en Comisaría Municipal el pueblo de San Juan Evangelista con los linderos que actualmente tiene.⁸ Las comisarías eran instancias de apoyo en la organización socio-territorial de los ayuntamientos: las comisarías políticas tenían por sede los principales pueblos del municipio y se

departamento de Tlajomulco y de la municipalidad de Zapotlanejo.

⁶ Decreto número 628. Octubre 22 de 1881. En: Colección de los Decretos, Circulares y Órdenes de los Poderes Legislativo y Ejecutivo del Estado de Jalisco (1981). Tomo VIII, p. 93.

⁷ Decreto número 465. Abril 13 de 1891. En: Colección de los Decretos, Circulares y Órdenes de los Poderes Legislativo y Ejecutivo del Estado de Jalisco (1981). Tomo XIII, p. 379.

⁸ Decreto número 167. Octubre 23 de 1885. En: Colección de los Decretos, Circulares y Órdenes de los Poderes Legislativo y Ejecutivo del Estado de Jalisco (1981). Tomo X, p. 246.

les proveía de juez de registro civil y comisaría de policía.

Hacia 1939 las Comisarías Políticas pasaron a denominarse Delegaciones y las Comisarías de Policía pasaron a denominarse Agencias, categorías que se mantienen vigentes hasta ahora.

En 1891 tuvieron un gran impulso, las Comisarías Municipales de Cuyutlán y Santa Anita y fueron dotadas de oficinas del Registro Civil: “A la oficina de Cuyutlán tendrán que concurrir los pueblos de San Lucas, San Juan Evangelista, Cajititlán, La Joya y La Calera, y a la oficina de Santa Anita concurrirán los pueblos de San Sebastián, San Agustín y las haciendas de la Concepción, San José, Capacha y Santa Cruz del Valle”.⁹ Al año siguiente, la oficina del Registro Civil de Cuyutlán se cambió al pueblo de Cajititlán.¹⁰

En 1898, fue creado el 7o. Cantón con: “las municipalidades siguientes: Chapala, Tlajomulco y Jocotepec que forman en la actualidad el 3er. departamento del primer cantón; Ixtlahuacán de los Membrillos, que será segregado del departamento de Ocotlán, del 3er. Cantón; y Tuxcueca y Tizapán el Alto que serán separados del departamento de Zacoalco del 4o. Cantón. La cabecera del expresado cantón será la Villa de Chapala”.¹¹ Asimismo, en 1998, se restablece el Departamento de Tlajomulco como segundo Departamento del 7º Cantón: “con la comprensión que actualmente tiene el Municipio, siendo cabecera la población referida”.¹² Dos desmembramientos socio-territoriales se le aplicaron a Tlajomulco a principios del siglo XX que alteraron su morfología territorial; primero en 1904 la Comisaría de Santa Anita “pertenece en lo sucesivo a la de San Pedro Tlaquepaque”.¹³ Después, en 1910 “la Hacienda de San José del Valle, que pertenece en lo sucesivo al Municipio de San Pedro

⁹ Decreto número 488. Septiembre 11 de 1891. En: Colección de los Decretos, Circulares y Órdenes de los Poderes Legislativo y Ejecutivo del Estado de Jalisco (1981). Tomo IV 2ª serie, p. 88.

¹⁰ Decreto número 523. Abril 24 de 1892. En: Colección de los Decretos, Circulares y Órdenes de los Poderes Legislativo y Ejecutivo del Estado de Jalisco (1981). Tomo. XIV, p. 261

¹¹ Decreto número 747. Diciembre 30 de 1896. En: Colección de los Decretos, Circulares y Órdenes de los Poderes Legislativo y Ejecutivo del Estado de Jalisco (1981). Tomo XVII, p. 621.

¹² Decreto número 795. Febrero 19 de 1898. En: Colección de los Decretos, Circulares y Órdenes de los Poderes Legislativo y Ejecutivo del Estado de Jalisco (1981). Tomo T. XVII, p. 171.

¹³ Decreto número 1061. Septiembre 18 de 1904. P. O. T - XLIII. Sep. 23 de 1904. p. 768. En: Colección de los Decretos, Circulares y Órdenes de los Poderes Legislativo y Ejecutivo del Estado de Jalisco (1981). Tomo XXII, p. 23.

Tlaquepaque”.¹⁴

En 1914 inició el régimen municipalista que adoptó carácter constitucional a partir de 1917. Tlajomulco a partir de 1938 pasó a nombrarse Tlajomulco de Zúñiga, en memoria del General Eugenio Zúñiga, y a partir de 1941 cambiaron el nombre del pueblo de San Agustín por el de Nicolás R. Casillas; aunque este último recuperó su nombre original en 1996.¹⁵

En 1939 se inició la era de las delegaciones y agencias municipales, en sustitución de las comisarías municipales. Cuexcomatitlán adquirió categoría de Delegación Municipal, y la jurisdicción territorial: “Quedaré integrada por las rancherías que habían estado formando ese poblado en su anterior categoría de Agencia Municipal... quedará delimitada en la siguiente forma: al oriente, con las Delegaciones de Cajititlán y Santa Cruz del Valle; al poniente, con la Agencia de Lomas de Tejada y Delegación de San Miguel Cuyutlán; al norte, con la Agencia de Santa Cruz del Valle, del mismo Municipio, y al sur con la Agencia de San Lucas Evangelista, jurisdicción de Cuyutlán de San Miguel, Laguna de Cajititlán de por medio”.¹⁶ También se elevaron a esa categoría, aunque sin detalles de su jurisdicción: El Zapote del Valle en 1977 y en 1984 Santa Cruz del Valle.

A partir de 1971 se promulgó la Ley Orgánica Municipal de Jalisco, misma que fue sustituida después por la Ley del Gobierno y la Administración Pública Municipal, publicada el 5 de octubre de 2000.

1.2.3. Morfología territorial

Respecto a los límites territoriales del municipio de Tlajomulco de Zúñiga, existen diferentes delimitaciones. Una revisión de la información al respecto, permite identificar tres versiones: el generado por el INEGI denominado geo-estadístico municipal (668.5603 Km²), el empleado por la Dirección de Geomática del Municipio de Tlajomulco (688.7322Km²) y la delimitación del Gobierno del Estado de Jalisco (682.4999 Km²) mediante acuerdo publicado el 7 de febrero

¹⁴ Decreto número 1367. Diciembre 30 de 1910. En: Periódico Oficial “El Estado de Jalisco”. (1910). T. 63, p. 1005

¹⁵ Decretos número: 4561 (Julio 27 de 1939), 4738 (Enero 16 de 1941) y 16 335 (Diciembre 12 de 1996), respectivamente. En: Periódico Oficial “El Estado de Jalisco”.

¹⁶ Decretos número: 7760 (Noviembre 22 de 1962), 9627 (Diciembre 29 de 1977) y 11622 (Septiembre 29 de 1984). En: Periódico Oficial “El Estado de Jalisco”.

de 2009¹⁷, finalmente, conforme los resultados en el proceso de revisión de límites territoriales del Área Metropolitana de Guadalajara donde a solicitud del Congreso, el IMEPLAN en conjunto del IIEG y a través de la mesa Metropolitana de Ordenamiento, señalan las demarcaciones de límites consensuados además de los sitios en los que no se llegó a un consenso¹⁸.(figura 3).

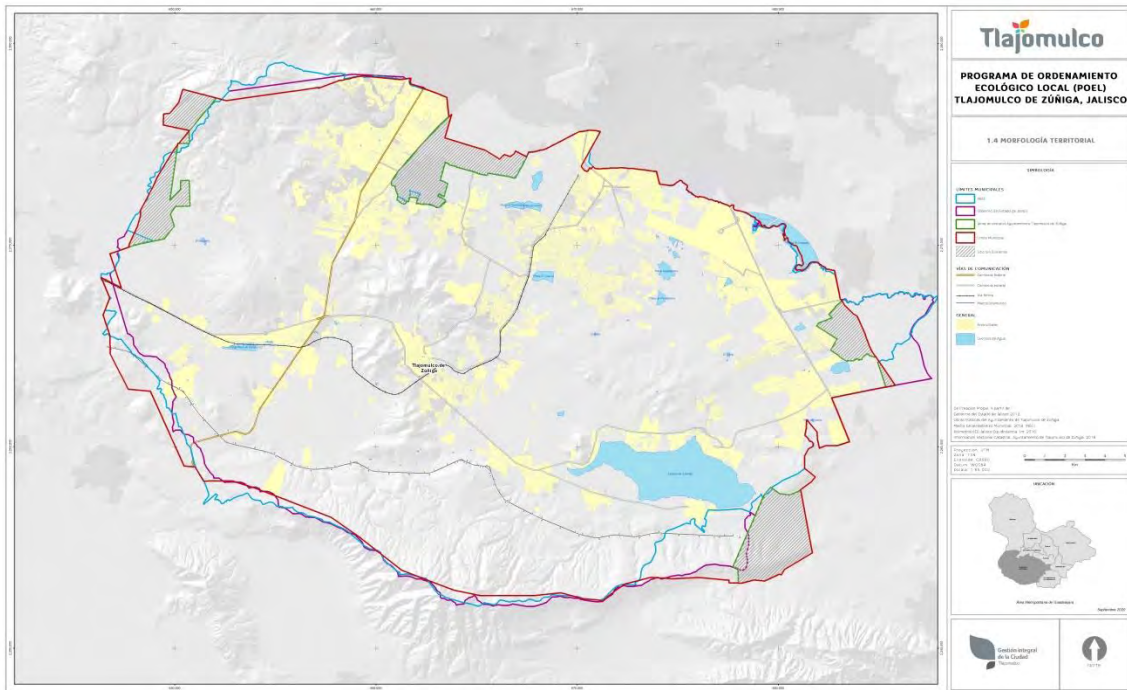
Algunas de estas delimitaciones tienen problemas. La versión del Gobierno del Estado tiene el inconveniente de que sólo existe a la escala 1:500,000, con lo cual se escapan muchos detalles en el caso del perímetro.

Si observamos con detenimiento la figura 3 podemos percatarnos de que las versiones en la parte sur son altamente coincidentes con el parteaguas de la sierra El Madroño. Las mayores discordancias se encuentran por el rumbo noroccidental, al este con dos “picos” divergentes y al sureste. Se percibe incluso que la delegación de Tulipanes y la agencia de La Alameda, se ubican dentro de la franja fronteriza de “indefinición” territorial.

¹⁷ Dicha tradición cartográfica del límite territorial municipal parte de los datos establecidos en la década de 1930, cuyo principal inconveniente es que sólo cuenta con una versión a escala 1:500,000 y está sustentada en una serie de mapas elaborados por la Secretaría de Agricultura y Fomento del Gobierno Federal que luego fueron retomados por el Departamento de Programación y Desarrollo del Gobierno del Estado de Jalisco.

¹⁸Propuesta de límite entregada al Ayuntamiento, mediante oficio IMP.313/20

Figura 3. Límites municipales



Fuente: Sistema de Información Geográfico POEL 2020.

Tabla 1. Versiones de límites municipales

Versiones	Superficie resultante en km2
Gobierno de Jalisco	682.4999
Sumas de AGEBS INEGI	668.5603
Municipio	701.5646*
Área de estudio	688.7322

Fuente: INEGI, Municipio de Tlajomulco, Gobierno de Jalisco.

*Conforme a la revisión que de límites municipales que lleva a cabo actualmente por parte del IMPLAN/ IIEG se señalan las áreas que sin consenso entre municipios colindantes.

En general se aprecian más rasgos coincidentes entre la versión del Gobierno del Estado y la empleada por la Dirección de Geomática; en contraste, la de mayor divergencia, es la generada por el INEGI.

1.3 Agenda ambiental

La Agenda ambiental identifica los principales problemas ambientales del territorio que requieren atención y solución para transitar hacia la sustentabilidad. También da cuenta de los principales conflictos ambientales que clasifica según su extensión, antigüedad e intensidad. En ese sentido, ve si son locales o regionales e intersectoriales y los jerarquiza según su relevancia para el equilibrio del territorio y los ecosistemas. Además de que al priorizar señala los que son más urgentes y su ubicación en el territorio y los apunta para ser resueltos mediante el Modelo y Programa de Ordenamiento Ecológico Local. Otro objetivo importante de la agenda es identificar las interacciones entre sectores que se presentan en la zona de estudio para que, con base en ello, se integre en el estudio técnico la información y los análisis que sean relevantes para su atención. La agenda funciona como una guía permanente que permite retroalimentar los estudios e instrumentación del Programa de Ordenamiento Ecológico.

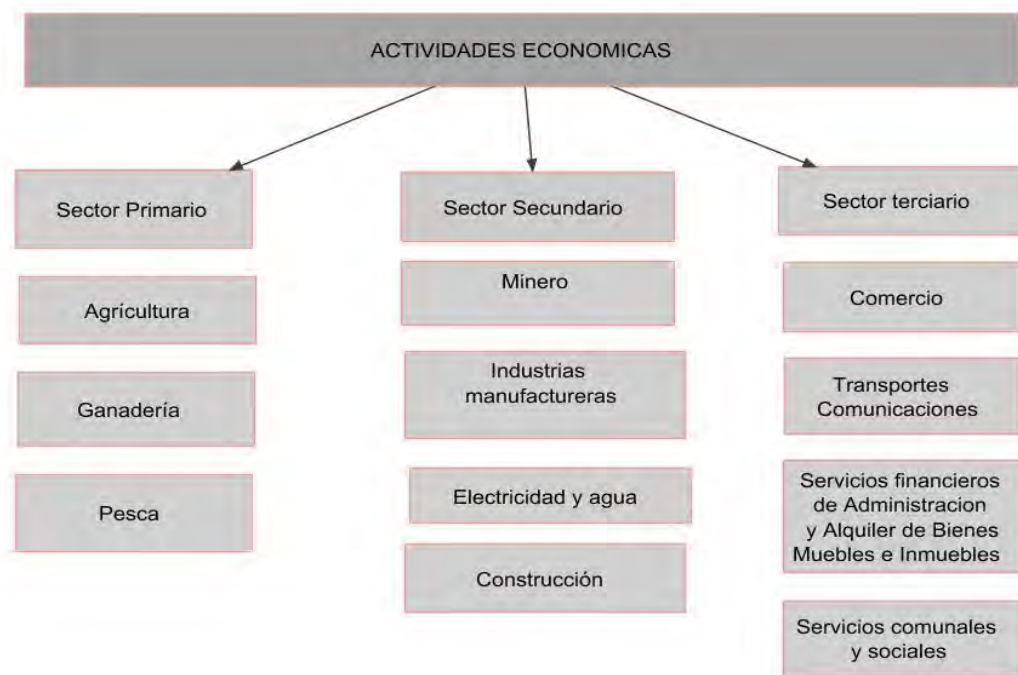
1.3.1. Sectores económicos en el municipio

Los tres sectores económicos que aparecen en la Clasificación Mexicana de Actividades y Productos del INEGI tienen amplia presencia en Tlajomulco. El sector primario representado por las actividades primarias que se relacionan con el aprovechamiento de los recursos naturales sin ninguna transformación como el suelo, la flora, la fauna de las que se derivan actividades económicas como la agricultura, ganadería y pesca. Otra actividad primaria que se registra aunque en menor escala es la cacería furtiva que ha disminuido notablemente debido a la degradación y pérdida de hábitat de la fauna y la silvicultura la cual se orienta principalmente a la extracción de madera para postes. El sector secundario que incluye actividades que transforman los productos primarios en manufacturas comprende actividades muy diversas, entre ellas se encuentra el sector minero en donde se incluyen las ladrilleras y los bancos de materiales.

El tercer sector de actividad económica es el de servicios que se brindan y que son indispensables para las actividades primarias y secundarias. En este sector destacan la fabricación y ensamblaje de maquinaria, equipos, aparatos y accesorios y artículos electrónicos y sus partes, la fabricación de productos metálicos, construcción, reconstrucción y ensamble de equipos de transporte y las actividades de construcción.

En las bases de datos del Sistema de Información Empresarial Mexicano (SIEM) están inscritas 1451 unidades empresariales de Tlajomulco (SIEM,). El Directorio Estadístico de las Unidades Económicas (DENUE) registra 13464 negocios en Tlajomulco (INEGI, 2014). Cabe aclarar que el DENUE mezcla todo tipo de empresas del sector secundario y terciario.

Figura 4. Actividades y sectores económicos con presencia en el municipio



Fuente: Elaboración con datos del SIEM () y DENUE INEGI (2014).

1.3.2. Interrelaciones entre sectores

Los sectores en términos del ejercicio de su actividad causan impactos a otros sectores y a la vez son impactados por otros sectores. En la tabla 2 se identifican las interrelaciones entre los sectores en términos de los impactos ambientales que generan y afectan a otro sector en términos positivos negativos o neutros. Los sectores con mayor impacto negativo hacia otros sectores son la minería y la construcción y su impacto se debe primordialmente a que estas actividades son incompatibles con el resto de las actividades productivas. En el caso de Tlajomulco en la actividad minera están contemplados los bancos de material. En cambio, existen otras actividades del sector secundario y terciario que tienen impactos más positivos hacia otros sectores por el tipo de servicio que prestan. El caso de la industria tiene un impacto positivo en términos que genera transformación de materias primas y empleo pero también negativo porque incluye a las ladrilleras y aunque generan empleo están provocando una grave contaminación del aire.

Tabla 2. Matriz de interacciones entre sectores.¹⁹

Sectores	Agrícola	Ganadero	Pesca	Minería	Industria	Electricidad y agua	Construcción	Comercio	Transportes y comunicaciones	Servicios financieros y alquiler de bienes	Servicios comunales y sociales
Agrícola	*	+	-	-	-	*	-	+	+	+	+
Ganadero	+	*	*	-	-	*	-	+	+	+	+
Pesca	+	+	*	*	+	*	*	+	+	+	+
Minería	-	-	-	*	-	*	-	-	+	+	-
Industria	-	-	*	+	*	+	+	+	+	+	- , +
Electricidad y agua	+	+	+	+	+	*	+	+	+	+	+
Construcción	-	-	-	-	-	+	*	+	+	+	+
Comercio	+	+	+	+	+	+	+	*	+	+	+
Transportes y comunicaciones	+	+	+	+	+	+	+	+	*	+	+
Servicios financieros y alquiler de bienes	+	+	+	+	+	+	+	+	+	*	+
Servicios comunales y sociales	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	*

Fuente: Elaboración a partir de talleres con sectores y entrevistas con actores clave.

¹⁹ *Neutro +Positivo -Negativo

1.3.3. Impactos ambientales de los sectores productivos

Los sectores productivos en general poco están contribuyendo en el manejo sustentable de los recursos naturales y la preservación de los bienes, servicios ambientales, ecosistemas y biodiversidad. Como se observa en la tabla 3, los impactos que están causando la mayoría de todos los sectores sobre el ambiente son de tipo negativo, y estos impactos van desde un grado bajo, medio hasta alto. Los sectores que están causando impactos más altos sobre los recursos naturales y el paisaje son el de la construcción por los múltiples cambios de uso de suelo por la acelerada expansión urbana, el sector minero por la extracción de materia, los grandes socavones que está dejando sobre el territorio y la falta de aplicación de medidas de abandono de los sitios explotados, el de transportes y comunicación debido a que fragmentó un área protegida de importancia nacional para la construcción de una nueva vía de comunicación y el sector industrial por la contaminación hacia el suelo, el agua y la atmósfera.

Tabla 3. Impactos ambientales de los sectores.

Sectores	Aprovechamiento sustentable de recursos naturales	Mantenimiento de bienes y servicios ambientales	Conservación de los ecosistemas y biodiversidad	Oferta y demanda de recursos naturales
Agrícola	-	+	+	+
Ganadero	-	-	-	-
Pesca	-	-	+	+
Minería	-	-	-	-
Industria	-	-	-	+
Electricidad y agua	-	-	-	-
Construcción	-	-	-	-
Comercio	-	-	-	-
Transportes y comunicaciones	-	-	-	-
Servicios financieros y alquiler de bienes	-	-	-	-
Servicios comunales y sociales	-	+	+	+

Fuente: Elaboración a partir de talleres con sectores y entrevistas con actores clave.

1.3.4. Problemática ambiental

Inundaciones, contaminación y escasez del agua

La problemática del agua en el municipio está muy ligada a los patrones de desarrollo urbano que no han respetado la morfología de la red hidrográfica y los cauces de agua en el territorio. El crecimiento acelerado de la urbanización y la tendencia del desarrollo de viviendas en cotos y clústeres ha provocado que se interrumpieran, desviaran y seccionaran los lechos fluviales.

Las inundaciones, principal problema socio-ambiental que se vive en el municipio, no sólo causan severos daños a la población en lo que respecta a sus bienes inmuebles, sino que el peligro de enfrentarse a las fuerzas de la naturaleza provoca fuertes angustias en la salud de las personas afectadas y de sus familias tal como manifestaron diversos sectores de la población en los talleres y entrevistas. Las causas de las inundaciones, desde la percepción de los afectados, se deben a la ubicación de viviendas en zonas inundables, la falta de planeación urbana, la reducción de cauces de arroyos, la desviación y el taponamiento de cauces y arroyos, la falta de infiltración del agua por el pavimento de las calles, los canales de distribución del agua en malas condiciones y la falta de colectores pluviales.

Los fraccionamientos que más han sufrido este problema en la zona de San Agustín-La Primavera son: Jardines de la Primavera, El Arroyo, Chirimoyo, Jardines de San Sebastián, San Sebastián El Grande, Fraccionamiento de San Antonio, varios puntos del poblado de San Agustín, avenida y fraccionamiento Bosque de Santa Anita, paso a desnivel La Lagunita y San Rafael; en la zona de Santa Cruz de Las Flores-Totoltepec se reportan inundaciones en valle de las Flores; en la zona de Tlajomulco –Latillas se reportan inundaciones en calles y espacios como Héroes de Nacozari, escuela vieja de Lomas de Tejeda, prolongación Mariano Escobedo, Los Mezquites, Tabachines, calle Lázaro Cárdenas, estación ferrocarril, calle Higuera, Rancho Muyután, camino a La Cajilota, camino a Las Cañadas y estación del tren; en la zona Concepción del Valle–Cerro del Gato se registran las mayores inundaciones en los fraccionamientos Villas de la Hacienda, San José del Valle, Valle Dorado, Lomas

del Mirador, Lomas del Sur, Unión del Cuatro, plaza del Valle y El Paraíso, y las localidades de Concepción del Valle, Santa Cruz del Valle, entre otros.

La contaminación del agua superficial, de los mantos y la laguna de Cajititlán es otro de los problemas que causa inseguridad por no tener acceso a agua de calidad. Las causas principales atribuidas a este problema son las descargas de aguas negras, vertidos de aguas residuales de industrias y la sobreexplotación de los mantos acuíferos que lleva a que el agua tenga una mayor concentración de metales pesados. En concreto, se mencionaron los casos de contaminación de la laguna de Cajititlán y de la presa El Ahogado y de problemas por aguas negras que corren por canales abiertos en la Privada Rivas, Gómez Tejeda, Nuño y Jiménez, en Tlajomulco, Lomas de Tejeda, Los Sauces y Balcones de la Calera.

Como efecto, tanto de la concentración de metales pesados como de la contaminación, se relacionaron problemas de salud tales como alergias, pérdida de cabello, afectaciones en la piel y problemas respiratorios para los pobladores que viven en esas áreas.

La falta de acceso al agua por la escasez es otra problemática importante. La causa es la sobreexplotación de acuíferos tanto por los fraccionamientos urbanos como por las industrias, embotelladoras y de venta a través de pipas. La zona El Zapote-Aeropuerto es la que mayores problemas está presentando al grado que el Gobierno municipal ha tenido que surtir con pipas de agua a varios fraccionamientos como La Alameda, Los Silos, Los Agaves y Rancho Contento. En otras zonas se han tenido que hacer tandeos. Lo anterior constata el agotamiento de las fuentes de abastecimiento. En Villas de la Alameda se secaron los pozos y las casas no cuentan con tinacos ni con espacio para el almacenamiento del líquido.

Otros problemas vinculados al agua son la conducta de desperdicio en la utilización del recurso; la falta de protección de fuentes de agua, como el ojo de agua de San Juan Evangelista, el ojo de agua del Madrueño, el ojo de agua de San Miguel Cuyutlán, el manantial de Lomas del Sur, el del río San Juanate y, el del arroyo La Mesa en Santa Cruz de Las Flores.

Sumado a lo anterior, la falta de plantas de tratamiento y los problemas relativos a su operación, son fuertes, y se agrega la percepción, en los últimos

tiempos, del problema de la baja o nula disponibilidad de agua vinculado a los cambios en los patrones hídricos-climáticos (cabañuelas, lluvias de temporal más espaciadas, etcétera).

Urbanización desordenada

Tlajomulco de Zúñiga en las últimas décadas ha experimentado un crecimiento expansivo debido a la dinámica de desarrollo urbano de la zona metropolitana de Guadalajara que se caracteriza por ir devorando espacios de los municipios vecinos. El crecimiento poblacional de Tlajomulco pasó de 68,428 habitantes en el año 1990 a 416,626 en el año 2010 y al 2015 en 542,442 de acuerdo con Inegi. Ese crecimiento que ha sido explosivo es el segundo más dinámico en todo México. Eso ha traído como corolario el incremento de viviendas y la cantidad de fraccionamientos que pasaron de 25,495 viviendas en el 2000 hasta 164,000 en el 2010, y 248,608 viviendas en el . Este crecimiento acarrea consigo grandes cambios estructurales y una modificación muy drástica de las condiciones ambientales del municipio. Lo desordenado del crecimiento urbano se debe a que se hicieron desarrollos inmobiliarios en terrenos no aptos como cuerpos de agua o áreas inundables, en contraste se ocuparon áreas de mucho valor natural y patrimonial que debieron protegerse. Otros desarrollos se hicieron en terrenos con pendientes pronunciadas, también se ocuparon servidumbres o áreas de cesión municipal para hacer acciones urbanas, así como se ocuparon espacios que cortan la continuidad de las vialidades y hasta terrenos previamente utilizados en la extracción de bancos de materiales que se urbanizaron. En esas áreas las casas construidas se cuartearon.

También se ha dado el caso de un buen número de fraccionamientos y áreas irregulares que no se han logrado resolver, en los que además de las condiciones de una baja aptitud para urbanizarse, no cuentan con infraestructura para servicios públicos, además de tener vialidades rudimentarias. En ese sentido, sus pobladores sufren de situaciones complejas y engaños que suelen dirigirse o revertirse hacia el gobierno municipal.

Lo desordenado del crecimiento urbano se debe a que se hicieron desarrollos inmobiliarios en terrenos no aptos como cuerpos de agua o áreas inundables, en contraste se ocuparon áreas de mucho valor natural y patrimonial que debieron protegerse. Otros desarrollos se hicieron en terrenos con pendientes pronunciadas, también se ocuparon servidumbres o áreas de

cesión municipal para hacer acciones urbanas, así como se ocuparon espacios que cortan la continuidad de las vialidades y hasta terrenos previamente utilizados en la extracción de bancos de materiales que se urbanizaron. En esas áreas las casas construidas se cuarteán.

Se ha dado el caso de un buen número de fraccionamientos y áreas irregulares que no se han logrado resolver, en los que además de las condiciones de una baja aptitud para urbanizarse, no cuentan con infraestructura para servicios públicos, además de tener vialidades rudimentarias. En ese sentido, sus pobladores sufren de situaciones complejas y engaños que suelen dirigirse o revertirse hacia el gobierno municipal.

Pérdida y contaminación de suelo

En el municipio los problemas del suelo están relacionados con el desorden del desarrollo urbano. Al cambiarse los usos del suelo, se siguieron principalmente criterios de intereses de unos cuantos particulares y no se cuidó el desarrollo integral de su población. Se usaron cauces y se rellenaron cuerpos de agua para tener mayores extensiones de suelo disponible para seguir desarrollando viviendas. En la laguna de Cajititlán continuamente se busca ganarle espacios al cuerpo de agua depositando escombros. Se invaden los cerros y áreas naturales proveedoras de los bienes y servicios ambientales como los cerros Latillas, Totoltepec y La Primavera. Se destruyen formaciones que a la naturaleza le costó formar en millones de años como los bancos de materiales. Se provocan hoyancos y por todo el territorio se extrae material rico en diversidad mineral que se rellenan con basura para luego edificar fraccionamientos. Los suelos se contaminan con agroquímicos y desechos industriales como los de la metalurgia en la zona agrícola de Santa Cruz de las Flores. Las zonas ejidales comunales se reparten para privatizarlas y ser presa fácil de acaparadores de tierra como está pasando en los alrededores de la laguna de Cajititlán. La posesión de la tierra, para particulares, se busca a toda costa usando diversas amenazas y hostigamientos. El poco suelo productivo tiene usos intensivos con lo que sufre procesos de erosión, y degradación de fertilidad. En los centros urbanos la proliferación de terrenos abandonados improductivos se convierte en un problema socioambiental: tiraderos de basura, asentamientos irregulares, zonas de inseguridad pública.

Contaminación del aire

La dificultad para respirar, las comezones en la piel, el ardor en los ojos, asma, tos, manchas en la piel, problemas pulmonares, la inspiración de olores desagradables son algunos de los síntomas con que la población expresa el problema de la contaminación del aire. Las causas a las que atribuyen este problema son diversas y van desde emisiones de contaminantes de empresas, quemas de basura, incendios forestales, canales y presas de aguas negras, congestión vehicular, ladrilleras clandestinas y hasta quemas agrícolas. A este problema se suma la inhalación de las heces fecales de la sobrepoblación de perros callejeros que se han convertido en un problema muy recurrente en las zonas, Tlajomulco-Latillas y Concepción del Valle-Cerro del Gato.

Basura

Los principales problemas relacionados con los residuos son por la deficiente cultura ambiental que se expresa en tiraderos de llantas, residuos domésticos, animales muertos y hasta mobiliario de desecho como salas, comedores, ropa, estufas que son dejadas en las vías y parques públicos. Las casas abandonadas se han convertido en depósitos de basura. El otro factor es por el servicio irregular de la recolección en algunas zonas del municipio.

Pérdida de biodiversidad y proliferación de plagas urbanas

La fauna y flora silvestre, en general, son elementos ausentes en la percepción local, salvo en algunas personas que tienen vinculación con actividades del campo, quienes son testigos de la disminución y desaparición de especies como el venado, jabalí, puma, los árboles de rosa panal, pino, roble, encino y hasta la planta de la campanilla. Los factores que más han afectado la pérdida de hábitats son los incendios, sobrepastoreo, explotación forestal clandestina, cacería, invasiones urbanas, aperturas de brechas y caminos. Por otra parte, en las áreas urbanizadas existe poco arbolado y áreas verdes y están proliferando las plagas provocadas por vectores asociados a la contaminación y a fauna urbana nociva.

Problemática social y de política pública

Las casas “huevo” abandonadas en los fraccionamientos populares se ha convertido en un gran problema social en el municipio, en basureros, en sitios

usados por el vandalismo. Ante este problema la población participante en los eventos manifestó su propuesta de detener la construcción de más fraccionamientos. Otros problemas mencionados fueron la falta y saturación de vialidades, la falta de servicios públicos, el olvido de la riqueza histórica, el poco turismo, la venta de drogas afuera de los planteles escolares, la delincuencia juvenil, la deficiencia en servicios públicos en algunos lugares como los Mezquites que carecen de luz. En cuanto a la administración pública, se considera urgente contar con un ordenamiento ecológico con planes de desarrollo urbano alineados al ordenamiento.

En resumen, los principales temas de atención, que van de extremadamente grave a muy grave, son los que señalan en la tabla 4 y que determinan la agenda ambiental de prioridades de atención para un instrumento que pretende ordenar y regular los usos del suelo y proporcionar una dirección concreta e integral al desarrollo local, convirtiéndolo en un desarrollo local sustentable.

Tabla 4. Problemática ambiental

1	Inundaciones
2	Urbanización desordenada
3	Contaminación del agua y la laguna de Cajititlán
4	Pérdida y contaminación de suelo
5	Sobreexplotación y escasez de agua
6	Contaminación del aire
7	Basura
8	Pérdida de biodiversidad
9	Proliferación de plagas urbanas

Fuente: Elaboración a partir de talleres con sectores y entrevistas con actores clave

En las tablas 5 y 6 se presenta la jerarquización de la problemática del municipio, conforme lo señalaron los habitantes del municipio mediante los diferentes mecanismos de consulta. Asimismo se identifican las principales

manifestaciones de los problemas, causas y consecuencias y se señala el tiempo que tiene cada uno de los problemas, el grado de gravedad y su extensión territorial.

Tabla 5. Priorización de problemas

Jerarquía	Problema	Modalidades	Antigüedad	Intensidad	Extensión
1	Inundaciones	Estancamiento del agua	Más de 15 años	Extremadamente grave	Municipal (zona Concepcion del Valle - Cerro del Gato, El Zapote- aeropuerto, Tlajomuco- Latillas. San Agustín-La Primavera)
		Falta de colectores pluviales			
		Canales azolvados y en malas condiciones			
		Pavimentación			
		Desagües inservibles			
		Reducción cauces de arroyos			
		Saturación de alcantarillas			
		Taponamiento de cauces			
Acumulación de basura en alcantarillas					
2	Urbanización desordenada	Crecimiento acelerado	Más de 15 años	Extremadamente grave	Municipal (zona Concepcion del Valle - Cerro del Gato, El Zapote- aeropuerto, Tlajomuco- Latillas. San Agustín-La Primavera)
		Ruptura de la red hidrológica			
		Ocupación de cuerpos de agua			
		Pérdida de terrenos agropecuarios			
		Construcción sobre terrenos de bancos de material			
		Insuficiencia de vías de comunicación			
Déficit en servicios públicos					
3	Contaminación del agua y laguna	Descargas de aguas negras de fraccionamientos y pueblos en cuerpos de agua	Más de 15 años	Muy grave	Municipal
		Pozos contaminados con metales pesados			
		Tratamiento insuficiente del agua			
		Plantas de tratamiento rebasadas en caudal			
		Descargas de fosas sépticas			
		Contaminación del agua por basuras y escombros			
		Alergias, caída de cabello, enfermedades gastrointestinales			
4	Pérdida y contaminación de suelo	Cambio de uso de suelo para nuevos fraccionamientos	Más de 15 años	Muy grave	Municipal
		Sobreexplotación del suelo y hoyancos por bancos de materiales			
		Desechos de aguas residuales urbanas e industriales			
		Agroquímicos			

Fuente: Elaboración con datos de talleres y entrevistas con actores clave

Tabla 6. Priorización de problemas 2

Jerarquía	Problema	Modalidades	Antigüedad	Intensidad	Extensión
5	Sobreexplotación y escasez de agua	Extracción excesiva por industrias y embotelladoras Despilfarros en el consumo Falta de infiltración de agua a los acuíferos Falta de protección de mantos acuíferos, arroyos y manantiales Invasión urbana Obras diversas para tapar fuentes de agua Variación en el patrón hídrico	Más de 15 años	Muy grave	Región
6	Contaminación del aire	Emisiones de industrias Emisiones de ladrilleras Proliferación de vehículos Incendios forestales Quema de basura Desechos de perros callejeros Canales de aguas negras	Más de 15 años	Muy grave	Región
7	Basura	Deficiente cultura ambiental Tiraderos clandestinos Casas abandonadas Servicio irregular de recolección	Más de 15 años	Muy grave	Región
8	Pérdida de biodiversidad	Tala de árboles forestales y urbanos Falta de áreas verdes Desaparición o disminución de especies de flora y fauna Incendios forestales Cacería	Más de 20 años	Muy grave	La Primavera, Cerro Viejo, Cerro Tctolpetec Latillas y demás zonas áreas verdes
9	Proliferación de plagas urbanas	Proliferación de plagas y otros vectores que propagan enfermedades: garrapatas, pulgas, zancudos, moscos, mosquitos.	Más de 15 años	Muy grave	Zonas aledañas a la Presa del Ahogado, canal de las Pintas y canales de aguas negras

Fuente: Elaboración con datos de talleres y entrevistas con actores clave

CAPÍTULO 2

Marco Normativo y Participación Ciudadana

2.1 Bases Jurídicas

La estructura normativa vigente, que establece las bases sobre las cuales se actualiza el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Tlajomulco de Zúñiga tiene su fundamento jurídico en las siguientes disposiciones de los 3 órdenes de gobierno.

I. Internacional

En los Objetivos de Desarrollo Sostenible número 6 “Agua limpia y Saneamiento”, 13 “Acción por el Clima” y 15 “Vida de Ecosistemas Terrestres”, en los artículos 2.1., 7.1, 7.2. y 7.9. del Acuerdo de París en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

I. Federal

En los artículos 3, 4, 25, 26, 27 y 115 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; 2 y 3 de la Ley de Planeación; 1, 2, 4, 8, 16, 19, 20 BIS 4, 23, 32 y 112 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente; 1 fracción I, 2, 4, 7, 11 fracciones I y III, 22, 45, 48, 59 y 70 de la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano; 1, 3 fracción I, II, IV, XI, y XXII, 4 fracción I, 9, 13 fracciones I y II, y 33 fracciones II y VI, de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable; 1, 2 fracción I, 5, 9 fracciones I y II inciso b), y 30 fracción II de la Ley General de Cambio Climático; 88 de la Ley Agraria; 1, 17 inciso B) fracciones I, II y III, y 74 de la Ley de vivienda; 1, 7, 7 BIS, 38, 39, 41, 44, 45 de la Ley de Aguas Nacionales; 1 y 4 de la Ley General de Vida Silvestre; 41 y 74 de la Ley de Aeropuertos.

II. Estatal

En los artículos 15 fracciones VI y VII, 77 fracción II, y 80 fracciones I y VII de la Constitución Política del Estado de Jalisco; 38 fracción XIII y 40 fracción II de la

Ley del Gobierno y la Administración Pública Municipal del Estado de Jalisco; 1, 2 fracción I y 5 fracción VII de la Ley de Planeación Participativa para el Estado de Jalisco y sus Municipios; 1, 5 fracciones II y IX, 8 fracción II, 9, 16, 18, 20, 22, 23, 24, 25, 45 fracción II y 51 de la Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; 1, 4 fracciones I y III, 5 fracción LVI, 6 fracción III, 10 fracción I y 113 del Código Urbano para el Estado de Jalisco; 1 y 19 de la Ley del Agua para el Estado de Jalisco y sus Municipios; 1, 2 fracción IV, 3 fracciones I y V, 9 fracción I y 10 fracción VIII de la Ley de Desarrollo Forestal Sustentable para el Estado de Jalisco; 73 y 75 de la Ley de Fomento y Desarrollo Pecuario del Estado de Jalisco; 1, 2, 5 fracción III, 8, 12, 13, 37 y 66 de la Ley de Gestión Integral de los Residuos Sólidos del Estado de Jalisco; 1, 11 fracciones III, VI y IX, 12 y 195 de la Ley de Acuacultura y Pesca para el Estado de Jalisco y sus Municipios.

III. Municipal

En los artículos 3 fracción V, 29, 46, 47, 52 y 53 del Ordenamiento de Manejo de Residuos Sólidos del Municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco; 1, 5 fracción IX, 6 fracción II, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 61, 71 y 78 del Ordenamiento de Ecología y Medio Ambiente para el Municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco; 1, 3, 5 fracción I, 6 fracción XVIII, 38, 39 fracción I, 40, 41 fracción III, 51, 59 y 169 del Reglamento de Participación Ciudadana para la Gobernanza del Municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco; 8 fracción XVIII y 24 fracción XLIII del Reglamento del Ayuntamiento del Municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco.

2.1.1. Marco de Referencia

La Asamblea General de la ONU desarrolló la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible a favor de las personas, el planeta y la prosperidad, que tiene la intención de fortalecer la paz universal y el acceso a la justicia, estableciendo 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) para lograr un mundo sostenible en el año 2030, siendo compatible en materia de desarrollo urbano y de alcance al Programa Municipal de Desarrollo Urbano y ordenamientos derivados:

Objetivo 2. Poner fin al hambre.

Llevar a cabo un cambio en el sistema agroalimentario mundial. El aumento de la productividad agrícola y la producción alimentaria sostenible y adoptar medidas

para asegurar el buen funcionamiento de los mercados de productos básicos alimentarios

Objetivo 6. Agua limpia y saneamiento

Mejorar el acceso a agua apta para el consumo y al saneamiento, y la gestión racional de los ecosistemas de agua dulce entre las comunidades locales en varios países en desarrollo.

Objetivo 8. Trabajo decente y crecimiento económico.

Diversificación, modernización tecnológica e innovación en la productividad económica, centrándose en los sectores con gran valor añadido y un uso intensivo de la mano de obra. Promover políticas orientadas al desarrollo. Lograr empleos dignos para mujeres, hombres, incluyendo jóvenes y personas con discapacidad.

Objetivos 11. Ciudades y Comunidades sostenibles

Se necesita mejorar, la planificación y la gestión urbanas para que los espacios urbanos del mundo sean más inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles, lograr ciudades de oportunidades, con acceso a servicios básicos, energía, vivienda, transporte y más facilidades para todos.

Objetivo 12. Producción y consumo responsables

Hacer más y mejores cosas con menos recursos, se trata de crear ganancias netas de las actividades económicas mediante la reducción de la utilización de los recursos, la degradación y la contaminación, logrando al mismo tiempo una mejor calidad de vida.

Objetivo 13. Acción por el clima

Los patrones climáticos están cambiando, los niveles del mar están aumentando, los eventos climáticos son cada vez más extremos y las emisiones del gas de efecto invernadero están ahora en los niveles más altos de la historia, el objetivo es trabajar de forma coordinada y precisa para que los países en desarrollo avancen hacia una economía baja en carbono.

Objetivo 15. Vida de ecosistemas terrestres.

La conservación de ecosistemas y los servicios que proporcionan en particular los bosques, humedales, montañas y zonas áridas. Poner fin a la deforestación, luchar contra la desertificación, proteger las especies amenazadas y evitar su extinción. Integrar los valores de los ecosistemas y la diversidad biológica en la planificación nacional y local así como aumentar los recursos de todas las fuentes para financiar la gestión forestal sostenible.

Objetivo 17. Alianzas para lograr los objetivos.

En el ámbito de las finanzas, apoyar a los países en desarrollo a lograr la sostenibilidad de la deuda a largo plazo; en Tecnología, promover el desarrollo y facilitación de tecnologías en condiciones mutuamente convenidas; en Creación de capacidad, creación de capacidad eficaz y específica en los países en desarrollo a fin de respaldar los planes nacionales de implementación de todos los Objetivos de Desarrollo Sostenible; en Comercio, multilateral universal abierto, no discriminatorio y equitativo. Es necesario establecer asociaciones inclusivas (a nivel mundial, regional, nacional y local) sobre principios y valores, así como sobre una visión y unos objetivos compartidos que se centren primero en las personas y el planeta.

2.2 Proceso de actualización del POEL.

Orientar a los diferentes sectores de la sociedad en la toma de decisiones sociales, productivas y ambientales, a través de reglas claras para restaurar el equilibrio ecológico y proteger el medio ambiente, es el objetivo del proceso de participación en la actualización del POEL, potencializando el equilibrio del territorio y la integración de su fragmentación, estableciendo orden de acuerdo a los lineamientos ambientales de cada UGA; es en este proceso donde el conocimiento generado entre ciudadanos, expertos, técnicos y funcionarios es fundamental para construir este instrumento.



Figura 1. Esquema de participación para la actualización del POEL. Fuente: Elaboración propia a partir de la convocatoria emitida por el Ayuntamiento de Tlajomulco de Zúñiga

El POEL como instrumento de política pública, busca maximizar el consenso y minimizar el conflicto en el uso del suelo del territorio entre los diferentes sectores, actores sociales y las autoridades de los tres niveles de gobierno que intervienen en el municipio.

2.2.1 Consulta pública

La actualización del Programa Municipal de Desarrollo Urbano (POEL), busca proteger el medio ambiente, restaurar y aprovechar de manera sustentable los recursos naturales y planear los nuevos asentamientos, como parte del proceso de actualización el 1 de julio de 2016 se iniciaron los trabajos de Evaluación, mismos que culminaron y fueron entregados el 15 de noviembre de .

I. Convocatoria

La convocatoria se deriva en cumplimiento al punto de acuerdo 197/2018 del Ayuntamiento del Municipio de Tlajomulco de Zúñiga en su sesión

del procedimiento de revisión, y en su caso la actualización del POEL; en sesión del 7 de junio de 2019, se aprobó por el Consejo Municipal de Participación Ciudadana el inicio del proceso de consulta pública de forma compuesta para la actualización del POEL; es así que el 2 de julio del 2019, se emitió la convocatoria para someter a consulta pública para la actualización del POEL emitida por el presidente el Ing. Salvador Zamora Zamora donde se invita a los interesados a participar en la Consulta Pública sobre la actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico Local (POEL) del Municipio de Tlajomulco de Zúñiga. Es importante mencionar que para esta convocatoria se emitió una ampliación del periodo de consulta el día 12 de julio de 2019 que deriva de la importancia de recibir propuestas y valorar su incorporación.

Tabla 1 Convocatoria de consulta pública del POEL.

	Publicación	Vigencia
Convocatoria de Consulta Pública sobre la actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico Local (POEL) de Tlajomulco de Zúñiga	2 de julio del 2019	3 de Agosto de 2019
Ampliación de la convocatoria de Consulta Pública sobre la actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico Local (POEL) de Tlajomulco de Zúñiga	12 de julio de 2019	15 de agosto de 2019

I. Difusión y periodo de vigencia

La convocatoria de la consulta pública para el POEL fue publicada en:

- Al menos un diario de circulación en el Área Metropolitana de Guadalajara.
- Los estrados del Centro Administrativo Tlajomulco (CAT);
- El portal de internet del Gobierno Municipal www.tlajomulco.gob.mx

La Coordinación General de Gestión Integral de la Ciudad de Tlajomulco, a través de la Dirección General de Protección y Sustentabilidad llevó a cabo la difusión de la convocatoria y las mesas de la consulta pública.

Las observaciones al POEL fueron recibidas de manera personal en las oficinas de la Coordinación General de Gestión integral de la Ciudad de la Dirección General de Protección y Sustentabilidad Ambiental, localizadas en el segundo piso del Centro Administrativo Tlajomulco (CAT), ubicado en la calle

Higuera #70, Colonia Centro, Tlajomulco de Zúñiga (CP 45040), de lunes a viernes de 09:00 a 15:00 horas, Tel. 32834400 ext. 1029 y 1030, dentro de un periodo del 3 de julio al 15 de agosto del 2019.

Durante el periodo de Consulta Pública el documento que contenía el resumen ejecutivo del Proyecto del POEL, el mapa general del Modelo de Ordenamiento y los mapas de cada una de las zonas integrales de desarrollo con la descripción de las políticas ambientales, lineamientos, criterios de regulación ecológica y estrategias de cada una de las UGA, estuvieron a consulta todo tiempo que duró el periodo de consulta en el portal del Ayuntamiento.



Figura 2. Publicación de convocatoria en la página web del gobierno de Tlajomulco.

Fuente: <https://www.tlajomulco.gob.mx/noticias/programa-de-ordenamiento-ecologico-local>

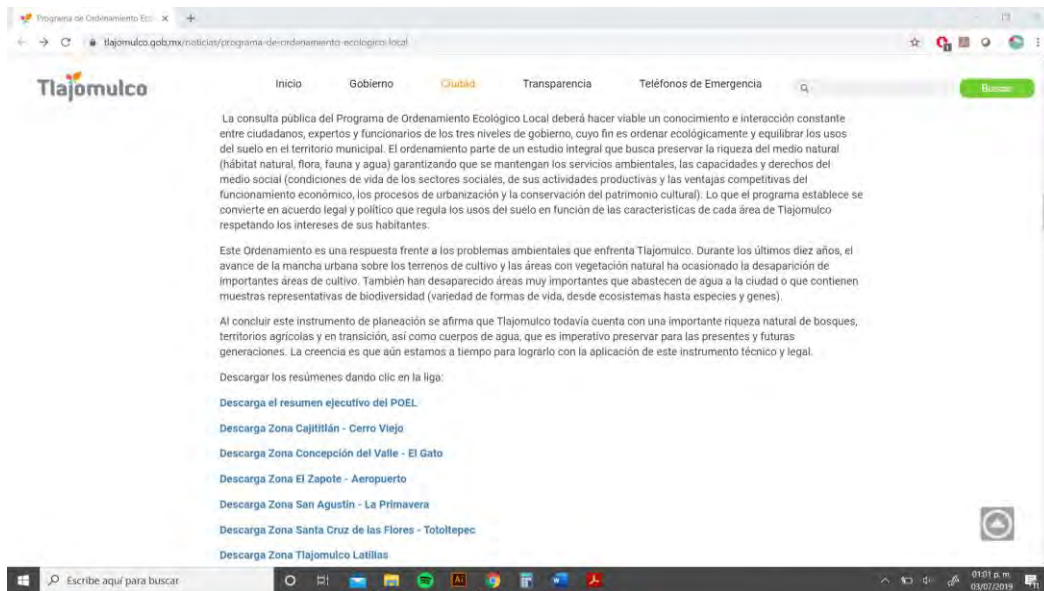


Figura 3. Publicación de documento técnico y gráficos para consulta en la página web del gobierno de Tlajomulco. Fuente: <https://www.tlajomulco.gob.mx/noticias/programa-de-ordenamiento-ecologico-local>

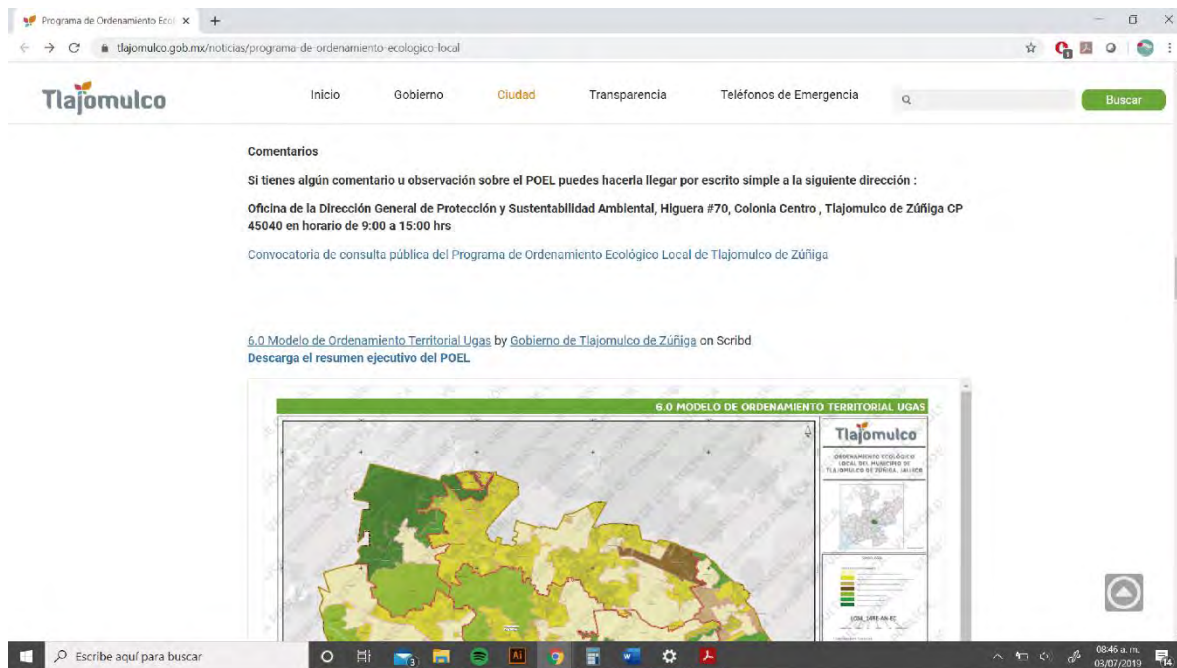


Figura 4. Publicación de documento técnico y gráficos para consulta en la página web del gobierno de Tlajomulco. Fuente: <https://www.tlajomulco.gob.mx/noticias/programa-de-ordenamiento-ecologico-local>

Como parte del proceso de difusión y haciendo extensiva la participación del mayor número de participantes, se publicó en las redes sociales del municipio.



Figura 5. Redes sociales del Municipio de Tlajomulco de Zúñiga

II. Mesas de Consulta Pública

Con el objeto facilitar la participación de la sociedad y hacer un manejo transparente en la generación e instrumentación del POEL, se establecieron mesas de consulta pública presencial para la actualización del POEL que tuvieron como sede lugares representativos de cada una de las zonas de desarrollo integral, se llevaron a cabo bajo el siguiente esquema:

- Sábado 06 de julio de 2019: Zona Valle, Zona Corredor Chapala y Zona Rivera.
- Domingo 07 de julio de 2019: Zona Cabecera, Zona Circuito Sur y Zona López Mateos.
- Miércoles 14 de agosto de 2019: Zona López Mateos

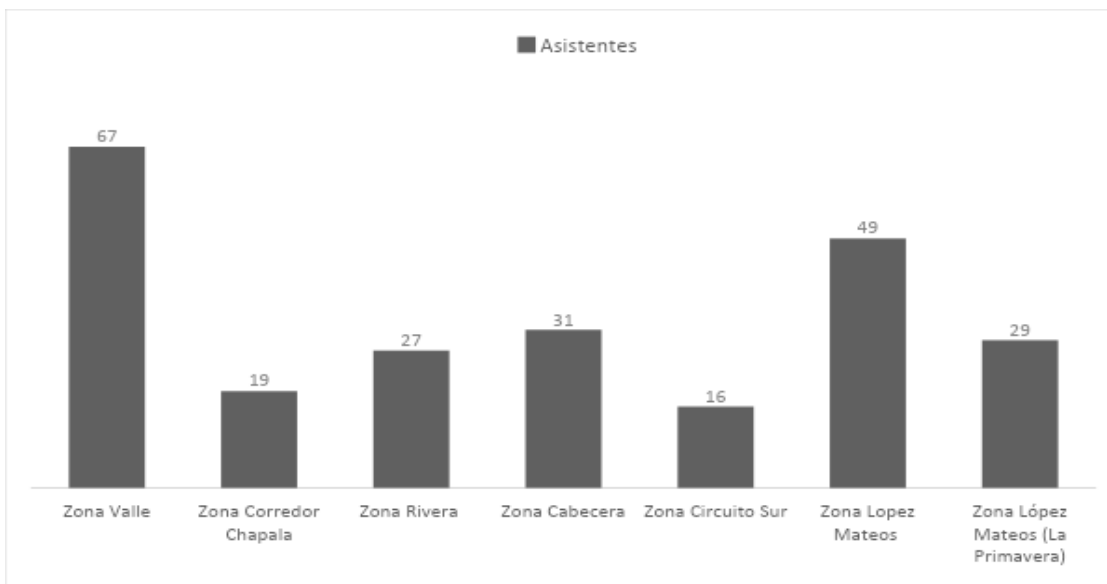
El desahogo de las mesas de consulta pública se llevó bajo el siguiente orden del día:

- Registro de asistencia de los participantes
- Bienvenida por parte de las autoridades
- Presentación del proyecto de Programa de Ordenamiento Ecológico Local (POEL) por los equipos de la Coordinación General de Gestión Integral de la Ciudad por conducto de la Dirección General de Protección y Sustentabilidad Ambiental.
- Periodo de análisis del proyecto del POEL y recepción de comentarios y propuestas ciudadanas.
- Clausura y levantamiento de acta respectiva

A. Participantes

Durante el periodo de las mesas de consulta pública, la participación en las diferentes zonas tuvo un total de 238 asistentes, a los que se tomó registro e invitó a participar bajo una metodología que permitía el intercambio de ideas y generación de propuestas.

Tabla 1. Número de asistentes a las mesas de Consulta Pública del POEL por zonas.



Fuente: Registro de participantes en las mesas de consulta pública del POEL por zona

B. Metodología de participación

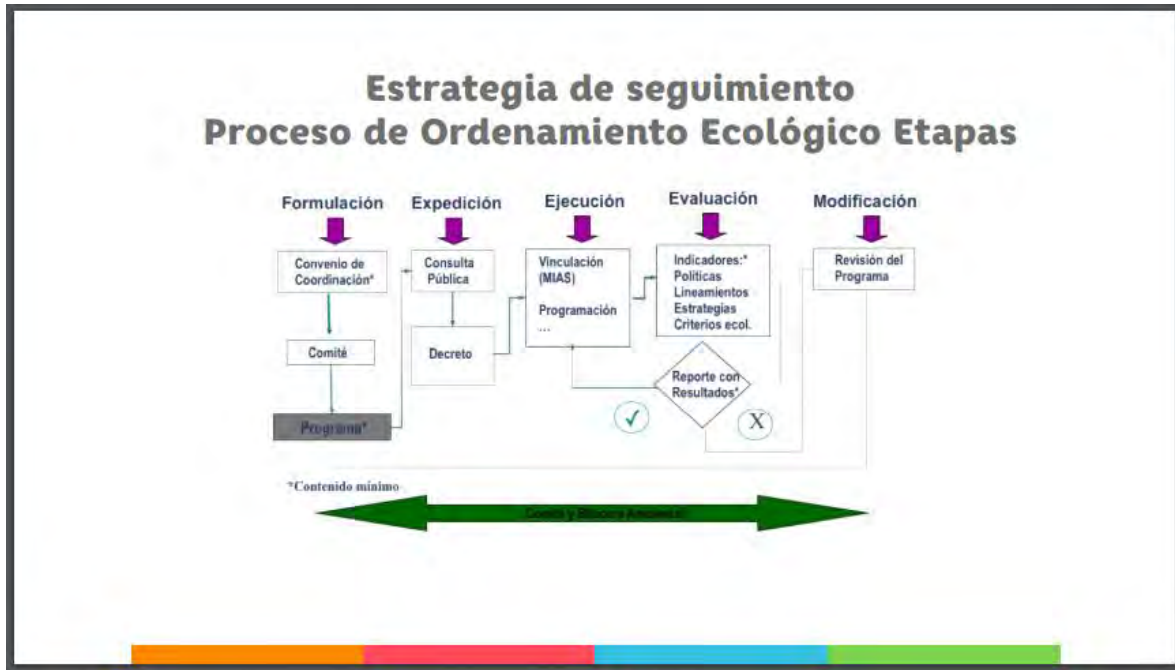
Bajo un esquema de presentación y recepción de propuestas, dudas o comentarios, personal de la Coordinación General de Gestión Integral de la Ciudad y de la Dirección General de Protección y Sustentabilidad, llevaron a cabo la mesa de trabajo, presentando lo siguiente:

- Documento
- Mapa General del Modelo de Ordenamiento
- Criterios de Regulación Ecológica de cada una de las Zonas integrales de desarrollo propuestas.

Dentro de la presentación a los participantes se expuso parte del diagnóstico generado, escenario tendencial, escenario estratégico y la propuesta del Modelo de Ordenamiento:

- Recuperación del Patrimonio Natural
- Zonas de protección especial
- Zonas de desarrollo integral
- Restaurar la Red Hidrográfica del Municipal
- Movilidad
- Dirigir el crecimiento hacia las zonas de mayor aptitud para la vivienda y otros usos urbanos
- Conservación del Patrimonio Arqueológico
- Desarrollo turístico de Tlajomulco

Figura 6. Estrategia de seguimiento del Proceso de Ordenamiento Ecológico. Fuente:



Elaboración propia a partir de la presentación hecha en las mesas de consulta pública.

En un segundo momento los participantes pudieron expresar observaciones y propuestas respecto al POEL, a través de un cuestionario que fue depositado en urnas. Al finalizar la mesa de consulta se les invitó a los participantes a realizar comentarios y propuestas más puntuales y estas podrían ser entregadas en las oficinas de la Coordinación General de Gestión Integral de la Ciudad.

Figura 7. Cuestionario POEL Tlajomulco. Fuente: Consulta pública POEL.

The image shows a digital questionnaire form for the POEL (Programa de Ordenamiento Ecológico Local) in Tlajomulco. The header includes the logo of the 'Gestión Integral de la Ciudad Tlajomulco' and the title 'Protección y Sustentabilidad Ambiental, Gobierno Municipal de Tlajomulco de Zúñiga 2018-2021, CUESTIONARIO POEL TLAJOMULCO'. It also features the 'Tlajomulco' logo and contact information: phone number 22 81 44 00 and website www.tlajomulco.gob.mx. The form fields include: 'Localidad' (dropdown), 'Género' with radio buttons for 'M' and 'H', and 'Edad' (text input). A note states: 'Recuerda que este cuestionario es solo para temas del Programa de Ordenamiento Ecológico Local, si tienes algún tema que quieras ver fuera de esto, dirígete a la mesa de atención ciudadana.' Below this, it asks 'Por favor conteste las siguientes preguntas:'. The first question is '¿Tiene alguna observación o comentario sobre el POEL?' with 'Si' and 'No' radio buttons. The second question is '¿A qué zona corresponde?' with two columns of radio button options: 'Zona Cajitlán - Cerro Viejo', 'Zona Concepción del Valle - El Gato', 'Zona El Zapote - Aeropuerto' on the left; and 'Zona San Agustín - La Primavera', 'Zona Santa Cruz de las Flores - Totoltepec', 'Zona Tlajomulco Latillas', 'Todo el municipio' on the right. The final field is 'Describa su observación o comentario' with a large text area.

La mesa de consulta pública realizada el día miércoles 14 de agosto del 2019 en la Zona López Mateos (Casa Club del Fraccionamiento San Martín del Tajo), se realizó una dinámica de participación diferente, a través de mesas temáticas donde la Dirección General de Protección y Sustentabilidad Ambiental y la Dirección de Planeación Territorial y Urbana explicaron la propuesta del POEL a los ciudadanos, apoyándose en los mapas gráficos y de lienzos temáticos, los facilitadores expusieron ante los participantes de la mesa el mapa del modelo de ordenamiento territorial del municipio; a los participantes se les pidió identificar problemáticas y soluciones del modelo de ordenamiento territorial. Al finalizar se les invitó a las y los ciudadanos a realizar comentarios y propuestas con respecto al POEL a través de los cuestionarios y a entregar propuestas en las oficinas de la Dirección General de Protección y Sustentabilidad Ambiental.



Figura 8. Consulta Pública del POEL en Zona Valle el 6 de julio. Fuente: Memoria fotográfica del POEL



Figura 9. Consulta Pública POEL en Zona Circuito Sur el 7 de julio de 2019. Fuente: Memoria fotográfica



Figura 10. Consulta Pública POEL en Zona Cabecera el 07 de julio de 2019. Fuente: Memoria fotográfica POEL



Figura 11. Consulta Pública POEL en Zona López Mateos el 7 de julio de 2019. Fuente: Memoria fotográfica POEL



Figura 12. Consulta pública POEL en Zona Corredor Chapala el 6 de julio de 2019.
Fuente: Memoria fotográfica del POEL



Figura 13. Consulta Pública POEL en Zona Rivera el 6 de julio de 2019. Fuente: Memoria fotográfica del POEL

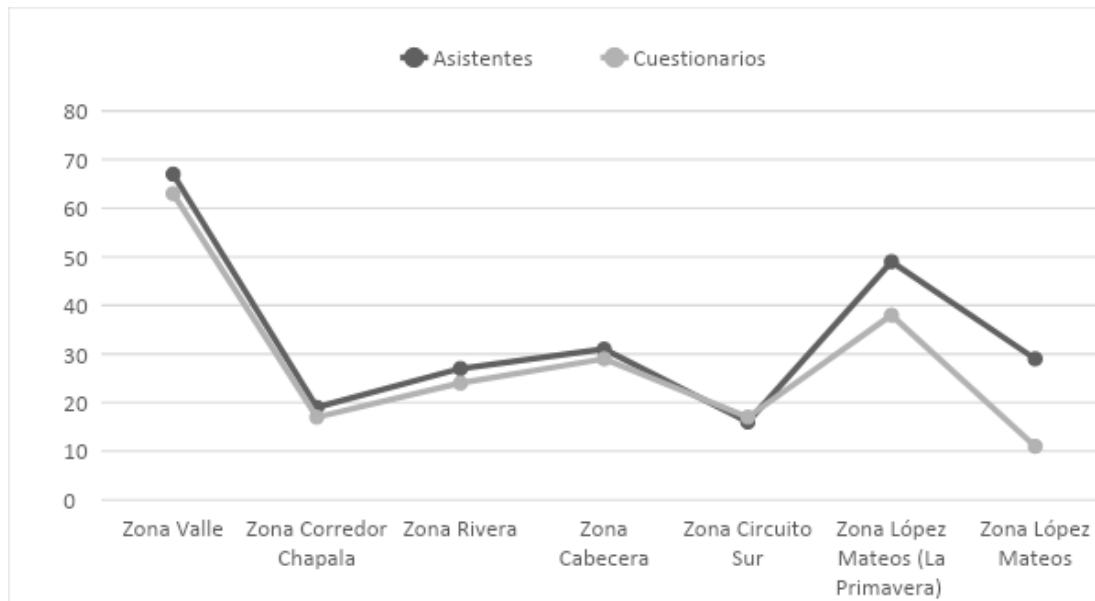


Figura 14. Consulta Pública POEL en zona López Mateos (La primavera) el 14 de agosto de 2019. Fuente: Memoria fotográfica POEL

III. Resultado de la Consulta Pública

Como resultado de la convocatoria emitida el 2 de julio del 2019, se llevó a cabo la consulta pública del proyecto de actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico Local (POEL), del 3 de julio al 15 de agosto de 2019, periodo en el cual los interesados dentro de este periodo pudieron presentar su propuestas directamente en las oficinas de la Coordinación General de Gestión Integral de la Ciudad y de la Dirección General de Protección y Sustentabilidad Ambiental del municipio de Tlajomulco, así como a través de la instalación de siete mesas de consulta pública.

Durante el periodo de las mesas de consulta pública para la actualización del POEL, los resultados arrojaron un total de 238 participantes registrados y la recepción de 199 cuestionarios en total de las diferentes zonas.



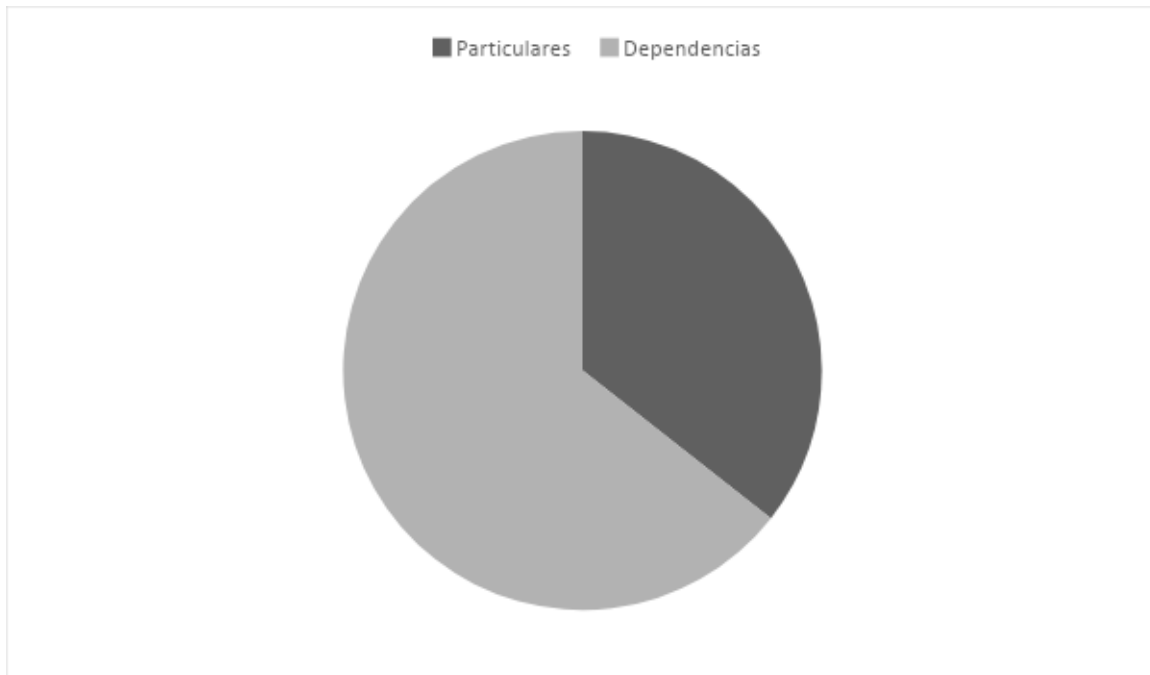
Gráfica 1. Participantes en las mesas de consulta pública del POEL y número de cuestionarios recibidos. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos recolectados en las mesas de consulta pública.

Derivado de este proceso de consulta pública y dentro del plazo establecido se recibieron observaciones de dependencias como fue SEMARNAT, SEMADET e IMEPLAN, así como diez escritos con observaciones que provenían de particulares. En relación a las observaciones y propuestas referidas, se agregan como anexo a este documento y están disponibles en el portal del Ayuntamiento de Tlajomulco de Zúñiga en el siguiente enlace <https://tlajomulco.gob.mx/noticias/programa-de-ordenamiento-ecologico-local> mismo donde se publicó la Convocatoria de la Consulta Pública del POEL.

Las respuestas emitidas a las dependencias fueron clasificadas para una mejor capacidad de atención, en total se recibieron 77 observaciones a las que se les generó una respuesta de manera puntual clasificándolas de la siguiente manera:

- IMEPLAN: de Consulta pública, observaciones generales y observaciones especiales.
- SEMADET: generalidades, mapas de UGA, lineamientos ecológicos, estrategias ecológicas y criterios de regulación ecológica
- SEMARNAT: comentarios generales, lineamientos ecológicos, fichas técnicas de UGA y Zonas de Desarrollo y Criterios de Regulación Ecológica

En cuanto a las observaciones hechas por particulares se abordaban temas como derechos adquiridos, objetivos del POEL, deficiencias del POEL y afectaciones al patrimonio personal, con un total de 37 observaciones. Se emitió contestación a un total de 114 observaciones, por medio de catorce oficios de respuesta emitidos por la Dirección General de Protección y Sustentabilidad Ambiental, las cuales se analizaron y las marcadas como procedentes se integraron al Documento técnico del POEL.



Gráfica 2. Porcentaje de observaciones recibidas durante la Consulta Pública del POEL.
Fuente: Elaboración propia a partir de las contestaciones a las opiniones y/o propuestas recibidas.

CAPÍTULO 3

Caracterización y diagnóstico del componente natural

La caracterización y diagnóstico constituyen una etapa importante en la generación de un modelo de ordenamiento ecológico. Es aquí donde se describen y se identifican las condiciones de las estructuras e interrelaciones de los componentes bióticos y abióticos, las posibles causas de su deterioro así como los conflictos ambientales y los procesos de relevancia social, económica, productiva y urbana que dan sentido a la vida y al desarrollo de la sociedad que vive en el municipio de Tlajomulco de Zúñiga. Es en el espacio territorial donde concurren y compiten por el uso del territorio los diversos sectores productivos, donde los sectores sociales en sus relaciones con la naturaleza van degradando, reconstruyendo y dando forma día a día al territorio y a los diversos modos de vida y desarrollo de las distintas visualizaciones de Tlajomulco.

En este capítulo se da cuenta de las condiciones y la base natural del municipio. Para ello se describen los componentes del medio natural, los factores abióticos y bióticos que determinan las posibilidades del desarrollo del municipio. El fin es explicar la distribución, cantidad y estado de conservación de los ecosistemas que facilitan el desarrollo de las actividades humanas por se identifican las áreas con degradación ambiental y las que son prioritarias para la conservación de los ecosistemas. Se revisan las condiciones del clima, geología y geomorfología (incluyendo los condicionantes derivados en términos de sismicidad y otros riesgos), hidrología (incluyendo antecedentes de inundaciones y otros desastres relacionados con el agua), edafología, los riegos, la flora y fauna y los usos del suelo para analizar la vulnerabilidad de los ecosistemas ante peligros geomorfológicos e hidrometeorológicos así como las condiciones de la biodiversidad y las áreas de mayor valor ambiental.

3.1. Clima

El clima de la Tierra es el resultado de la interacción de las cinco capas que la constituyen: la atmósfera o su capa gaseosa, la hidrosfera o capa acuosa, la criosfera o capa de hielo permanente, la litósfera o corteza terrestre y la biósfera. De ahí se derivan los factores más importantes que definen el clima

regional. Es decir, la distribución geográfica y estacional de la energía solar sobre la superficie depende de la redondez de la Tierra, de la inclinación de su eje y de la órbita alrededor del Sol. Entre los factores internos están la latitud geográfica, distancia al mar, presencia de corrientes marinas frías o cálidas y, finalmente, la altitud sobre el nivel del mar. La alteración de una o varias características físicas o químicas de éstas condicionan o impulsan las oscilaciones de elementos climáticos y viceversa. Es decir, el clima tiene una gran influencia en la conformación de la naturaleza del suelo, abundancia de agua y en la distribución espacial de los seres vivos.

3.1.1. Temperatura

La temperatura promedio anual en el municipio es de 19.32 °C considerando solo la estación 14294 de Tlajomulco y de 20.3 °C en toda la región. De acuerdo con Griffiths (1985), para un individuo vestido se considera la temperatura óptima o de confort la que está entre 18 °C y 24 °C.

La temperatura del aire es uno de los elementos del clima que más influye en los seres vivos. Su desigual incidencia sobre la superficie terrestre, repercute decisivamente en la distribución de las plantas, los animales y el hombre. Procesos físicos como la formación de nubes de desarrollo vertical con lluvias intensas, granizadas y tormentas eléctricas, más el desplazamiento de masas de aire, dependen directamente de la temperatura y su oscilación vertical o horizontal.

En nuestras latitudes, a partir del 21 de marzo y hasta el 21 de septiembre la duración del día es mayor a las 12 horas, llegando a su máximo el día 21 de junio. Por lo tanto, la cantidad de calor que recibe la superficie terrestre es superior a la que irradia al espacio durante la noche. Además, la insolación de bajas latitudes o latitudes tropicales es intensa llegando a registrar su máximo en mayo-junio, lo que trae como consecuencia un significativo aumento de la temperatura. Por el contrario, en otoño e invierno la duración del día especialmente después del 21 de septiembre y hasta el 21 marzo es menor a 12 horas, registrando su mínimo el día 21 de diciembre. Por lo anterior, el periodo de insolación es menor que la irradiación efectiva o enfriamiento nocturno. Esta pérdida de calor es mayor que la recibida, lo que provoca temperaturas más bajas y como consecuencia, la temporada fría del año. Conforme a lo anterior se puede explicar porque las temperaturas máximas se presentan a lo largo de los meses de abril, mayo y junio y las mínimas ocurren

en los meses de diciembre, enero y febrero.

Es importante subrayar que el municipio de Tlajomulco está ubicado a gran distancia del mar u otros grandes cuerpos de agua, por lo anterior se registra una significativa oscilación entre la temperatura máxima y la mínima durante la temporada seca. La tabla 7 muestra la temperatura media y la tabla 8 el comportamiento anual de la temperatura máxima, media y mínima, asimismo la oscilación mensual en la región de estudio.

Tabla 7 . Temperatura media promedio mensual (0 °C): 1951-2010

ESTACIÓN	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
14002 Acatlán de Juárez	16,4	17,55	19,4	21,4	23,4	23,7	22,5	22,15	22,05	21,1	18,9	17,05
14016 Atequiza	15,95	17,4	19,9	22,3	24,3	23,8	22	21,8	21,5	20,2	18,05	16,3
14113 Presa Hurtado Acatlán de Juárez	14,75	15,85	17,55	19,5	21,6	22,1	20,7	20,7	20,6	19,35	17,05	15,45
14072 Huerta Vieja Istlahuacán de los Membrillos	15,3	16,55	18,7	21,2	22,7	22,2	20,6	20,2	20	19	17,25	15,7
14077 Jocotepec	16,1	17,35	19,2	21,3	22,1	21,7	20,2	19,9	19,9	19,3	17,9	16,8
14351 Tala	21,35	22,9	25,05	27,6	29,5	28,4	26	25,7	25,25	24,75	22,85	21,6
14294 Tlajomulco de Zúñiga	14,9	16,6	18,5	21	22,8	22,9	21,4	21,15	20,8	19,6	17,1	15,15
14132 Tlaquepaque	16,85	18,15	20,55	23	24,8	19,2	22,4	22,3	21,85	21	19	17,2
REGIÓN	16,5	17,8	19,9	22,1	23,9	23,0	22,0	21,7	21,5	20,5	18,5	16,9

Fuente: Elaboración propia conforme la información reportada en las estaciones

Tabla 8. Temperatura máxima, media, mínima promedios mensuales y su oscilación (0 °C) representativa para la región de estudio: 1951-2010

Mes	Tmax, °C	Tmed, °C	Tmin, °C	Osc_ Term, °C
Enero	25,4	16,5	7,5	17,9
Febrero	27,2	17,8	8,4	18,7
Marzo	29,6	19,9	10,1	19,5
Abril	31,9	22,1	12,4	19,6
Mayo	32,9	23,9	14,8	18,1
Junio	29,4	23,0	16,5	12,9
Julio	27,8	22,0	16,1	11,7
Agosto	27,6	21,7	16,1	11,8
Septiembre	27,3	21,5	15,7	11,7

Mes	Tmax, °C	Tmed, °C	Tmin, °C	Osc_ Term,° C
Octubre	27,4	20,5	13,7	13,7
Noviembre	26,9	18,5	10,1	16,8
Diciembre	25,5	16,9	8,3	17,2

Fuente: Elaboración propia conforme la información reportada en las estaciones

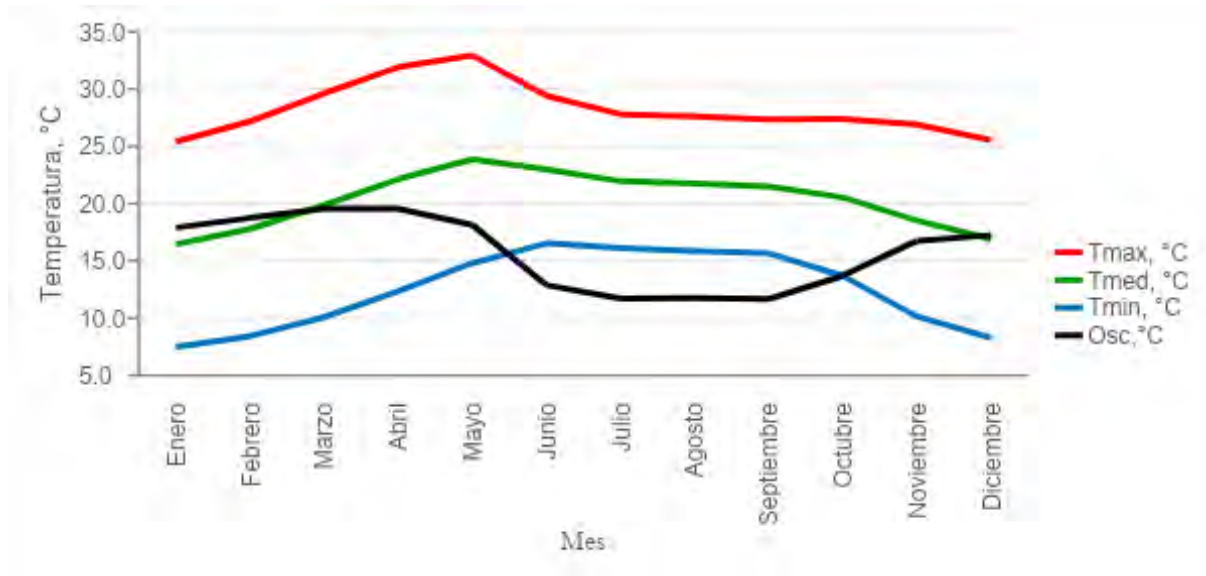
Sobre la base de los datos de temperatura media promedio mensual, solo en enero, febrero y diciembre (periodo de invierno), se registran temperaturas medias inferiores a los 18 °C. A partir de los datos de la tabla 9 la temperatura máxima anual y la temperatura mínima anual es 28,2 y 12,5 °C.

Tabla 9. Temperatura máxima y mínima anual

ESTACIÓN	Tmax_Anuál	Tmin_Anuál
14002	29,6	11,3
14016	28,6	12,0
14113	28,1	9,5
14072	26,8	11,4
14077	26,6	12,0
14351	29,7	20,5
14294	28,5	10,1
14132	28,1	12,9
REGIÓN	28,2	12,5

Fuente: Elaboración propia con datos reportados en las estaciones

Figura 5. Comportamiento anual de temperatura máxima, media, mínima promedios mensuales y oscilación térmica mensual en la región de estudio.



Fuente: Elaboración propia con datos de la Comisión Nacional del Agua

3.1.2. Precipitación

El régimen de lluvias que predomina en el municipio de Tlajomulco es de verano: w (w), ya que a lo largo de la temporada de lluvias (mayo-octubre) se registra 93.3% de precipitación total anual, mientras a lo largo de la temporada seca (noviembre-abril) se da alrededor de 6.7% y el porcentaje de lluvia invernal (diciembre-enero-febrero) es 4.1%

El total anual de precipitación en la región de estudio oscila entre 767.3 y 970 mm, con 781.3 mm registrados en la estación 14294 situada en la cabecera municipal.

En la siguiente tabla se muestra el comportamiento de la precipitación total mensual de la región, en función al número de días con lluvia apreciable. Aquí, la lluvia apreciable es el registro de lluvia igual o mayor a 0.1 mm en 24 horas. Es decir, mayor número de días con lluvia observados (julio: 18.1 días), mayor total mensual de lluvias acumulado (220.0 mm).

Tabla 10. Precipitación total mensual en la región de estudio: 1951-2010

ESTACIÓN	Ene	Feb	Mar	Ab	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Anual
14002	18,4	9,5	4,7	5,7	22,0	170,5	197,0	163,1	141,3	51,1	11,3	10,5	805,1
14016	15,4	8,3	3,6	5,6	22,5	176,1	227,3	183,6	145,3	50,2	11,4	7,1	856,4
14113	19,4	9,7	4,0	6,4	25,0	172,1	216,3	177,5	142,1	57,9	12,9	12,1	855,4
14072	15,3	10,5	4,2	6,7	24,8	172,8	239,7	183,5	154,5	58,0	12,5	7,2	889,7
14077	11,5	6,7	4,8	6,7	22,8	152,6	205,8	150,7	131,8	48,3	15,4	10,2	767,3
14351	20,9	6,2	4,8	4,0	19,1	150,5	225,3	190,1	155,4	52,9	6,5	8,8	844,5
14294	20,8	4,4	2,3	5,6	20,3	165,2	193,1	179,7	134,4	42,7	6,8	6,0	781,3
14132	17,8	6,2	4,7	7,4	29,2	187,4	255,5	207,6	158,8	59,9	18,6	16,9	970
REGIÓN	17,4	7,7	4,1	6,0	23,2	168,4	220,0	179,5	145,5	52,6	11,9	9,9	846,2

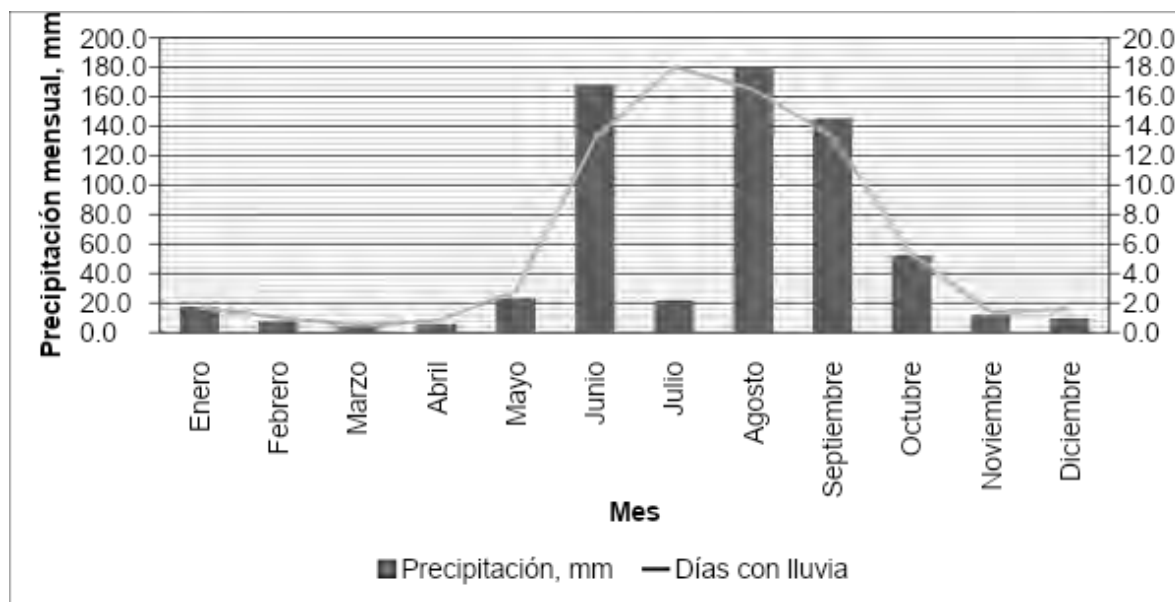
Fuente: Elaboración propia con información reportada en las estaciones

Tabla 11. Distribución mensual de días con lluvia en la región de estudio: 1951-2010

ESTACIÓN	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Anual
14002	18,4	9,5	4,7	5,7	22,0	170,5	197,0	163,1	141,3	51,1	11,3	10,5	805,1
14016	15,4	8,3	3,6	5,6	22,5	176,1	227,3	183,6	145,3	50,2	11,4	7,1	856,4
14113	19,4	9,7	4,0	6,4	25,0	172,1	216,3	177,5	142,1	57,9	12,9	12,1	855,4
14072	15,3	10,5	4,2	6,7	24,8	172,8	239,7	183,5	154,5	58,0	12,5	7,2	889,7
14077	11,5	6,7	4,8	6,7	22,8	152,6	205,8	150,7	131,8	48,3	15,4	10,2	767,3
14351	20,9	6,2	4,8	4,0	19,1	150,5	225,3	190,1	155,4	52,9	6,5	8,8	844,5
14294	20,8	4,4	2,3	5,6	20,3	165,2	193,1	179,7	134,4	42,7	6,8	6,0	781,3
14132	17,8	6,2	4,7	7,4	29,2	187,4	255,5	207,6	158,8	59,9	18,6	16,9	970
REGIÓN	17,4	7,7	4,1	6,0	23,2	168,4	220,0	179,5	145,5	52,6	11,9	9,9	846,2

Fuente: Elaboración propia conforme análisis de la información reportada en las estaciones

Figura 6. Comportamiento del total mensual de precipitación vs. Días con lluvia en la región de estudio



Fuente: Elaboración propia con datos de la Comisión Nacional del Agua

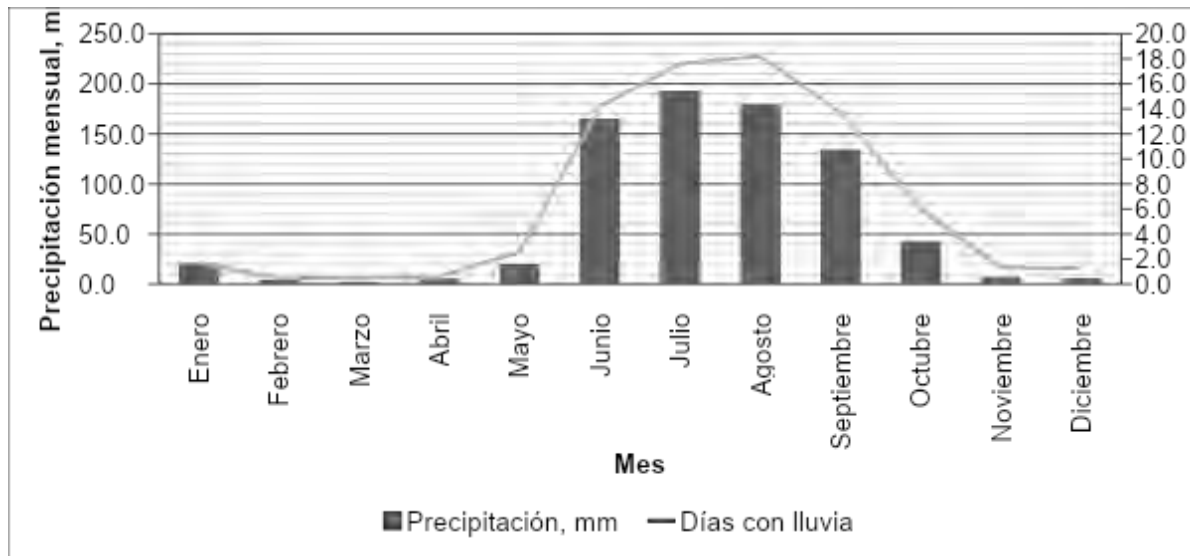
A partir de los datos de la estación 14294 ubicada en la cabecera municipal de Tlajomulco de Zúñiga (Tabla 12) se puede observar el mismo tipo del régimen de lluvias w (w) con 94.1% de precipitación registrada a lo largo de la temporada de lluvias, 5.9% de precipitación que se da en la temporada seca y un 4% de lluvias en invierno. Sin embargo, el máximo número de días con lluvia se registra en agosto (18.2 días), mientras el máximo mensual acumulado se registra en julio (193.1 mm).

Tabla 12. Comportamiento de la precipitación total mensual (mm) y los días con lluvia en la cabecera municipal de Tlajomulco de Zúñiga

Est_14294	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Anual
Precipitación, mm	20,8	4,4	2,3	5,6	20,3	165,2	193,1	179,7	134,4	42,7	6,8	6,0	781,3
Días con lluvia	1,7	0,5	0,5	0,6	2,6	14,2	17,6	18,2	13,7	6,0	1,3	1,3	78,2

Fuente: Elaboración propia conforme análisis de la información reportada en las estaciones.

Figura 7. Comportamiento del total mensual de precipitación vs. Días con lluvia en la ciudad de Tlajomulco de Zúñiga.



Fuente: Elaboración propia con datos de la Comisión Nacional del Agua

En relación a esta variable atmosférica, las lluvias máximas en 24 horas o lluvias máximas diarias reflejan la intensidad con la que se puede presentar esta variable meteorológica en el lapso de un día. Es decir, es la máxima cantidad de lluvia captada por un pluviómetro en un periodo de 24 horas en un mes y año determinados.

Analizando estos datos es importante subrayar que de junio a septiembre se registran eventos con una intensidad que oscila entre 36 a 41 mm/24 horas o de 36 a 41 litros por metro cuadrado de superficie, lo que a su vez condicionan eventos de inundaciones importantes.

La tabla 13 de lluvias máximas promedio contiene la magnitud promedio de estos eventos, mientras la tabla 14 de lluvias máximas absolutas muestra su valor histórico absoluto. Por lo anterior, el valor más alto de intensidad de lluvia 208,3 mm en 24 horas se registró 09 de agosto del 2011 según el período de registros 1973 - 2013.

Tabla 13. Lluvias máximas promedio en 24 horas o lluvias máximas diarias registradas en la estación 14294, Tlajomulco de Zúñiga: 1973-2013

Ene ro	Feb rer o	Ma rzo	Abr il	Ma yyo	Juo	Juli o	Ag ost o	Sept	Oc t	Nov	Dic
7.6	4.6	2.9	3.8	13.6	40.0	41.5	37.9	36.2	23.5	9.7	5.7

Fuente: Elaboración propia conforme análisis de la información reportada en la estación

Tabla 14. Lluvias máximas absolutas en 24 horas (mm) registradas en la estación 14294, Tlajomulco de Zúñiga: 1973-2013

ESTACIÓN	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
14294	78	65,8	16	34	32,5	71	98,4	208,3	89	109,5	18	32,5
Día	25	2	20	6	14	30	8	9	7	13	19	7
Año	1992	2010	1997	1974	1990	2011	2008	2011	1999	2011	1973	1989

Fuente: Elaboración propia conforme análisis de la información reportada en la estación

3.1.3. Clasificación climática

En el municipio de Tlajomulco domina el clima templado con invierno seco (Cwb) y lluvias en verano, en la región este hacia Tlaquepaque el clima es de tipo subtropical con invierno seco y verano cálido (Cwa), en la región noroeste hacia Tala prevalece el clima tropical de sabana con invierno seco (Aw).

Tabla 15. Clasificación climática por Köppen-Geiger de la región de estudio (Kottek, Grieser, Beck, Rudolf, & Rubel, 2006).

ESTACIÓN	Criterios				Tipo Clima	Descripción
14002	Tmin=16,4°C	Psmax=197,0 mm	Pwmin=9,5 mm	Tmax<22°C	Cwb	Templado con invierno seco
14016	Tmin=15,95°C	Psmax=227,3 mm	Pwmin=8,3 mm	Tmax>22°C	Cwa	Subtropical con invierno seco (verano cálido)
14113	Tmin=14,75°C	Psmax=216,3 mm	Pwmin=9,7 mm	Tmax<22°C	Cwb	Templado con invierno seco
14072	Tmin=15,3°C	Psmax=239,7 mm	Pwmin=10,5 mm	Tmax<22°C	Cwb	Templado con invierno seco
14077	Tmin=16,1°C	Psmax=205,8 mm	Pwmin=6,7 mm	Tmax<22°C	Cwb	Templado con invierno seco
14351	Tmin=21,35°C	Pwinter=35,9mm	Pwmin<60 mm	Tmax<22°C	Aw	Tropical de sabana con invierno seco
14294	Tmin=14,9°C	Psmax=193,1 mm	Pwmin=4,4 mm	Tmax<22°C	Cwb	Templado con invierno seco
14132	Tmin=17,8°C	Psmax=255,5 mm	Pwmin=6,2 mm	Tmax>22°C	Cwa	Subtropical con invierno seco (verano cálido)

Fuente: Elaboración propia con datos de la Comisión Nacional del Agua

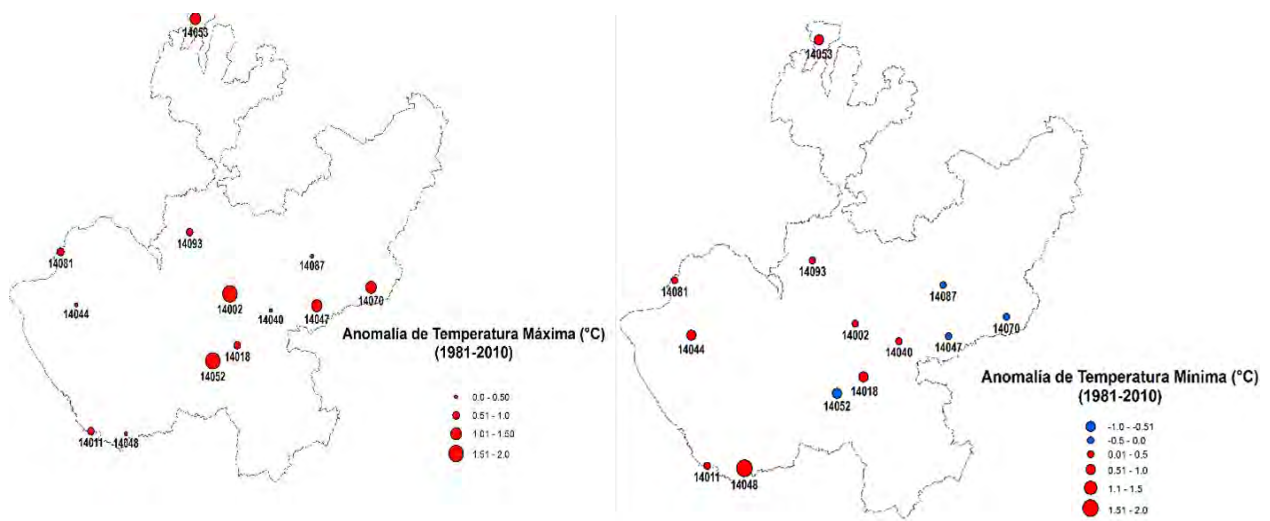
3.1.4. Tendencias y proyecciones de cambio climático

El municipio de Tlajomulco de Zúñiga no cuenta con estaciones que cumplan con requisitos para calcular los índices de cambio climático desarrollados por el Grupo I del PICC (Vázquez Aguirre, 2015). Sin embargo, algunas estaciones de la región de estudio cuentan con series largas a partir de 1961 y cuentan con datos y su calidad, suficientes para estimar tendencias de cambio climático en el municipio y zonas colindantes y en la zona metropolitana de Guadalajara.

En las tablas 7 y 8 se muestra el concepto de los índices que permiten detectar señales de cambio climático y su intensidad. Esto permite afirmar que el régimen de temperatura experimenta un cambio definitivo, es decir un incremento significativo de temperatura media anual.

En la región de estudio se marca un incremento de temperatura máxima promedio anual en un rango de 1.5 a 2.0 °C mientras la temperatura mínima promedio anual registra un incremento en el rango de 0.01 a 0.5 °C. Por lo anterior, el incremento de temperatura media anual es de 0.51 a 1.0 °C.

Figura 8. Anomalía de temperaturas máxima y mínima registradas en las estaciones de Jalisco durante el período climático 1981-2010 (Davydova-Belitskaya, 2013)



Fuente: Rodríguez Navarro, 2015

Tabla 16. Índices de cambio climático por temperatura del ETCCDI

Elemento	Índice	Nombre	Definición	Unidad
Tx	TXx	Max T _{max}	Valor máximo mensual de la temperatura máxima diaria.	°C
Tn	TNx	Max T _{min}	Valor máximo mensual de la temperatura mínima diaria.	°C

Elemento	Índice	Nombre	Definición	Unidad
T _x	TX _n	Min T _{max}	Valor mínimo mensual de la temperatura máxima diaria.	°C
T _n	TN _n	Min T _{min}	Valor mínimo mensual de la temperatura mínima diaria.	°C
T _n	TN10P	Noches frías	Porcentaje de días cuando TN < percentil 10.	Días
T _x	TX10P	Días frescos	Porcentaje de días cuando TX < percentil 10.	Días
T _n	TN90P	Noches cálidas	Porcentaje de días cuando TN > percentil 90.	Días
T _x	TX90P	Días calurosos	Porcentaje de días cuando TX > percentil 90.	Días
T _x	WSDI	Duración de los períodos cálidos	Recuento anual de días con por lo menos 6 días consecutivos cuando TX < percentil 90.	Días

Fuente: Zhang y Yang, 2004

A partir de los cálculos realizados en cuatro estaciones representativas de la región de estudio (Tabla 17) se observa un significativo incremento de noches más cálidas, también un incremento de días cálidos. Sin embargo, también crecen extremos de temperatura mínima y máxima, es decir el clima se registra más extremo. Además, se incrementa significativamente la frecuencia de olas de calor, excepto en la estación 14132 ubicada en Tlaquepaque.

Tabla 17. Estimación de los índices de cambio climático por temperatura.

Parámetro/Estación	14002	14016	14072	14132
Txx	0.014	0.036	0	0.002
Txn	0.02	-0.038	-0.069	0.015
Tnx	-0.026	-0.013	-0.084	0.025
Tnn	-0.019	-0.018	-0.084	0.055
Tx10p	-0.009	-0.128	0.643	0.045
Tx90p	0.064	0.488	0.203	-0.2
Tn10p	0.16	0.24	1.245	-0.647
Tn90p	-0.197	-0.064	-0.387	0.11
WSDI	0.168	0.865	0.464	-0.204

Fuente: Elaboración propia conforme análisis de la información reportada en la estación

La estimación de los índices de cambio climático por precipitación no arroja resultados significativos, sin embargo la estimación de la tendencia de precipitación total anual en las estaciones 14002, 14016, 14072 y 14132 son definitivamente descendientes, es decir existe la señal de decremento del total anual de precipitación alrededor de 5-7% en 50 años de registros.

Tabla 18. Incremento y rangos de incremento de la temperatura máxima para las estaciones de Jalisco utilizando LARS para los escenarios tipo A2: 2010-40, 2035-65 y 2060-90.

ESTACIÓN	Tmax, °C DIAGNÓSTICO	Tmax, °C PRIMERA PROYECCIÓN	Tmax, °C SEGUNDA PROYECCIÓN	Tmax, °C TERCERA PROYECCIÓN	Δ1 (2010- 2040), °C	Δ2 (2035- 2065), °C	Δ3 (2060- 2090), °C
14002	29	30.2	30.9	31.9	1.2	1.9	2.9
14016	28	31	31	31	3	3	3
14072	26.5	27.7	28.1	29	1.2	1.6	2.5
14132	29	29.8	30.4	31.2	0.8	1.4	2.2

Fuente: Elaboración propia conforme análisis de la información reportada en la estación

Los resultados obtenidos se muestran en las tablas 18 y 19 ambas construidas para el escenario A2 o proyección de desarrollo pésimo, es decir, se espera que

la humanidad continuará sin aprender lecciones, esto es: va a continuar más la quema de combustibles fósiles y, como consecuencia habrá una mayor concentración de los gases de efecto invernadero.

Tabla 19. Incremento y rangos de incremento de la temperatura mínima para las estaciones de Jalisco utilizando LARS para los escenarios tipo A2: 2010-40, 2035-65 y 2060-90.

ESTACIÓN	T _{min} , °C DIAGNÓSTICO	T _{min} , °C PRIMERA PROYECCIÓN	T _{min} , °C SEGUNDA PROYECCIÓN	T _{min} , °C TERCERA PROYECCIÓN	Δ1 (2010 - 2040), °C	Δ2 (2035 - 2065), °C	Δ3 (2060 - 2090), °C
14002	12	12.5	13.2	14.2	0.5	1.2	2.2
14016	13	13.5	14.2	15.2	0.5	1.2	2.2
14072	11.5	12.8	13.3	14.2	1.3	1.8	2.7
14132	14	14.3	14.9	15.7	0.3	0.9	1.7

Fuente: Elaboración propia conforme análisis de la información reportada en las estaciones

En suma, se espera un incremento tanto en la temperatura mínima como en la temperatura máxima para los tres períodos de proyección. En general se estima un incremento de temperatura máxima promedio anual hasta 2.9 °C, mientras el aumento de la mínima promedio anual es de 2.7 °C. La proyección de precipitación muestra un decremento del total anual en un rango de 5 a 10% para mediados del siglo XXI.

3.1.5. Estimación del periodo de retorno

La lluvia está definida por tres variables: la intensidad, la duración y el periodo de retorno. La intensidad es la lámina o profundidad total de lluvia ocurrida durante una tormenta. De esta forma, la altura de la lámina de agua caída en el lugar de la tormenta incorpora la cantidad de lluvia precipitada y la duración del evento. Mientras que el periodo de retorno es la frecuencia, o intervalo de recurrencia, es decir, el número de años promedio en el cual el evento puede ser igualado o excedido cuando menos una vez. En el entendido, que el riesgo es mayor, cuanto menor es el periodo de retorno o recurrencia.

La tabla 20, cuya representación gráfica es la figura 9, como representativo del municipio de Tlajomulco, contiene las diferentes intensidades que puede alcanzar un evento de lluvia, en distintos intervalos de tiempo, y

también en varios periodos de retorno. Sin olvidar, que conforme el periodo de retorno sea mayor, la probabilidad de ocurrencia del fenómeno sea menor.

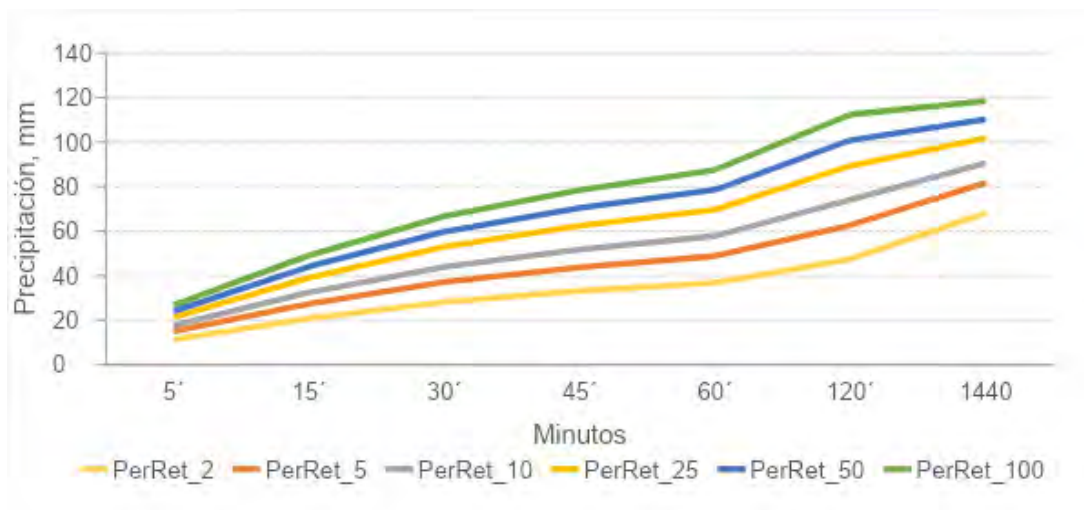
Tabla 20. Intensidad, duración y periodo de retorno de lluvias en Tlajomulco de Zúñiga (mm).

Periodos de retorno (años)	Intensidad de la lluvia por minuto (mm)						
	5´	15´	30´	45´	60´	120´	1440
2	11.3	20.8	28.2	33.2	36.8	47.5	68.2
5	15.0	27.4	37.2	43.8	48.8	62.7	81.7
10	17.7	32.4	44.0	51.8	57.8	74.2	90.6
25	21.3	39.1	53.0	62.4	69.6	89.4	101.8
50	24.1	44.1	59.8	70.4	78.6	100.9	110.2
100	26.8	49.1	66.7	78.4	87.5	112.4	118.5

Fuente: Elaboración propia conforme análisis de la información reportada en las estaciones

Por otra parte, si se toma el último de los resultados de este mismo cuadro, se concluye que la lámina de lluvia puede alcanzar los 118.5 mm de altura en 24 horas, con un periodo de retorno de 100 años. Así, por ejemplo, si se escoge el primer resultado de la tabla 20, se interpreta que la lámina de lluvia puede alcanzar los 11.3 milímetros de altura (11.3 litros por metro cuadrado) durante los primeros 5 minutos de la tormenta, con un periodo de retorno de dos años. Por el mismo renglón, en la columna de 1440 minutos (24 horas) si se escoge el primer resultado de esta columna, se entiende que la lámina de lluvia puede alcanzar los 68.2 milímetros de altura (68.2 litros por metro cuadrado) en un lapso de 24 horas, con un periodo de retorno de dos años. Por lo que se supone, que eventos con menor intensidad a la de este ejemplo, tienen mayor probabilidad de presentarse.

Figura 9. Intensidad, duración y periodo de retorno de lluvias en Tlajomulco de Zúñiga (mm).



Fuente: Elaboración propia conforme análisis de la información reportada en las estaciones

3.1.6 Fenómenos meteorológicos extremos

Los fenómenos meteorológicos extremos incluyen fenómenos inusuales, severos o impropios de la estación; tiempo en los extremos de la distribución histórica (rango observado en el pasado). A menudo los acontecimientos extremos están basados en el registro meteorológico de una localización y definidos como ubicados en 10% más inusual.

En años recientes algunos eventos extremos han sido atribuidos al calentamiento global como resultado de la acumulación de gases de efecto invernadero, con estudios que indican una amenaza creciente de fenómenos extremos en el futuro. Entre éstos definiremos algunos que se dan en el municipio de Tlajomulco de Zúñiga.

El registro de temperaturas muy altas en tres o más días consecutivos condiciona la presencia del fenómeno meteorológico denominado ola de calor, la presencia de temperaturas bajas en días consecutivos da origen a olas de frío. De acuerdo al análisis de temperatura máxima y su comportamiento a lo largo del año, las olas de calor, es decir días consecutivos con temperatura máxima

igual o mayor a 30°C, se registran normalmente de febrero a junio. Sin embargo, las olas de calor de mayor intensidad (temperaturas máximas igual o mayor a 35 °C) se observan en abril y mayo. Las temperaturas más bajas del año en el municipio de Tlajomulco de Zúñiga se registran de noviembre a enero, con mínimos más bajos registrados en enero. Por lo anterior, las olas de frío se observan normalmente en diciembre y enero. En la tabla 21 se muestran los valores de temperatura máxima y mínima absolutas registradas en la estación 14294, así como las fechas de su toma.

Tabla 21. Registro de temperaturas máximas y mínimas históricas observadas en la estación 14294, Tlajomulco de Zúñiga: 10/11/1973 -31/10/2011.

Mes/Estación 14294	Max_Abs	Fecha_Registro	Min_Abs	Fecha_Registro
Ene	33	Varios	-6,5	14 del 1997
Feb	40,5	22 del 2005	-4,5	25 del 2005
Mar	36	21 del 2004	-0,5	07 del 2008
Abr	38	26 del 2006	3	Varios
May	39,5	05 del 2003	6	Varios
Jun	40	09 del 2005	7	27 del 1989
Jul	34	Varios	8	04 del 1987
Ago	34	Varios	9,5	24 del 1987
Sept	33	Varios	4	27 del 1989
Oct	34	Varios	0	20 del 1997
Nov	34	Varios	-4	05 de 1985
Dic	35	5 y 17 del 1973	-4,5	15 del 1997

Fuente: Elaboración propia conforme análisis de la información reportada en la estación

El calentamiento global también ha afectado el régimen de lluvias tanto en espacio como en tiempo acelerando el ciclo hidrológico. Por lo anterior se observa una tendencia de incremento de la intensidad de lluvias en 24 horas, aunque la frecuencia de días con lluvia tiende a empobrecer. Los registros de intensidad de lluvia máxima registrada a escala del mes en la cabecera municipal de Tlajomulco de Zúñiga se muestran en la tabla 14, mientras la tabla 22 publica los registros históricos de precipitación máxima observada en cada una de las estaciones de la región de estudio.

Tabla 22. Intensidad máxima histórica de precipitación en 24 horas (mm/24 hrs.)

Clave	Nombre	Municipio	Inicio	Fin	Intensidad	Fecha
14002	Acatlán de Juárez	Acatlán de Juárez	01/01/1961	31/12/2013	101	16/07/2005
14113	Presa Hurtado	Acatlán de Juárez	01/08/1946	31/12/2013	98,8	06/06/1959
14016	Atequiza	Ixtlahuacán de los Membrillos	01/01/1951	19/12/2013	111	25/07/1979
14072	Huerta vieja	Ixtlahuacán de los Membrillos	01/10/1950	31/12/2013	120,9	07/07/2008
14077	Jocotepec	Jocotepec	01/07/1946	31/01/2007	128	18/09/1949
14351	Tala	Tala	01/11/1980	31/12/2013	133	20/08/2004
14294	Tlajomulco de Zúñiga	Tlajomulco de Zúñiga	10/11/1973	31/10/2011	208,3	09/08/2011
14132	Tlaquepaque	Tlaquepaque	01/01/1943	31/12/2013	310	15/11/1960

Fuente: Registros del Sistema Meteorológico Nacional. Conagua

Los medios de comunicación han revelado un serio problema de lluvias intensas y las inundaciones que se han registrado en los municipios de la Zona Metropolitana de Guadalajara, incluyendo las inundaciones que se presentaron en septiembre del año pasado de 2016. Sin embargo, la Comisión Nacional del Agua no cuenta con registros actualizados de información climática, por lo que no se pudo analizar los eventos críticos del 2014 al 2016.

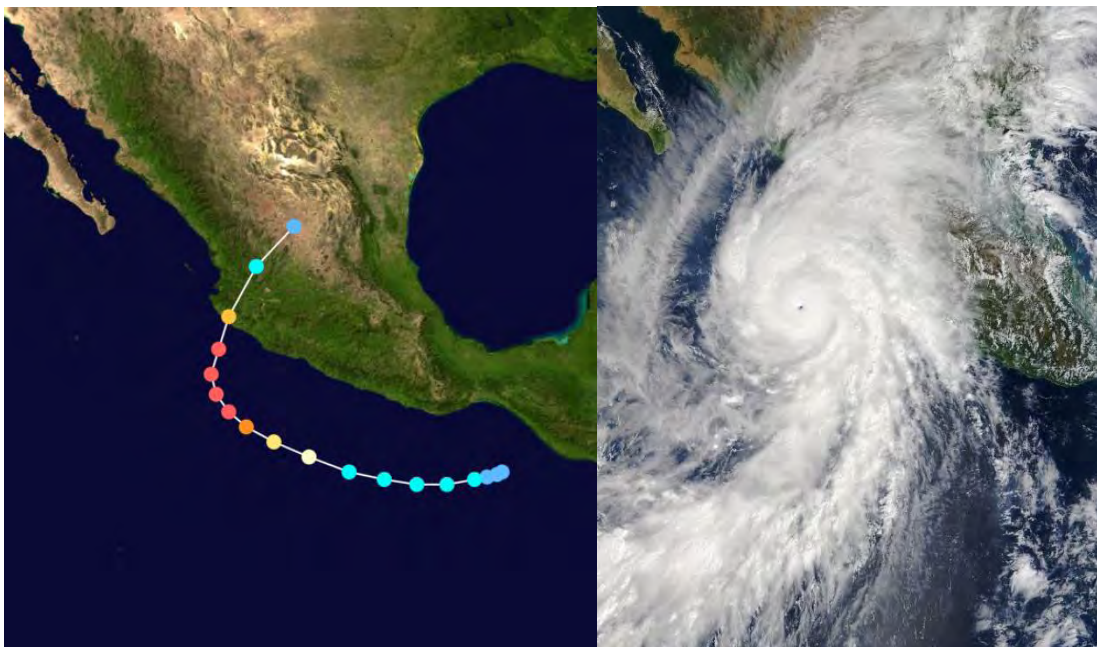
Las consecuencias de la alteración del régimen de temperatura y de precipitación a causa del cambio climático condiciona una mayor frecuencia y la intensidad de sequías, lluvias torrenciales, hasta fuertes nevadas, por ejemplo, las registradas en la Zona Metropolitana de Guadalajara y otros municipios de Jalisco en diciembre de 1997 y marzo del año pasado de 2016.

La intensificación de balance térmico de la atmósfera también produce formación de huracanes arrasadores, es decir todos ellos fenómenos meteorológicos extremos que cobran vidas y causan daños incalculables. Entre las comunidades más vulnerables están las situadas en zonas expuestas de montaña o de costa. En este tipo de entornos, en todo el planeta, la población se está adaptando a las nuevas realidades climáticas reforzando los sistemas de

alerta, refugio y protección. En el propio municipio se han vuelto recurrentes las inundaciones de la zona del valle de la Concepción.

El huracán Patricia fue el ciclón tropical más intenso jamás observado en el hemisferio occidental en términos de presión atmosférica, y el más fuerte a nivel global en términos de viento máximo sostenido (figura 10).

Figura 10. Trayectoria del huracán Patricia, 20-24 octubre del 2015.



Fuente: Created by Krit-tonkla using WikiProject Tropical cyclones/Tracks. The background image is from NASA. Tracking data is from NOAA. De NASA image by Jeff Schmaltz, LANCE/EOSDIS Rapid Response

En un principio se consideró que sería tan grave como los huracanes Kenna y Odile, pero tras los reportes de la madrugada del 23 de octubre, Patricia se convirtió en un huracán de categoría 5 superando con ello al huracán Linda como el “más intenso” del Pacífico. En un principio fue considerado el más peligroso del que se tuviera registro en México; sin embargo, de acuerdo a las estimaciones vía satélite fue clasificado como el más peligroso del mundo en la historia de ciclonología tropical

Infortunadamente, no se tienen los registros de precipitación a lo largo del período de afectación de Jalisco con huracán Patricia, por lo que no se pudo

estimar los efectos indirectos que dejó este fenómeno en el municipio de Tlajomulco de Zúñiga.

Por lo anterior a escala regional o local, las precipitaciones excepcionalmente abundantes son los eventos climáticos que más se asocian con las situaciones de riesgo para la población, ya que suelen relacionarse con una mayor dificultad para su predicción, resulta difícil establecer su intensidad y pronosticar con certidumbre la fecha en que se pueden presentar. Al respecto, los mayores eventos de lluvias máximas en 24 horas se presentan en el periodo del año que va de junio a septiembre.

Respecto al clima se observa que el régimen de temperatura experimenta un cambio definitivo, es decir un incremento significativo de temperatura media anual. Esta señal de cambio climático nos obliga promover los estudios de riesgos relacionados con el cambio climático, también procesos de adaptación pertinentes para disminuir costos de los posibles impactos a causa del cambio climático.

3.2. Geología y geomorfología

3.2.1. Unidades geológicas mayores y del municipio

Los rasgos morfológicos del relieve del municipio se explican por la gran diversidad de productos volcánicos relacionados con distintas condiciones tectónicas, así como por la evolución de la corteza continental y la naturaleza de la placa. El municipio se asienta en la Faja Volcánica Transmexicana (FVT) la cual es reconocida como un arco magmático continental constituido por cerca de 8000 estructuras volcánicas y algunos cuerpos intrusivos que se extiende desde las costas del Pacífico en San Blas Nayarit hasta las costas del Golfo de México en Palma Sola, Veracruz. La Faja Volcánica conecta al Océano Pacífico con el Golfo de México y está reconocida como centro de diversificación, endemismo y transición biogeográfica.

El volcanismo de la FVT es de carácter bimodal esto es contiene lavas máficas (rocas con magnesio y hierro) y félsicas (rocas ricas en sílice,) de un solo centro volcánico con pocas composiciones de magna. Este tipo de volcanismo se asocia con las grietas. En la figura 11 se muestran las formaciones geológicas generales y litológicas relacionadas con la Faja Volcánica Transmexicana.

Las etapas de la FVT que afectaron al territorio municipal se dividen en las siguientes: la primera actividad se da en el Mioceno y corresponde con un episodio máfico que da origen al denominado Grupo del Río Santiago representado por una secuencia basáltica que alcanza los 800 m de espesor y tiene presencia en las brechas volcánicas de la sierra Las Vigas-El Tecuán; la segunda corresponde con el episodio máfico del mioceno tardío, con el vulcanismo máfico que se emplaza desde Nayarit hasta Veracruz, la tercera etapa corresponde con el vulcanismo silícico de finales del Mioceno y vulcanismo bimodal del plioceno temprano, se emplazan una gran cantidad de domos dacíticos y riolíticos como el basalto en Santa Rosa.

Finalmente, la cuarta etapa corresponde con una actividad predominantemente andesítico-basáltica que comienza a partir del límite del Plioceno temprano, y es cuando el frente volcánico está dominado con una gran cantidad de conos monogenéticos. Durante esta etapa se formaron los grandes estratovolcanes que se disponen hacia la margen sur de la zona metropolitana de Guadalajara y se formó la caldera de La Primavera.

Alrededor de esta caldera se encuentra una unidad estratigráfica que se conoce como Toba Tala y está relacionado con el colapso de la cámara magmática que generó la caldera La Primavera. El nombre asignado es por la amplia distribución del material encontrado en las inmediaciones al poniente en el poblado de Tala, pero también se ha observado al sur en la zona de San Isidro Mazatepec y en el Valle de Atemajac.

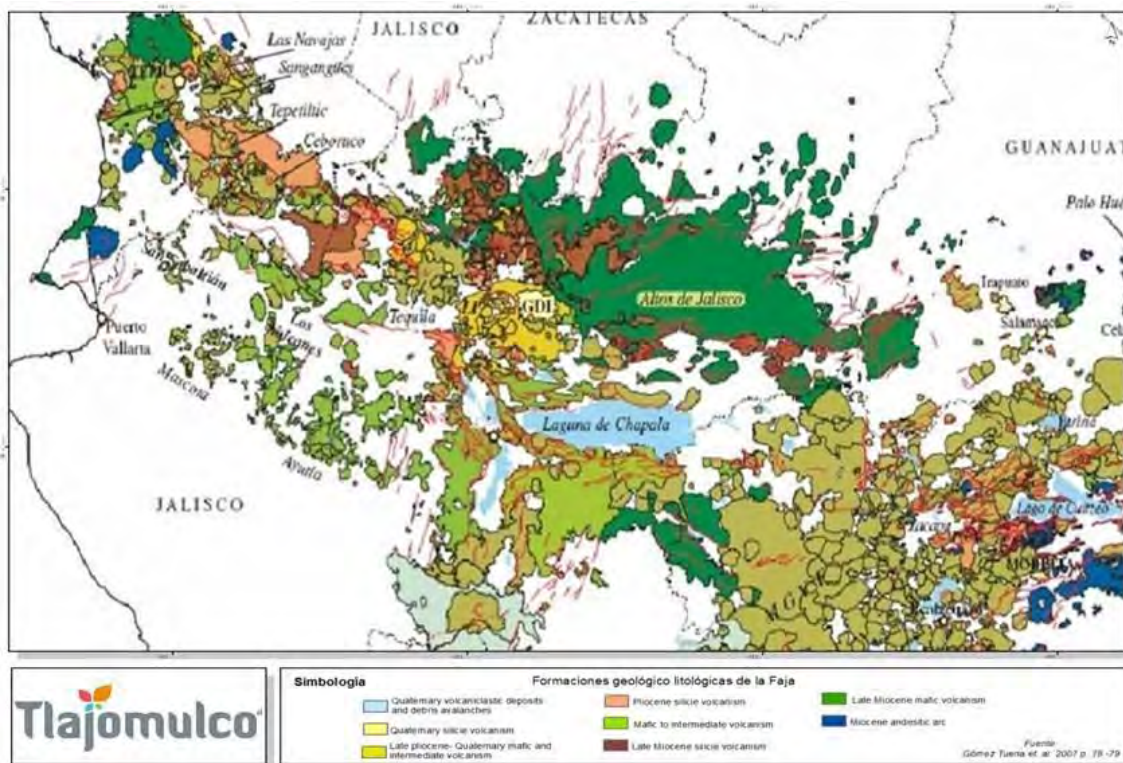
La formación está estructurada por tres paquetes piroclásticos y cubren un área aproximada de 1,200 km² alrededor de la caldera de La Primavera; por tanto, cubre la mayor parte de las depresiones topográficas y valles circundantes a la sierra.

Estos depósitos están compuestos por tobas de caída libre, lapilli y flujos de ceniza con abundantes fragmentos de pumicita; y en menor cantidad por vidrio volcánico (obsidiana) y fragmentos y bloques mayores de basalto, andesita y riolita.

El material fue emitido durante las violentas e intermitentes actividades explosivas de la caldera La Primavera. El espesor de la Toba Tala generalmente es superior a 100 m en un radio de 3 a 5 km alrededor del Complejo Volcánico La

Primavera y en la zona del Valle de Tesistán se han registrado espesores que van desde los 50 a más de 150 m al centro del valle.

Figura 11. Formaciones geológicas-litológicas de la Faja Volcánica Transmexicana y cercanas al municipio.



Fuente: Gómez Tuena *et al.*, 2007.

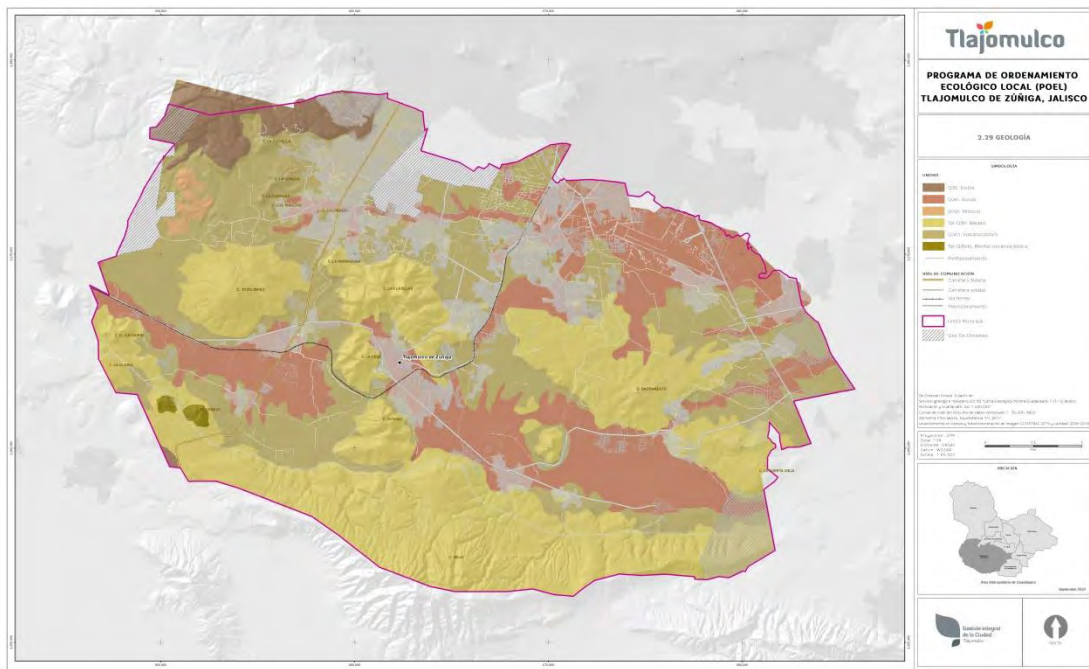
Otro rasgo morfológico propio de Tlajomulco son los depósitos lacustres. Esos son acumulaciones de material en ambientes de baja energía que se acumulan en depresiones topográficas naturales o artificiales, y en pequeñas presas, zonas lagunares o pantanosas. En estos depósitos los procesos de sedimentación continental han propiciado la acumulación de espesores de limo-arcillas y, en proporciones menores, de arena fina, los mayores espesores se localizan en la parte baja del valle en la zona del aeropuerto. Existen también sedimentaciones de tipo continental que están formadas por depósitos aluviales y fluvio-aluviales, y representada por gravas y arenas gruesas formando abanicos aluviales, piedemontes, o depósitos sobre los lechos de los cauces.

3.2.2. *Geología del municipio*

El municipio presenta una diversidad de productos litológicos por estar conformado por un relieve donde se alternan zonas serranas asociadas al levantamiento de grandes bloques tectónicos, así como actividad volcánica cuaternaria, procesos de acumulación lacustre y amplios piedemontes, originados por la acumulación masiva de pómez parcialmente desmantelada por los procesos fluviales. Existen en el territorio las siguientes secuencias superficiales:

1. Secuencias litológicas en zonas serranas: Las zonas serranas se han formado principalmente de actividad volcánica Terciaria y Cuaternaria. La actividad volcánica Terciaria es de naturaleza andesítica y andesita basáltica, corresponde con las zonas serranas del Madroño (Cerro Viejo), la secuencia riolítica terciaria forma los cerros de Las Latillas, y algunas lomas en la zona periférica a La Primavera como son el cerro El Rincón y La Cuchilla. Las secuencias cuaternarias corresponden con tres tipos de actividad volcánica, la primera corresponde con conos monogenéticos tipo basáltico emplazados en la depresión de Cajititlán, en la zona del piedemonte de la sierra de La Primavera, y el borde de la depresión entre San Martín de Las Flores y Acatlán de Juárez, la segunda actividad corresponde con un campo volcánico en donde se han identificado domos riodacíticos, y conos volcánicos, éstos separan la depresión de San Marcos y Atotonilco el Bajo de la planicie fluvio-lacustre de Santa Cruz de Las Flores. La tercera actividad corresponde con la formación de un Sistema de domos de diversas características una estructura calderica rodeados de amplias planicies de piroclastos, el sistema topográfico constituye todo un sistema de serranías.

Figura 12. Unidades geológicas en Tlajomulco de Zúñiga.



Fuente: Sistema de Información Geográfico. POEL 2020.

Figura 13. Sierra El Madroño. Angosta y con fuertes contrastes altitudinales, el sector más prominente corresponde con Cerro Viejo, la tercera elevación del estado.



Fuente: Archivo Fotográfico POEL

2. Secuencias fluvio-lacustres: Sobre las depresiones se han formado ambientes de acumulación fluvial y lacustre, los mayores espesores se localizan en la depresión endorreica de Cajititlán.

3. Secuencias que afloran en el valle de El Ahogado: El valle del Ahogado es una zona que muestra el contacto entre vulcanismo cuaternario al oeste y el proceso de sedimentación y lacustre al centro oriente. El valle presenta una gran diversidad geológica. Existe un cambio gradual en sentido oeste-este; el valle pasa de estar constituido de material piroclástico y tobas poco consolidadas a un piedemonte volcánico acumulativo de tipo fluvial, y en la parte más baja este material está parcialmente cubierto de capas de arcillas heredadas de material arcillo-limosos de origen lacustre.

Figura 14. Ladera del Cerro El Tajo. Forma parte del sistema denominado Anillo Sur de La Primavera.



Fuente: Archivo fotográfico POEL.

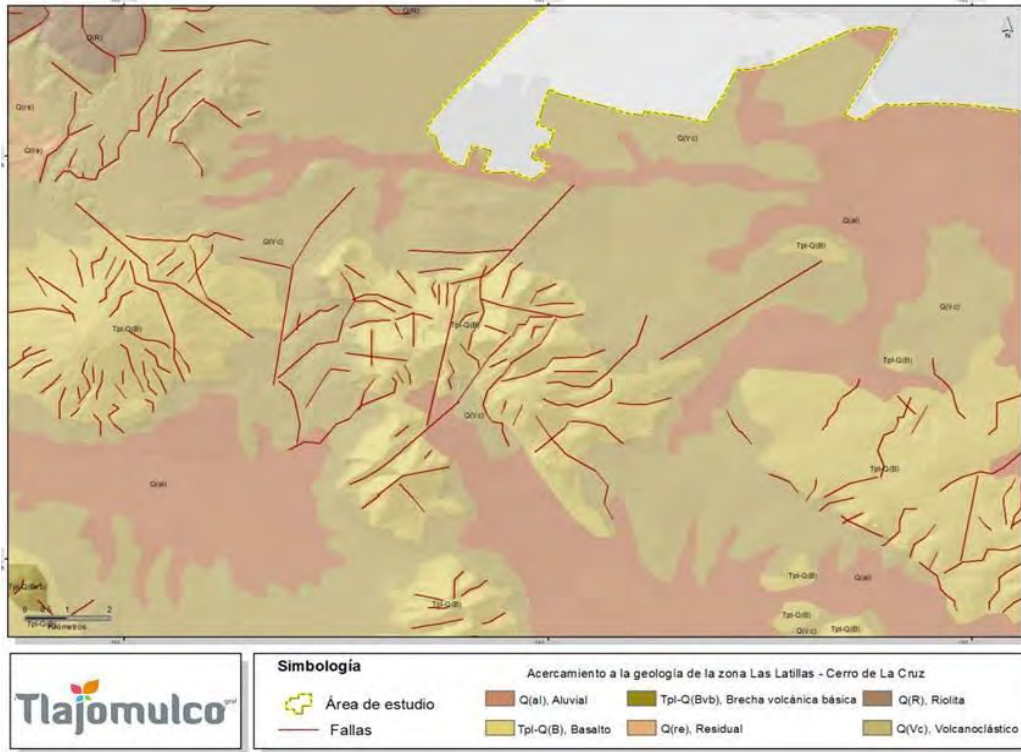
Figura 15. Secuencia superficial en la zona Valle del Ahogado. Se identifican los siguientes paquetes: a) Paquete de arenas y limos fluviales, b) Paquete de arcillas café oscuro.



Fuente: Archivo fotográfico

Además de las secuencias señaladas, existe una zona que por estar en proceso de urbanización y tener registros de viviendas con serios daños, requirió de hacer un corte geológico más detallado. El punto se ubica en las laderas del cerro Las Latillas y el Cerro de la Cruz. Geológicamente el cerro está constituido de rocas de naturaleza riolítica, pero en las laderas medias y bajas geológicamente complejas se identifica una capa de arcilla, la cual cubre parcialmente una secuencia fluvial de conglomerados fluviales y brecha riolítica. Esto hace necesario el estudio detallado geotécnico de estas unidades ya que tiene importantes implicaciones en los desarrollos urbanos.

Figura 16. Acercamiento a la geología de la zona Las Latillas-Cerro de La Cruz.



Fuente: Sistema de Información geográfico POEL 2020. Figura 17. Secuencia geológica en el Valle San Isidro Mazatepec: a) Brecha volcánica basáltica (Totoltepec), b) Paleosuelo, c) Material pumítico (Pómez de caída aérea), d) Limos y arcillas lacustre) Suelo.



Fuente: Archivo fotográfico POEL

Figura 18. Conglomerados fluviales cementados cubiertos por una capa de sílice de 2 cm. y una capa de limón arcilla heredada (color oscuro) en la parte media de una ladera.



Figura 19. Conglomerados fluviales no consolidados cubiertos parcialmente de material limo arcilloso en Santa Fe-Lomas del Sur.

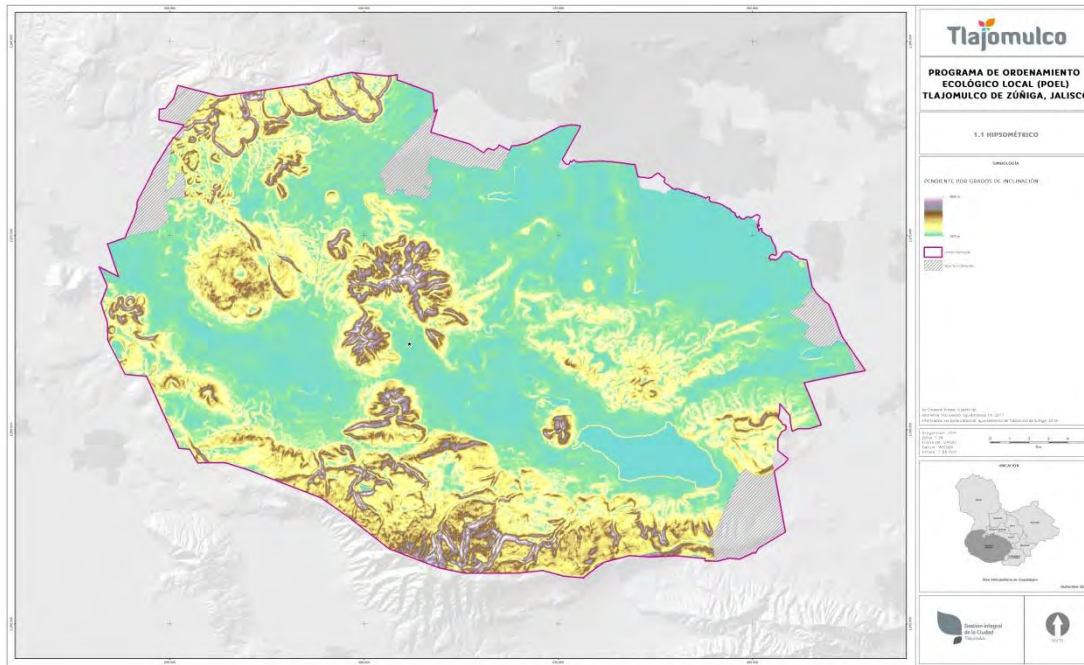


Fuente: Archivo fotográfico POEL.

3.2.3. Unidades geomorfológicas del municipio

En el municipio se encuentran una serie de unidades geomorfológicas manejadas en la escala de subregión y delimitadas conforme aspectos litológicos, altitudinales y morfo edafológicos conforme los estudios de regionalización elaborados por Valdivia y Castillo (2001) y considerando la tipología propuesta de provincia, subprovincia, región y subregión planteada por Lugo Hupb (1992a) en la regionalización de la República Mexicana. Las unidades son las que a continuación se señalan.

Figura 21. Hipsometría del modelo digital de elevación para Tlajomulco de Zúñiga.²⁰



Fuente: Sistema de Información Geográfico. POEL 2020.

Serranía Volcánica de La Primavera: Es una sierra compleja formada de una gran cantidad de domos en cúpula y coulees, dispuestos en estructuras concéntricas, las alturas relativas van desde los 300m a los 500 m, al centro de la sierra se encuentra una gran cantidad de barrancas.

Serranía volcánica de Las Vigas El Tecuán: Forma el límite norte de la Fosa de Chapala, es una sierra con altos contrastes altitudinales y pendientes

²⁰ Los principales rasgos estructurales: los colores claros (fríos) corresponden con las zonas bajas como depresores tectónicas y planicies, los colores cálidos distinguen las grandes elevaciones, particularmente en el sur se observa Cerro Viejo y en norponiente La Primavera y entre estas dos una serie de lomeríos

inclinadas y geometría de sus vertientes asimétricas, la cara más abrupta corresponde con la interna.

Piedemonte volcánico de la Sierra de La Primavera: Es una unidad extensa, que se prolonga en dirección al oeste hacia San Isidro Mazatepec y al este hacia El Salto. Está constituida por una secuencia de material pumítico, parcialmente han sido erosionados la red de drenaje proveniente de La Primavera, en las partes bajas se intercalan con material lacustre.

Depresión Tectónica de Villa Corona: Forma parte del *rift* denominado Tepic-Zacoalco., la depresión contiene el lago de Atotonilco, es una zona activa ya que el sistema de fallas afecta notoriamente los conos volcánicos cuaternarios que se han emplazado al centro de la depresión. Valle Fluvio Lacustre de San Isidro: Representa una estructura tipo *rift* en donde se han emplazado procesos fluvio-lacustres formando una falla plana de poca pendiente.

Cerro Riolíticos Las Latillas: Son estructuras que forman una serie de lomeríos de altura media y altos, delimitan el piedemonte de La Primavera con las depresiones de Cajititlán. Es un cuerpo complejo afectado por un conjunto de fallas que han ocasionado se segmentación en una serie de cimas casi independientes, tiene en algunas laderas fuertes pendientes. Cerro El Madroño: Representa una de las estructuras más importantes de la zona de estudio, es un bloque volcánico afallado levantado diferencialmente y basculado al norte, por lo que, la cara que da al sur es la que presenta los mayores desniveles por erosión. La cara norte registra una menor pendiente, pero es muy dilatada, formándose una serie de importantes microcuencas las que han labrado profundas barrancas montañosas

Figura 22. Urbanización al margen de la Sierra de La Primavera.



Fuente. Archivo fotográfico POEL

Campo Volcánico de Acatlán de Juárez: Corresponde con un conjunto de formas volcánicas diversas; emplazadas en la margen izquierda del sistema de fallas que limita el Graben de Tepic-San Marcos. La tipología de formas va desde lomeríos compuestos por flujos de ignimbritas, conos monogenéticos y de tefra, hasta domos y coladas riolíticas a manera de cúpulas. Algunas formas están parcialmente desmanteladas por procesos erosivos o actividad volcánica secundaria.

Depresión Tectónica de Zapotitlán: Corresponde con el tren estructural del Graben de Tepic San Marcos. Representa una fosa rellena de materiales lacustres y volcánicos. Se conecta parcialmente con la cuenca de San Marcos mediante el cauce denominado El Molino.

Depresión Tectónica de Cajititlán: Forma parte del sistema de fallas de La Fosa de Tepic, representa una de las zonas con fuerte actividad volcánica y tectónica, existen registros de manifestaciones termales importantes. El graban está segmentado en dos sectores debido al emplazamiento de la actividad volcánica monogenética.

Figura 23. Depresión tectónica de Cajititlán dividida en dos sectores por el vulcanismo monogenético al fondo se puede observar el cerro de Cuexcomatlán.



Fuente. Archivo fotográfico POEL

Figura 24. Fosa de Chapala vista desde las márgenes de las sierras volcánicas.



Fuente. Archivo fotográfico POEL

Llanos Fluvio-Lacustres del Santiago: Son llanos formados entre las estructuras serranas que bordean Chapala y los Altos de Jalisco. Corresponde con sedimentos fluvio-lacustres, cuyos espesores pueden alcanzar los 300 m.

Cerros Volcánicos Monogenéticos Basálticos: De esta tipología de paisajes se encuentran pocas estructuras en la región, los principales son “El Cerro Cuexcomatlán” y otras lomas.

Planicie Compleja de Toluquilla: Esta unidad es una de las de mayor superficie en la zona de estudio, es una unidad que bordea la parte oriental de la Sierra de La Primavera, y termina en el cauce del Río Grande de Santiago. Al norte se separa del Valle de Atemajac por el Cordón Volcánico del Sur de Guadalajara, mientras que al sur por los lomeríos de Las Latillas y las lomas que limitan a la cuenca endorreica de Cajititlán. Está dividida en tres secciones la parte poniente (alta) su origen es volcánica pumítica, debido a la actividad de los domos El Tajo y Las Planillas, en la parte media se intercala secuencias volcánicas con lentes de material fluvial, y limos, y en la parte baja se intercalan sedimentos fluviales y materiales limo arcillosos con lentes de pómez re TRABAJADA.

Figura 25. Cerro Las Latillas.



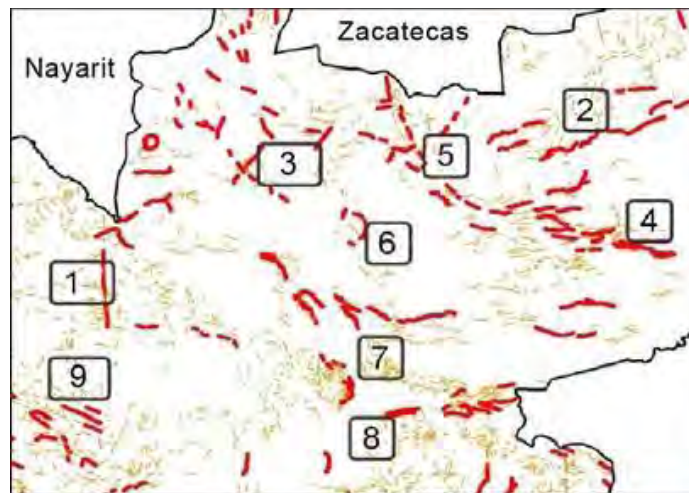
Fuente. Archivo fotográfico POEL

Cerro Las Latillas: Esta unidad corresponde con un conjunto de lomas parcialmente erosionadas asociadas con estructuras riolíticas del terciario que geológicamente pertenecen a la parte final de la Sierra Madre Occidental y parcialmente están sepultadas por la actividad joven de La Primavera.

3.2.4. Morfoalineamientos

En el municipio confluyen tres sistemas regionales de fracturación y fallas tectónicas, que se interceptan en la zona serrana de Cerro Viejo-El Madroño. Luhr y Carmichael (1980) denominan a este sistema: "unión triple". Los sistemas forman un bloque independiente que interactúa entre la placa norteamericana y la placa del Pacífico. El primer Sistema tiene una orientación NE-SE (Fosa Tepic); el segundo Sistema está dispuesto en sentido E-W (Fosa Chapala- Mesas de los Altos de Jalisco), y el tercer Sistema corresponde con un sistema orientado N-S (Fosa Colima).

Figura 26. Sistema de morfoalineamientos del centro de Jalisco.



1. Sistema de fallas de Mixtlan-Guachinanago
2. Sistema de fallas de Cañadas de Obregón-Río Verde
3. Sistema de fallas del Complejo de Tequila
4. Sistema de fallas de Zapotlanejo
5. Sistema de fallas de Río Santiago-San Cristóbal
6. Caldera de La Primavera
7. Sistema de fallas de la Fosa de Tepic-San Marcos
8. Sistema de fallas de la fosa de Sayula
9. Sistema de fallas de Cacoma-El Tuito

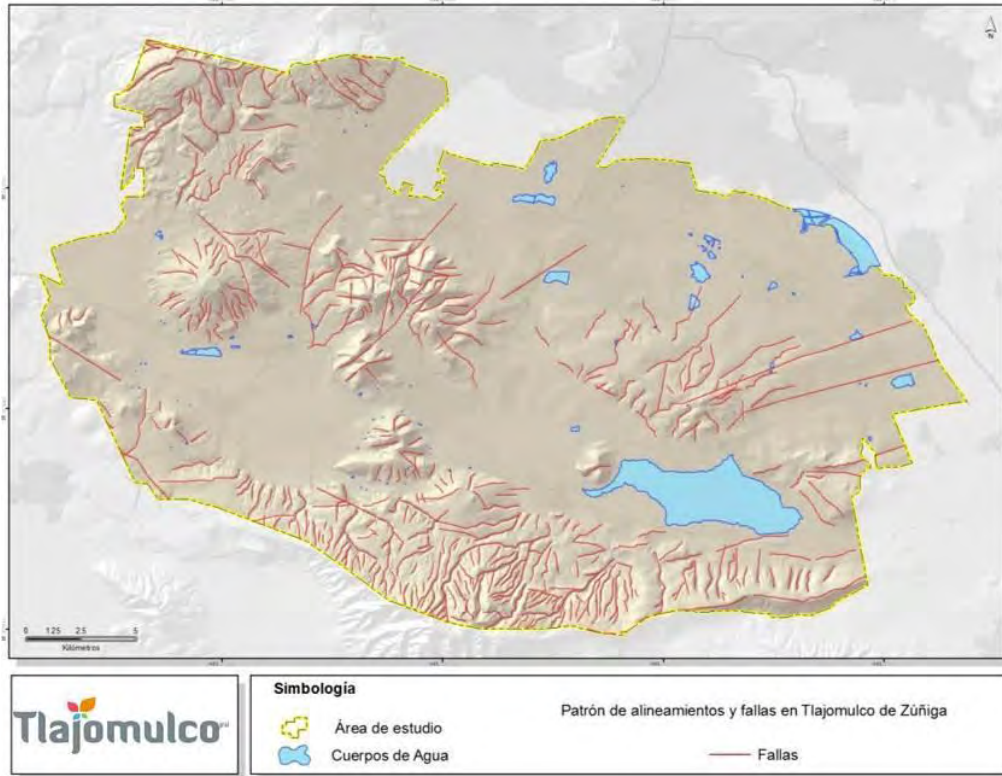
Fuente: Valdivia L, Castillo M, 2006.

Estos sistemas de fallas están poco estudiados, es por ello que los datos de carácter geológico y sismológico arrojan contradicciones en la explicación de los procesos tectónicos que se están generando. Por ejemplo, y de acuerdo con Rossotti *et al.* (2002), el segmento rectilíneo que controla la disposición del Cañón del Santiago, entre Los Camachos y San Cristóbal, es sísmicamente activo, como lo prueba el sismo de San Cristóbal de la Barranca, registrado en 1875 y el sismo de 1575 de Zacoalco de Torres.

Los rasgos estructurales principales como fallas y fracturas fueron documentados a partir de estudios anteriores y los morfolinamientos se obtuvieron gracias al trabajo que se hizo con el MDE, ello permitió encontrar tres familias de alineaciones, estas son: N100S, N500W, E-W y N650 E.

Los sistemas de fracturas N100S y N500W están orientados con las fallas de la Fosa Tepic, se encuentra al poniente de la Sierra de Tesistán. También fueron reconocidas una serie de estructuras anulares que probablemente, algunas de ellas, correspondan a calderas y domos emplazados, casi todos colapsados con excepción del Cerro La Col.

Figura 27. Patrón de alineamientos y fallas en Tlajomulco de Zúñiga



Fuente: Sistema de Información Geográfico. POEL 2020

El sistema principal está dispuesto en sentido NE-SO, afecta al cerro Sacramento y Las Latillas, así como la ladera de la sierra El Madroño, el segundo sistema en importancia ya que controla la disposición de los conos volcánicos y la actividad volcánica está sobre la ladera de la sierra El Madroño.

Los principales sistemas de morfolineamientos identificados son los siguientes:

Lineamiento de Ahuisculco-Villa Corona: Corresponde con el sistema de fallas que pertenecen a la Fosa Chapala. Es uno de los sistemas de falla maestra que definen una frontera tectónica de primera importancia en el occidente del país.

Sistema de falla de Chapala: Este presenta por una gran cantidad de fallas dispuestas E-O, ha generado grandes desplazamientos verticales de la corteza, y

por lo tanto fuertes desniveles topográficos. El Sistema constituye una serie de grabens y bloques levantados, mismos que conforman serranía muy escapada con fuertes contrastes altitudinales y una depresión en donde se ha formado el lago más importante del país.

Sistema San Marcos: Forma parte del patrón regional de Tepic, la influencia de estas estructuras tectónicas en el paisaje es de gran importancia, ya que controla la presencia de sierras con fuertes contrastes altitudinales.

Sistema La Primavera: Sus principales rasgos se asocian con estructuras de carácter anular (caldera), en donde se emplazan varios conjuntos de domos.

Sistema de fallas de La Sierra El Madroño: se marcan los tres sistemas principales que existen en la zona, así como un rasgo de tipo anular, el cual puede estar asociado a un cuerpo volcánico o, a una estructura calderica.

Sistema de fallamiento de Totoltepec: Por la secuencia geológica que afecta se reconoce como una de las más jóvenes para la zona de estudio, corta completamente el cuerpo volcánico del cerro.

Sistema de fallas de Las Latillas: Sobre estas estructuras riodacíticas se identifican una gran cantidad de lineamientos siendo los principales NO-SE y NE-SO, forma una serie de rasgos de tipo romboidal.

3.3 Hidrografía e hidrología

El conocimiento de un sistema hidrológico como el de Tlajomulco y los procesos que se relacionan con su red hidrográfica requieren analizar cómo se comporta en cada una de las cuencas, subcuencas o microcuencas del territorio municipal. La unidad máxima es la cuenca que delimita el territorio por un parteaguas donde se concentran los escurrimientos que fluyen en diversas direcciones de la red hidrográfica en convergencia con un río principal. La única cuenca persistente de Tlajomulco es la de Cajititlán, el resto se han ido diluyendo o fusionándose en subcuencas y microcuencas que se conectan con los municipios vecinos.

3.3.1 Características geomorfológicas del sistema hidrológico

La cuenca, subcuencas y microcuencas se caracterizan a partir de sus condiciones geomorfológicas que tienen que ver con los aspectos físicos de las mismas, particularmente su dimensión, la forma, geología, relieve, etcétera. Estos elementos permiten conocer el comportamiento espacial que tiene el régimen hidrológico de acuerdo a la combinación de factores insertos a todo lo ancho y lo largo del territorio de Tlajomulco.

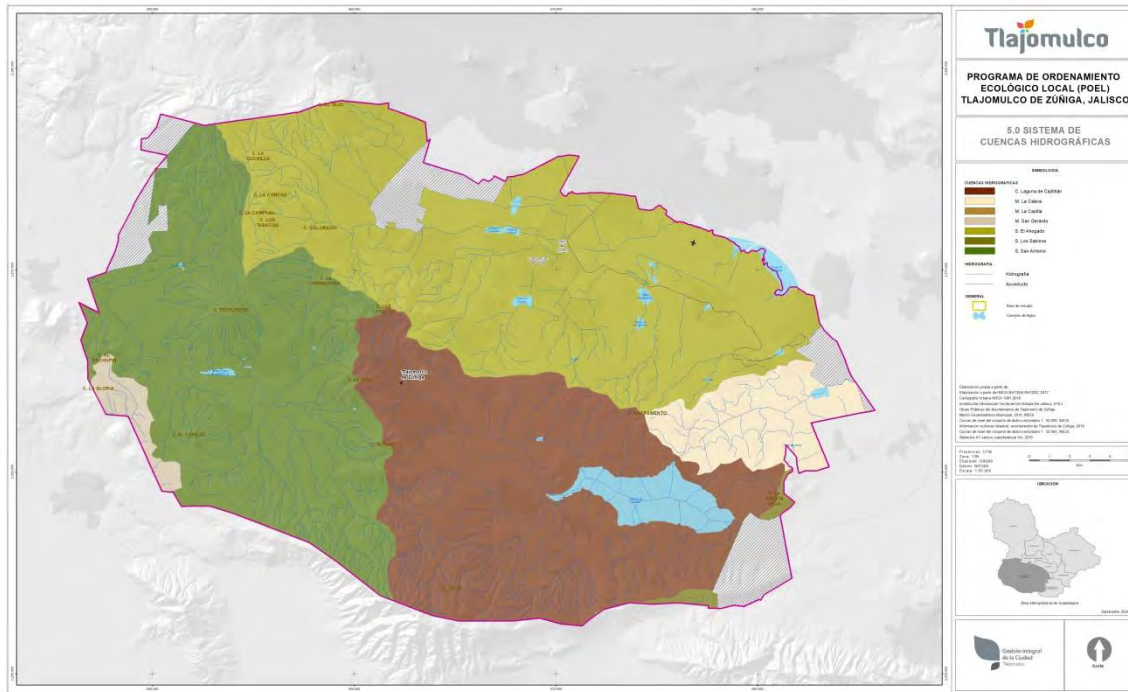
3.3.2 Localización y antecedentes

El sistema hidrológico de Tlajomulco de Zúñiga se encuentra territorialmente asentado dentro de la superficie que comprende dos cuencas:

1) Las cuencas del río Grande de Santiago en donde se encuentran la cuenca de Cajititlán, las subcuencas del Ahogado, y Los Sabinos, así como las microcuencas de la Calera y La Cañada.

2) La cuenca Zacoalco San Marcos Atotonilco en donde se ubican al oeste del municipio la subcuenca San Antonio y la microcuenca San Gerardo (ver figura 28).

Figura 28. Sistema de cuencas hidrográficas del Municipio de Tlajomulco de Zúñiga.



Fuente: Elaboración a partir de ITTEJ MDE y SIATL INEGI RH12EB-RH12DC.

Un antecedente muy importante para entender las transformaciones que ha sufrido la red hidrográfica es el fuerte proceso de urbanización que ha experimentado el territorio municipal a partir del año 2000. Debido a ello, el sistema hidrológico ha sido intervenido de distintas maneras ya sea suprimiendo cuerpos de agua superficiales, cambiando el curso de la red de canales y las vías de distribución del agua y modificando la dirección de los escurrimientos, suprimiendo o desviando diversos cursos y cauces de agua. En el análisis se identificaron corrientes que desaparecieron y otras que se bifurcaron, incluso donde existían manantiales éstos quedaron en distintos puntos desconexos. Además, las áreas urbanas no necesariamente siguieron las pendientes y el movimiento de los cauces de agua.

Dichas modificaciones han obligado a que el agua busque salidas que alteraron la red hidrográfica completa, por lo que se requiere estudiar hasta qué grado las modificaciones han afectado la propia red hidrográfica, con el fin de

precisar cómo se han cambiado las líneas de flujo del agua y los puntos de drenaje. Por otra parte, precisar los cambios de morfología e identificar las modificaciones de polígonos de subcuenca y cómo se convirtieron en varias microcuencas. Se trata, a fin de cuentas, de identificar los flujos del agua y ver si conservan cierta ruta que dé continuidad a las que fueron redes o corrientes principales dentro de Tlajomulco.

El inventario de la red hidrográfica mostrada en la figura 28 sirve de punto de partida para entender la funcionalidad y los cambios que ha sufrido la red actual. Ese proceso antrópico tan drástico que se ha generado en toda la región de Tlajomulco, en cierto modo se podía apreciar en los estudios desarrollados por el POEL anterior (2009), aunque este trabajo procede a partir de que logra documentar en varias fechas lo que va encontrando dentro del territorio y que se remonta en la mayoría de datos a los años de 1994 y 1995 y sólo en algunos casos logra identificar la situación del año 2007, siendo este el registro más actual en su rastreo cartográfico de la red hidrográfica municipal.

El estudio que se emprende para reconstruir la red hidrográfica partió del modelo SIATL 1981 en el que se identificaron los trazos iniciales y los cambios más notorios en la red de cauces para llegar a traslapar y comparar esos cambios en las imágenes actuales. Lo que lleva a identificar cómo han desaparecido tramos o partes de redes completas, así como las alteraciones de los trazos de la red anterior. Asimismo, se registraron cauces que no fueron considerados en el levantamiento anterior. A partir de ello se trazó el parteaguas y se buscó explicar cómo fue que se modificaron estas subcuencas y microcuencas. El análisis conduce a valorar las respuestas de la red hidrográfica alterada ante los eventos de precipitación y se señalan los puntos clave para reconstituir la red hidrográfica en un nuevo proceso.

En la tabla 23 se aprecia la dimensión del proceso antrópico que ha tenido lugar en la superficie de estos sistemas hidrológicos, viendo su proporción tanto en la superficie municipal como en la propia red hidrográfica.

Tabla 23. Valores de modificación en la longitud y cauces del sistema de cuenca, subcuencas y microcuencas del Municipio de Tlajomulco.

Sistema	Nombre	No de Cauces Ant	No de Cauces Act	Long Km Ant	Long Km Act	Cambio	Dif. Cauces	Dif. Long. (Km)
Subcuenca	El Ahogado	696	876	719.61	793.13	Mayor	180	73.52
Cuenca	Cajititlan	460	485	417.52	437.76	Mayor	25	20.24
Microcuenca	La Calera	27	74	42.95	72.20	Mayor	47	29.25
Microcuenca	La Capilla	3	15	11.02	17.37	Mayor	12	6.35
Subcuenca	Sabinos	574	553	415.90	377.41	Menor	21	38.49
Subcuenca	San Antonio	861	885	756.84	777.25	Mayor	24	20.41
Microcuenca	San Gerardo	68	85	58.77	75.37	Mayor	17	16.60

Fuente: Elaboración a partir de SIATL INEGI RH12EB-RH12DC, ITTEJ MDE y Google Earth 2016.

El proceso de modificación superficial cuantificado en la tabla de arriba muestra como muy preocupante el fenómeno de la diferencia de cauces respecto de los originarios que suman 326. Casi la mitad de estos corresponden a la Subcuenca del Ahogado, así como un incremento de las áreas de mayor cambio que drenan desde la red hidrográfica hacia El Ahogado, La Calera y Cajititlán que son por cierto los de mayor dimensión y presencia.

3.3.3 Dimensiones, tipología y características morfológicas

Las dimensiones de la superficie de la cuenca, subcuencas y microcuencas muestran en su mayoría valores de cuencas pequeñas, a excepción de la subcuenca del Ahogado que tiene un valor de superficie de cuenca intermedia a grande y la de San Antonio de pequeña a intermedia (Tabla 24). En cuanto a las características del relieve todas muestran valores para cuencas con cambios de pendiente y relieve pronunciado, por lo que estas cuencas son propicias a generar avenidas súbitas debido a que estas condiciones generan regímenes de flujo diferenciado y cambios en la velocidad del mismo. En los casos de La Calera, La Capilla, el Ahogado y San Gerardo en menor medida, son propicias a que los cauces principales de los subsistemas descarguen sus aguas al cauce principal de manera simultánea.

Tabla 24. Dimensiones del sistema de cuencas, subcuencas y microcuencas del municipio de Tlajomulco de Zúñiga.

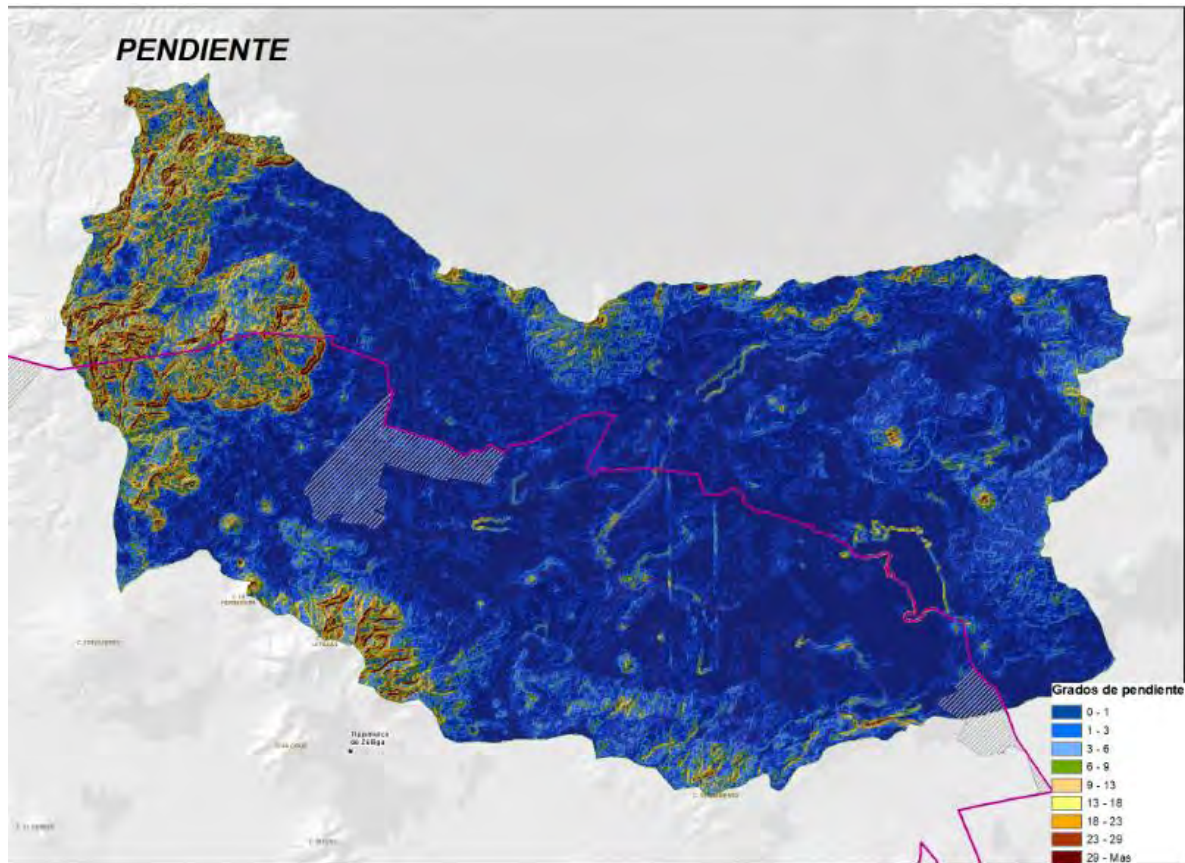
Sistema	Nombre	Área (Km²)	Perimetro (km)
Subcuenca	El Ahogado	511.27	118.90
Cuenca	Cajititlan	210.64	82.21
Microcuenca	La Calera	48.87	33.41
Microcuenca	La Capilla	13.09	19.04
Subcuenca	Sabinos	143.20	84.71
Subcuenca	San Antonio	380.93	153.71
Microcuenca	San Gerardo	43.89	43.24

Fuente: Elaboración a partir de SIATL INEGI RH12EB-RH12DC E ITTEJ MDE.

3.3.4 Factor pendiente

La influencia de la pendiente es determinante en el comportamiento de un sistema hidrológico dado que afecta o controla en gran medida la velocidad con la que se produce la escorrentía superficial, y por lo tanto se relaciona con el tiempo que tarda el agua de la lluvia para concentrarse en los lechos fluviales que constituyen la red de drenaje y el caudal que fluye por la red. Para la subcuenca del arroyo del Ahogado se obtuvo un valor de pendiente de tipo llano en los planos intermedios y bajos de la subcuenca con una baja capacidad para desalojar las aguas producto de los eventos de precipitación. En contraste, en diversos puntos altos de esta subcuenca se registran pendientes de hasta 40 y 50° o más, en las que la velocidad del agua es determinante. Las pendientes más pronunciadas se ubican en la zona de la Sierra de la Primavera, Cerro de las Latillas, Cerro del Cuatro, El Gachupín, El Quince, El Tesoro, La Punta, El Ocotillo y La Cola. En esos puntos las pendientes varían desde lo accidentado a lo escarpado, lo que genera que haya dos tipos de régimen de flujo en esta cuenca y en cada uno de sus arroyos (figura 29) con importantes cambios en la velocidad del flujo recurrente, así como la velocidad con que se conducen los volúmenes de agua.

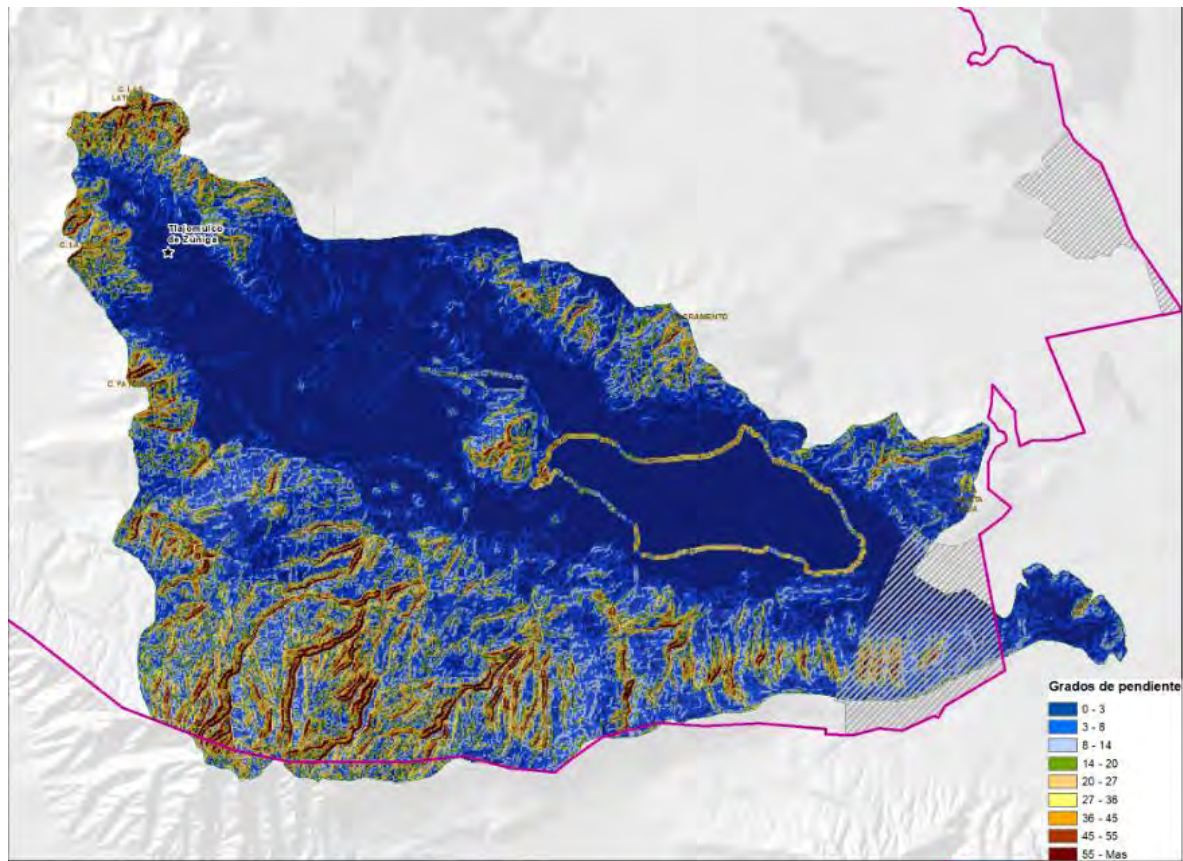
Figura 29. Mapa de pendientes para la subcuenca El Ahogado.



Fuente. Elaboración a partir de IITEJ MDE.

Para la Cuenca de la Laguna de Cajititlán se observa un valor de pendiente media de tipo suave con cambios en las zonas montañosas de la Sierra el Madroño, el Cerro de las Latillas, el Cerro de la Huerta Vieja, el Cerro de la Cruz, Sacramento, Cuexcomatitán y El Patomo, donde se dan tipos de pendiente desde accidentado hasta escarpado (figura 30) lo que genera patrones de régimen de flujo diferenciado, cambios en la velocidad y la energía cinética del mismo para cada uno de los arroyos que transportan los volúmenes de agua producto de los eventos de precipitación determinados.

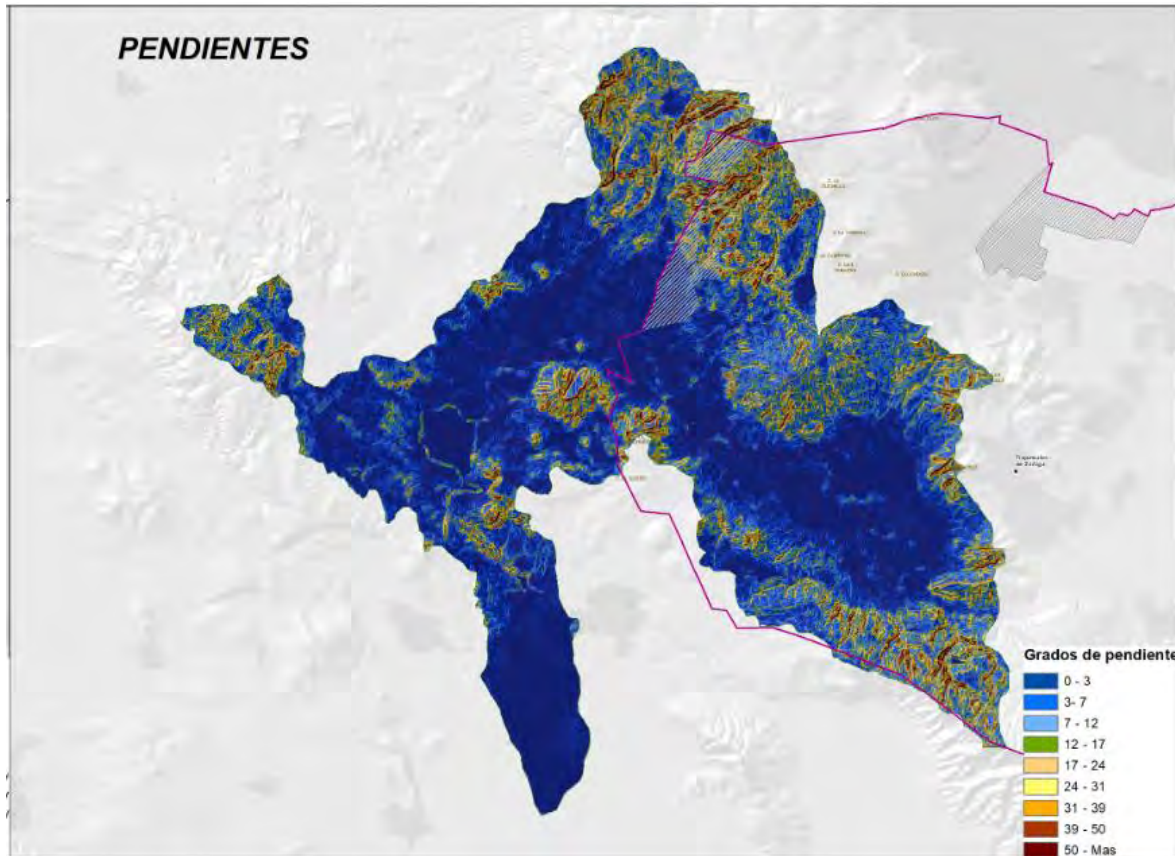
Figura 30. Mapa de pendientes cuenca de la Laguna de Cajititlán.



Fuente. Elaboración a partir de IITEJ MDE.

Para la subcuenca del Arroyo San Antonio se observa un valor de pendiente media de tipo suave con capacidad baja para drenar las aguas producto de los eventos de precipitación que se dan en la superficie de esta subcuenca. También se presentan fuertes cambios en los tipos de pendiente en las áreas que comprenden la Sierra de la Primavera, El Cerro de Totoltepec, El Cerro del Patomo, Cerro de la Cruz, Cerro de Mazatepec, Cerro El Conejo, El Chino, Cerro Colorado, Cerro el Novillero, Cerro la Villita, y el Cerro el Gachupín con valores que van desde una pendiente de tipo accidentado de más de 40 y 50° hasta escarpado (figura 31). Este patrón de cambio provoca significativos cambios de velocidad y de energía cinética del flujo recurrente, ralentizando a medida que se incorpora a los cauces principales ya sea de los arroyos tributarios o microcuencas, o bien del cauce principal de la subcuenca en cuestión.

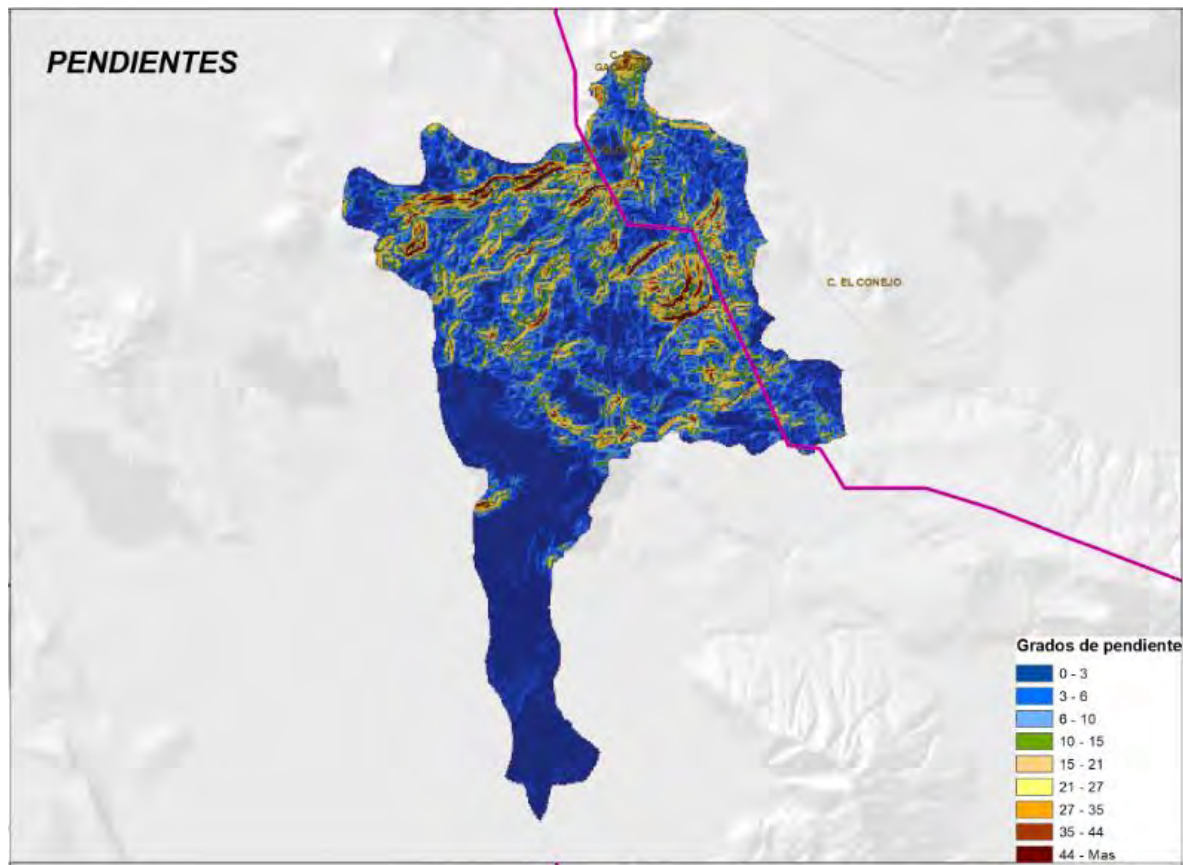
Figura 31. Mapa de pendientes para la subcuenca San Antonio.



Fuente. Elaboración a partir de ITEJ MDE.

En cuanto a la microcuenca del arroyo del Bordo de San Gerardo se observa una pendiente media de tipo suave con baja capacidad para drenar las aguas producto de los diferentes eventos de precipitación. A su vez, se dan significativos cambios en la velocidad y energía cinética del flujo resultante de estos eventos, dado el cambio en los valores de pendiente que van de tipo accidentado a fuertemente accidentado (con pendientes que no excedan de 40°. Las mayores se ubican en el sistema de elevaciones en la parte norte de la microcuenca donde se encuentran el Cerro de la Coronilla, el Cerro la Gloria y La Juicitera (figura 32).

Figura 32. Mapa de pendientes microcuenca San Gerardo.



Fuente. Elaboración a partir de IITEJ MDE.

3.3.5 Jerarquización de la Red de Drenaje

La subcuenca del arroyo El Ahogado que descarga sus aguas al Río Grande de Santiago ha sido modificada de manera sustancial, principalmente por la creación del acueducto o canal de las Pintas. Derivado de ello, el sistema de drenaje fue alterado en su condición natural. La condición actual refleja que ahora el sistema tiene 14 subsistemas y que antes eran sólo 3 (figura 33). De hecho, algunos cauces tributarios de las microcuencas Arroyo Seco y San Juanate ahora descargan directamente sus aguas hasta el acueducto o canal de las pintas que al recibir mayores descargas y con más velocidad se satura rápidamente. Esta subcuenca presenta valores en la situación actual que muestran una muy baja capacidad para drenar las aguas producto de los eventos de precipitación recurrentes, tal es el caso de la densidad de drenaje del

orden de 1.55 km/km^{221} además de una frecuencia de cauce de 0.60, que indica un periodo de tiempo relativamente largo para que el agua encuentre un cauce y una longitud media menor al kilómetro por cauce. A su vez los valores obtenidos para la relación de bifurcación y longitud de cauces indican que esta es una cuenca con modificaciones recientes que no están bien interconectadas y que requieren profundizar sus cauces, aumentar la capacidad de conducción, controlar los procesos erosivos y evitar el constante azolvamiento (tabla 25).

Figura 33. Red hidrográfica de la subcuenca del arroyo El Ahogado.



Fuente: Elaboración a partir de INEGI-RH12EB Y Google Earth.

Tabla 25. Parámetros de la red de drenaje de la subcuenca del arroyo El Ahogado.

²¹ El rango de valores de la densidad de drenaje que marca la relación entre la longitud de los cuerpos de agua dentro de la cuenca, subcuenca o microcuenca y el área total de la misma, se mide en términos de Km sobre km^2 . Se toman valores que van desde 0.5 km/km^2 que son propios de una cuenca de drenaje muy pobre hasta $3.5\text{-}4 \text{ km/km}^2$ que es el de una cuenca excepcionalmente bien drenada. Ver <http://ingenieriacivil.tutorialesaldia.com>

	No de Cauces	Long Km	Long. Media	Área Km ²	Densidad	Frecuencia
Total	876	793.13	0.91	511.27	1.55	0.60

Fuente: Elaboración a partir de INEGI-RH12EB.

En cuanto a los subsistemas comprendidos en la subcuenca del arroyo El Ahogado se observa el mismo patrón en la capacidad que tienen para drenar las aguas producto de las tormentas que se dan en la superficie, dado que en sus valores de longitud media sólo el arroyo Garabatos, el arroyo de la presa el Copal y el arroyo que lleva su trayecto del Valle Dorado a el acueducto o canal de las Pintas sobrepasan los 2 km/km². En cuanto a la densidad de las corrientes todas las microcuencas poseen valores bajos de densidad ya que ninguno alcanza el umbral de densidad media de al menos 3 km/km².

Por su parte la Cuenca de la Laguna de Cajititlán que también ha sido modificada en su valor de superficie y red de drenaje (figura 34) con la creación del canal de Cedros, muestra valores en cuanto a la relación de bifurcación y de longitud de los cauces de un estado de desarrollo más avanzado, aunque se puedan considerar como de reciente factura, pero con el agravante de que los procesos erosivos siguen modificando la profundidad de los cauces y aumentando gradualmente su extensión en la red. La cuenca muestra también un valor de densidad bajo con solo 2.08 km/km² y un valor de longitud media por debajo de un kilómetro por cauce, que aunado al valor obtenido de frecuencia indica un periodo de tiempo considerable para que el agua producto de los eventos de precipitación encuentre un cauce (tabla 26).

Figura 34. Red hidrográfica de la cuenca de la Laguna de Cajititlán.



Fuente: Elaboración a partir de INEGI-RH12EB Y Google Earth.

Tabla 26. Parámetros de la red de drenaje de la cuenca de la Laguna de Cajititlán.

	No de Cauces	Long Km	Long. Media	Área Km ²	Densidad	Frecuencia
Total	485.00	437.76	0.90	210.64	2.08	1.23

Fuente: Elaboración a partir de INEGI-RH12EB.

Para las microcuencas en que se divide este sistema se observan valores generalmente bajos y muy bajos de densidad de las corrientes, ya que solo la microcuenca de los arroyos Copalitas y San Lucas, alcanza el valor de 3.17 km/km² de densidad mediana a alta. En cuanto al valor de longitud media de los cauces, todos los sistemas que han desarrollado una red muestran valores bajos de longitud, estando la mayoría por debajo del kilómetro por cauce y solo 3 microcuencas sobrepasan su valor medio de 1 kilómetro para cada cauce (Tabla

Tabla 27. Parámetros de la red de drenaje de la microcuenca del arroyo La Calera.

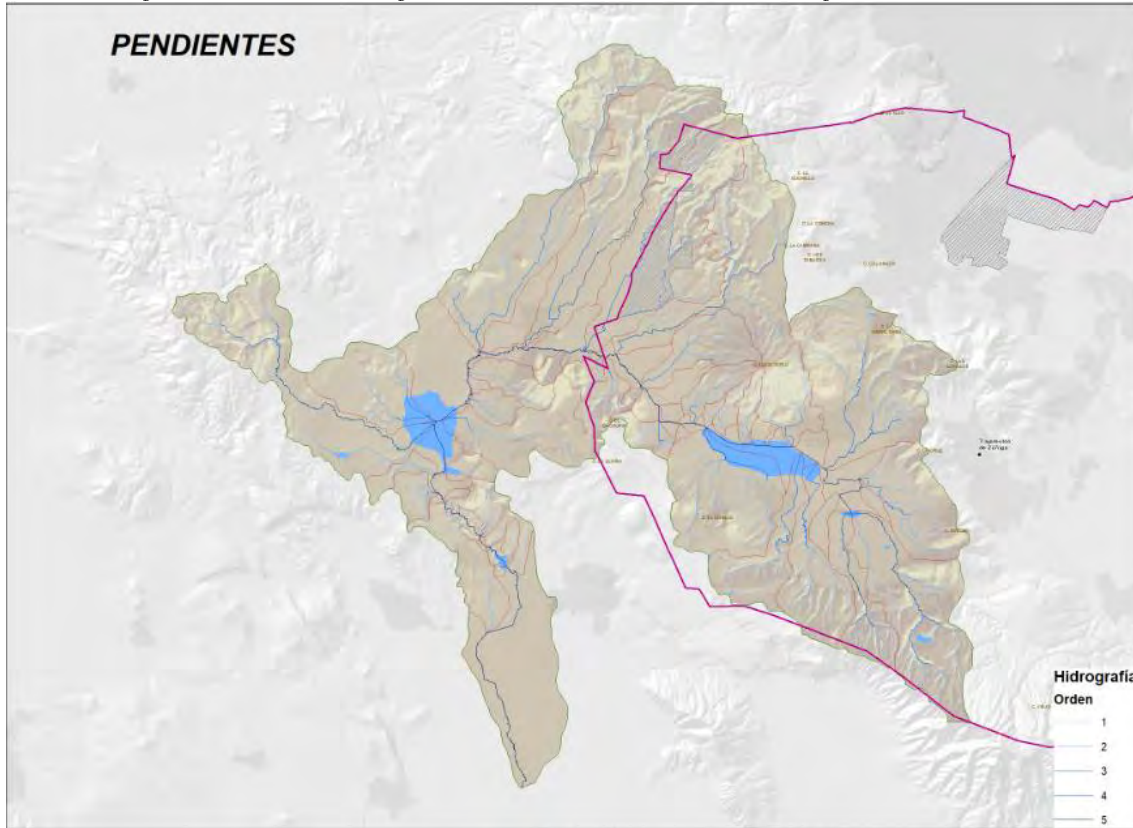
	No de Cauces	Long Km	Long. Media	Área Km ²	Densidad	Frecuencia
Total	74	72.20	0.98	48.87	1.48	0.52

Fuente: Elaboración a partir de INEGI-RH12EB

En lo que respecta a la subcuenca del arroyo San Antonio (figura 36) se observan valores de desarrollo del sistema principalmente para los cauces de orden 1, 2 y 3, aunque esta es una subcuenca en estado joven como lo muestran sus valores bajos de densidad de 2.04 km/km², motivo por el cual los cauces irán aumentando en número y en sus dimensiones en función de los procesos erosivos y las características de los materiales de los que está conformada. Esta subcuenca, de acuerdo a los valores obtenidos de densidad de drenaje, presenta resistencia a los procesos erosivos, texturas groseras y gran capacidad para permear las aguas producto de los eventos de precipitación recurrentes.

La subcuenca del arroyo San Antonio está compuesta por 50 subsistemas o microcuencas, las cuales presentan en general características de desarrollo bajo o muy bajos, dados sus valores de densidad inferiores todos, a los 4 km/km², a excepción del arroyo que inicia su trayecto aguas arriba en las vías del ferrocarril en Acatlán de Juárez (sin nombre documentado) y que cuenta con una densidad del orden de 7.22km/km². En cuanto a su longitud media todos los sistemas de microcuencas se encuentran debajo de los 2km por cauce, excepto el que corre paralelo a las vías del ferrocarril hacia Acatlán de Juárez y descarga sus aguas en la presa chica que cuenta con una longitud promedio de 2.73km por cauce. Cabe señalar que estos dos subsistemas que se encuentran contiguos y que hacen la diferencia respecto al patrón de los valores de densidad y longitud media del cauce son de orden 1, pero que al igual que los demás subsistemas poseen una baja capacidad para drenar las aguas dado su valor de longitud.

Figura 36. Red hidrográfica de la subcuenca del arroyo San Antonio.



Fuente: Elaboración a partir de INEGI-RH12EB y Google Earth.

Tabla 28. Parámetros de la red de drenaje de la subcuenca del arroyo San Antonio.

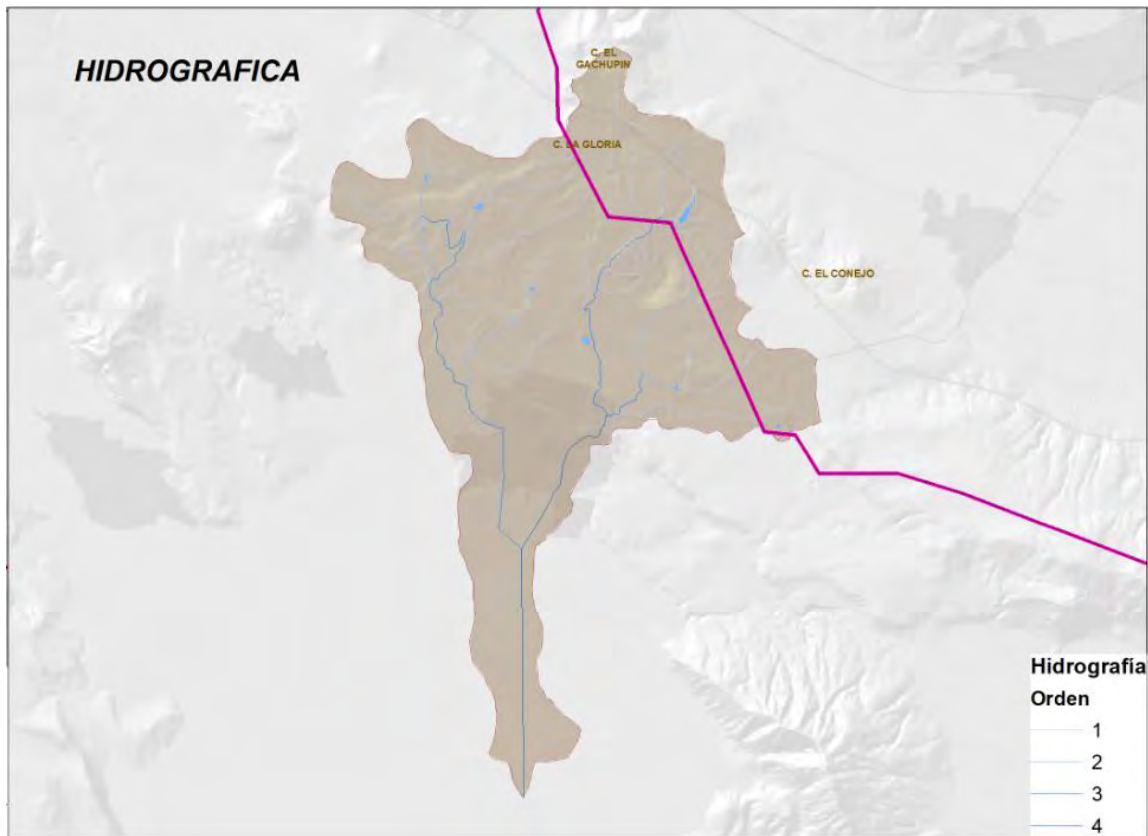
	No de Cauces	Long Km	Long. Media	Área Km ²	Densidad	Frecuencia
Total	885.00	777.25	0.88	380.93	2.04	1.03

Fuente: Elaboración a partir de INEGI-RH12DC.

Por su parte la microcuenca del arroyo del bordo de San Gerardo (figura 37) presenta valores de poco desarrollo en su ramificación de la red de drenaje dados sus valores de bifurcación. En cuanto a su densidad de drenaje se observa el mismo patrón al ser del orden de 1.72km/km². Este valor de densidad bajo indica la presencia de materiales resistentes a los procesos erosivos, con buena capacidad para permear las aguas y con materiales de textura grosera. A su vez, el valor de longitud media de los cauces al estar por debajo de la unidad y aunado al valor bajo de frecuencia de las corrientes, indica que las aguas

producto de los diferentes eventos de precipitación tardan periodos relativamente largos en encontrar un cauce.

Figura 37. Red hidrográfica de la microcuenca San Gerardo.



Fuente: Elaboración a partir de INEGI-RH12EB y Google Earth

Tabla 29. Parámetros de la red de drenaje de la microcuenca San Gerardo.

	No de Cauces	Long Km	Long. Media	Área Km ²	Densidad	Frecuencia
Total	85	75.37	0.89	43.89	1.72	0.79

Fuente: Elaboración a partir de INEGI-RH12DC.

Para resumir, de las características anteriores así como las variadas longitudes de estos cauces, la situación más crítica se observa en la subcuenca de El Ahogado dado que solo las microcuencas de los arroyos de las presas Capulín, el Zapote y la presa el Copal, además de los arroyos que en su trayecto van del paseo de los Agaves hasta el Capulín y a Real del Valle descargan en el acueducto a la altura de Adolfo Horn y pueden descargar sus aguas en menos de

una hora, siendo este último el que lo hace en un periodo de tiempo menos prolongado, con un valor estimado de 44 minutos.

Por otra parte, el resto de los cauces principales de estas microcuencas mostraron una capacidad de transporte de las aguas baja, dado que toman periodos de tiempo más largos en drenar las aguas hacia su salida, siendo el cauce principal del arroyo Seco el que tiene una capacidad más baja ya que observa un tiempo de concentración del orden de 8 horas superior al que tiene el Ahogado que es el que es el que drena a la salida de la subcuenca y que tarda 4 horas y 49 minutos. A esta condición de tener un tiempo de concentración superior al de la microcuenca donde está la desembocadura de este sistema, habrá que asociar al arroyo Garabatos con 5 horas y 34 minutos y el San Juanate con 6 horas 27 minutos, siendo además estos los sistemas más modificados. El resto de los sistemas muestran tiempos de concentración superiores a la hora, pero inferiores al tiempo de concentración del cauce que descarga las aguas de todo el sistema, aunque de manera modificada como ya se explicó anteriormente.

3.3.6 Características de la precipitación

Para conocer las características que tiene la precipitación en el sistema de cuenca, subcuencas y microcuencas de Tlajomulco de Zúñiga, se hace un análisis espacial y temporal que determina las probabilidades de ocurrencia de los eventos de precipitación máximos que permitan obtener los valores de las tormentas con las características de intensidad y duración, así como la frecuencia y la probabilidad de ocurrencia de las mismas.

3.3.6.1. Probabilidad de lluvia

Cuando se investiga la variabilidad de la lluvia y la estimación de probabilidades, se trata de saber con qué frecuencia se recibirá determinada cantidad de lluvia y la frecuencia con que se tendrá una cantidad superior o inferior a ella. El resultado se expresa en forma de fracción o porcentaje de probabilidad. Por ejemplo 0.75 o 75% de probabilidad; o bien, 1 de cada 4, o 5, o 10 años, etc. (Ortiz, 1987).²²

²² Ortiz Solorio (1987) pág. 161

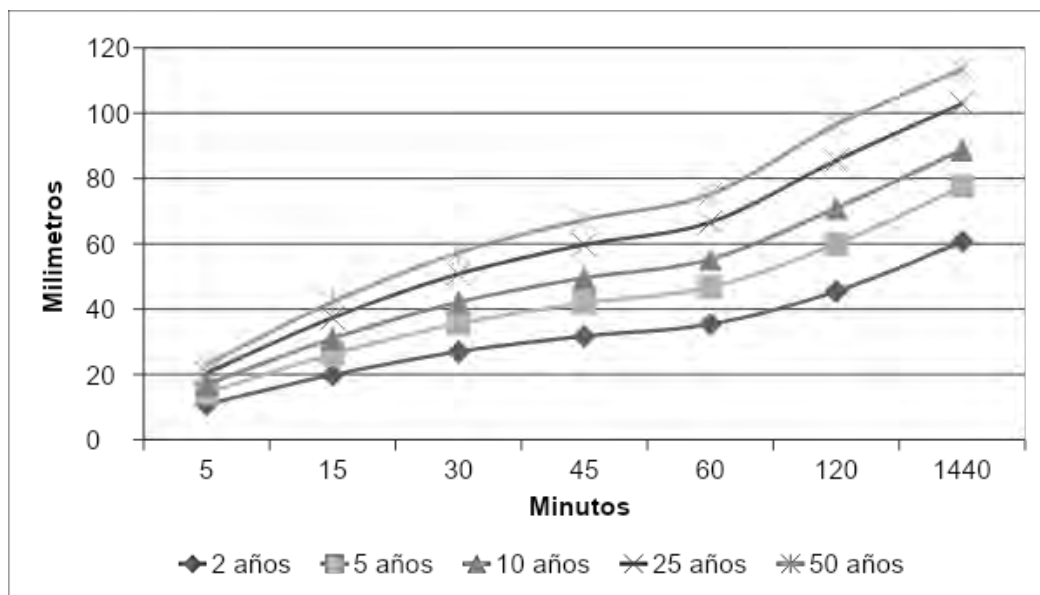
Los resultados obtenidos se representan en la tabla 30, donde se incluyen los valores de duración de 1440 minutos que equivalen a 24 hrs, en los cuales se obtiene el mismo valor para los distintos periodos de retorno.

Tabla 30. Intensidad duración periodo de retorno. Estación Tlajomulco.

Periodo de Retorno Años	Intensidad de la lluvia en milímetros por intervalo de tiempo						
	5 min	15 min	30 min	45 min	60 min	120 min	1440 min
2	10.9	19.9	27.0	31.7	35.4	45.4	60.7
5	14.3	26.2	35.6	41.9	46.7	60.0	77.6
10	16.9	31.0	42.1	49.5	55.3	70.9	88.8
25	20.4	37.4	50.7	59.7	66.6	85.5	102.9
50	23.0	42.2	57.2	67.3	75.2	96.5	113.4

Fuente: Elaboración propia.

Figura 38. Curvas de Intensidad Duración Periodo de Retorno. Estación Tlajomulco.



Fuente: Elaboración a partir de los datos de la Tabla 30.

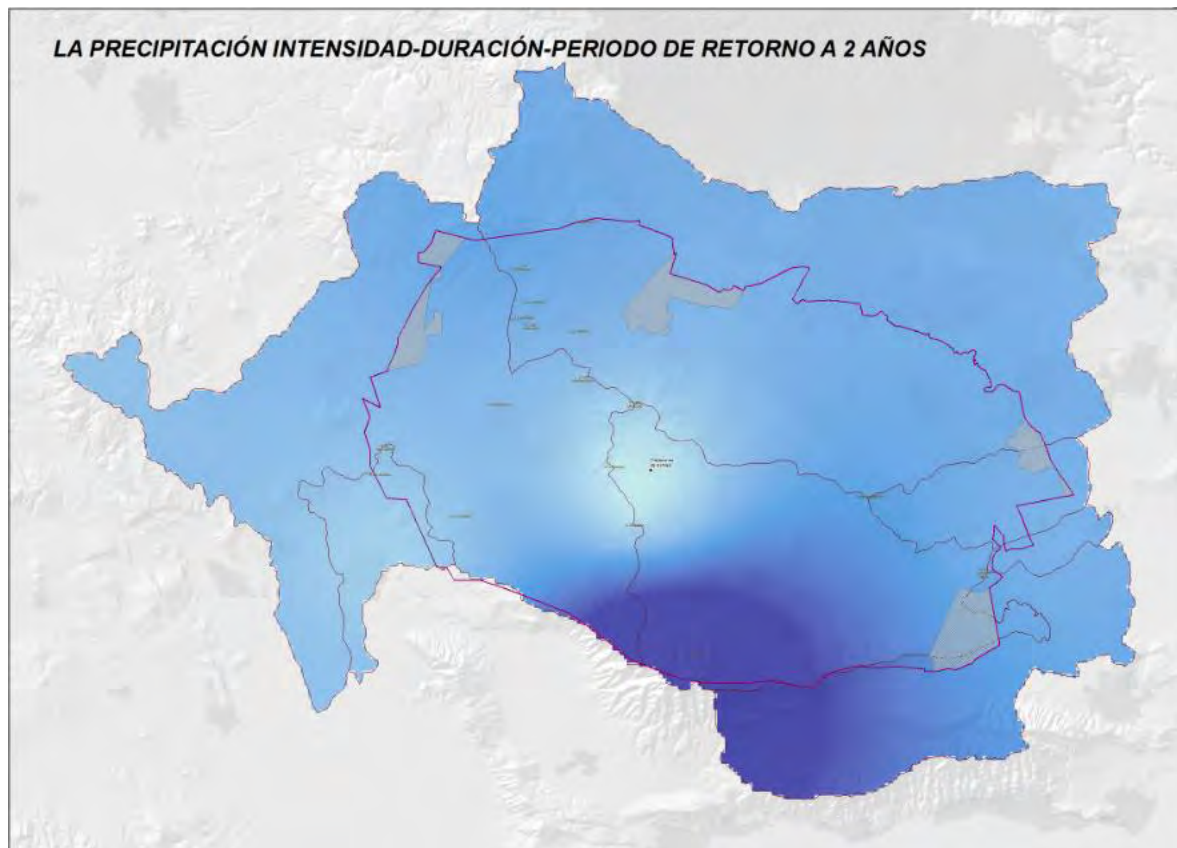
La gráfica de arriba muestra que es posible inferir que al menos una vez cada 2 años se igualara o se supera una tormenta de 60.7 milímetros y cada 5 años se registra una de 77.6 milímetros. Los valores estimados muestran además que una tormenta de 88.8 será igualada o superada en intensidad en un periodo de 10 años, mientras que cada 25 años al menos se presentará una tormenta de 102.9 milímetros de altura. Por último y con menos recurrencia, una tormenta

de 113.4 milímetros será alcanzada o superada en intensidad al menos cada 50 años. Todo esto a partir de la información existente para la estación de Tlajomulco de Zúñiga.

3.3.6.2 Distribución espacial de la precipitación

Los valores que indican los patrones del comportamiento temporal y de la magnitud de la precipitación máxima observable en torno y dentro del sistema de cuenca, subcuencas y microcuencas de Tlajomulco de Zúñiga servirán de insumo para obtener el comportamiento espacial de la precipitación que se refleja en las figuras de abajo que proyectan las situaciones en los puntos extremos de 2 y 50 años.

Figura 39. Distribución de la precipitación para el sistema de cuenca, subcuencas y microcuencas de Tlajomulco. Periodo de retorno a 2 años.



Fuente: Elaboración a partir de los datos de la tabla 30

Por su parte, para el periodo de retorno a 50 años los valores estimados se expresan en la tabla 31 que incluye datos de varias estaciones meteorológicas de los municipios colindantes con Tlajomulco.

Tabla 31. Valores de precipitación máxima probable Periodo de retorno a 50 años.

Estacion	Precipitación mm
Acatlan	110.2
Huerta Vieja	124.5
Tala	135.9
Tlajomulco	113.4
Tlaquepaque	163.7
F. S.Madroño	230.4
F. La Primavera	234
Zacoalco	95
Zapopan	151.4
Zapotlanejo	110.5

Fuente: Elaboración a partir de SMN-CONAGUA 1985-2014.

Al observar el comportamiento de los datos estimados para los diferentes periodos de retorno, se infiere que las tormentas relativamente más intensas se dan en la superficie de la parte Norte-Noroeste y Sur-Sureste debido a la presencia de las Sierras de la Primavera y del Madroño, las Vigas, el Travesaño y el Ixtle. En contraparte, los valores de menor intensidad se dan en las partes Centro y Suroeste. Es necesario señalar en base a los valores estimados de la probabilidad de ocurrencia de este tipo de tormentas, que las lluvias relativamente menos intensas (2 y 5 años) tienen una probabilidad de ocurrencia mayor, siendo la de 2 años la más recurrente, mientras que las de mayor intensidad (10, 25 y 50 años) muestran una probabilidad de ocurrir menos frecuente en el tiempo, pero que dada su intensidad pueden desencadenar situaciones altamente conflictivas para quienes habitan en la superficie de alguno de estos sistemas hidrológicos.

3.3.7. Características de la escorrentía

La relación de la lluvia y la escorrentía es de suma importancia para completar la caracterización del sistema de cuenca, subcuencas y microcuencas de Tlajomulco de Zúñiga e identificar las condiciones que guarda con el territorio dado que la red hidrográfica funciona como unidad integral de captación de agua. Para determinar los valores de caudal que registran estos sistemas es necesario conocer primero los valores de precipitación que se convierten en lluvia efectiva.

3.3.7.1 Factores que influyen en la escorrentía superficial

Los factores que influyen en la génesis de la escorrentía superficial según Monsalve (1995) pueden ser de naturaleza climática (precipitación), fisiográfica (dimensión de la cuenca) y de naturaleza humana (intervención).

Factores climáticos: Entre estos se encuentra la intensidad de la precipitación, debido a que cuando esta es mayor, el suelo colma su capacidad de infiltración y provoca un exceso de precipitación que escurre superficialmente. El segundo factor climático es la duración de la precipitación, que es directamente proporcional a la escorrentía superficial. El tercer factor es la precipitación antecedente, debido a que cuando un suelo se encuentra húmedo debido a una precipitación anterior tendrá mayor facilidad de convertirse en escorrentía superficial.

Factores fisiográficos: Son los que influyen de manera más determinante en la génesis de la escorrentía se encuentran el área que está directamente relacionada con la mayor o menor cantidad de agua que puede captar y la escorrentía superficial que puede generar la cuenca en cuestión. El segundo factor es la permeabilidad que influye directamente en la capacidad de infiltración ya que mientras mayor sea ésta será menor la capacidad de producir escorrentía superficial. El tercer factor es la pendiente de la cuenca que debido a acción gravitatoria influye en la capacidad de infiltración del suelo.

Factores humanos: Estos influyen en la génesis de la escorrentía mediante la intervención y la modificación de las condiciones naturales de la cuenca, mediante la transformación de los cauces, la cobertura del suelo, etcétera.²³

3.3.7.2. Enfoque para el análisis de la escorrentía

De acuerdo con el método racional según Monsalve (1995) usualmente la escorrentía superficial es la que resulta de una lluvia capaz de producir una creciente en el curso o corriente de agua. La escorrentía varía según el tipo de suelos, calles, pastos, zonas residenciales y superficies arboladas.

Tabla 32. Valores del coeficiente de escorrentía.

²³ Monsalve (1995) pág.192

Tipo de Área de Drenaje	Coefficiente de Escorrentía	Clave
PRADOS		
Suelos Arenosos, Planos, 2%	0.05 - 0.10	PDS-SA-PLN
Suelos Arenosos, promedio, 2 - 7%	0.15 - 0.20	PDS-SA-PMD
Suelos Pesados, Planos, 2%	0.13 - 0.17	PDS-SP-PLN
Suelos Pesados, promedio, 2 - 7%	0.18 - 0.22	PDS-SP-PMD
DISTRITOS COMERCIALES		
Áreas de Centro de Ciudad	0.70 - 0.95	DSTCM-CNCD
Áreas Vecinas	0.50 - 0.70	DSTCM-VEC
RESIDENCIAL		
Áreas Casas Individuales Separadas	0.30 - 0.50	RES-CIS
Áreas Casas Multifamiliares Separadas	0.40 - 0.60	RES-CMS
Áreas Casas Multifamiliares Unidas	0.60 - 0.75	RES-CMU
Área Suburbanas	0.25 - 0.40	RES-SUB
Áreas de Aparatamentos de Vivienda	0.50 - 0.70	RES-APVIV
INDUSTRIAL		
Áreas Livianas	0.50 - 0.80	IND-LIV
Áreas Pesadas	0.60 - 0.90	IND-PES
PARQUES, CEMENTERIOS	0.10 - 0.25	PQS-CMNT
CAMPOS DE JUEGOS	0.20 - 0.35	CMPS-JGOS
ÁREAS DE PATIOS DE FERROCARRILES	0.20 - 0.40	PTS-FFCC
ÁREAS NO DESARROLLADAS	0.10 - 0.30	NO-DSRR
CALLES		
Asfaltadas	0.70 - 0.95	CLLS-ASFT
Concreto	0.80 - 0.95	CLLS-CNCT
Ladrillo	0.70 - 0.85	CLLS-LDLL
CALZADAS Y ALAMEDAS	0.75 - 0.85	CALZ-ALMD
TECHOS	0.75 - 0.95	TCHS

Fuente: Elaboración a partir de Monsalve (1995).

3.3.7.3. Hidrograma unitario de una cuenca

El hidrograma sirve para dos cosas: a) comprender las variaciones estacionales de las características superficiales de la cuenca, lo que implica ver las precipitaciones antecedentes y cómo influyen o no en la distribución y duración temporal de la escorrentía superficial producida por una lluvia determinada. b) hacer el cálculo de la escorrentía superficial producida por cualquier otra lluvia neta, pues se supone que el sistema es lineal e invariante en el tiempo.²⁴

²⁴ Monsalve (1995: 215)

3.3.7.4. Características de la relación lluvia-escorrentía en el sistema de Tlajomulco

La relación lluvia-escorrentía y posteriormente la elaboración de la cartografía e hidrograma correspondientes se establece a partir de un análisis cuantitativo del comportamiento de cada una de las microcuencas así como para las subcuencas o cuenca en su caso. El dato sirve para conocer los valores de caudal máximo a raíz de la ocurrencia de los fenómenos hidrometeorológicos y los valores de precipitación máxima.

Una vez conocidos los valores de Caudal Máximo (Q) y tiempo de concentración es posible saber en cuánto tiempo se drenará el volumen total escurrido y a partir de esto es posible generar el hidrograma correspondiente al periodo de retorno con el que se determina modelar la respuesta de los sistemas a lluvias en el periodo de retorno a 2 años, dado su alto valor de probabilidad de ocurrencia.

Dada la complejidad del proceso de urbanización observado en Tlajomulco y la estrecha relación que mantiene el uso que se le da a la superficie que sus habitantes ocupan, se determinó hacer la comparativa entre 1981, (año en que fue posible encontrar la información requerida) y la condición actual al . La comparación permite apreciar el fuerte impacto del proceso urbano en el ciclo natural del agua.

3.3.7.5. Condición hidrológica y escorrentía de la subcuenca del arroyo El Ahogado

Figura 40. Mapa de cobertura por condición hidrológica.

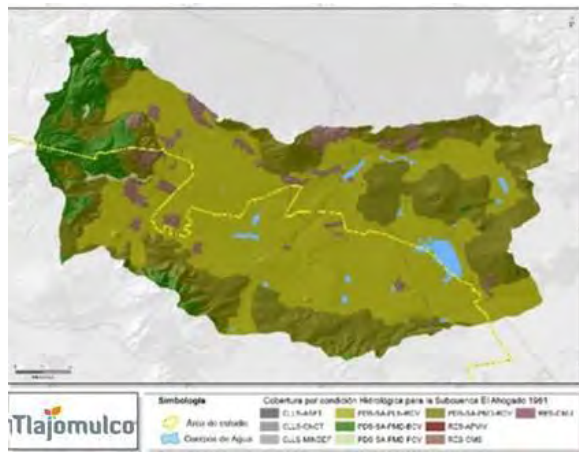
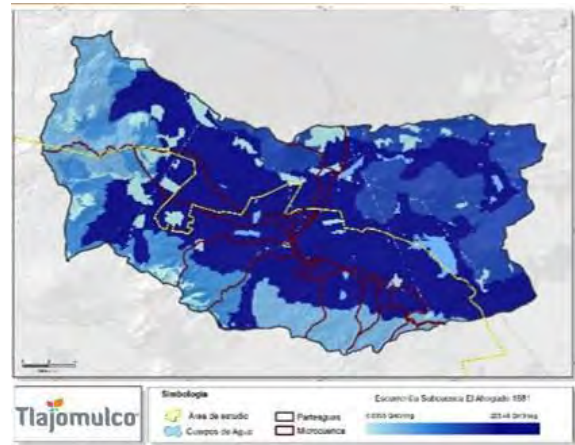


Figura 41.. Escorrentía subcuenca del Ahogado Municipio de Tlajomulco (1981).



Las coberturas por condición hidrológica y valores de escorrentía para el año 1981 y se muestran en las figuras 40 y 41.

Fuente: Elaboración a partir de INEGI Cartografía Urbana 1981 y Google Earth.

Los valores obtenidos de cobertura de la superficie que ocupa la subcuenca del arroyo El Ahogado muestran en 1981 un grado muy bajo de desarrollo de la mancha urbana con solo 3.87 % de superficie amanzanada y solo el 0.004 % de construcción total por manzana. En su gran mayoría la subcuenca se encuentra utilizada para fines agrícolas, salvo las zonas montañosas donde se conserva la vegetación natural, a excepción del cerro del 4, Gachupín y el Tajo, donde ya se empieza a percibir la ocupación territorial de la mancha urbana. En la zona del valle, solo se perciben pequeños desarrollos urbanos aislados en las localidades de San Agustín, San Sebastián, Santa Anita, la Tijera, Santa Cruz del Valle y la Unión del Cuatro. En total la mancha urbana ocupa solo el 5.1% de la superficie total de la subcuenca del arroyo el Ahogado para el año de 1981.

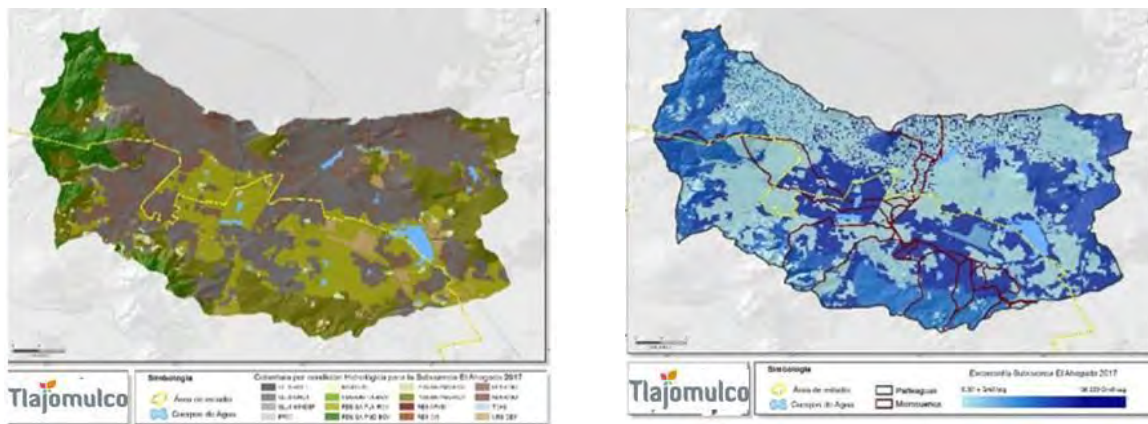
Tabla 33. Superficie urbanizada subcuenca del arroyo El Ahogado Condición Previa (1981).

Tipo	Codición	Superficie Km ²	Superficie %
Urbanizada	Previa	26.165	5.118
No urbanizada	Previa	476.819	93.262

Fuente: Elaboración a partir de INEGI Cartografía urbana 1981 y Google Earth.

Para la condición hidrológica de se observa un incremento sustancial del desarrollo de la mancha urbana en sentido Norte-Sur (figuras 42 y 43), reduciéndose de manera considerable la superficie agrícola del Valle de Toluquilla. Las localidades antes aisladas ahora se encuentran unidas por el desarrollo gradual de fraccionamientos en las zonas intermedias de estas y se incrementan las áreas construidas de los cerros el Tajo, el Cuatro, Santa María, el Tesoro, el Gachupín, San Bartolo, Escondido y San Martín. También crece la mancha hasta el piedemonte de los cerros de la Campana, la Concha y la Cuchilla en Santa Anita y las Latillas en Jardines de San Agustín.

Figura 42. Mapa de cobertura por condición hidrológica. Figura 43. Escorrentía para la subcuenca del Ahogado Tlajomulco de Zúñiga ().



Fuente: Elaboración a partir de INEGI Cartografía Urbana 2016 y Google Earth

La ocupación territorial de la superficie en el sube a un valor superficial de más de 190 Km² de manzanas construidas, además de que las calles en total ocupan ya más de 8% del total de la superficie. A su vez del 2016 al se urbaniza 2.9 % de la superficie y se encuentra en desarrollo o en proceso inicial de construcción (desmonte) 1.3% de la superficie. En total, la mancha urbana ocupa

territorialmente la mitad de la superficie que comprende la subcuenca del arroyo El Ahogado, con un valor superficial estimado de 257.8 km² (Tabla 34).

Tabla 34. Superficie urbanizada subcuenca del arroyo El Ahogado Condición Actual ()

Tipo	Codición	Superficie Km²	Superficie %
Urbanizada	Actual	257.873	50.438
No urbanizada	Actual	245.899	48.096

Fuente: Elaboración a partir de INEGI Cartografía urbana 2016 y Google Earth.

Los valores arrojados para cada una de estas coberturas muestran de manera significativa un aporte de más de 1300 m³ de caudales de escorrentía en las manzanas construidas, mientras que las áreas que mediante el proceso se determinaron como urbanizadas del 2016 al aportan 133.7 m³. Por su parte el sistema de calles aporta en total más de 440 m³ que como ya se explicó anteriormente tienen un aporte del orden de 10 m³/km² o más. Las áreas provistas con vegetación ya muestran valores de caudal inferiores a los de las coberturas propias de la urbanización, dado su déficit superficial, siendo las coberturas de vegetación de condición regular (50% vegetación aproximada) con pendiente (zonas montañosas) la que produce un volumen escurrido más alto con 200 m³ ante una precipitación de la magnitud y la intensidad mencionada.

En total el área urbanizada pasa de 26 a 257 km² y aporta 1926.2 m³ del volumen total escurrido que genera la subcuenca del arroyo el Ahogado ante una lluvia de la magnitud e intensidad determinada, cuando en 1981 previo al proceso de urbanización descrito solo generaba 201.8 m³ con una lluvia de la misma magnitud e intensidad.

Tabla 35. Relación de crecimiento superficie urbanizada-volumen de caudal subcuenca del arroyo El Ahogado.

Tipo	Codición	Superficie Km²	Qm³	Codición	Superficie Km²	Qm³
Urbanizada	Previa	26.165	201.815	Actual	257.873	1926.216
No urbanizada	Previa	476.819	640.038	Actual	245.899	364.291

Fuente: Elaboración a partir de INEGI cartografía urbana 1981 y 2016, Google Earth-Pro, y SMN-CONAGUA.

A su vez, las microcuencas en las que este sistema hidrológico se desagrega muestran incrementos muy elevados en los volúmenes de sus cauces principales descritos y con los tiempos de concentración mencionados anteriormente. De entre estos destaca el arroyo que en su trayecto va de Real del Valle y desemboca a la altura de Adolfo Horn (sin nombre registrado) con un incremento de 535.37 % respecto al volumen que generaba en 1981. A su vez los arroyos del Ahogado y el arroyo de la presa el Zapote del Valle muestran incrementos de volumen del 219.5 y 217.7%, mientras que los arroyos el Cuervo, Garabatos, Seco, San Juanate y los que en su trayecto van del Cerro de las Latillas a Unión del Cuatro y del paseo de Los Agaves a El Capulín (sin nombre registrado) arrojan incrementos de entre 140 y 200%. Solo los arroyos de la presa el Capulín, presa Reventada, El Copal y los que en su trayecto van de Valle Dorado y de Zapote del Valle al canal de las pintas (sin nombre registrado) muestran incrementos menores al 40% respecto al volumen que generaban en la condición hidrológica previa (1981), con una tormenta de la misma magnitud e intensidad. Cabe mencionar que estos incrementos en estos subsistemas son los que pueden tornarse como situaciones de peligro, dadas las características geomorfológicas de la subcuenca. En total la subcuenca del arroyo el Ahogado muestra un incremento de 1448.6 m³ de 1981 al , lo que equivale a un incremento del orden de 172.07 %, dadas las condiciones de intervención de carácter antrópico en la superficie de la misma.

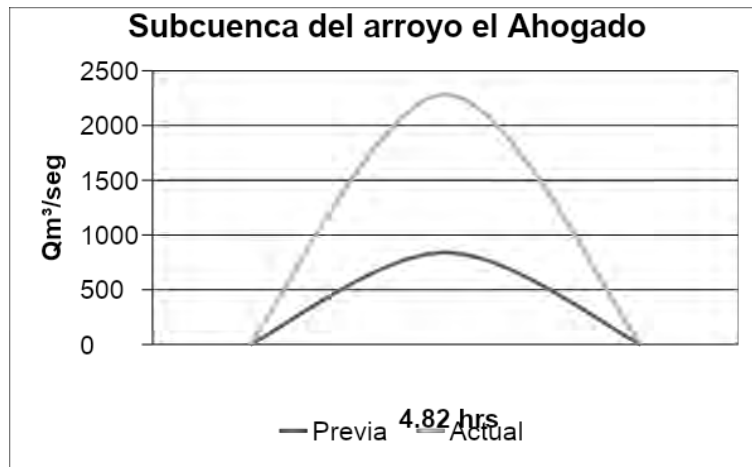
Tabla 36. Relación de volúmenes caudal subcuenca del arroyo El Ahogado.

Cond. Previa m³	Cond. Actual m³	Incremento m³	Incremento %
841.854	2290.507	1448.653	172.079

Fuente: Elaboración a partir de INEGI Cartografía urbana 1981 y 2016, Google Earth-Pro, y SMN-CONAGUA.

Finalmente, a partir de los resultados se construye el hidrograma correspondiente con los volúmenes de caudal máximo en m³/segundo obtenidos para cada una de las condiciones hidrológicas (previa y actual).

Figura 44. Hidrograma unitario subcuenca del arroyo El Ahogado 1981-.



Fuente: Elaboración a partir de los datos de la Tabla 35.

3.3.7.6. Condición hidrológica y escorrentía de la cuenca de Cajititlán

La condición previa de la cuenca de la laguna de Cajititlán tenía áreas urbanizadas relativamente pequeñas en las localidades de San Juan y San Lucas Evangelista, la Cabecera Municipal de Tlajomulco de Zúñiga, Cajititlán, Lomas de Tejeda, San Miguel Cuyutlán, Cuexcomatitán y Cedros (ver figuras página siguiente)

Figura 45. Mapa de cobertura por condición hidrológica.

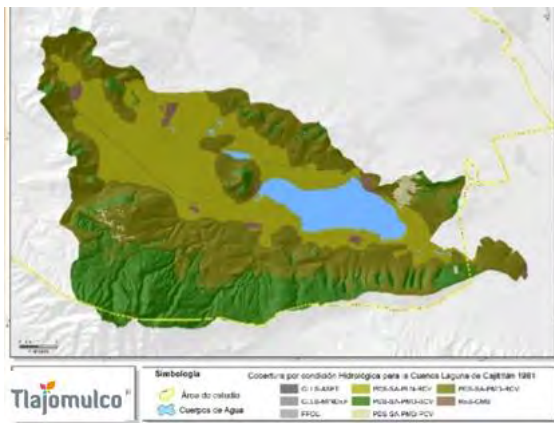
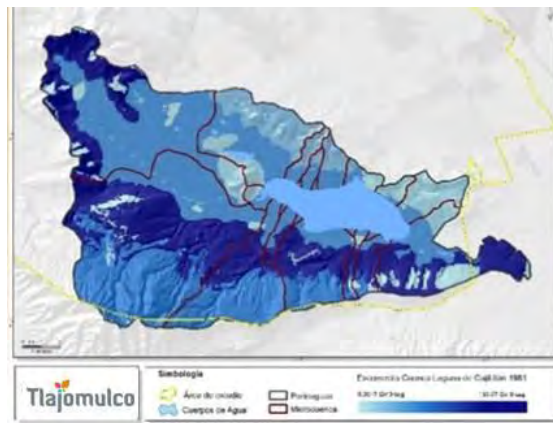


Figura 46. Escorrentía cuenca de la laguna de Cajititlán Municipio de Tlajomulco (1981).



Fuente: Elaboración a partir de INEGI Cartografía Urbana 1981 y Google Earth

Las coberturas obtenidas mediante el proceso descrito para esta condición muestran solo 2.2 km² de manzanas con construcción, lo que representa solo el 1% de la superficie total de la cuenca. A su vez las calles en cualquiera de sus materiales no alcanzan en este periodo de tiempo al menos un kilómetro cuadrado de superficie. En contraparte la superficie con vegetación es abundante y en su mayoría es ocupada por actividades agrícolas, particularmente en las zonas planas y en menor medida en las zonas montañosas, donde se conserva en su mayoría la vegetación nativa. En total la superficie urbanizada en 1981 cubría un total de 3 km² lo que equivale a 1.47% de la superficie total de cuenca de la laguna de Cajititlán.

Tabla 37. Superficie urbanizada cuenca de la Laguna de Cajititlán Condición previa (1981)

Tipo	Condición	Superficie Km²	Superficie %
Urbanizada	Previa	3.090	1.467
No urbanizada	Previa	193.568	91.896

Fuente: Elaboración a partir de INEGI cartografía urbana 1981 y Google Earth.

Se observa un desarrollo bastante considerable en la superficie que ocupan las localidades de Tlajomulco de Zúñiga (cabecera municipal), San Juan y San Lucas Evangelista, Cajititlán, Lomas de Tejeda, San Miguel Cuyutlán y Cuexcomatitán y Cedros, además de la aparición de diferentes desarrollos como Pedregal de San Miguel, Playas de Cajititlán, Tres Reyes, Renaceres, Rinconada de los Nogales, Jardines de Tlajomulco, El Cortijo, Cima del Sol, Galaxia-La Noria, Los Ranchitos y Muyután.

Figura 47. Mapa de cobertura por condición hidrológica.

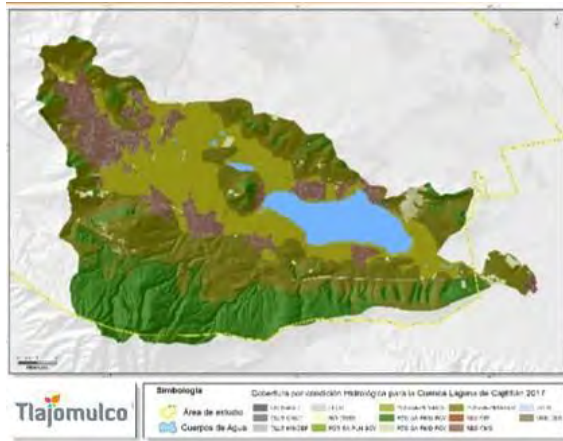
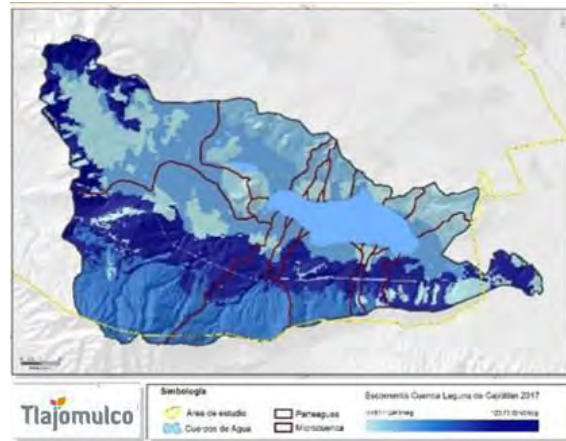


Figura 48. Escorrentía cuenca de la Laguna de Cajititlán Municipio de Tlajomulco ().



Fuente: Elaboración a partir de INEGI Cartografía urbana 2016 y Google Earth

El uso que se le da a la superficie por cobertura en el actual muestra aun valores más altos para las superficies con vegetación, aunque las áreas amanzanadas construidas y con casas aisladas ya observan un 8.7% del total de la superficie de la cuenca, mientras que las calles ya están en alrededor del 1.5%.

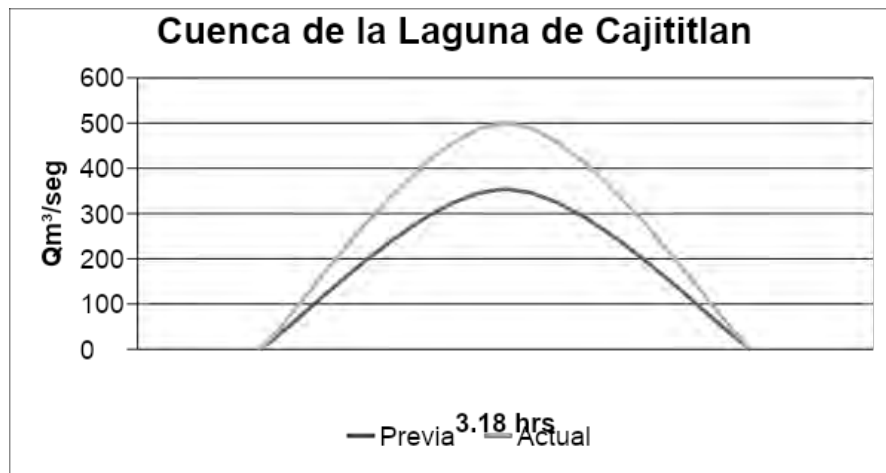
Tabla 38. Superficie Urbanizada Cuenca de la Laguna de Cajititlán. Condición Actual ().

Tipo	Codición	Superficie Km ²	Superficie %
Urbanizada	Actual	25.954	12.322
No urbanizada	Actual	170.709	81.044

Fuente: Elaboración a partir de INEGI Cartografía urbana 2016 y Google Earth.

Dado el patrón de comportamiento que muestra esta cuenca en respuesta a los eventos de precipitación en función del crecimiento urbano, se observaron ya incrementos considerables en los volúmenes de caudal respectivos, generalmente en las microcuencas que drenan hacia la laguna.

Figura 49. Hidrograma Unitario Cuenca de la Laguna de Cajititlán 1981-.



Fuente: Elaboración propia con datos Tabla 38.

Es necesario recalcar, que esta cuenca es endorreica. Por ello los escurrimientos concurren hacia la laguna de Cajititlán, el aumento de su volumen podría considerarse como favorable, visto como más agua acumulada en el lago, pero, por el contrario, las microcuencas que tributan hacia la laguna, son las que en determinado momento pueden ser sobrepasadas en su capacidad dado el aumento del volumen estimado, derivado del proceso de intervención antrópica que se ha dado en la superficie que comprende la cuenca de la laguna de Cajititlán.

Tabla 39. Relación de Crecimiento Superficie Urbanizada-Volumen de Caudal Cuenca de la Laguna de Cajititlán.

Tipo	Codición	Superficie Km ²	Qm ³	Codición	Superficie Km ²	Qm ³
Urbanizada	Previa	3.090	25.959	Actual	25.954	201.490
No urbanizada	Previa	193.568	328.525	Actual	170.709	299.017

Fuente: Elaboración a partir de INEGI Cartografía Urbana 1981 y 2016, Google Earth-Pro, y SMN-CONAGUA.

En cuanto a los subsistemas de la cuenca de la laguna de Cajititlán, se observan valores de incremento más pronunciados en la microcuenca del arroyo que va del Potrerito hasta la laguna de Cajititlán (sin nombre documentado) que pasa por la cabecera municipal con 115.06 % y la zona conocida como la Noria, donde transitan los arroyos (sin nombre documentado) La Noria-3 Reyes con 232.7% , Cerro Sacramento-La Noria con 90.2 % y Cerro Sacramento- tres Reyes con 75% de incremento respecto al volumen que generaban en 1981.

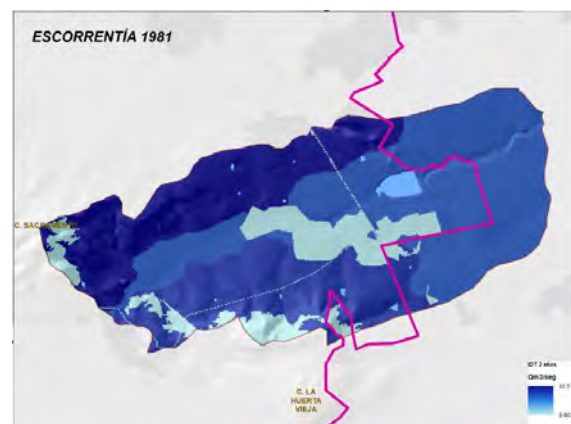
3.3.7.7 Condición hidrológica y escorrentía de la microcuenca del arroyo La Calera

Se observan desarrollos urbanos anteriores en Jardines de la Calera, La Calera, Los Sauces, Las Carretas y Los Olivos, el resto es utilizado para actividades agrícolas y superficies de vegetación natural, principalmente en el Cerro de la Huerta Vieja y Cerro Sacramento. Los valores superficiales de transformación son bajos, con solo 3.15 km² de manzanas construidas y menos de 1 km² de calles.

Figura 50. Mapas de coberturas por condición hidrológica.



Figura 51. Escorrentía microcuenca del arroyo la Calera Municipio de Tlajomulco (1981).



Fuente: Elaboración a partir de INEGI Cartografía urbana 1981 y Google Earth.

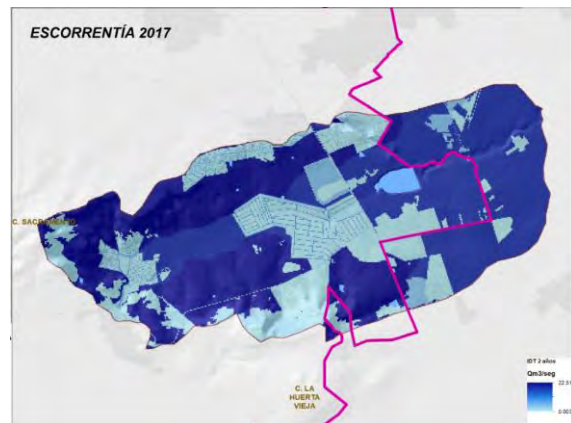
La microcuenca del arroyo de la Calera muestra un fuerte crecimiento en cuanto a superficie ocupada por los desarrollos urbanos ya existentes anteriormente y nuevos como Arvento en la zona de Cajititlán, Balcones de la Calera en el piedemonte del cerro de la Huerta Vieja, Los Agaves y Rancho Alegre al Norte en

la mesa de la Cruz y Rinconada la Loma en la parte Sureste de la microcuenca. Estos desarrollos como se observa en las figuras 52 y 53 se dan por lo general en torno a la carretera a Chapala. Por su parte las áreas con vegetación disminuyen, tanto en las áreas planas como de lomerío ya sean de vegetación natural como de cultivo.

Figura 52. Mapa cobertura por condición hidrológica.



Figura 53. Escorrentía microcuenca del arroyo la Calera Municipio de Tlajomulco ().



Fuente: Elaboración a partir de INEGI Cartografía Urbana 2016 y Google Earth.

Respecto a los valores superficiales que estas coberturas observan, las superficies amanzanadas con construcción se triplicaron pasando a ocupar el 18.6% de la superficie total de la microcuenca, las calles ocupan ya un valor en la superficie de 5%, mientras que las superficies con cobertura vegetal muestran una disminución considerable, sobre todo en las áreas planas que pasan del 40.7 a 32.8%. De entre el 2016 y se observó un crecimiento urbano de 1.17 km², lo cual equivale a 2.39 % del total de superficie de la microcuenca del arroyo de la Calera. A su vez se obtuvo una superficie de 0.903 km² en proceso de construcción, lo que suma otro 1.8% de superficie intervenida. El coeficiente de escorrentía para el se diversifica y aumenta su valor en la zona central, formando un corredor impermeabilizante en torno a la carretera a Chapala. En total la superficie urbanizada cubre ya 13.94 km², lo que equivale a 28.54% de la superficie total de la microcuenca.

Tabla 40. Superficie urbanizada subcuenca del arroyo La Calera. Condición Actual ().

Tipo	Codición	Superficie Km ²	Superficie %
Urbanizada	Actual	13.949	28.545
No urbanizada	Actual	34.402	70.400

Fuente: Elaboración a partir de INEGI Cartografía urbana 2016 y Google Earth.

Actualmente el aporte de estas áreas urbanizadas es de 101.1 m³/seg, mientras que la superficie con vegetación solo aporta 48.48 m³/seg, ocupando esta última una superficie mayor con 246.6% respecto a la superficie urbanizada.

Tabla 41. Crecimiento superficie urbanizada-volumen de caudal microcuenca del arroyo La Calera.

Tipo	Codición	Superficie Km ²	Qm ³	Codición	Superficie Km ²	Qm ³
Urbanizada	Previa	4.018	29.703	Actual	13.949	101.185
No urbanizada	Previa	44.308	63.373	Actual	34.402	48.487

Fuente: Elaboración a partir de INEGI Cartografía urbana 1981 y 2016, Google Earth-Pro, y SMN-CONAGUA.

En total en esta microcuenca se generan actualmente 149.67 m³/seg cuando anteriormente solo se generaban 93.07³/seg ante una tormenta de la misma duración e intensidad. Esto equivale a un incremento del 60.8%.

Tabla 42. Relación volúmenes de caudal microcuenca del arroyo La Calera.

Cond. Previa m ³	Cond. Actual m ³	Incremento m ³	Incremento %
93.077	149.672	56.595	60.805

Fuente: Elaboración a partir de INEGI Cartografía urbana 1981 y 2016, Google Earth-Pro, y SMN-CONAGUA.

Finalmente, para esta microcuenca se realiza el hidrograma de abajo que precisa el caudal máximo y se calcula el tiempo en que esta cuenca drena estos volúmenes dadas sus condiciones geomorfológicas.

Figura 54. Hidrograma unitario microcuenca del arroyo la Calera 1981-.



Fuente: Elaboración a partir de los datos de la Tabla 41.

En la microcuenca del arroyo la Calera se observa como el proceso de urbanización transformó la capacidad de aportar volumen escurrido de tal manera que la superficie con vegetación aun siendo mucho mayor, aporta menos de la mitad del volumen que se genera en una tormenta. Por otro lado, las coberturas de tipo urbano están generando la mayor cantidad del volumen que ahora tiene que transportar el cauce principal de esta microcuenca, que al tener poco valor superficial, responde con menos eficiencia ante los eventos de precipitación, además de que su capacidad para drenar las aguas es baja, dado el tiempo de concentración de 4.4 horas. Además, en esta microcuenca se perciben desarrollos en las partes altas, situación que genera que los volúmenes aumentados bajen a mayor velocidad y dada la mencionada baja capacidad de transporte que tiene, se concentran en zonas de inundación donde cambia la pendiente y el cauce cambia de sentido o de dimensión.

3.3.7.8. Condición hidrológica y escorrentía subcuenca del arroyo San Antonio

En la subcuenca del arroyo San Antonio existían desarrollos urbanos en Santa Cruz de las Flores, Buena Vista, Santa Cruz de la Loma, Cruz Vieja, La Cofradía, San Isidro Mazatepec, El Plan y Bellavista. La cobertura vegetal nativa que se ubicaba en las partes montañosas, de la Sierra de la Primavera y del Madroño, además de los cerros de Totoltepec, Mazatepec, el Patomo, el Conejo, Chino, la Villita y el Gachupín. El resto de la superficie se cubría con cultivos agrícolas.

vegetación en cualquiera de los tipos en que han sido clasificadas, ocupan ya solo 350 km².

Tabla 43. Superficie urbanizada subcuenca del arroyo San Antonio Condición actual ().

Tipo	Codición	Superficie Km²	Superficie %
Urbanizada	Actual	25.935	6.808
No urbanizada	Actual	345.017	90.573

Fuente: Elaboración a partir de INEGI Cartografía urbana 2016 y Google Earth.

En términos generales, el aumento en la superficie urbanizada y la disminución de las áreas con vegetación, en particular las de cultivo (21.88 km²), provoca cambios en los aportes de volumen del caudal ante una misma tormenta derivados de los distintos usos de la superficie con 144.7 m³ de incremento por parte de la superficie urbanizada.

Tabla 44. Relación de crecimiento superficie urbanizada-volumen de caudal subcuenca del arroyo San Antonio.

Tipo	Codición	Superficie Km²	Qm³	Codición	Superficie Km²	Qm³
Urbanizada	Previa	4.049	34.677	Actual	25.935	179.468
No urbanizada	Previa	366.890	610.445	Actual	345.017	580.563

Fuente: Elaboración a partir de INEGI Cartografía urbana 1981 y 2016, Google Earth-Pro, y SMN-CONAGUA.

En el sistema de microcuencas este patrón de cambio se acentúa principalmente en el arroyo que va del retorno a laboratorios Pisa (sin nombre documentado) que registra un incremento de 379.9% del volumen que el cauce principal debe ahora transportar ante una lluvia de magnitud e intensidad media, seguido de los arroyos que en su trayecto van del camino a San Isidro Mazatepec a la presa Playa de Santa Cruz, el que va de la Huerta del Refugio a San Antonio, el que va por San Isidro Mazatepec y los dos que van de Villa Flores a la presa Playa de Santa Cruz (todos sin nombre documentado) con un incremento de entre el 107 y 152% de volumen total escurrido que estos arroyos deben transportar.

En total la subcuenca presenta un aumento de 114.9 m³/segundo, lo que equivale a un incremento de 17.8% respecto al volumen total escurrido que

presentaba en 1981 ante la eventual presencia de una tormenta de la magnitud e intensidad determinada.

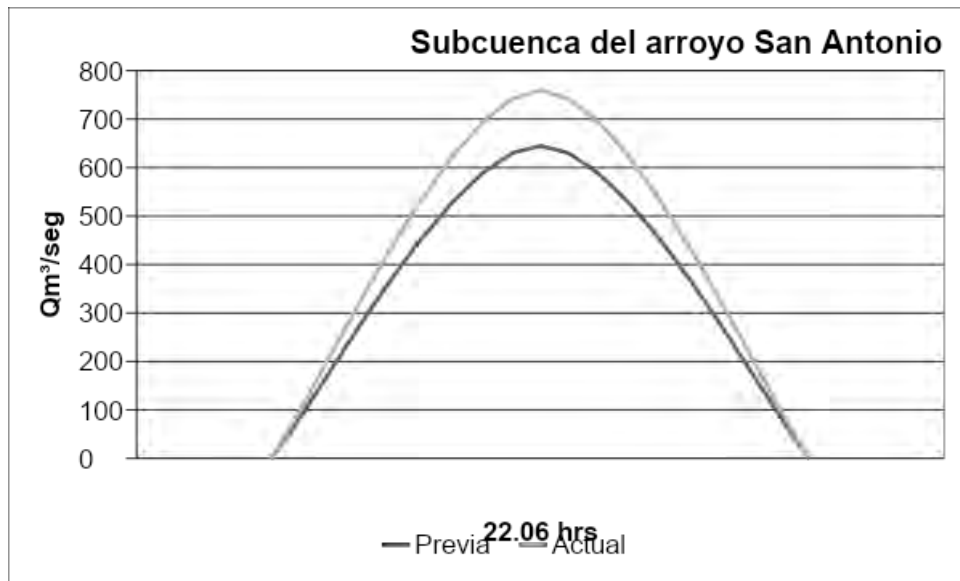
Tabla 45. Relación de los volúmenes de caudal subcuenca del arroyo San Antonio.

Cond. Previa m ³	Cond. Actual m ³	Incremento m ³	Incremento %
645.123	760.031	114.908	17.812

Fuente: Elaboración a partir de INEGI Cartografía urbana 1981 y 2016, Google Earth-Pro, y SMN-CONAGUA.

A partir de los valores de caudal obtenidos se elaboró el hidrograma correspondiente donde se incluye el tiempo en el que el cauce principal de esta subcuenca transporta estos volúmenes hacia la salida de la misma.

Figura 57. Hidrograma unitario subcuenca del arroyo San Antonio 1981-.



Fuente: Elaboración a partir de los datos de la Tabla 44.

El impacto consecuente al proceso de urbanización en la subcuenca del arroyo San Antonio se ve acentuado principalmente, en el sistema de microcuencas que tributan al arroyo de San Antonio, dado que solo 9 de 50 microcuencas no presentan cambio en sus valores de caudal máximo.

De estas 41 microcuencas restantes, 9 registraron un incremento arriba de 50% y hasta 379% las cuales son las que deben ya presentar problemas para transportar estos volúmenes hacia el arroyo San Antonio que es la salida de estas microcuencas. Esa condición vuelve más vulnerable los entornos de vivienda o industria cercanos a los cauces principales de estas microcuencas, en puntos donde hay cambios en la pendiente y el sentido del cauce principal de las mismas.

3.3.7.9. Condición hidrológica y escorrentía de la microcuenca del arroyo del bordo de San Gerardo

En esta microcuenca se observan urbanizaciones aisladas y no muy extensas cercanas a Acatlán de Juárez, Buenavista y el Plan (El Cerrito). La mayoría de la superficie se dedica a cultivos agrícolas, sobre todo en las zonas de pendiente del terreno de tipo plano, mientras que, en las zonas montañosas, se diversifica en vegetación natural de diferentes porcentajes de cobertura vegetal y cultivos.

Figura 58. Mapa de cobertura por condición hidrológica.

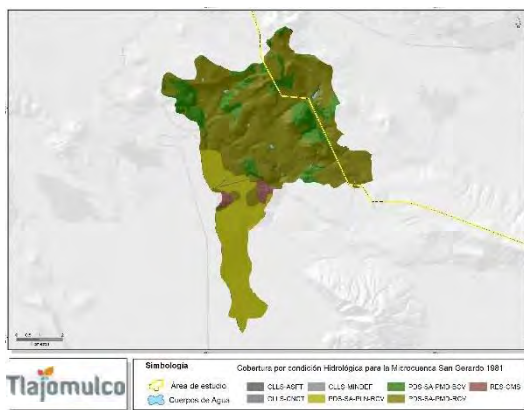
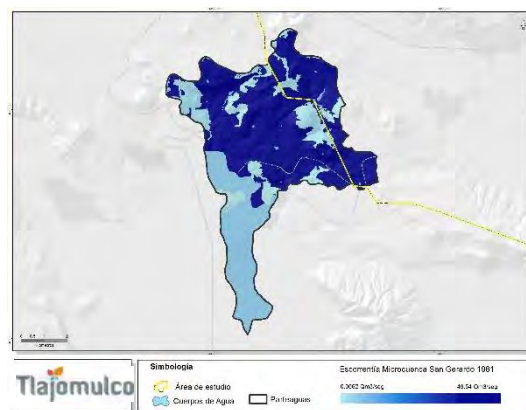


Figura 59. Escorrentía microcuenca San Gerardo Municipio de Tlajomulco (1981).



Fuente: Elaboración a partir de INEGI Cartografía Urbana 1981 y Google Earth-Pro.

En cuanto a los valores superficiales predomina la cobertura vegetal de aproximadamente el 50% que incluye cultivos, como las de mayor ocupación con 9.1 km² para las que están en una zona llana y 27.4 km² aquellas que se encuentran en zonas de lomeríos, lo que equivale al 20.74 y 62.4 % del área total de la microcuenca respectivamente, seguido de la superficie que se mantiene con cobertura vegetal de tipo natural. Las superficies con coberturas

propias de las áreas urbanas no se acercan ninguna en total al kilómetro cuadrado de valor superficial. Las coberturas propias de la urbanización generan aún valores muy bajos de caudal por ser superficies con vegetación.

Se observa un mayor crecimiento urbano en (el Plan o el Cerrito y Buenavista), a costa de las áreas de cultivo que en el periodo previo predominaban. Además de que la mancha urbana que generan estas localidades avanza hacia zonas de pendiente más pronunciada y ya no solo se da en el valle. Las superficies de vegetación natural y de cultivo decrecen siendo ocupadas por áreas urbanas.

Figura 60. Mapa de cobertura por condición hidrológica.

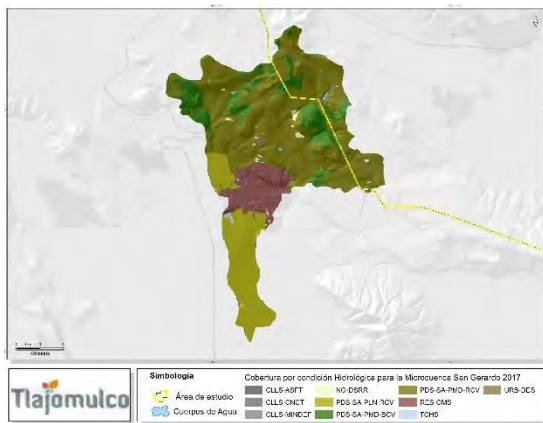
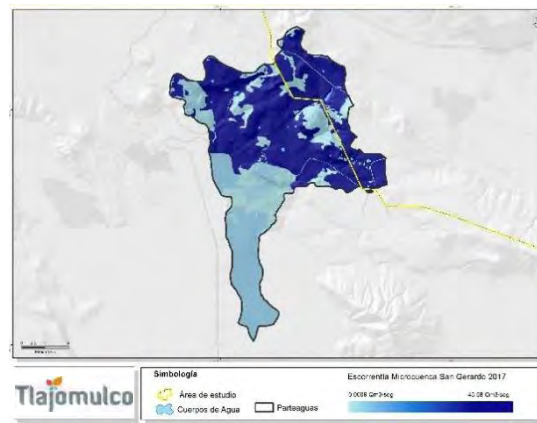


Figura 61. Escorrentía microcuenca del arroyo de San Gerardo Tlajomulco ().



Fuente: Elaboración a partir de INEGI Cartografía Urbana 2016 y Google Earth.

Los valores se modifican a partir del crecimiento de la superficie amanzanada a 3.8 km², las calles 0.7 km², además de 2016 a se registró un crecimiento urbano de 0.262 km² y se detectaron 0.329 km² de áreas en proceso de construcción (desmonte). En términos generales la superficie urbanizada ocupa ya 5.19 km², que es el equivalente a 11.8% del total del área que ocupa la microcuenca del arroyo del bordo de San Gerardo.

Tabla 46. Superficie urbanizada microcuenca del arroyo San Gerardo Condición actual ().

Tipo	Codición	Superficie Km²	Superficie %
Urbanizada	Actual	5.193	11.833
No urbanizada	Actual	38.606	87.961

Fuente: Elaboración a partir de INEGI Cartografía Urbana 2016 y Google Earth.

En total la microcuenca genera un volumen total escurrido mayor al que generaba en 1981 por 21.7 m³, lo que equivale a un incremento del 29.4 % respecto al volumen de caudal máximo de la condición previa, con la misma intensidad y duración de la tormenta.

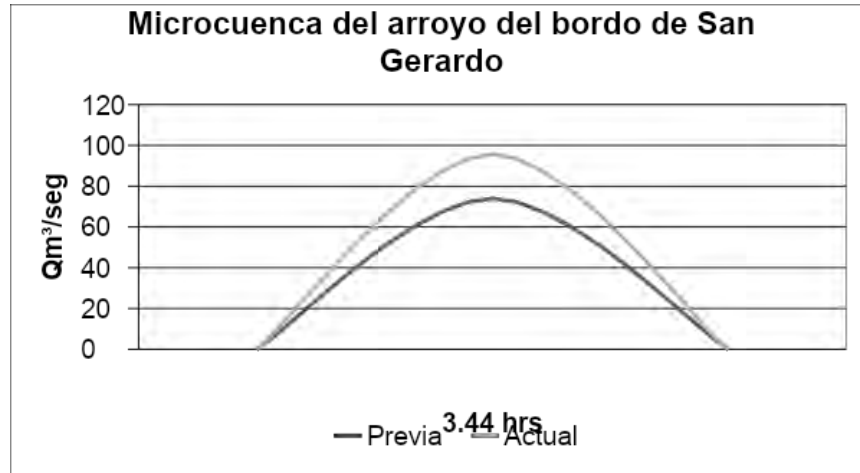
Tabla 47. Relación de los volúmenes de caudal microcuenca del arroyo San Gerardo.

Cond. Previa m³	Cond. Actual m³	Incremento m³	Incremento %
73.887	95.646	21.759	29.449

Fuente: Elaboración a partir de INEGI Cartografía Urbana 1981 y 2016, Google Earth-Pro, y SMN-CONAGUA.

A partir de los volúmenes totales que se producen en esta microcuenca se construye el hidrograma correspondiente, que incluye el tiempo en que el cauce principal de esta microcuenca tardará en drenar el caudal hacia la salida de la misma.

Figura 62. Hidrograma unitario microcuenca arroyo San Gerardo 1981-.



Fuente: Elaboración a partir de los datos de la Tabla 46.

En la microcuenca del arroyo del bordo de San Gerardo se presentan incrementos y concentración de la superficie urbanizada, la cual ocupa ya más de 11% de la superficie total de la microcuenca, esto se traduce en un incremento del volumen total escurrido de casi 30%, valor que aumentará cuando las áreas en proceso de construcción terminen sus respectivas obras ya que estas superficies aportarán en promedio un total de 2.57 m³ adicionales a los que ya se están generando, en función del tipo de construcción que en estas se tiene proyectada.

3.3.8. Características de las aguas subterráneas

3.3.8.1. Conceptos clave

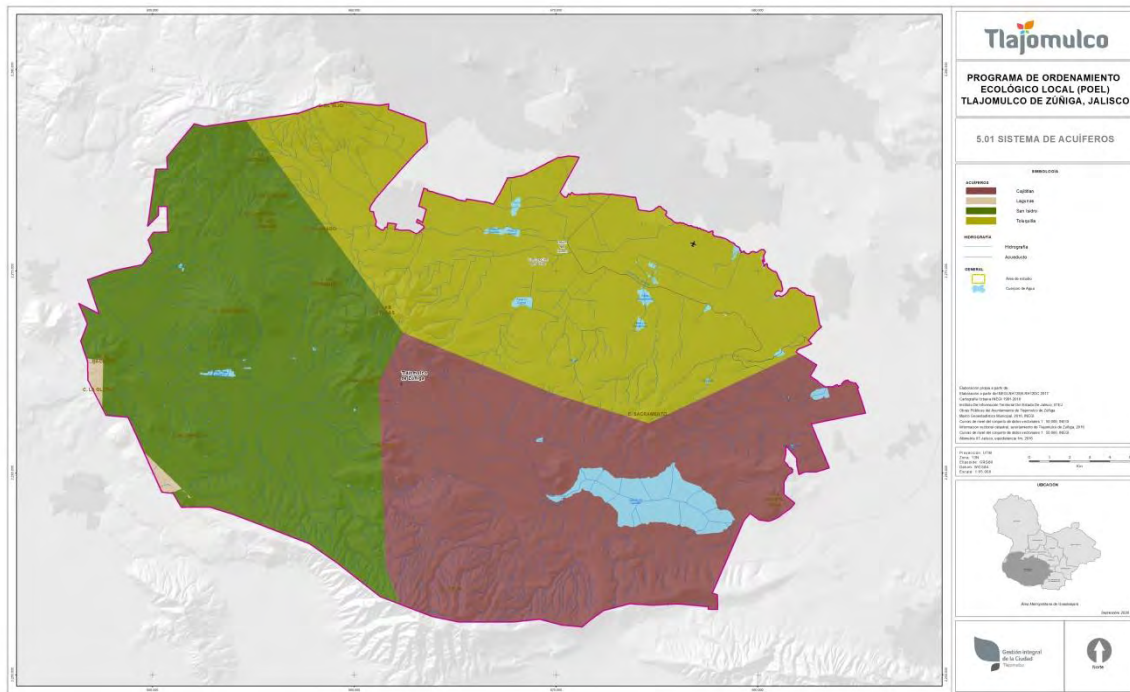
Según Price (2003) toda el agua que se encuentra en forma natural por debajo de la superficie terrestre se llama agua subsuperficial, independientemente de que esté en la zona saturada o no saturada. El agua en la zona saturada, es decir la que se encuentra debajo del nivel freático, se le llama agua subterránea. Por su parte Tarbuck y Lutgens (2005) mencionan que el agua que no es retenida como humedad del suelo se infiltra hacia abajo hasta que alcanza una zona donde todos los espacios están libres de sedimento y roca y están completamente llenos de agua. Ésta es la zona de saturación. El agua situada en

el interior se denomina agua subterránea. El límite superior de esta zona se conoce como nivel freático.

3.3.8.2. Sistema de acuíferos del municipio de Tlajomulco de Zúñiga

De acuerdo al SIGMAS (Sistema de Información Geográfica para el Manejo de las Aguas Subterráneas) de la CONAGUA en el sistema de cuenca, subcuencas y microcuencas de Tlajomulco se incluyen los siguientes acuíferos: Toluquilla (1402), Cajititlán (1403), Lagunas (1449), San Isidro (1450) en casi su totalidad, así como pequeñas porciones del acuífero de Ameca (1409), Atemajac (1401), Huejotitlán (1451) y Chapala (1428).²⁵

Figura 63. Sistema de acuíferos en el sistema de cuenca, subcuencas y microcuencas, municipio de Tlajomulco de Zúñiga.



Fuente: INEGI RH12EB, RH12DC Y CONAGUA 2015.

²⁵ CONAGUA 2015

El agua que se infiltra en la subcuenca del arroyo el Ahogado permea en su mayoría al acuífero de Toluquilla, con excepción de pequeñas áreas ubicadas al norte que van al acuífero de Atemajac. Al Oeste en la sierra de la Primavera las aguas se infiltran hacia el acuífero de Ameca y al sur al acuífero de San Isidro. El acuífero de Cajititlán a su vez, capta las aguas que se infiltran a la cuenca de Cajititlán y la Capilla en su totalidad y la mayor parte de la microcuenca del arroyo de la Calera y la subcuenca del arroyo de los Sabinos.

Por su parte el acuífero de San Isidro se nutre de las aguas de infiltración en su mayoría de la subcuenca del arroyo de San Antonio y una pequeña porción de la subcuenca del arroyo el Ahogado y la microcuenca del arroyo del bordo de San Gerardo. El acuífero Lagunas capta las aguas de la parte baja de la subcuenca del arroyo San Antonio y la mayoría de las que permean en la microcuenca del arroyo del bordo de San Gerardo.

3.3.8.3. Características de la infiltración, almacenamiento y circulación de las aguas subterráneas en el sistema de acuíferos del municipio de Tlajomulco de Zúñiga

3.3.8.3.1 Infiltración de las aguas subterráneas

A partir de los datos de la lluvia media anual y en base a la distribución espacial de las estaciones y sus áreas de influencia mostradas en las figuras de las subcuencas y microcuencas se obtuvieron los valores de infiltración anual (f) en m^3 para cada uno de los acuíferos, tanto para 1981 como para (). Ese cálculo busca dimensionar el impacto que el proceso de urbanización tiene en el proceso de infiltración de los acuíferos y a su vez en los valores de entrada en el sistema de aguas subterráneas de Tlajomulco de Zúñiga.

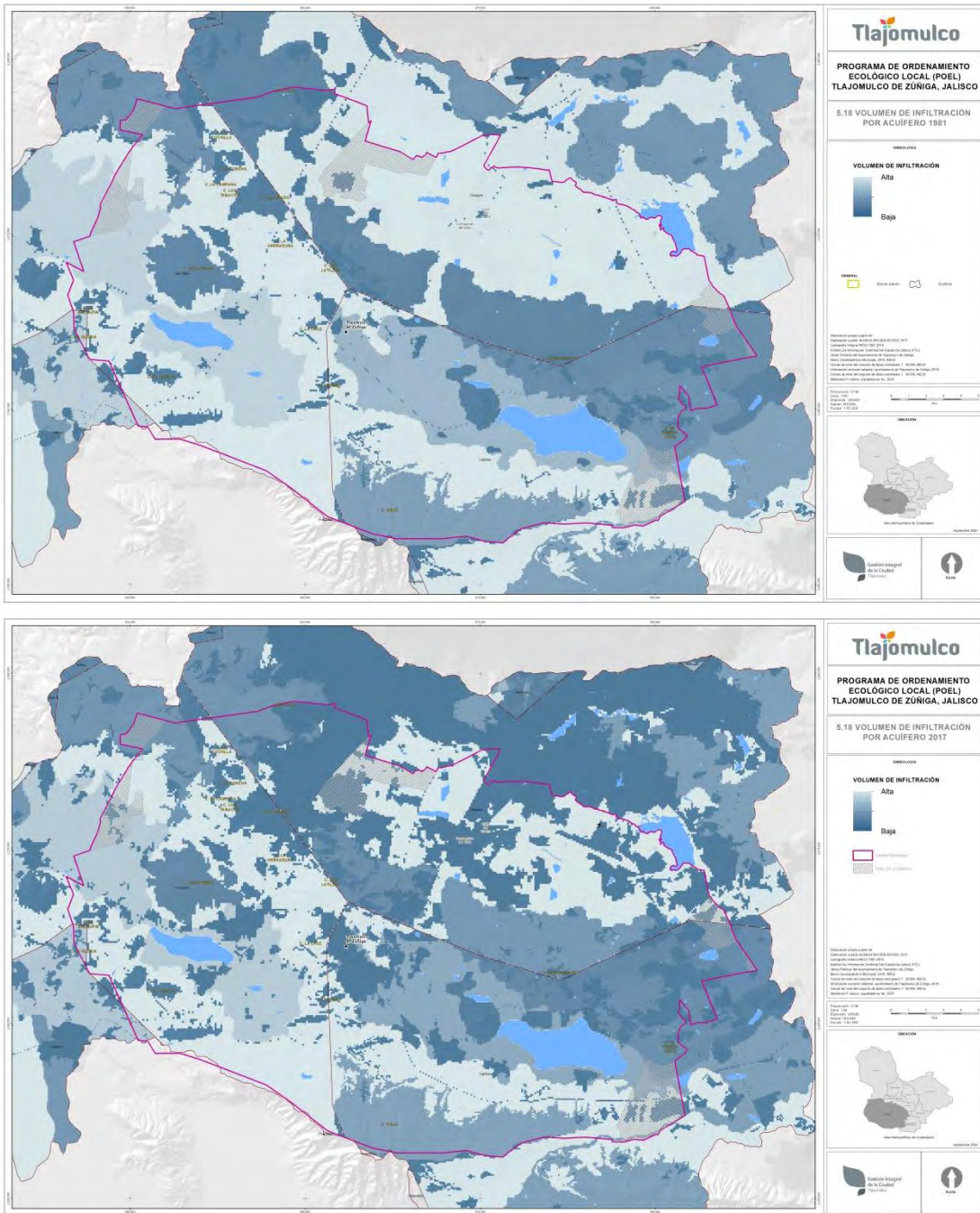
Tabla 48. Volumen infiltrado anual por acuífero Condición previa (1981).

Acuífero	C. Previa - f anual (m³)
Ameca	3721.222
Atemajac	1089.922
Cajititlan	105775.795
Chapala	839.984
Huejotitlan	1562.681
Lagunas	13309.737
San Isidro	92902.307
Toluquilla	101293.368

Fuente: Elaboración a partir de SMN-CONAGUA.

La condición previa muestra una condición más apegada al bajo valor de superficies urbanizadas y por ende mantiene un patrón de infiltración con mayor magnitud en las áreas de pendiente llana, mientras que las superficies de tipo accidentada, fuertemente accidentada, escarpada y muy escarpada, presentan menor capacidad de infiltración.

Figura 64. Mapas de volumen infiltrado anual en el sistema de acuíferos Municipio de Tlajomulco de Zúñiga 1981-



Fuente: Elaboración a partir de SMN-CONAGUA.

En el , dado el creciente proceso de urbanización, disminuyeron los valores de caudal infiltrado que este sistema de cuenca, subcuencas y microcuencas aporta

al sistema de acuíferos de Tlajomulco a excepción de los acuíferos de Chapala, Ameca y Huejotitlán, dado su pequeño valor de ocupación superficial.

Los valores de aporte de volumen infiltrado anual se invierten prácticamente, en el acuífero de Toluquilla donde se observa que la superficie llana con alta capacidad de infiltración se reduce de manera significativa, quedando prácticamente solo las que tenían una capacidad relativamente más baja (pendientes pronunciadas). En el acuífero de Cajititlán este proceso está menos acentuado, dado el valor superficial de las coberturas de tipo urbano, sobre todo en la subcuenca de los sabinos donde el patrón de cambio en el uso de la superficie es mínimo. En cuanto al acuífero de San Isidro se observa también un cambio relativamente bajo en la distribución espacial del proceso de infiltración dado el proceso de transformación descrito anteriormente.

En cuanto a los volúmenes de caudal infiltrado entre ambas condiciones (actual y previa) se observa un déficit de 7,209.1 m³ anuales para el acuífero de Cajititlán, lo que equivale a un 6.8% del volumen que se infiltró en 1981. Para el acuífero de San Isidro se observa un déficit del orden del 4.3% entre estos periodos de tiempo, lo que se traduce en una pérdida de volumen de entrada de 4,049.8 m³ anuales. Por su parte el acuífero de Toluquilla registra pérdidas anuales de 32,307.8 m³ lo que equivale al 31.89% de déficit en cuanto al volumen que se infiltraba previamente en 1981. Los acuíferos antes mencionados realizan la función como reguladores de inundación por el volumen de infiltración que se presenta.

3.3.8.4. Almacenamiento de las aguas subterráneas

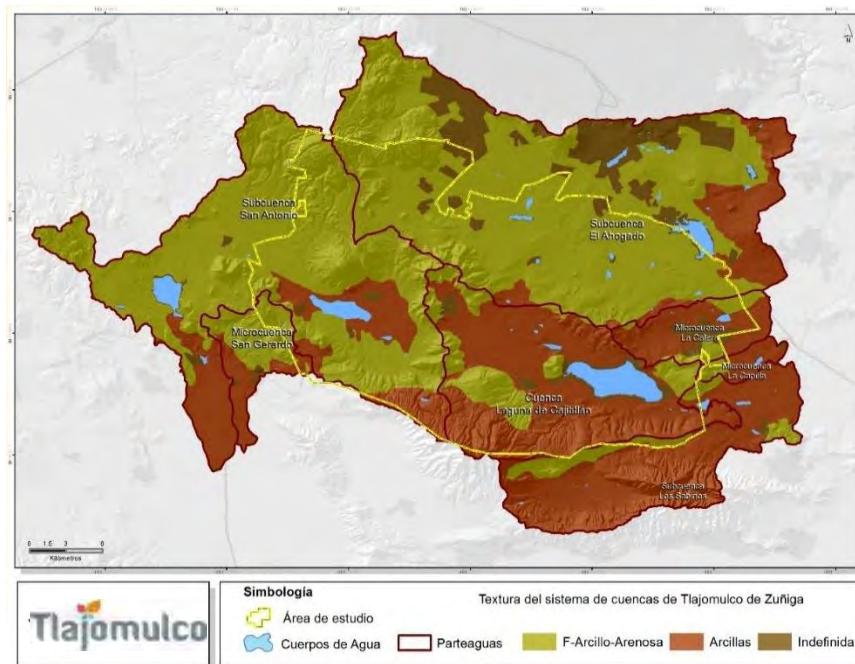
Los valores de infiltración en este sistema de acuíferos sirven para calcular los que se almacenan, ya sea como volumen retenido entre las partículas o como volumen que drenará bajo la influencia de la gravedad. Eso requiere evaluar la porosidad, la porosidad eficaz y la retención específica, utilizando la información de textura contenida en el conjunto de datos vectoriales de la carta edafológica del INEGI F13-12 a escala 1:250,000. Con esos datos se obtuvo la distribución respectiva de cada acuífero, mostradas en la Tabla 49 y representada cartográficamente en la figura 65.

Tabla 49. Clases de textura del sistema de acuíferos.

Acuífero	Clase Textural	Superficie Clase Textural %
Ameca	Franco Arcillo Arenosa	100
Atemajac	Franco Arcillo Arenosa-Indefinida	50-50
Cajititlan	Arcillosa-Franco Arcillo Arenosa-Indefinida	75-20-5
Chapala	Arcillosa	100
Huejotitlan	Arcillosa	100
Lagunas	Arcillosa-Franco Arcillo Arenosa-Indefinida	75-20-5
San Isidro	Franco Arcillo Arenosa-Arcillosa-Indefinida	80-15-5
Toluquilla	Franco Arcillo Arenosa-Indefinida-Arcillosa	75-15-10

Fuente: Elaboración a partir de INEGI F13-12.

Figura 65. Mapa de clases de textura del sistema acuífero del Municipio de Tlajomulco de Zúñiga.



Fuente: Elaboración a partir de INEGI F13-12.

Los valores obtenidos de porosidad, porosidad efectiva y retención específica y sus porcentajes para cada uno de los acuíferos se muestran en la Tabla de abajo donde se observa una capacidad de pérdidas media y alta, para todos los acuíferos dada la clase de sus texturas y la sobreexplotación a que han estado expuestos.

Tabla 50. Valores seleccionados de porosidad, porosidad eficaz y retención específica por acuífero

Acuífero	Porosidad %	Porosidad Eficaz %	Retención Específica %
Ameca	37.5	12.0	25.5
Atemajac	32.5	14.2	18.3
Cajititlan	46.4	4.7	41.7
Chapala	50.0	2.0	48.0
Huejotitlan	50.0	2.0	48.0
Lagunas	46.4	4.7	41.7
San Isidro	38.9	10.7	28.2

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a los valores obtenidos hacia 1981 se observa que el acuífero de Toluquilla lograba tener un rendimiento (agua subterránea aprovechable) del orden de 11,851.32 m³ anuales. Mientras que el acuífero de Cajititlán presentaba volúmenes aprovechables de 4994.12 m³ por año. A su vez, el acuífero de San Isidro tenía un rendimiento específico de 9960.4 m³ anuales y el acuífero Lagunas presentaba volúmenes aprovechables de 628.4 m³ al año. El resto de los acuíferos permeaban valores muy bajos que corresponden con la ocupación parcial en el sistema de cuenca, subcuenca y microcuencas de Tlajomulco.

En la proyección del el acuífero de Toluquilla baja su volumen aprovechable anual a 8,071.3m³, el acuífero de Cajititlán desciende su volumen de rendimiento a 4,653.75m³. En un año, Lagunas desciende a 60.2.2m³ anuales y San Isidro baja a 9526.25m³ de volumen de agua subterránea disponible por año y Atemajac baja de 154.7 a 89.2m³ anuales del volumen de agua aprovechable. El resto de los acuíferos presenta cambios mínimos, principalmente debido a la parcial inclusión en el sistema de cuenca, subcuencas y microcuencas de Tlajomulco.

3.3.8.5. Impacto de la urbanización en el almacenamiento

Principalmente el acuífero Toluquilla registra la mayor pérdida en su volumen de entrada que asciende a 3780 m³ anuales, lo que equivale a 30% menor volumen del que se podía aprovechar en 1981. Por su parte, el volumen que permea al acuífero de Atemajac representa 42.3% de volumen perdido, aunque en términos de caudal en m³ sólo equivale a 65.4m³, debido a su bajo valor superficial dentro de este sistema de cuencas.

En lo que respecta al acuífero de Cajititlán, actualmente se pierden 340.3 m³ anuales de volumen de agua aprovechable lo que equivale a un déficit de 6.8% del volumen que era posible extraerse en 1981 por año, mientras que en los acuíferos de San Isidro y Lagunas, el déficit es similar con 4.3 y 4.1% del volumen de agua que podía aprovecharse en 1981, con 434.1 y 26.1m³ al año de volumen de pérdidas debido al proceso de urbanización que se ha dado en la superficie de subcuencas y microcuencas que afecta a estos acuíferos.

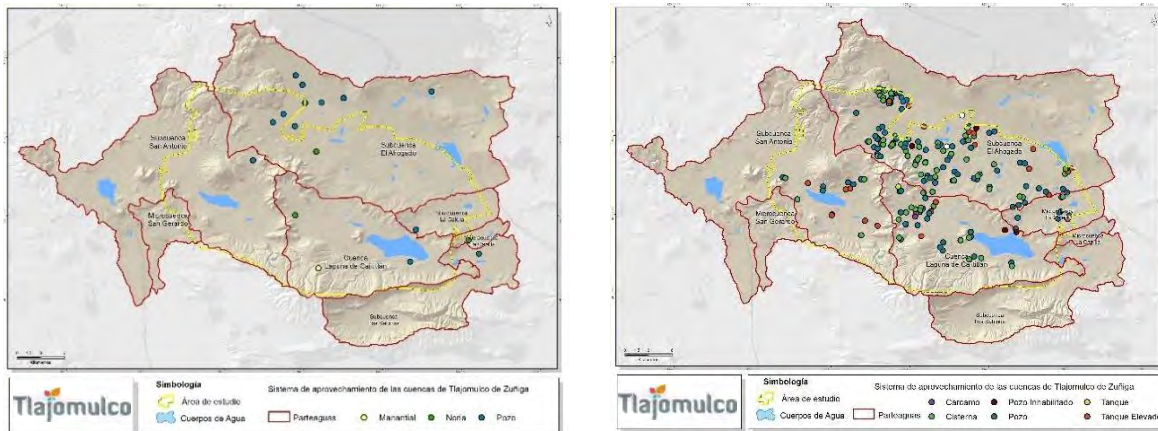
3.3.8.6. Circulación de las aguas subterráneas

Debido a la carencia de información altimétrica del nivel freático no es posible calcular los parámetros de circulación de las aguas subterráneas (Conductividad, Gradiente Hidráulico, Caudal). Eso porque para este estudio no se pudo acceder a información que contenga este tipo de datos, pero dada la importancia de conocer el impacto del déficit observado de forma global en los volúmenes de entrada (recarga) se requiere hacer un estudio específico para precisar la tendencia a la baja del nivel freático.

3.3.8.7. Características de la extracción (aprovechamiento) de las aguas subterráneas de Tlajomulco de Zúñiga

Para conocer el sistema de extracción o aprovechamiento del agua subterránea que se da en este sistema de acuíferos (salidas) se identificaron los datos vectoriales de la carta F13-12 de Aguas Subterráneas del INEGI además de los del SIAT Tlajo y REPDA Conagua.

Figura 66. Mapas de aprovechamiento de aguas subterráneas Municipio de Tlajomulco de Zúñiga 1981-



Fuente: INEGI F13-12 Carta hidrológica 1981, SIAT y CONAGUA.

En este conjunto de datos no se incluye información altimétrica del nivel freático, por lo que no es posible generar un análisis espacial de este. El conjunto de datos tampoco incluye información sobre los volúmenes de extracción que estos aprovechamientos obtienen, por lo que no fue posible calcular las salidas de estos acuíferos y realizar el balance correspondiente para este periodo. De manera cualitativa es posible observar que había un bajo aprovechamiento de estos volúmenes de agua subterránea, puesto que en el acuífero San Isidro solo se registra un pozo, en el de Cajititlán 2 pozos, 2 norias y un manantial y en el acuífero de Toluquilla se observa un registro de 9 pozos y 1 noria. El resto de los acuíferos no reporta aprovechamientos, al menos en el área de estudio.

Para el se tienen los archivos vectoriales del Sistema de Información del Agua de Tlajomulco, los cuales tampoco contienen información altimétrica del nivel freático ni el volumen de extracción del sistema de aprovechamientos que se presenta en el área de estudio. De manera cualitativa se observa cómo se dispara el aprovechamiento de las aguas subterráneas con 2 aprovechamientos del tipo Cárcamo, 73 Cisternas, 133 Pozos, 1 Tanque, 23 Tanques Elevados, 2 Plantas Potabilizadoras y 6 Pozos inhabilitados.

3.4. Edafología

3.4.1. Clasificación y distribución de los suelos

Los suelos en el municipio de Tlajomulco es necesario abordarlos en términos de los elementos naturales que intervienen en su formación y desarrollo. Cuando existe una modificación del paisaje, el suelo y los factores ambientales se conjugan con las actividades antrópicas para explicar el suelo como un elemento que tuvo modificación por las actividades que soporta.

En los dos sistemas de clasificación taxonómica de los suelos del mundo son consideradas las características propias del suelos, así actualmente existe un fuerte tendencia a utilizar dos clasificaciones que pueden ser calificadas como internacionales, la Soil Taxonomy, presentada por el Soil Survey Staff de los Estados Unidos, y la desarrollada por la FAO/UNESCO para la obtención de un mapa de suelos a nivel mundial, el sistema FAO, evoluciona a un sistema de referencia mundial a partir del 1994, llamado Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (WRB, por sus siglas en inglés). La descripción de los suelos se hizo de acuerdo a este segundo sistema de clasificación por su dominancia y se utilizó la nomenclatura del sistema de clasificación WRB 2006.

Los Cambisoles son el grupo de suelos dominante del municipio, y está asociado con los Vertisoles, aunque no diferenciados cartográficamente, es el que está presente en todos los climas y materiales parentales del área estudiada. Estos suelos el INEGI en su cartografía temática 1:50,000 los identifica mayormente como Phaeozems, en el nuevo sistema de clasificación no cumple con los criterios de diagnóstico.

Los Vertisoles típicos están en las laderas con pendiente suave (< 10%) y planicies, aunque la condición vértica está presente donde predominan los materiales ígneos extrusivos básicos como el basalto y andesita, no se clasifican como Vertisoles porque cumplen mayormente con alguna condición menos evolucionada edaficamente, como son los Cambisoles vérticos y vérticos lépticos. En la porción noreste del municipio que tiene problemas de encharcamiento por ser una zona plana con un lecho rocoso poco profundo presenta evidencias de gleyzación.

Los materiales téfricos permitieron desarrollar principalmente dos grupos de suelos, los Arenosoles y los Phaeozems, estos últimos influenciados por

condiciones climáticas y con relieve de plano a ligeramente ondulado en las inmediaciones del bosque de La Primavera, los Arenosoles en condiciones más agrestes de relieve y con menos capacidad de almacenar humedad no permitieron el mismo desarrollo.

Una condición inter zonal son los Luvisoles endolépticos que se presentan en la zona de cambio de clima, litología y vegetación, donde estos últimos permiten el desarrollo de Luvisoles, pero ligados a los suelos de menor altitud principalmente por lo marcado de las estaciones lluviosa y seca. La tabla siguiente muestra las superficies de los grupos de suelos de referencia presentes y sus correspondientes calificadores.

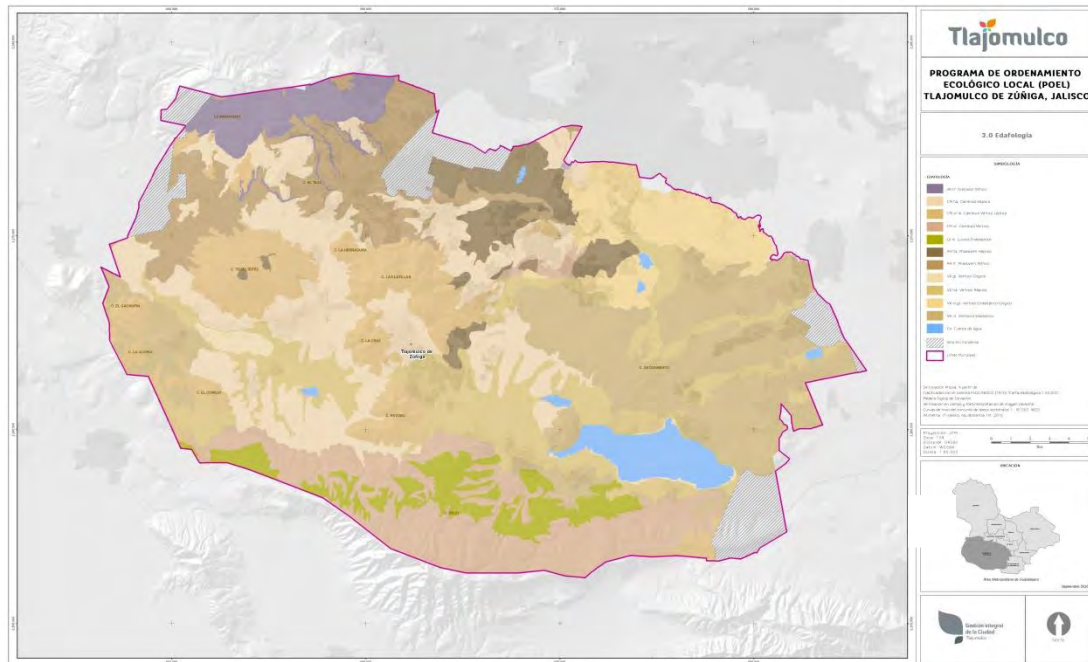
Tabla 51. Grupos de tipos de suelo.

Grupo de Suelos de Referencia (GSR)	Superficie (ha)	%	Calificadores	Clave	Superficie (ha)
ARENOSOLS	2,406.25	3.63	Téfrico	AR tf	2,406.25
CAMBISOLS	26,340.46	39.76	Háplico	CM ha	11,351.52
			Vértico	CM vr	7,412.10
			Vértico Léptico	CM vr le	7,576.85
LUVISOLS	2,886.25	4.36	Endoléptico	LV nl	2,886.25
PHAEOZEMS	8,366.13	12.63	Háplico	PH ha	2,871.07
			Téfrico	PH tf	5,495.07
VERTISOLS	24,415.67	36.85	Endoléptico	VR nl	11,659.87
			Endoléptico Gléjico	VR nl gl	3,690.28
			Gléjico	VR gl	530.21
			Háplico	VR ha	8,535.33
Cuerpo de Agua	1,836.07	2.77			

Grupo de Suelos de Referencia (GSR)	Superficie (ha)	%	Calificadores	Clave	Superficie (ha)
Total					66,250.83

Fuente: Elaboración con base en datos de WRB.

Figura 67. Superficie ocupada por los diferentes GRS.



Fuente: Sistema información geográfico. POEL 2020.

En el municipio se identificaron cinco grupos de suelos de referencia, y son los que a continuación se describen.

3.4.1.1. Arenosoles (ar)

Los Arenosoles comprenden suelos arenosos, incluyendo tanto suelos desarrollados en arenas residuales después de la meteorización in situ de

sedimentos o rocas ricas en cuarzo, y suelos desarrollados en arenas recién depositadas tales como dunas en desiertos y tierras de playas. Los suelos correspondientes en otros sistemas de clasificación incluyen *Psammentes* de la Taxonomía de Suelos de EUA.

Criterio de clasificación

Suelos que tienen:

1. Una textura media ponderada de arenoso franco o más gruesa, si las capas acumuladas de textura más fina tienen menos de 15 cm de espesor, ya sea hasta una profundidad de 100 cm desde la superficie del suelo o hasta un horizonte petroplántico, pisoplántico, plántico o sálico que comienza entre 50 y 100 cm de la superficie del suelo.
2. Menos de 40 por ciento (en volumen) de gravas o fragmentos más gruesos en todas las capas dentro de 100 cm de la superficie del suelo o hasta un horizonte petroplántico, pisoplántico, plántico o sálico que comienza entre 50 y 100 cm de la superficie del suelo.
3. Sin horizonte frágico, irrágrico, hórtico, plágico o térrico.
4. Sin capas con propiedades ándicas o vítricas con un espesor combinado de 15 cm o más.

Descripción

Connotación: Suelos arenosos; del latín arena, arena.

Material parental: No consolidado, en algunos lugares materiales translocados, calcáreos, de textura arenosa; ocurren áreas relativamente pequeñas de Arenosoles sobre rocas silíceas extremadamente meteorizadas.

Ambiente: Desde árido hasta húmedo y perhúmedo, y desde extremadamente frío hasta extremadamente cálido; las geoformas varían desde dunas recientes, cordones de playa, y planicies a plateaus muy antiguos arenosos; la vegetación varía desde vegetación de desierto hasta dispersa (principalmente herbácea) hasta bosque abierto.

Desarrollo del perfil: En la zona seca hay poco o ningún desarrollo de perfil. Los Arenosoles en los trópicos perhúmedos tienden a desarrollar horizontes eluviales álbicos gruesos (con un horizonte espódico por debajo de 200 m de la superficie del suelo) mientras la mayoría de los Arenosoles de la

zona templado -húmeda muestran signos de alteración o transporte de humus, Fe o arcilla, pero demasiado débil para ser de diagnóstico.

Distribución

Los Arenosoles son uno de los GSR más extensos en el mundo; incluyendo arenas en movimiento y dunas activas, cubren alrededor de 1 300 millones ha, o 10 por ciento de la superficie de la tierra. Vastas extensiones de profundas arenas eólicas se encuentran en el plateau Centro Africano entre el ecuador y 30°S. Estas Arenas de Kalahari forman el mayor cuerpo de arenas en el mundo. Otras áreas de Arenosoles ocurren en la región de Sahel de África, varias partes del Sahara, Australia central y occidental, El Cercano Este, y China. Las planicies costeras arenosas y áreas de dunas costeras tienen menor extensión geográfica.

Aunque la mayoría de los Arenosoles ocurren en regiones áridas y semiáridas, son típicos suelos azonales; se encuentran en el más amplio rango posible de climas, desde muy árido a muy húmedo y desde frío hasta cálido. Los Arenosoles están muy extendidos en paisajes eólicos, pero también ocurren en arenas marinas, litorales, y lacustres y en los mantos de meteorización en grano grueso de rocas silíceas, principalmente areniscas, cuarcita y granito. No hay límite respecto de la edad o período en el cual tuvo lugar la formación de suelo. Los Arenosoles ocurren en superficies muy antiguas, así como en geoformas muy recientes, y pueden estar asociados con casi cualquier tipo de vegetación.

Manejo y uso

Los Arenosoles ocurren en ambientes ampliamente diferentes, y por consiguiente varían las posibilidades de usarlos para la agricultura. La característica que todos los Arenosoles tienen en común es su textura gruesa, que explica su generalmente alta permeabilidad y baja capacidad de almacenar agua y nutrientes. Por otro lado, los Arenosoles ofrecen facilidad de labranza, enraizamiento y cosecha de cultivos de raíz y tubérculos.

Los Arenosoles en tierras áridas, donde la lluvia anual es menor de 300 mm, son predominantemente usados para pastoreo extensivo (nómada). Los cultivos de secas son posibles cuando la lluvia anual excede 300 mm. La baja coherencia, baja capacidad de almacenar nutrientes y alta sensibilidad a la erosión son limitaciones serias de los Arenosoles en la zona seca. Se han conseguido buenos rendimientos de pequeños granos, melones, legumbres y cultivos forrajeros en Arenosoles regados, pero las altas pérdidas por

percolación pueden hacer impracticable el riego de superficie. El riego por goteo o por chorritos, posiblemente combinado con una cuidadosa dosificación de fertilizantes, puede remediar la situación. Muchas áreas con Arenosoles en la zona de Sahel (lluvia anual de 300–600 mm) son transicionales al Sahara, y sus suelos están cubiertos con vegetación escasa. El pastoreo y desmonte para cultivo no controlados sin medidas de conservación de suelos apropiadas pueden fácilmente hacer estos suelos inestables y revertirlos a dunas movedizas.

Los Arenosoles en la zona templada húmeda y subhúmeda tienen limitaciones similares a los de la zona seca, sólo que la sequía es una restricción menos seria. En algunas instancias, e.g. en horticultura, el bajo almacenamiento de agua de los Arenosoles se considera ventajoso porque los suelos se calientan más temprano en la estación. En los sistemas mixtos de cultivo (que son mucho más comunes) con cereales, cultivos forrajeros y pasturas, se aplica riego suplementario durante los períodos secos. Una gran parte de los Arenosoles de zona templada están bajo bosque, ya sea producción forestal o rodales naturales en reservas naturales manejadas cuidadosamente. Los Arenosoles en los trópicos húmedos es mejor dejarlos bajo su vegetación natural, particularmente para los Arenosoles con meteorización profunda y un horizonte álbico. Como todos los elementos nutrientes se concentran en la biomasa y en la materia orgánica del suelo, el desmonte de la tierra inevitablemente producirá tierras estériles infértiles sin valor ecológico ni económico. Bajo bosque, la tierra puede todavía producir algo de madera (e.g. *Agathis* spp.) y madera para la industria de pulpa y papel. El cultivo permanente de cultivos anuales requiere insumos de manejo que generalmente no son justificables económicamente. En algunos lugares los Arenosoles han sido plantados con cultivos perennes como caucho y pimienta; las arenas costeras están plantadas ampliamente con cultivos como coco, castañas de cajú, casuarinas y pinos, especialmente donde la buena calidad del agua freática está al alcance del sistema radicular. Cultivos de raíz y tubérculos se benefician de la facilidad de cosecha, notablemente casava, con su tolerancia a niveles bajos de nutrientes. El maní y maní bambara pueden encontrarse en mejores suelos.

Los Arenosoles y suelos relacionados con una textura arenosa superficial, en algunas regiones (e.g. Australia occidental y partes de Sudáfrica) pueden ser proclives a desarrollar hidrofobicidad, típicamente causada por exudados hidrofóbicos de hongos del suelo que recubren los granos de arena. La

repelencia al agua es más intensa luego de períodos largos de clima cálido y seco y lleva a infiltración diferencial de agua. Se cree que esto tiene significado ecológico en promover diversidad de especies vegetales (e.g. en Namaqualand). Los agentes humectantes (surfactantes como el lignosulfonato de calcio) a veces se usan bajo riego para lograr la penetración más uniforme de agua. Los productores de trigo de secano en Australia excavan arcilla y la aplican a sus suelos arenosos con maquinaria especializada. Los resultados (germinación más uniforme y mejor eficiencia de herbicidas) pueden ser económicamente atractivos cuando hay disponible una fuente local de arcilla.

Material Téfrico

El material Téfrico (del griego tephra, montón de ceniza) consiste ya sea de tefra, e.g. productos piroclásticos no consolidados, no o sólo ligeramente meteorizados, de erupciones volcánicas (incluyendo cenizas, lapilli, pómez, piroclastos vesiculares tipo pómez, bloques o bombas volcánicas), o de depósitos téfricos, e.g. tefra que ha sido retrabajada y mezclada con materiales de otras fuentes. Esto incluye suelo téfrico, arena eólica téfrica y aluvión vulcanogénico.

Criterios de diagnóstico

El material téfrico tiene:

1. 30 por ciento o más (por recuento de granos) vidrio volcánico, agregados vítreos y otros minerales primarios revestidos en vidrio en la fracción entre 0.02–2 mm.

2. No tiene propiedades ándicas o vítricas.

Relaciones con algunas propiedades de diagnóstico

La meteorización progresiva del material téfrico desarrollará en propiedades vítricas; entonces no se lo considera más como material téfrico.

Calificadores utilizados

Téfrico (tf): Que tiene material téfrico hasta una profundidad de 30 cm o más de la superficie del suelo o hasta roca continua, lo que esté a menor profundidad.

3.4.1.2. Cambisoles (CM)

Los Cambisoles son suelos con formación de por lo menos un horizonte subsuperficial incipiente. La transformación del material parental es evidente por la formación de estructura y decoloración principalmente parduzca, incremento en el porcentaje de arcilla, o remoción de carbonatos. La Taxonomía de Suelos de los Estados Unidos clasifica a la mayoría de estos suelos como Entisoles.

Criterio de clasificación

Suelos que tienen:

1. Un horizonte cámbico que comienza dentro de 50 cm de la superficie del suelo y tiene su base 25 cm o más debajo de la superficie del suelo o 15 cm o más debajo de alguna capa arada.
2. Un horizonte antrácuico, hórtico, hidrágrico, irrágrico, plágico o térrico.
3. Un horizonte frágico, petroplíntico, pisoplíntico, plíntico, sálico, tiónico o vértico que comienza dentro de 100 cm de la superficie del suelo.
4. Una o más capas con propiedades ándicas o vítricas con un espesor combinado de 15 cm o más dentro de los 100 cm de la superficie del suelo.

Descripción

Material parental: Materiales de textura media a fina derivados de un amplio rango de rocas.

Desarrollo del perfil: Los Cambisoles se caracterizan por meteorización ligera a moderada del material parental y por ausencia de cantidades apreciables de arcilla iluvial, materia orgánica, compuestos de Aluminio o Hierro. Los Cambisoles también abarcan suelos que no cumplen una o más características de diagnóstico de otros grupos de suelos, incluyendo los altamente meteorizados.

Ambiente: Terrenos llanos a montañosos en todos los climas; amplio rango de tipo de vegetación.

Distribución

Los Cambisoles cubren un área estimada de 1 500 millones de hectáreas a nivel mundial. Los ciclos de erosión y depósito explican la ocurrencia de estos suelos

en regiones montañosas. Los Cambisoles también ocurren en regiones secas y son menos comunes en los trópicos y subtrópicos húmedos donde la meteorización y formación del suelo suceden a mayor velocidad que en las zonas templadas, boreales y secas. Los Cambisoles también son comunes en áreas con erosión geológica activa, donde pueden ocurrir en asociación con suelos tropicales maduros.

Uso y manejo

Los Cambisoles son generalmente buenas tierras agrícolas y se usan intensivamente. Estos suelos con alta saturación de bases en la zona templada están entre los suelos más productivos de la tierra. Los Cambisoles más ácidos, aunque menos fértiles, se usan para agricultura mixta y como tierras de pastoreo o forestales. Los Cambisoles en pendientes escarpadas es mejor conservarlos con bosque; esto es particularmente válido para los Cambisoles de zonas montañosas.

Los Cambisoles en planicies aluviales bajo riego en la zona seca se usan intensivamente para producción de cultivos alimenticios y aceiteros. Los Cambisoles en terrenos ondulados o con colinas (principalmente coluviales) se cultivan con una variedad de cultivos anuales y perennes o se usan como tierras de pastoreo.

Los Cambisoles en los trópicos húmedos son típicamente pobres en nutrientes pero todavía son más ricos que los Acrisoles o Ferralsoles asociados y tienen una mayor capacidad de intercambio catiónico.

Horizonte cámbico

El horizonte cámbico es un horizonte subsuperficial que muestra evidencias de alteración respecto de horizontes subyacentes.

El horizonte cámbico puede considerarse el predecesor de muchos otros horizontes de diagnóstico. Todos estos horizontes tienen propiedades específicas, tales como acumulación iluvial o residual, remoción de sustancias que no sean carbonato o yeso, acumulación de componentes solubles, o desarrollo de estructura de suelo específica, que no son reconocidas en el horizonte cámbico.

En suelos frescos y húmedos, libremente drenados, de las mesetas altas y montañas en regiones tropicales y subtropicales pueden ocurrir asociados con horizontes sómbricos.

Condición local

En México generalmente son los GSR que componen las sierras del occidente, sobre todo en climas semiáridos y rocas de tipo ígneo. En el área estudiada se encuentran en todo lo largo de la sierra y es el dominante de las pendientes pronunciadas donde se encuentra vegetación. Se encuentran como suelos individuales a escala grande y forma asociaciones con Regosoles en menor proporción.

Es un suelo que soporta selva baja caducifolia donde predominan elementos arbóreos de más de 6 metros, estos aportan mantillo de hojarasca al suelo, son suelos que aparentan ser delgados por cantidades significativas de rocas y piedras andesíticas que le dan origen.

Otro ejemplo de los Cambisoles asociados a Regosoles, está formado a partir de material parental de brecha volcánica acompañado por cenizas volcánicas. El horizonte C es una regolita parcialmente cementada. El suelo presenta contenidos de arcilla y materia orgánica en baja proporción y se dedican a la agricultura de riego.

Calificadores utilizados

Háplico (ha): tiene una expresión típica en el sentido de que no hay una caracterización adicional o significativa y sólo se usa si no aplica ninguno de los calificadores previos.

Léptico (le): que tiene roca continua que comienza antes de 100 cm de profundidad.

Vértico (vr): tiene un horizonte vértico o propiedades vérticas que comienzan antes de 100 cm de profundidad.

3.4.1.3. Luvisoles (lv)

Los Luvisoles son suelos que tienen mayor contenido de arcilla en el subsuelo que en el horizonte superficial, como resultado de procesos pedogenéticos

(especialmente migración de arcilla) que lleva a un horizonte subsuperficial árgico. Los Luvisoles tienen arcillas de alta actividad en todo el horizonte árgico y alta saturación con bases a ciertas profundidades. Muchos Luvisoles son conocidos como Alfisoles en la Taxonomía de Suelos de los Estados Unidos.

Criterio de clasificación

Suelos que tienen un horizonte árgico con una CIC (por NH_4OAc 1 M) de 24 cmolc kg^{-1} arcilla 50 o más en todo el espesor o hasta una profundidad de 50 cm debajo de su límite superior, lo que esté a menor profundidad, ya sea comenzando dentro de los 100 cm de la superficie del suelo o dentro de 200 cm de la superficie del suelo si el horizonte árgico tiene por encima textura arenoso franco o más gruesa en todo el espesor.

Descripción

Material parental: Una amplia variedad de materiales no consolidados incluyendo depósitos eólicos, aluviales y coluviales.

Ambiente: Principalmente tierras llanas o suavemente inclinadas en regiones templadas frescas y cálidas con estaciones seca y húmeda marcadas.

Desarrollo del perfil: Diferenciación pedogenética del contenido de arcilla, con un bajo contenido en el suelo superficial y un contenido mayor en el subsuelo sin lixiviación marcada de cationes o meteorización avanzada de arcillas de alta actividad.

Distribución

Los Luvisoles se extienden entre 500 y 600 millones de hectáreas a nivel mundial, principalmente en regiones templadas como el este y centro de la Federación Rusa, Estados Unidos de Norteamérica, y Europa Central, pero también en la región Mediterránea y sur de Australia. En regiones subtropicales y tropicales, ocurren principalmente sobre superficies jóvenes.

Uso y manejo

La mayoría de los Luvisoles son suelos fértiles y apropiados para un rango amplio de usos agrícolas. Los Luvisoles con alto contenido de limo son susceptibles al deterioro de la estructura cuando se laborean mojados con

maquinaria pesada. Los Luvisoles en pendientes fuertes requieren medidas de control de la erosión.

Los Luvisoles en la zona templada se cultivan ampliamente con granos pequeños, remolacha azucarera y forraje; en áreas con pendiente, se usan para huertos, forestales o pastoreo. En la región Mediterránea, donde son comunes los Luvisoles (muchos de ellos con los calificadores Crómico, Cálcico o Vértico) sobre depósitos coluviales de meteorización de calizas, con pendientes bajas se cultivan con trigo o remolacha azucarera mientras que las pendientes mayores frecuentemente erosionadas se usan para pastoreo extensivo o cultivos forestales.

Horizonte árgico

El horizonte árgico es un horizonte subsuperficial que tiene claramente mayor contenido de arcilla que el horizonte suprayacente. La diferenciación textural puede estar causada por:

- Acumulación aluvial de arcilla.
- Formación pedogenética predominante de arcilla en el subsuelo.
- Destrucción de arcilla en el horizonte superficial.
- Erosión superficial selectiva de arcilla.
- Movimiento ascendente de partículas más gruesas debido a expansión y contracción.
- Actividad biológica.
- Combinación de dos o más de estos diferentes procesos.

La sedimentación de materiales superficiales que son más gruesos que el horizonte subsuperficial pueden intensificar una diferenciación textural pedogenética. Sin embargo, una mera discontinuidad litológica, tal como puede ocurrir en depósitos aluviales, no califica como un horizonte árgico.

Los suelos con horizonte árgico frecuentemente tienen un conjunto específico de propiedades morfológicas, físico-químicas y mineralógicas además del mero incremento de arcilla. Estas propiedades permiten distinguir varios tipos de horizontes árgicos y trazar sus vías de desarrollo.

Condición local

En el área estudiada se encuentran en la porción sur, en los puntos donde se encontró este grupo de suelos se encuentra la transición de la selva baja caducifolia hacia los bosques de encino.

La característica que asocia a este grupo de suelo es la concentración de arcilla de alta actividad, precisamente en los horizontes donde se exploró el suelo se encontraron cantidades significativas de arcilla en todo el perfil, inclusive aparenta la ausencia de materia orgánica y el color oscuro que la caracteriza al humus de suelo. Una característica que tienen estos suelos es el desarrollo de la estructura de bloques subangulares y angulares que es producto del desarrollo de la arcilla y la alternancia de humedad, además se presenta en lomeríos suaves acompañado de gravas y guijarros dentro de la matriz de suelos.

Calificadores utilizados

Endoléptico (nl): Que tiene roca continua que comienza entre 50 y 100 cm de profundidad.

3.4.1.4. *Phaeozems (ph)*

Los Phaeozems incluyen suelos de pastizales relativamente húmedos y regiones forestales en clima continental. Los Phaeozems son muy parecidos a Chernozems y Kastanozems, pero están más intensamente lixiviados. Consecuentemente, tienen horizonte superficial oscuro, rico en humus que, en comparación con Chernozems y Kastanozems, son menos ricos en bases. Los Phaeozems pueden o no tener carbonatos secundarios, pero tienen alta saturación con bases en el metro superior del suelo.

Criterio de clasificación

Suelos que tienen:

1. Un horizonte mólico.
2. Una saturación con bases (por NH₄OAc 1 M) de 50 por ciento o más en todo el espesor hasta una profundidad de 100 cm o más de la superficie del suelo o hasta roca continua o una capa cementada o endurecida, lo que esté a menor profundidad.}

Descripción

Connotación: Suelos oscuros ricos en materia orgánica; del griego phaios, oscuro, y del ruso zemlja, tierra.

Material parental: Materiales no consolidados, predominantemente básicos, eólicos (loess), morrenas glaciares y otros.

Ambiente: Cálido a fresco (e.g. tierras altas tropicales) regiones moderadamente continentales, suficientemente húmedas de modo que la mayoría de los años hay alguna percolación a través del suelo, pero también con períodos en los cuales el suelo se seca; tierras llanas a onduladas; la vegetación natural es pastizal como la estepa de pastos altos o bosque.

Desarrollo del perfil: Un horizonte mólico (más fino y en muchos suelos menos oscuro que en los Chernozems), principalmente sobre horizonte subsuperficial cámbico o árgico.

Distribución

Los Phaeozems cubren un área aproximada de 190 millones de hectáreas en todo el mundo. Unas 70 millones de hectáreas de Phaeozems se encuentran en las tierras bajas centrales y este de las Grandes Planicies de Estados Unidos de Norteamérica. Otros 50 millones de hectáreas de Phaeozems están en las pampas subtropicales de Argentina y Uruguay. La tercera gran área de Phaeozems (18 millones ha) está en el noreste de China, seguida por extensas áreas en el centro de la Federación Rusa. Áreas menores, principalmente discontinuas, se encuentran en Europa Central, notablemente en el área del Danubio de Hungría y países adyacentes y áreas montañosas en los trópicos.

Manejo y uso

Los Phaeozems son suelos porosos, fértiles y son excelentes tierras agrícolas. En Estados Unidos de Norteamérica y Argentina, los Phaeozems se usan para la producción de soja y trigo (y otros granos pequeños). Los Phaeozems en las planicies altas de Texas producen buenos rendimientos de algodón bajo riego. Los Phaeozems en la franja templada se siembran con trigo, cebada y vegetales junto con otros cultivos. La erosión eólica e hídrica son peligros serios. Vastas

áreas de Phaeozems se usan para cría de ganado y engorde en pasturas mejoradas.

Horizonte mólico

El horizonte mólico (del latín mollis, blando) es un horizonte superficial grueso, bien estructurado, oscuro, con alta saturación con bases y moderado a alto contenido de materia orgánica.

Criterios de diagnóstico

Un horizonte mólico, después de mezclar los primeros 20 cm del suelo mineral o, si hay presente roca continúa, un horizonte crítico, petrocálcico, petroútrico, petrogípsico o petroplíntico dentro de los 20 cm de la superficie del suelo mineral, todo el suelo mineral por encima, tiene:

1. Una estructura del suelo suficientemente fuerte como para que el horizonte no sea a la vez masivo y duro o muy duro en seco tanto en la parte mezclada como en la subyacente no mezclada si el espesor mínimo es más de 20 cm (prismas de más de 30 cm de diámetro se incluyen en el significado de masivo si no hay estructura secundaria dentro de los prismas).
2. Colores Munsell con croma de 3 o menos en húmedo, un *value* de 3 o menos en húmedo y 5 o menos en seco en muestras rotas tanto en la parte mezclada como en la no mezclada si el espesor mínimo es más de 20 cm. Si hay 40 por ciento o más de calcáreo finamente dividido, se omiten los límites del *value* en seco; el *value*, húmedo, es 5 o menos. El *value* es una unidad o más oscuro que el material parental (ambos húmedo y seco), a menos que el material parental tenga un *value* de 4 o menos, húmedo, en cuyo caso se omite el requerimiento de contraste de color. Si el material parental no está presente, la comparación debe hacerse con la capa inmediatamente subyacente al horizonte superficial.
3. Un contenido de carbono orgánico de 0.6 por ciento o más tanto en la parte mezclada como en la parte subyacente no mezclada si el espesor mínimo es mayor de 20 cm. El contenido de carbono orgánico es 2.5 por ciento o más si los requerimientos de color son omitidos por calcáreo finamente dividido, o 0.6 por ciento más que en el material parental si los requerimientos de color se omiten debido a materiales parentales de color oscuro.
4. Una saturación con bases (por NH_4OAc 1 M) de 50 por ciento o más en

promedio ponderado en todo el espesor del horizonte.

5. Un espesor de uno de los siguientes:

- a) 10 cm o más si está directamente por encima de roca continua o un horizonte críico, petrocálcico, petrodúrico, petrogípsico o petroplíntico.
- b) 20 cm o más y un tercio o más del espesor entre la superficie del suelo mineral y el límite superior de roca continua, o un horizonte cálcico, críico, gípsico, petrocálcico, petrodúrico, petrogípsico, petroplíntico o sálico horizonte o material calcárico, flúvico o gipsírico dentro de los 75 cm.
- c) 20 cm o más y un tercio o más del espesor entre la superficie del suelo mineral y el límite inferior del horizonte de diagnóstico más profundo dentro de los 75 cm y, si hay alguno, por encima de cualquiera de los horizontes o materiales de diagnóstico listados en b.
- d) 25 cm o más.

Identificación de campo

Un horizonte mólico puede identificarse fácilmente por su color oscuro causado por la acumulación de material orgánica, estructura bien desarrollada (generalmente una estructura granular o en bloques subangulares finos), un indicio de alta saturación con bases (e.g. pH del agua > 6), y su espesor.

Relaciones con algunos otros horizontes de diagnóstico

La saturación con bases de 50 por ciento separa al horizonte mólico del horizonte úmbrico, que por lo demás es similar. El límite superior del contenido de carbono orgánico varía de 12 por ciento (20 por ciento de material orgánica) a 18 por ciento de carbono orgánico (30 por ciento de material orgánica), que es el límite inferior del horizonte hístico, o 20 por ciento, el límite inferior del horizonte fólico.

Un tipo especial de horizonte mólico es el horizonte vorónico. Tiene un mayor contenido de carbono orgánico (1.5% o más), una estructura específica (granular o bloques subangulares finos), un color muy oscuro en su parte superior, una actividad biológica elevada, y un espesor mínimo de 35 cm.

Calificadores utilizados

Háplico (ha): Tiene una expresión típica en el sentido de que no hay una caracterización adicional o significativa y sólo se usa si no aplica ninguno de los calificadores previos.

Téfrico (tf): Que tiene material téfrico hasta una profundidad de 30 cm o más de la superficie del suelo o hasta roca continua, lo que esté a menor profundidad.

3.4.1.5. *Vertisoles (vr)*

Los Vertisoles suelos muy arcillosos, que se mezclan, con alta proporción de arcillas expandibles. Estos suelos forman grietas anchas y profundas desde la superficie hacia abajo cuando se secan, lo que ocurre en la mayoría de los años. El nombre Vertisoles (del latín *vertere*, dar vuelta) se refiere al reciclado interno constante del material de suelo. La taxonomía de los Estados Unidos les nombra igual: Vertisoles.

Criterio de clasificación

Suelos que tienen:

1. Un horizonte vértico que comienza dentro de los 100 cm de la superficie del suelo.
2. Después que los primeros 20 cm han sido mezclados, 30 por ciento o más de arcilla entre la superficie del suelo y el horizonte vértico en todo el espesor.
3. Grietas que se abren y cierran periódicamente.

Descripción

Material parental: Sedimentos que contienen elevada proporción de arcillas expandibles, o arcillas expandibles producidas por neoformación a partir de la meteorización de las rocas.

Ambiente: Depresiones y áreas llanas a onduladas, principalmente en climas tropicales, subtropicales, semiárido a subhúmedo y húmedo con una alternancia clara de estación seca y húmeda. La vegetación clímax es la sabana o pastizal natural.

Desarrollo del perfil: La expansión y contracción alternada de arcillas expandibles resulta en grietas profundas en la estación seca, y formación de caras de deslizamiento y agregados estructurales cuneiformes en el suelo subsuperficial. El microrelieve gilgai es peculiar de los Vertisoles aunque no se encuentra comúnmente.

Distribución

Los Vertisoles cubren 335 millones de hectáreas a nivel mundial. Se estima que 150 millones de ellas tienen potenciales para ser tierras de cultivo. Estos suelos en los trópicos cubren unos 200 millones de hectáreas; un cuarto de éstas se consideran tierras útiles. La mayoría de los Vertisoles están presentes en los trópicos semiáridos, con una lluvia media anual de 500 a 1 000 mm, pero también se encuentran en los trópicos húmedos. Las áreas más grandes de Vertisoles están sobre sedimentos que tienen alto contenido de arcillas esmectíticas o que producen tales arcillas por meteorización, y en plató extensos de basalto. Los Vertisoles se encuentran típicamente en bajas posiciones del paisaje tales como fondos de lagos secos, cuencas de ríos, terrazas inferiores de ríos y otras tierras bajas que periódicamente están mojadas en su estado natural. Los Vertisoles en el municipio se localizan en las planicies del centro oeste y centro este del municipio y su condición está relacionada con el clima y los materiales aportados por las estructuras geológicas de naturaleza basáltica y andesítica.

Uso y manejo

Grandes áreas de Vertisoles en los trópicos semiáridos están todavía sin utilizar o sólo se emplean en el pastoreo extensivo, cortar madera, quemar carbón y similares. Estos suelos tienen considerable potencial agrícola, pero el manejo adecuado es una condición para la producción sostenida. La fertilidad química comparativamente buena y su ocurrencia en planicies llanas extensas donde puede considerarse el laboreo mecánico son ventajas de estos suelos. Las características físicas y su difícil manejo del agua causan problemas. Los edificios y otras estructuras están en riesgo sobre Vertisoles, y los ingenieros tienen que tomar precauciones especiales para evitar daños.

Los usos agrícolas de los Vertisoles van desde el extensivo (pastoreo, recolección de leña, y quema de carbón) hasta agricultura bajo riego en pequeña y gran escala (maíz, algodón, trigo, cebada, sorgo, garbanzos, lino, y caña de azúcar). El algodón se sabe que se desempeña bien en estos suelos, según se asegura, porque el algodón tiene un sistema radicular vertical que no se daña severamente por el agrietamiento del suelo. Los cultivos forestales generalmente son menos exitosos porque las raíces de los árboles encuentran difícil establecerse en el subsuelo y se dañan cuando el suelo se expande y se contrae. Las prácticas de manejo para producción de cultivos deben dirigirse

primariamente al control del agua en combinación con la conservación o mejora de la fertilidad del suelo.

Las propiedades físicas y el régimen de humedad de los Vertisoles presentan serias restricciones de manejo. La textura del suelo pesada y la dominancia de minerales de arcilla expandibles resulta en un rango de humedad del suelo restringido entre estrés hídrico y exceso de agua. La labranza se obstaculiza por la adhesividad cuando el suelo está mojado y la dureza cuando está seco. La susceptibilidad de estos suelos al anegamiento puede ser el único factor más importante que reduce el período de crecimiento real. El exceso de agua en la estación lluviosa debe almacenarse para su uso post-estación lluviosa (cosecha de agua) en tierras con velocidad de infiltración muy lenta.

Una compensación a la característica de expansión-contracción es el fenómeno de auto segregación que es común en muchos Vertisoles. Los terrones grandes producidos por las labores primarias se rompen con el secado gradual en agregados finos, lo que proporcionan una cama de siembra con un esfuerzo mínimo. Por la misma razón, la erosión en cárcavas en los Vertisoles sobre pastoreados, raramente es severa porque las paredes de las cárcavas rápidamente asumen un pequeño ángulo de reposo, que permite que el pasto se restablezca más fácilmente.

Horizonte vértico

El horizonte vértico es un horizonte subsuperficial arcilloso, resultado de la expansión - contracción, presenta superficies pulidas y agregados estructurales en forma de cuña.

Los horizontes vérticos son arcillosos, con una consistencia dura a muy dura. Cuando están secos, los horizontes vérticos muestran grietas de 1 cm o más de ancho. Es obvia la presencia de caras de agregados pulidas y brillantes, generalmente en ángulos agudos.

Otros horizontes de diagnóstico también pueden tener elevados contenidos de arcilla, por ejemplo el horizonte árgico, nátrico y nítrico. Estos horizontes carecen de la característica típica del horizonte vértico; sin embargo, pueden estar ligados lateralmente en el paisaje, con el horizonte vértico generalmente ocupando la posición más baja.

Patrón de color gléyico

Los materiales de suelo desarrollan un patrón de color gléyico (del ruso gley, masa de suelo abonada [mucky]) si están saturados con agua freática (o estuvieron saturados en el pasado, si ahora están drenados) por un período que permita la ocurrencia de condiciones reductoras (puede variar de unos pocos días en los trópicos a unas pocas semanas en otras áreas).

Criterios de diagnóstico

Un patrón de color gléyico muestra uno o ambos de los siguientes:

1. 90% o más (área expuesta) de colores reductimórficos, que comprenden blanco a negro neutro (Munsell hue N1/ a N8/) o azulado a verdoso (Munsell hue 2.5 Y, 5 Y, 5 G, 5 B).
2. 5% o más (área expuesta) moteados de colores oximórficos, que comprenden cualquier color excluyendo los colores reductimórficos.

3.4.2. Identificación de campo

Un patrón de color gléyico resulta de un gradiente redox entre el agua freática y la franja capilar, causando una distribución irregular de hidróxidos de hierro y manganeso. En la parte inferior del suelo y/o dentro de los agregados los óxidos se transforman en compuestos insolubles de Fe/Mn (II) o son translocados, llevando ambos procesos a la ausencia de colores con un hue Munsell más rojo que 2.5Y. Los compuestos de Fe y Mn translocados pueden concentrarse en forma oxidada (Fe [III], Mn [IV]) sobre caras de agregados o en bioporos (canales de raíces herrumbrosos), y hacia la superficie aún en la matriz. Las concentraciones de manganeso pueden reconocerse por fuerte efervescencia usando una solución de H₂O₂ al 10%.

Los colores reductimórficos reflejan condiciones permanentemente saturadas. En material franco y arcilloso, dominan colores azul-verde debido a hidroxisales Fe (II, III) (herrumbre verde). Si el material es rico en azufre (S), predominan los colores negruzcos debido a los sulfuros de hierro coloidales tal como greigita o mackinawita (fácilmente reconocibles por el olor luego de aplicar HCl 1 M). En material calcáreo, los colores blancuzcos son dominantes debido a calcita y/o siderita. Las arenas generalmente son de color gris claro a blanco y con frecuencia también empobrecidas en Fe y Mn. Los colores, verde

azulado y negro son inestables y con frecuencia se oxidan a pardo rojizos a las pocas horas de exposición al aire.

La parte superior de la capa reductimórfica puede mostrar hasta 10 por ciento de colores herrumbre, principalmente alrededor de canales de animales cavadores o raíces de las plantas.

Los colores oximórficos reflejan condiciones reductora y oxidante alternadas, como es el caso de la franja capilar y en los horizontes superficiales de suelos con nivel de agua freática fluctuante. Colores específicos indican ferrihidrita (pardo rojizo), goetita (pardo amarillento brillante), lepidocrocita (naranja), y jarosita (Amarillo pálido). En suelos francos y arcillosos, los óxidos/hidróxidos de hierro se concentran sobre superficies de agregados y paredes de poros grandes (e.g. antiguos canales de raíces).

3.4.3. Condición local

Los suelos dedicados principalmente a la agricultura cuando la pendiente lo permite, se encuentran tanto en la planicie ribereña como en las laderas con poca pendiente.

El principal elemento que contiene estos suelos son la textura arcillosa, la arcilla que determina estos tipos son expandibles con alta actividad, como coloide de suelo son ricos en nutrientes, alta capacidad de intercambio de cationes, poca porosidad, por ello llegan a retener el agua por tiempo prolongado lo que implica que tienen drenaje lento y alta permeabilidad.

Son suelos fértiles pero difíciles de manejo en cuanto al uso agrícola y pecuario, sin embargo, en el municipio llegan a tener buenos rendimientos de maíz y son buenos productores de hortalizas. Los Vertisoles se encuentran en la zona plana con pendientes menores al 10%, pero pueden presentarse hasta pendientes de 20%.

En las áreas agrícolas tecnificadas sin prácticas de conservación presentan una pérdida de nitrógeno lixiviado de aproximadamente de 5% por infiltración y hasta de 10% por escorrentía. Lo que significa un aporte entre 50 a 150 toneladas de nitrógeno por la actividad agrícola del área de influencia

además el aporte del tajo de Cedros y de las aguas servidas no tratadas adecuadamente.

La actividad agrícola es una fuente no significativa de fósforo porque las fertilizaciones fosforadas no se hacen en la superficie del suelo, sino que se integran al suelo en el momento de la siembra y a diferencia del nitrógeno, tiene poca movilidad en el suelo porque es mucho menos soluble y tiende a precipitarse en formas secundarias (asociado a cationes del suelo como Mg, Ca y P).

Para corregir este problema de forma sostenible y económica es hacer una agricultura racional, que involucra recomendaciones de fertilización según las características del suelo (usando análisis de suelos) y los requerimientos de los cultivos con base a metas de rendimientos realistas (delimitación de agro sistemas).

3.5. Riesgos

Existen dos aproximaciones para estudiar los riesgos y desastres “naturales”, una de carácter cuantitativo y otra cualitativa. Para que esa caracterización sea útil se requiere distinguir entre los umbrales diferenciados de fenómenos peligrosos respecto de otros que muestran la vulnerabilidad de ciertas áreas. Se supone que los métodos cuantitativos reportan una información más objetiva puesto que registran la cantidad de fenómenos de riesgo efectivos. Sin embargo, debido a la escasez de registros sistemáticos con que se cuenta en el ámbito de los eventos peligrosos que se han presentado en épocas anteriores, dado que no hay bases de datos sistemáticas que registren puntualmente todos los casos anteriores y sus circunstancias, hace falta hacer un ejercicio de inducción a partir de los datos existentes para hacer mayores inferencias y establecer comparaciones entre distintos eventos. Para subsanar esta limitante, el método cualitativo puede servir de complemento. Esto conviene hacerlo particularmente en el caso de las zonas urbanas, al ser éstas espacios que han alterado de forma radical el entorno natural y por lo tanto ahí se registran condiciones y procesos que reflejan diversas alteraciones del ciclo del agua.

Para los estudios de carácter cuantitativo se utilizan métodos estadísticos y probabilísticos, en ese sentido, el método a aplicar depende principalmente de la recurrencia de los fenómenos, de su registro a través del tiempo, y de su localización y configuración contextual.

La aplicación del método cualitativo implica el conocimiento preciso de cada fenómeno y sus circunstancias, pero expresado a partir de la experiencia, observación y levantamiento exhaustivo en campo, tanto de parte de los responsables del municipio como de grupos ciudadanos. Así, la probabilidad de ocurrencia de los eventos peligrosos, se convierte en una estimación realizada de acuerdo a todas estas variables.

El marco metodológico del presente estudio se basa en un recuento de fenómenos registrados con métodos cualitativos que se contextualiza con aproximaciones de carácter cuantitativo a las que fue posible acceder. Se sigue pues un enfoque cuali-cuantitativo. Los fenómenos de riesgo registrados se organizaron en dos grupos de variables: Indicadores de factores antecedentes e Indicadores de factores potenciales.

3.5.1 Inundaciones

Entre los fenómenos de riesgo natural más significativos a nivel urbano, están las inundaciones. Una inundación es la sobrecarga o sobresaturación de la capacidad hidráulica de un área específica, ya sea que se deba por un sistema de drenaje insuficiente, o porque la respuesta a una tormenta (precipitación pluvial) en el territorio de una cuenca, subcuenca o microcuenca no es la adecuada debido a modificaciones que se han realizado en la red hidrográfica o por la sobresaturación de los escurrimientos superficiales derivados de una deficiente permeabilidad en la cobertura del suelo que resulta de las modificaciones o cubrimiento con pavimento de los cauces naturales.

Figura 68. Ejemplo de registros hemerográficos para la elaboración de las bases de datos de la ZMG que fue una de las principales fuentes de información.



Fuente: *Gaceta Universitaria*, periódico *Mural*.

Factores antecedentes

Los factores llamados antecedentes en el caso de las inundaciones, están relacionados con el sistema hidrográfico y geomorfo-hidrográficos preexistente. Es decir, se relacionan con condiciones previas al proceso de urbanización que en el caso de Tlajomulco se remonta a los inicios de los años 90 's. Se trata de identificar factores condicionantes que expliquen los patrones de anegamiento que se observan en distintas zonas urbanas. Por su parte, los factores potenciales tienen que ver con el comportamiento del agua en el sistema hidrológico e hidráulico (capacidad) y los cambios asociados a las modificaciones

del sistema hidráulico y el incremento de las superficies impermeables, es decir aspectos que tienen que ver con el régimen hidrográfico.

Este método se utilizó particularmente para caracterizar y conocer las condiciones de aquellas microcuencas en que el sistema de drenaje, sobre todo su cauce principal, ha desaparecido o se ha transformado radicalmente, porque en sus contornos hay uno o varios puntos de inundación, además de que está determinado por los rasgos micro-morfológicos que se han interrumpido o incluso desaparecido en el contexto de la retícula urbana. Para poder identificar las zonas más susceptibles a presentar eventos de inundación, se elaboró una base de datos a partir de incidencias históricas y actuales. Posteriormente se realizaron recorridos de campo para verificar el trazo aproximado de los polígonos a partir de los criterios establecidos para los factores antecedentes.

Factores potenciales

Los factores potenciales tienen que ver con el comportamiento del agua en el sistema hidráulico-hidrológico. Las metodologías utilizadas para identificar este patrón se aplicaron para cada una de las microcuencas, se partió de la aproximación hecha por Barros y Vallejo (2007), en la que se categoriza el agua que corre por las calles como microflujo, mientras que el agua que es conducida por los canales se le denomina macroflujo.

Para caracterizar el macroflujo, se parte de:

a) Identificar los tramos de canales naturales y diferenciarlos de los modificados por la mano del hombre con objeto de localizar:

- 1) Aquellos puntos que se consideran críticos o de atención (según la evaluación de problemas ambientales actuales en las corrientes de agua y escurrimientos).
- 2) Los que tienen registros de inundación histórica y 3) los puntos donde los canales tienen incapacidad para reencauzar el agua en un periodo de retorno definido (según la evaluación hidráulica).

b) La información recabada sobre los tres criterios, permite identificar y mapear los segmentos más críticos en cuanto a peligro de inundación, además que sirve para priorizar las acciones a realizar para restaurar aquellos tramos con menor

capacidad para evacuar volúmenes de agua suficientes de acuerdo con los periodos de retorno considerados y los registros históricos.

3.5.2. La evaluación del agua en las calles

De acuerdo con Nania (1999), las calles no se diseñan para conducir el agua de lluvia en grandes cantidades, sino para la circulación de vehículos. Sin embargo, un buen diseño de calles se relaciona con la capacidad de conducir una pequeña cantidad de agua, principalmente la que se genera en la propia calle con el propósito de que sea interceptada en el transcurso de un corto trayecto por una boca de tormenta o un imbornal. Como establece este mismo autor, el flujo que se identifica en las calles es de tipo no permanente, gradualmente variable en el tiempo y el espacio.

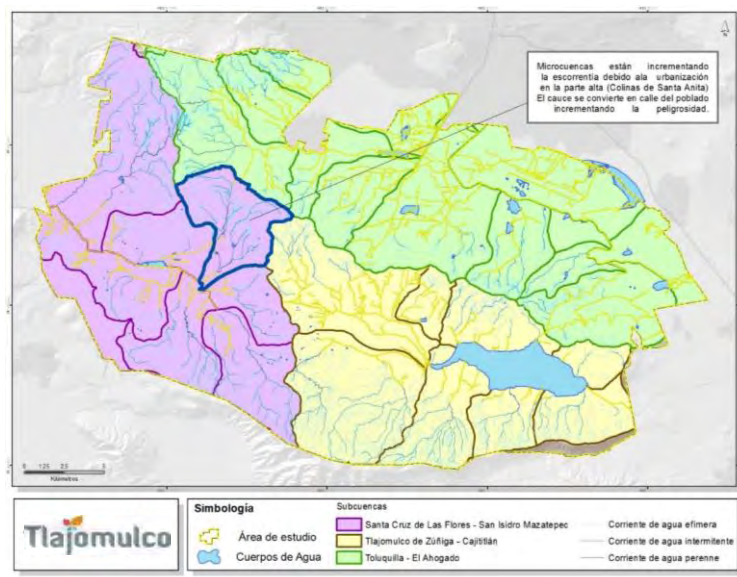
En el mapa 69 se observan las condiciones del microflujo que se registran en la actualidad en Tlajomulco. Existen cuatro zonas del municipio en las que los volúmenes de agua que corren por las calles son muy altos dado que registran entre medio metro y hasta un metro de agua (principalmente en la zona cercana a La Primavera, San Agustín-San Sebastián y dos localidades de la zona Valles). En este mapa se observan también otros dos factores potenciales:

- a) El comportamiento del microdrenaje sobre el cruce de las calles sobre todo en el cruce de cauces.
- b) El control de la dirección mediante el diseño urbanístico.

fraccionamientos cercanos al Camino Real de Colima.²⁶ Otra cantidad de agua se infiltra y otra se evapora, por lo que no drena al canal principal que va hacia a San Isidro Mazatepec. Gracias al acelerado proceso de urbanización, es previsible que el área denominada como playa o arenal entre Santa Cruz de las Flores y San Isidro Mazatepec pueda ser rellenada a mediano plazo con fines de facilitar el aplanado previo a la urbanización. De esa manera, se perdería una especie de vaso regulador natural y por lo tanto los caudales comienzan a reconocer las calles del poblado de Santa Cruz de las Flores o futuras áreas urbanizadas en esa zona para convertirse en canales conductores del flujo pluvial, esto podría incrementar súbitamente las inundaciones que ya se empiezan a registrar en fraccionamientos y en el mismo poblado de Santa Cruz de las Flores.

El mapa de abajo muestra cómo se incrementa la velocidad de escorrentía por la urbanización en la parte alta y la gran cantidad de modificación de los cauces.

Figura 70. Microcuencas de Santa Cruz de Las Flores- San Isidro Mazatepec.



Fuente: Sistema información geográfico. POEL 2020.

²⁶ En la calle el agua llega alcanzar el metro de altura

El incremento de los caudales hace que los pobladores cuyas viviendas se encuentran sobre el cauce, hayan tenido que levantar un puente improvisado para acceder a sus hogares, lo que aumenta considerablemente la posibilidad de riesgo que antes no existía. Otro efecto que se refleja en la foto de abajo es la depredación de la flora y el ecosistema agrícola del valle que servía de barrera natural para el manejo hidráulico está en proceso de desaparición.

Por otra parte, el Valle de San Isidro Mazatepec está dispuesto sobre una estructura tectónica hundida tipo graben en sentido NO-SE, que está limitado por un conjunto de conos volcánicos al sur y el piedemonte de la Sierra La Primavera al norte. El sistema drena hacia la subcuenca del Río Ameca. La microcuenca se forma sobre secuencias cuaternarias volcánicas formadas por los domos riolíticos y piedemonte de piroclastos, así como conos monogenéticos de naturaleza volcánica. En su parte central se formaba un cuerpo de agua perenne denominado Playas de San Isidro que está amenazado por distintas acciones en curso.

En estas microcuencas todavía se mantienen rasgos asociados con la actividad agrícola, como son los canales y vallados y, el antiguo lago en donde drenan la mayoría de los escurrimientos, desapareció para convertirse en tierras para la agricultura; por otro lado, la extracción de arena y piedra pómez para la construcción en la década de los años 80's, ocasionó la formación de grandes oquedades que con el paso del tiempo se han convertido en zonas donde los arroyos descargan el agua, de hecho se han formado cuerpos de agua, esta situación se presenta en las microcuencas que se forman en la ladera poniente del Cerro de Las Latillas y del fraccionamiento Colinas de Santa Anita, por lo tanto el agua no afecta directamente a la población de Santa Cruz de Las Flores pero si puede afectar como (factor potencial) en el caso de nuevos asentamientos.

Actualmente este sistema de microcuencas está registrando el mayor impacto en la distribución de los porcentajes de las fracciones del ciclo del agua (lluvia-escorrentía), debido fundamentalmente a la intensa urbanización que ahí se registra. Cada uno de los desarrollos establece su propia política de manejo del agua superficial y se desentiende de lo que se hace en otras zonas y termina por impactar las condiciones generales de todo el sistema hidráulico-hidrológico.

Se han identificado los siguientes impactos a las condiciones del escurrimiento del agua:

1. Acelerado cambio de uso del suelo (impermeabilización) en la parte alta de las microcuencas.
2. Modificación de las condiciones hidráulicas en la parte baja del valle.
3. Urbanización en zonas bajas con problemas naturales de desagüe.
4. Pérdida de la capacidad de regulación. Incremento de los caudales picos.
5. Incremento de la erosión sobre las márgenes de los canales de tierra.
6. Asentamiento de vivienda sobre las márgenes de los canales.
7. Habilitación del cauce natural como calle del poblado.

Figura 71. Vista panorámica del valle de Santa Cruz de las Flores, donde el acelerado proceso de urbanización amenaza con depredar la flora que habita en la zona.



Fuente: Archivo fotográfico POEL.

3.5.3.2. Las condiciones en las microcuencas del sistema hidrológico Tlajomulco-Cajititlán

Se trata de una subcuenca de tipo endorreico (sistemas de drenaje cuyo punto más bajo se localiza dentro de los límites de la subcuenca). Las subcuencas se han transformado en varias microcuencas. Las subcuencas Tlajomulco Cajititlán están delimitadas por un conjunto de lomas y cerros que la separan de la subcuenca del Ahogado y del Río Santiago, así como de la subcuenca San Isidro Mazatepec. El emplazamiento del Volcán Cuexcomatitlán ha dividido en dos a

esta cuenca cerrada. En el sector oriente se ha formado un cuerpo de agua permanente, mientras que en la parte occidental se ha formado una planicie.

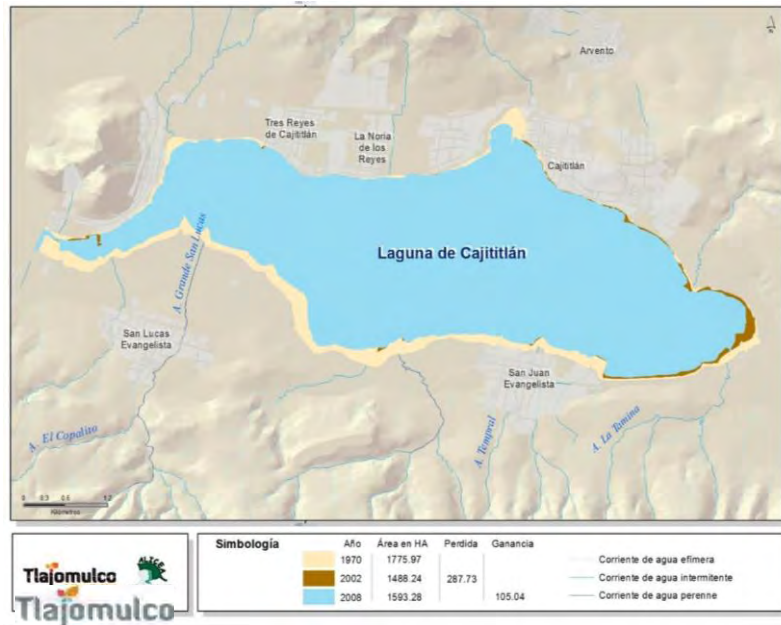
Figura 72. Laguna de Cajititlán, formación producto de una cuenca cerrada.



Fuente: Archivo fotográfico POEL.

La Laguna de Cajititlán ha almacenado hasta 46 millones de metros cúbicos. Entre los factores antecedentes se ha ubicado la propensión a usar cantidades importantes del agua para riego y la tendencia a desecar áreas del propio lago con fines de cultivos agrícolas. También desde los años 60's Ramón Rubín (Rubín 1961) lo había identificado como vaso receptor de aguas excedentes de lluvia que bajaban de Cerro Viejo y otros cerros. Posteriormente, se han identificado dos fenómenos que afectan la calidad del agua del lago y disminuyen su capacidad de almacenamiento, consistentes en el relleno y desviación de los cauces que remataban en el lago y la posibilidad de inundaciones en nuevos asentamientos como Arvento debido a que se rebasa la capacidad del lago y el agua tiende a regresar. En el mapa de abajo se puede apreciar la diferencia entre escurrimientos perennes, intermitentes y efímeros y hacia donde se pueden presentar inundaciones.

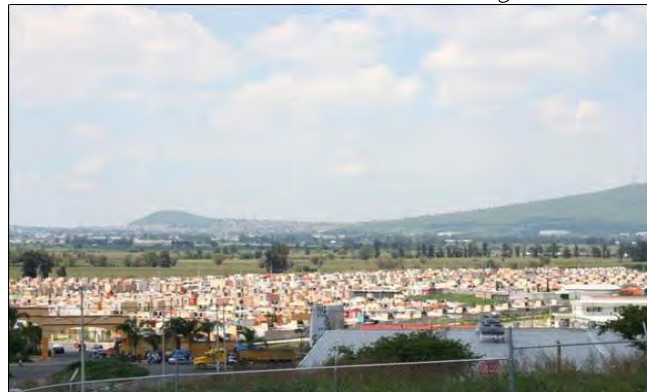
Figura 73. Microcuenca endorreica de Cajititlán y el cambio en la dimensión del espejo de agua entre 1970-2008.



Fuente: Sistema información geográfico POEL 2020.

La foto de abajo muestra cómo se da la desconexión con otras áreas y la forma en que se pasan los problemas de mayor escorrentía y velocidad del agua a otras zonas más bajas. Asimismo, en la zona donde se urbaniza se eliminaron los puntos de retención del agua o se eliminaron por diversos propósitos los lugares donde había presas y vasos reguladores que se formaban por la inclinación natural del terreno.

Figura 74. Crecimiento urbano sobre el valle agrícola de Tlajomulco



Fuente: Archivo fotográfico POEL.

Se han identificado los siguientes impactos:

1. Cambio de uso de suelo en las laderas de los cerros que circundan la subcuenca.
2. Incremento de los procesos erosivos y acumulativos.
3. Incremento del agua que escurre por superficie.
4. Cambios constantes en las características de los canales en la zona urbana, lo que modifica la capacidad hidráulica.
5. Incremento del caudal pico sobre el canal principal que conduce al poblado de Tlajomulco hacia Cajititlán, incrementándose el problema de desborde.
6. Problemas de inundación sobre el margen derecho de la vía Tlajomulco – Cajititlán, en donde el terraplén se ha convertido en un dique para las aguas superficiales.
7. Pérdida de la superficie del vaso lacustre por elaboración de terraplenes.

3.5.3.3. Las condiciones en las subcuencas de Toluquilla-El Ahogado

Las condiciones actuales registran grandes transformaciones que prácticamente han convertido en microcuencas las subcuencas preexistentes. Son estas microcuencas las que están registrando el mayor impacto en la distribución de los porcentajes de los componentes del ciclo del agua, debido fundamentalmente a la intensa urbanización que ahí se está dando. En la mayoría de los desarrollos cada uno ha establecido su propia política de manejo del agua.

En la subcuenca se han identificado los siguientes impactos:

- a) Incremento notable en la impermeabilización de las superficies de toda la subcuenca hidrográfica, particularmente en los últimos 5 años en las partes altas.
- b) Pérdida de elementos reguladores (presas, bordos, zonas pantanosas).
- c) Comportamiento anárquico del microflujo (agua en las calles).
- d) El agua que escurre se descarga sobre pocos canales, incrementándose notablemente los caudales pico y disminuyendo los tiempos de concentración.
- e) Ante el incremento de los caudales, en algunos vallados principales se están presentando intensos procesos geomorfológicos; como erosión en sus márgenes, lo que conlleva a una pérdida paulatina de su

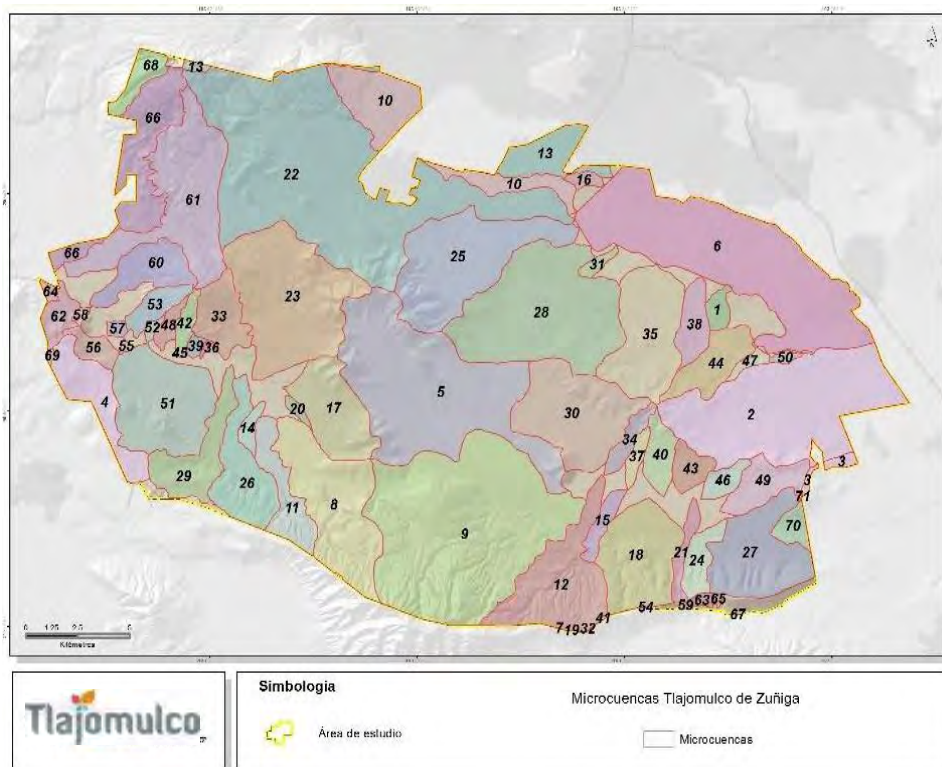
funcionamiento y repercute a su vez en comportamientos hidrológicos diversos.

- f) Desarticulación parcial y pérdida paulatina del funcionamiento de los vallados.
- g) Acelerado cambio de uso de suelo (impermeabilización) en la parte media de la microcuenca.
- h) Por las condiciones de pendiente e hidrológicas, una parte importante de la superficie no es apta para urbanizarse, debido a problemas naturales de desagüe, sin embargo, sí se está edificando en estas zonas.
- i) Modificación a las condiciones hidráulicas en la parte baja del valle.
- j) Asentamiento de viviendas e incremento de la erosión sobre los márgenes de los canales.
- k) Calles que se convierten en cauce debido al desvío de escurrimientos naturales y la falta de permeabilidad de la carpeta asfáltica, así como la forma de la retícula urbana.
- l) Pérdida de la capacidad de regular los caudales picos debido a la pérdida de los bordes aguas abajo (El Cuatro, Real del Valle, El Mulato, El Cuervo, La Teja) producto de la urbanización descontrolada.
- m) En la mayoría de los fraccionamientos no existe una red de captación de agua pluvial. Las calles han sustituido la red de drenaje pluvial, lo que determina la orientación del microflujo generando zonas de concentración.
- n) Rezago en el crecimiento de la red de colectores principales, se están utilizando los preexistentes.
- o) El Canal de Las Pintas se ha convertido en el único afluente captador de agua de todas las microcuencas, su trazo es complejo debido a que se diseñó para traer agua a la ciudad y para regular las avenidas producto de la urbanización.
- p) Urbanización con nula planificación en los márgenes del Canal de Las Pintas (abajo del nivel topográfico).
- q) El agua que es drenada al Canal de Las Pintas se deriva por canales secundarios cuando este conducto se satura. De esa manera, cuando se acumula basura y otros objetos, no puede ser desfogado, lo cual genera que se acumule agua por encima de los taludes del canal, acentuando el problema de un posible desborde.
- r) La urbanización presente en los márgenes del Canal Las Pintas representa una zona más baja que el lecho del canal.
- s) Urbanización de zonas bajas (antiguos cuerpos de agua y ladrilleras).

3.5.4. La transformación del sistema de cuencas y subcuencas y su impacto en la red de canales

El proceso de transformación de la red de canales y la traza natural de las subcuencas y microcuencas del propio municipio y las que se conectan con los municipios colindantes ha significado que de 4 ríos o arroyos principales u originarios (San Juanate, El Garabato, Arroyo Seco y el Ahogado) en los que se distribuía y se regulaba el agua a lo largo y ancho del municipio, ahora existan más de 30 escurrimientos desarticulados y una fragmentación de hasta 71 microcuencas como se puede apreciar en la figura 75, donde se hacen indicaciones específicas de los cambios en la nomenclatura registrada en la red hidrográfica de INEGI y otros documentos.

Figura 75. Fragmentación de cuencas y escurrimientos en el municipio y sus colindancias.



Fuente: Sistema información geográfico. POEL 2020.
 Tabla 52. Nueva nomenclatura de cuencas, subcuencas y microcuencas.

Microcuencas Tlajomulco de Zúñiga

1, A.P El Zapote del Valle	19, A.T. S.Madroño-Potreriillos	37, A.T. La Noria de los Reyes	55, A.T. Cofradia-A. S. Antonio
2, La Calera	20, A.T. La Teja-Valle Sta. Cruz	38, A.T. Zapote del Valle	56, A.T. C.Gachupin-A. San Antonio
3, La Capilla	21, A.T. S.Madroño-San Juan E.	39, A.T. Villa Flores-P. Playa E.	57, A.T. El Retoño-Labs. Pisa
4, San Gerardo	22, A. San Juanate	40, A.T. C.Sacramento-La Noria R.	58, A.T. Cruz Vieja
5, A.T. El Potrerito-Cajititlan	23, A. El Arenal	41, A.T. S.Madroño-Sabinos5	59, A.T. S.Madroño-Sabinos10
6, A. El Ahogado	24, A. El Temporal	42, A.T. C.Tototepec-P. Playa	60, A. El Novillero
7, A. La Difunta-A. El Arco	25, A.T. C. Las Latillas-U.Cuatro	43, A.T. Canal Cajititlan	61, A. Malvastes-A.Saucillo
8, A. El Tecolote	26, A. El Membreleño	44, A.P. El Copal	62, A.La Presita
9, A.Los Sauces	27, A.La Tamina- C. Cedros	45, A.T. Villa Flores-P. Playa O.	63, A.T. S.Madroño-Sabinos11
10, A. Garabatos	28, A.P. El Cuervo	46, A.T. Colinas de Cajititlan	64, A.T. C.Mazatepec- A. S Antonio
11, A. Los Zapotes	29, A. Los Venados	47, A.P. Capulin	65, A.T. S.Madroño-Sabinos12
12, A. El Coplaito- A.San Lucas	30, A. P. Cruz Blanca	48, A.T. C. Tototepec-La Playita	66, A. Pachon-A. El Nopal
13, Arroyo Seco	31, A.T. Valle Dorado- Acueducto	49, A.T. C. Huerta V.-Cajititlan	67, A.T. S. Ixtle-Sabinos6
14, A.T. El Ventarron-S. Cayetano	32, A.T. S.Madroño-Sabinos2	50, A.T. P.Agaves-El Capulin	68, A. Agua Caliente-A. El Salvial
15, A.T. San Lucas E.-Cajititlan	33, A.T. C. Tototepec-S.Cruz F.	51, A.T. C. Conejo-Cofradia	69, A.T.C.Mazatepec-P.Hurtado
16, A.T. F. Real del Valle-A. Horn	34, A.T. C.Sacramento-Tres Reyes	52, A.T. Sta. Cruz de la Loma	70, A. P. Carnero
17, A.T. C.Patomo-Valle Sta Cruz	35, A. Presa Reventada	53, A.T. C.Tototepec-S.C.Loma	71, A.T. La Huerta-Carnero
18, A.T. S.Madroño-Joya-Cajititlan	36, A.T. Ca.S.Isidro M.-P. Playa	54, A.T. S.Madroño-Sabinos9	

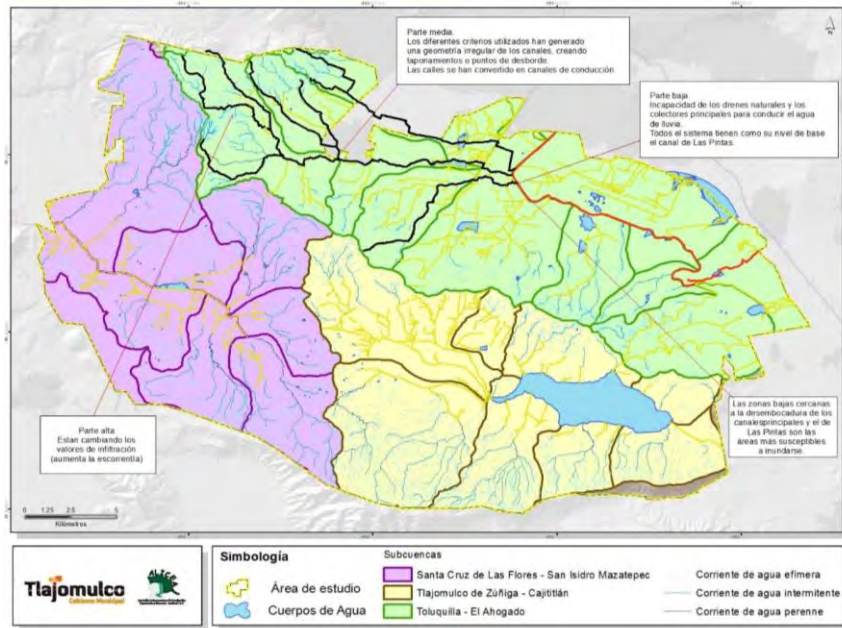
Fuente: Elaboración propia con base en Modelo SIAT INEGI.

La gran fragmentación y los cambios en el sistema hidrográfico requirieron de renombrar los tramos y puntos de modificación detectados. Dado que se había cambiado la dirección y presumiblemente la velocidad en los escurrimientos. Como se observa en la Tabla 52, el prefijo AP se usa para marcar trayectos de arroyo modificados sin registro. El prefijo AP se usa en el caso de arroyos vinculados a presas. Mientras que el prefijo A se asocia con los nombres de arroyos antiguos. Cabe enfatizar que los escurrimientos se han intensificado y afectan a lo largo y ancho del territorio municipal. Como se puede observar en la figura 76, las zonas donde más repercuten los cambios se concentran en las áreas correspondientes a la subcuenca que originariamente se denominaba Toluquilla-El Ahogado.

3.5.4.1. Condiciones del ciclo del agua y correlación en la parte alta, media y baja del territorio municipal

La figura 76 describe el patrón de escurrimientos a nivel municipal y la manera como se interrelacionan las condiciones que prevalecen en la parte alta, media y baja en función de las pendientes y el tipo de modificaciones desarrolladas a través del paso de los años. La descripción que se hace en el mapa permite insistir en las condiciones de cada zona.

Figura 76. Condiciones generales del ciclo del agua en las distintas subcuencas y microcuencas y su concentración final en la zona de las subcuencas Toluquilla-El Ahogado



Fuente: Sistema información geográfico. POEL 2020.

De manera resumida cabe señalar la condición según cada una de las zonas identificadas a partir del factor antecedente de la pendiente conforme la siguiente descripción:

En la parte alta se refleja un fuerte cambio de los valores de infiltración y el aumento de la velocidad de las escorrentías que parece irreversible puesto que no se han dado acciones significativas para revertirlo.

Como efecto de esos cambios, en la parte media, por diversos criterios se ha continuado con las modificaciones al grado de provocar una geometría irregular de los canales que redundan en otro tipo de vías de conducción. Incluso cuando han desaparecido o se ha cortado la red de canales y otros puntos que servían para la regulación hídrica como hoyancos, vasos temporales, áreas verdes, parcelas y zonas de matorrales que eran efectivos en su función de detener el flujo y velocidad del agua, se presentan taponamientos, desviaciones y acumulación de basura que provocan desborde y cambios del

curso del agua que mantiene e incrementa su velocidad o remata en crear varios flujos hacia los canales más grandes. El fenómeno se relaciona también con que varias calles se han convertido en canales de conducción de agua. Eso es más significativo en casos como el cauce del arroyo que baja de La Primavera hacia López Mateos que se ha convertido en vialidad principal sin contar con infraestructura para ese propósito.

En la parte baja se observa la mayor incapacidad de almacenamiento y conducción de los drenes naturales, que además localmente han sido interrumpidos y modificados. Aunque se ha pretendido substituirlos con colectores, estos no suplen, ni reorganizan las áreas entrecortadas y tampoco tienen suficiente capacidad para conducir la cantidad de agua de lluvia que baja con mayor velocidad y que tiende a incrementarse por efectos del cambio climático. Además, todo el sistema remata en el punto más bajo que se toma como base del sistema de distribución hídrico que es el canal de “Las Pintas”.

Como consecuencia del funcionamiento del sistema, año con año, en las zonas intermedias de menor altura y en las que se ubican en los alrededores del punto base del canal de “las pintas” que además se debe señalar porque concentra los arrastres de basura, condición que aparte de azolvamiento disminuye su capacidad de captación que de por sí no es suficiente para el caudal de agua que le llega. Por ello, en sus alrededores se localizan las áreas más susceptibles de inundarse como se puede apreciar en la figura 78. Esas zonas son inundables por factores antecedentes como la transformación causada al paso de los años de las condiciones morfohidrográficas. La mayor parte de zonas inundables en Tlajomulco son de ese tipo y están relacionadas con el proceso dinámico de urbanización.

3.5.5 Polígonos de mayor peligro (distribución-recurrencia-incidencia)

Para la construcción de la base de datos y de los polígonos de inundación se emplearon los siguientes insumos:

- I. Documentación de eventos históricos, (hemeroteca digital de diarios de circulación metropolitana y noticieros; base de datos de protección civil; recorridos de campo; entrevistas; mapas temáticos).
- II. Documentación de eventos recientes.

III. Morfohidrografía.

IV. Evaluación de los drenes principales (geometría, segmentos, capacidad).

De manera general, por su amplia extensión territorial (688.73 km² de acuerdo a la delimitación vigente para el municipio), dada la condición y localización histórica como zona periurbana de la mancha urbana de Guadalajara, así como por sus condiciones geomorfológicas y edafológicas el territorio de Tlajomulco al modificarse se ha convertido en una zona susceptible a fenómenos peligrosos que tienen su origen en la precipitación pluvial.

Pese a esto, tal como se observa en la tabla 53, las fuentes de información mediática reportan un número de eventos relativamente bajo. Después de una búsqueda a nivel histórico en hemerotecas digitales de periódicos y noticieros de circulación metropolitana, solamente se contabilizaron 86 eventos de inundación para un periodo de observación de alrededor de 115 años; contrastando drásticamente este dato con territorios que poseen alta consolidación urbana como el municipio de Guadalajara, el cual, a pesar de tener sólo 22% de superficie territorial registra 2,167 eventos dentro de sus límites. El dato anterior explica de manera contextual la breve historia que ha tenido Tlajomulco de Zúñiga como parte de la zona metropolitana de Guadalajara. El dato duro de la tabla 53, por ejemplo, refleja que durante el siglo XX apenas se registraron 2 eventos de inundación; lo cual significa que hay un subregistro dado que la mayor atención se fija en la zona metropolitana de Guadalajara. Tlajomulco se incorpora oficialmente a partir de los años ochenta a la zona metropolitana de Guadalajara.

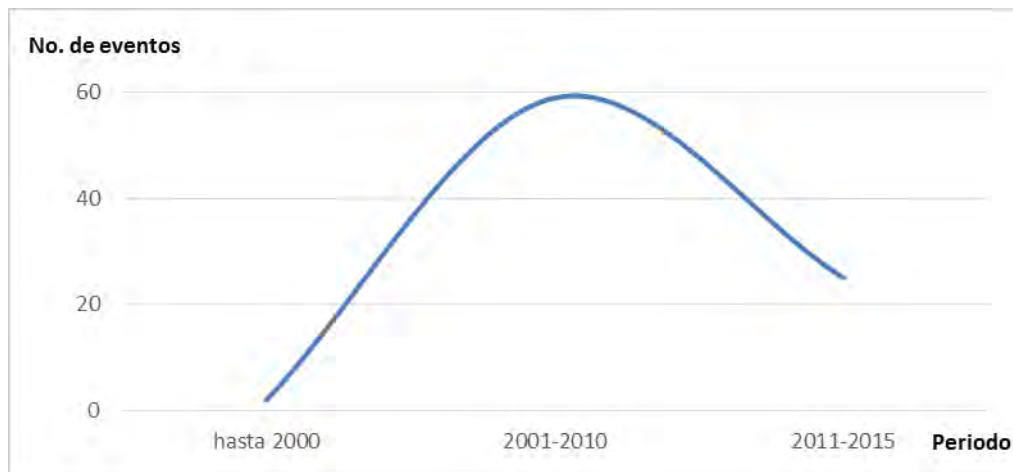
Lo anterior, no significa que tales fenómenos no ocurrieran durante este periodo, sino simplemente ocurrieron en un ámbito exterior a lo que se consideraba la zona urbana, por lo que habría que remitirse a un rastreo exhaustivo de otras fuentes de corte municipal o local para un estudio más detallado del fenómeno.

Tabla 53. Registro de eventos de inundación reportados en fuentes hemerográficas.

Periodo	Nº total de eventos de inundación en el municipio de Tlajomulco de Zúñiga
Hasta 2000	2
2001-2010	59
2011-2015	25
Total	86

Fuente: Elaboración propia a partir de registros hemerográficos.

Figura 77. Eventos de inundación registrados en el municipio.



Fuente: Elaboración propia.

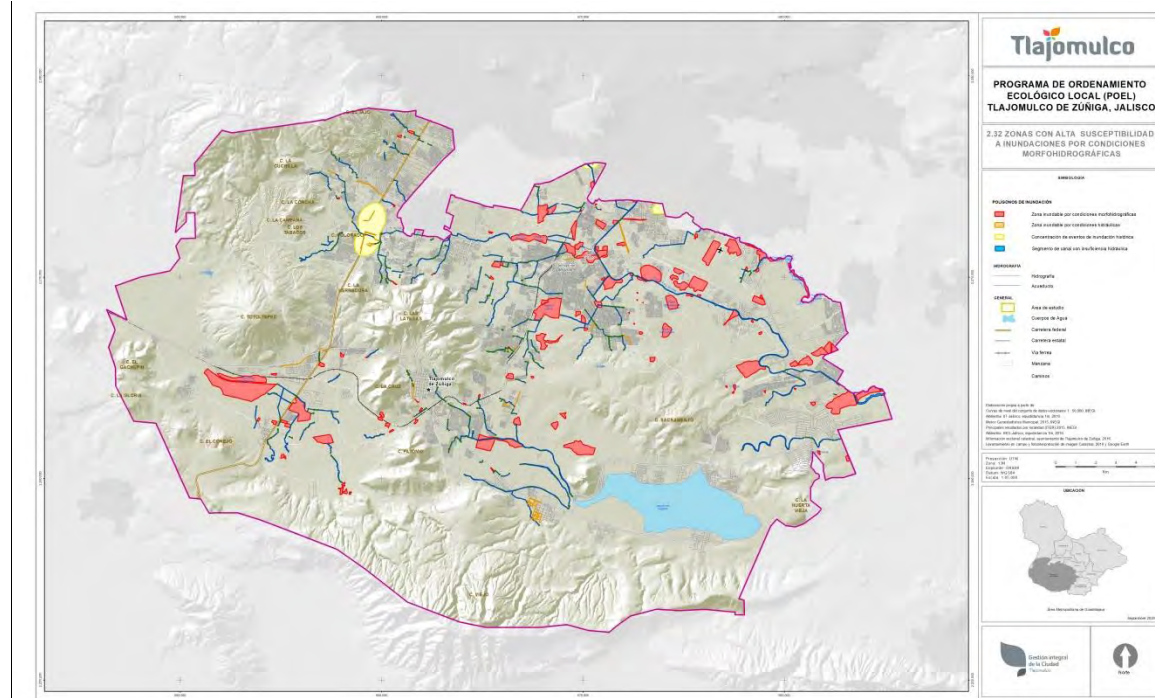
Las superficies que se determinaron como inundables siguiendo el enfoque cualitativo, son principalmente de dos tipos. En el primer tipo se observa que se trata de superficies relativamente extensas (12.74 hectáreas en promedio) y que son áreas que primordialmente por su morfología, relieve y tipo de suelo son propensas a inundarse. La morfología observa un patrón en forma de cuerpo de agua intermitente o encharcamiento durante un evento de precipitación, éstas pueden estar en zonas urbanas o periurbanas, incluso varias de ellas se localizan

por completo fuera de espacios pavimentados, a este tipo de zonas se le nombró Zona inundable por condiciones morfohidrográficas.

El segundo tipo se trata de superficies en general más pequeñas (0.46 ha), al tratarse de segmentos de vialidad que, por cuestiones de morfología y topografía, aunados con la disposición de la retícula urbana, concentran el flujo pluvial o avenida de agua de manera importante, esta categoría la hemos llamado Zona inundable por condiciones hidráulicas.

En la figura 78 se identifican las zonas de inundación en el territorio y se distinguen conforme a los factores que las provocan. Con el color verde se identifican las zonas cuya inundación se atribuye a modificaciones de la infraestructura hidráulica. Con Color rojo las zonas que se derivan de cambios en las condiciones morfohidrológicas. Con Naranja las zonas que se deben a modificaciones de condiciones hidráulicas. Además, que se distingue con azul la insuficiencia de los canales y con amarillo la recurrencia histórica.

Figura 78. Zonas de inundación y factores que las provocan.



Fuente: Sistema información geográfico POEL 2020.

Por último, el criterio de zonas susceptibles a inundación por afectaciones o intervenciones en la red hidrográfica enlista a su vez dos categorías: el más obvio es el tipo de Segmento de canal con insuficiencia hidráulica, que, como su nombre indica, no es otra cosa sino un tramo de canal (macroflujo) que padece de insuficiencia hidráulica, desbordándose de manera recurrente.

Figura 79. Segmento de canal con insuficiencia hidráulica sobre la calle Cuauhtémoc. La presencia de basura y la falta de una canalización adecuada son algunos de los factores que contribuyen al recurrente desborde en este tramo de canal.



Fuente: Archivo fotográfico POEL.

La segunda categoría es algo más compleja, al tratarse de polígonos homogéneos de forma circular con un radio de 20 metros alrededor del borde o final de un canal, mismo que al ser intervenido o modificado, presenta un corte en su trazo, lo cual facilita el desborde de su carga, éstos los hemos denominado

como Zonas inundables por infraestructura hidráulica. Ese es el caso que se aprecia en la Figura 80. En conjunto, se contabilizaron 514 de estos cortes en el municipio, ubicados tanto aguas arriba como aguas abajo de los canales localizados en el municipio. Estos cortes nos hablan de una intervención en la red de drenaje de aguas superficiales bastante significativa.

Figura 80. Zona inundable por condiciones morfohidrográficas en la Av. Concepción.



Fuente: Archivo fotográfico POEL.

En la figura 78 se ofrece una síntesis que concentra las observaciones de las zonas susceptibles a inundarse. Cabe resaltar lo siguiente:

La concentración de eventos históricos se ha dado en cuatro polígonos (laderas del cerro latillas y valle cercano a San Sebastián, zona Valles en los alrededores de Concepción del valle y el punto más bajo del canal de las Pintas, y los alrededores de la presa El Ahogado). Estos polígonos los podemos considerar como más recurrentes y lo que se observa en fechas recientes es que una lluvia de tipo mediano en intensidad de unas 4 horas continuas, se convierte en factor detonante. El fenómeno de los canales con insuficiencia hidráulica es el de más constante recurrencia (hay 535 casos de modificaciones) aunque se presenta en menor extensión superficial.

Las zonas inundables por condición hidráulica son menores en extensión, sin embargo, pueden resultar determinantes si se combinan con otra condicionante.

Las zonas inundables por condiciones morfohidrográficas son las de mayor impacto, aunque sólo se presentan en 138 polígonos, pero su extensión territorial corresponde con el 70.9% del territorio municipal.

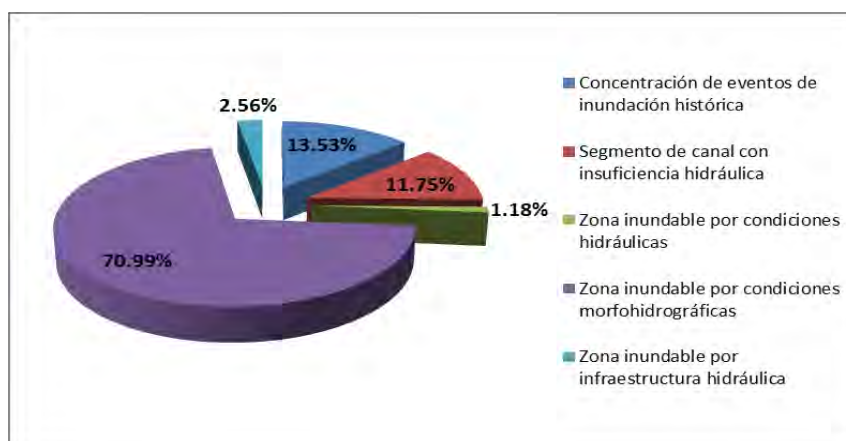
Existen 514 polígonos identificados como zonas inundables por infraestructura hidráulica, sin embargo, su extensión territorial es menor en el conjunto del municipio. (ver figura 78 arriba y figura 82 abajo).

Tabla 54. Tabla estadística de categorías de zonas susceptibles a inundación.

CATEGORÍA	NÚMERO DE POLÍGONOS	ÁREA TOTAL POR CATEGORÍA (HA)	PROMEDIO DE ÁREA POR CATEGORÍA (HA)	% DEL ÁREA POR CATEGORÍA
Concentración de eventos de inundación histórica	3	335.07	111.69	13.53%
Segmento de canal con insuficiencia hidráulica	535	290.99	0.54	11.75%
Zona inundable por condiciones hidráulicas	64	29.23	0.46	1.18%
Zona inundable por condiciones morfohidrográficas	138	1,758.67	12.74	70.99%
Zona inundable por infraestructura hidráulica	514	63.47	0.12	2.56%
Total	1254	2,477.42	1.98	100.00%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 81. Porcentaje de superficies por categorías de zonas susceptibles a inundación.

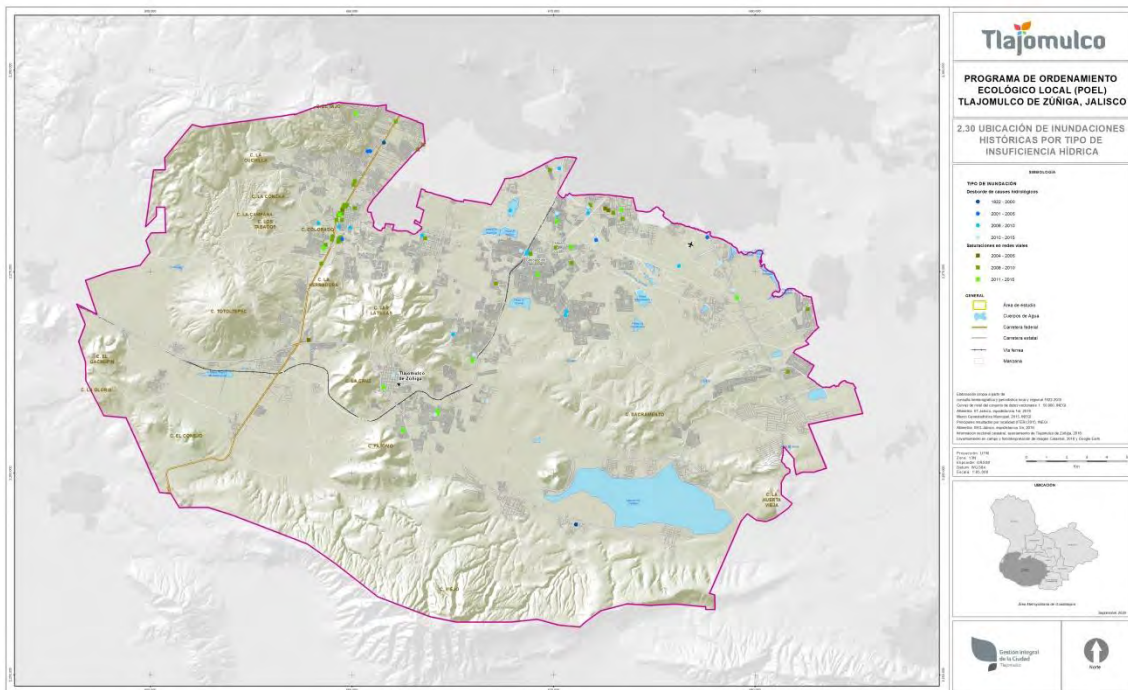


Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo con los datos generados en la consulta de las hemerotecas, las zonas que registran más inundaciones que se identifican en los puntos azules

son: Santa Anita, San Agustín, San Sebastián, Unión del Cuatro, Santa Anita, zona Valles y Camino Real.

Figura 82. Concentración de eventos de inundación histórica, en los polígonos más consolidados a nivel urbano.



Fuente: Sistema información geográfico POEL 2020.

3.5.6. Riesgos por remoción masiva, hundimientos y agrietamientos

En esta parte final del estudio de riesgos naturales se identifican las áreas sobre las que existen factores antecedentes derivados de la actividad de los bancos de materiales, ladrilleras y zonas de relleno. Para la ubicación de factores se relacionaron los datos de la visita a terreno en este con los datos acumulados desde el POEL 2009 que incluían una imagen recortada de 1970. Además de reconstituir el mapa del tema a partir de las fotografías aéreas e imágenes del 2003, 2011 y del 2016. La ubicación por ejemplo de las ladrilleras y bancos de materiales es muy relevante para crear polígonos que permitan prever los

puntos de mayor contaminación o afectación del aire y el agua por causas locales. Aparte de considerar el acumulativo de las descargas de la polución vehicular provenientes de la zona metropolitana de Guadalajara y que por efecto de los vientos se concentran en varios puntos de Tlajomulco.

La importancia de ubicar estas áreas radica en el hecho de que presentan problemas de mayor impacto una vez que se da el cambio de uso del suelo y se les da un vocacionamiento diferente para generar nuevas áreas de urbanización. En las fotos de la figura 83 muestran efectos tanto a nivel de piso pavimentado, como en breña y los verdaderos “amurallamientos” que se tienen que hacer para construir casas dada la fragilidad de los suelos, así como los agrietamientos que se observan en casas recién construidas en las que se detectaron grietas en el fraccionamiento Lomas del Sur. El factor antecedente de esa área, consiste en que previamente fue parte de una zona de relleno que ha provocado la fragilidad de los suelos.

Figura 83. Fotos de diversos ángulos en el fraccionamiento Lomas del Sur.

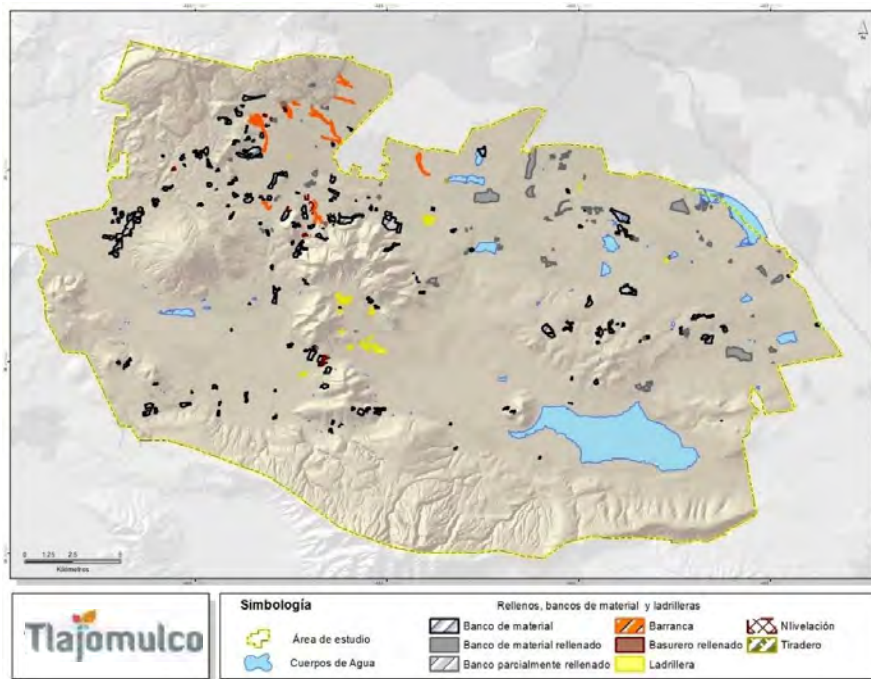


Fuente: Archivo fotográfico POEL.

En la figura 84 identifican las áreas ocupadas con bancos de materiales, basureros o tiraderos, áreas de relleno y ladrilleras. Cabe indicar que la situación

ha cambiado mucho en relación a la situación del 2009. Anteriormente las autorizaciones corrían por cuenta de la SEMADES, desde 1998 el municipio se hizo cargo de controlar y vigilar los bancos de materiales.

Figura 84. Zonas de relleno, tiraderos, bancos de material y ladrilleras registradas desde 1970.



Fuente: Sistema información geográfico POEL 2020.

Según el reporte o inventario más reciente de la Dirección de Gestión Ambiental del municipio de Tlajomulco (2016) existen 32 bancos de materiales. 7 regulares, 15 irregulares que están activos, 4 irregulares inactivos y 6 más que operan clandestinamente. La mayor parte de bancos se localizan en las zonas de la Primavera, Santa Cruz de las Flores y Cajititlán.

Los bancos de materiales se identifican por el punteado negro con rayas. Hay otros que se identifican 3 como parcialmente rellenos y 9 como rellenos completamente que son los que pueden causar más impacto si se urbanizan.

Otras áreas importantes que se resaltan en el plano son las correspondientes a 9 barrancas (color naranja) que debieran respetarse o usarse con propósitos de conservación. Sucede lo contrario pues se tapan o terraplenan para urbanizar y se pierden posibilidades de retención y control de escurrimientos. Como se puede observar en la figura 86 eso puede provocar daños potenciales a corto y mediano plazo.

Otras áreas que se modifican son los antiguos tiraderos y basureros (color verde con rayas) y dos puntos en proceso de nivelación. Asimismo, en la figura 84 , se identifican 13 puntos donde se localizan ladrilleras en distintas zonas del municipio.

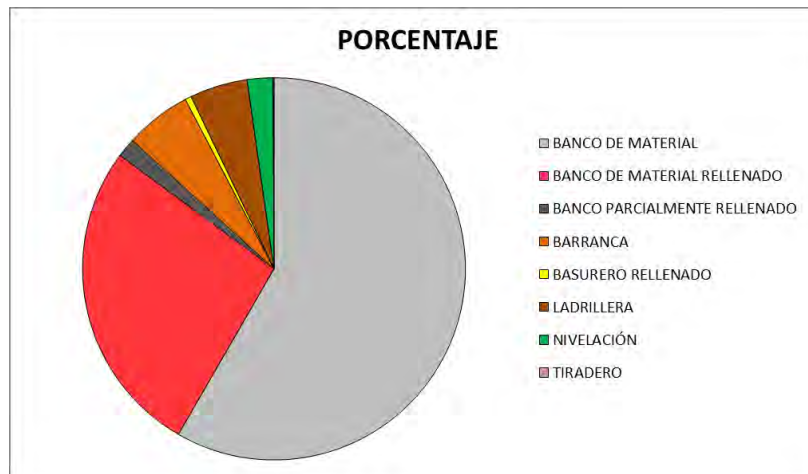
Al respecto se observa que aunque ha habido la intención de organizar las ladrilleras en un espacio especial para el propósito no se ha avanzado lo suficiente y la dispersión de esas áreas, además de los distintos métodos de quema de hornos y la manera como desarrollan la actividad agrega peso de contaminantes al aire que agravan la situación que en sí es mala por los contaminantes acumulados de la polución vehicular proveniente de la zona metropolitana de Guadalajara y de los humos provenientes de incendios forestales y quemas agrícolas.

En este sentido existe ya no sólo una situación vulnerable sino riesgos a la salud derivados de la contaminación del aire en varios puntos del municipio.

De la información que contiene el mapa se puede sintetizar lo siguiente:

1. La superficie ocupada por bancos de material es la que representa mayor superficie dedicada en ese tema que ocupa polígonos que representan un 58.33% del total de áreas dedicadas a esa actividad.
2. Le siguen los bancos de materiales rellenos que representan 26.78%
3. Los bancos parcialmente rellenos representan 1.62%.
4. Las barrancas cubren 5.60 %
5. El basurero relleno 0.52%
6. Las ladrilleras y sus áreas de maniobra representan 4.89%
7. Los terrenos en vías de nivelación 2.17%
8. El tiradero fue el área de menor extensión dado que apenas ocupa 0.08%.

Figura 85. Gráfica de pastel de categorías de zonas de relleno, bancos de material, tiraderos, ladrilleras.



Fuente: Elaboración propia.

En síntesis, los polígonos descritos en el mapa representan un poco más del 30% del suelo urbano. La clasificación más específica se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 55. Tabla estadística de categorías de zonas de relleno, bancos de material,²⁷ tiraderos, ladrilleras.

CATEGORÍA	PORCENTAJE	NÚMERO DE POLÍGONOS	ÁREA TOTAL POR CATEGORÍA (M ²)	PROMEDIO DE ÁREA POR CATEGORÍA (M ²)
BANCO DE MATERIAL	58.33	237	7508362.17	31680.85
BANCO DE MATERIAL RELLENADO	26.78	101	3447356.39	34132.24
BANCO PARCIALMENTE RELLENADO	1.62	4	208685.20	52171.30
BARRANCA	5.60	19	721055.05	37950.27
BASURERO RELLENADO	0.52	1	67555.12	67555.12
LADRILLERA	4.89	27	629460.62	23313.36
NIVELACIÓN	2.17	8	279256.77	34907.10
TIRADERO	0.08	1	10569.82	10569.82
TOTAL	100.00	398	12872301.14	36535.01

Fuente: Elaboración propia.

²⁷ En esta superficie se incluyen los bancos activos y los que existieron anteriormente.

Figura 86. Zona de rápida depredación urbana en el Blvd. Bosques de Santa Anita



. Al fondo a la derecha se aprecia un banco de material, a punto de ser rellenado para una subsecuente edificación. Cabe hacer notar que esta zona presentará mayor inestabilidad del suelo, además que se perderá la capacidad de retención del agua o la formación de un vaso regulador natural.

Fuente: Archivo fotográfico POEL

3.6. Flora y vegetación

3.6.1. La flora del municipio

El listado florístico general del municipio de Tlajomulco asciende a 1,221 taxones de flora y microbiota, de las cuales 64 cuentan con identificación hasta género, 1,121 hasta especie, 36 hasta categoría de rango subespecífico. El listado contiene representaciones de 170 familias y 623 géneros.

En cuanto a las plantas superiores, su distribución por formas biológicas incluye 131 especies arbóreas, 167 arbustivas, 721 plantas herbáceas, 97 bejucos y trepadoras, 14 suculentas rupícolas, 5 epífitas, 10 parásitas. El listado incluye 74 especies de hongos y líquenes. El análisis de las especies por sus áreas de distribución reveló que 1098 de los taxones registrados en el municipio son nativos, de ellos 179 endémicos de México y el resto cuenta con parte de su distribución fuera del territorio nacional. Por otro lado, por lo menos 44 especies de flora del municipio son las plantas exóticas que han escapado del cultivo y crecen de forma espontánea, formando parte de diversos ecosistemas de hábitat inducido, acuático o natural.

Una menor fracción de las especies de plantas y hongos presentes en el municipio están incluidas en los listados de protección. En particular, la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 cita 17 especies con estatus de amenazadas (A), dependientes de protección (Pr) o en peligro de extinción (P). Dichas especies se incluyen en la tabla 56. En la Lista Roja de la Unión Internacional para Conservación de Naturaleza (UICN) existen 8 especies en el municipio con el estatus de protección y se registran en la tabla 57. Finalmente, hay 28 especies de plantas registradas en el municipio que se encuentran en los apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), en particular se trata de las 15 especies de la familia Orchidaceae (las orquídeas), 13 especies de la familia Cactaceae (los cactus) en el apéndice II de CITES y *Cedrela odorata* (cedro mexicano) en el apéndice III.

Tabla 56. Especies de flora y microbiota del municipio de Tlajomulco incluidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-051-SEMARNAT-2010

Especie	Familia	Estatus	Endemismo	Vegetación
<i>Boletus edulis</i> Bull., 1782	Boletaceae	A	No-endémica	Bosque templado
<i>Polianthes longiflora</i> Rose	Agavaceae	Pr	Endémica	Bosque templado
<i>Hymenocallis concinna</i> Baker	Liliaceae	P	Endémica	Bosque tropical
<i>Anticlea virescens</i> (Kunth) Rydb.	Liliaceae	Pr	Endémica	Bosque templado
<i>Cypripedium irapeanum</i> Lex.	Orchidaceae	A	Endémica	Bosque templado

Espece	Familia	Estatus	Endemismo	Vegetación
<i>Habenaria diffusa</i> Rich. et Gal.	Orchidaceae	Pr	Endémica	Bosque templado
<i>Zinnia violaceae</i> Cav.	Asteraceae	A	No-endémica	Pastizal
<i>Mammillaria fittkai</i> Glass et Foster	Cactaceae	Pr	Endémica	Bosque templado
<i>Comarostaphylis discolor</i> (Hook.) Aim.	Ericaceae	Pr	No-endémica	Bosque templado
<i>Gentiana spathacea</i> Kunth	Gentianaceae	Pr	Endémica	Bosque templado
<i>Litsea glaucescens</i> Kunth	Lauraceae	P	No-endémica	Bosque templado
<i>Phymosia rosea</i> (DC.) Kearney	Malvaceae	Pr	No-endémica	Bosque tropical
<i>Cedrela odorata</i> L.	Meliaceae	Pr	No-endémica	Bosque tropical
<i>Monotropa hypopitys</i> L.	Monotropaceae	Pr	No-endémica	Bosque templado
<i>Ficus jaliscana</i> S. Watson	Moraceae	P	No-endémica	Bosque tropical y templado
<i>Bouvardia loeseneriana</i> Standl.	Rubiaceae	Pr	Endémica	Bosque tropical
<i>Cartilagineum sideroxylon</i> (Cronquist) TD Penn.	Sapotaceae	P	Endémica	Bosque tropical

Fuente: Elaboración propia

Tabla 57. Especies de flora y microbiota del municipio de Tlajomulco incluidos con estatus de protección en la Lista Roja de UICN

Espece	Familia	Estatus	Endemismo	Vegetación
<i>Cypripedium irapeanum</i> Lex.	Orchidaceae	VU B2	Endémica	Bosque templado
<i>Pistacia mexicana</i> Kunth	Anacardiaceae	VU A1c	No-endémica	Bosque tropical
<i>Ilex toluhana</i> Hemsl.	Aquifoliaceae	VU A1c	No-endémica	Bosque templado
<i>Oreopanax peltatus</i> Linden ex Regel	Araliaceae	A1c Ver2.3	No-endémica	Bosque tropical y templado
<i>Cornus disciflora</i> DC.	Cornaceae	VU A1cd	No-endémica	Bosque templado
<i>Leucaena esculenta</i> (DC.) Benth.	Fabaceae	EN B1 + 2c ver2.3	No-endémica	Bosque tropical

Especie	Familia	Estatus	Endemismo	Vegetación
<i>Cedrela odorata</i> L.	Meliaceae	VU A1cd+2cd	No-endémica	Bosque tropical
<i>Cartilagineum sideroxylon</i> (Cronquist) TD Penn.	Sapotaceae	NT ver2.3	Endémica	Bosque tropical

Fuente: Elaboración propia

3.6.2. Clases de vegetación

En el municipio se localizan 7 tipos de vegetación natural, 3 de vegetación inducida y 2 de vegetación arvense.

3.6.2.1. *Vegetación natural. Bosque tropical caducifolio*

Vegetación de afinidad tropical con árboles de baja estatura se conoce como Selva baja caducifolia (Miranda y Hernández, 1963) o bosque tropical caducifolio (Rzedowski, 1978). Es un ecosistema natural presente en el municipio con un rango de altitud entre los 1500 hasta 2000 m s. n. m. en las formas con relieve irregular. Con frecuencia, el bosque tropical caducifolio se encuentra en las laderas secas, bien drenadas, expuestas a insolación prolongada. Las condiciones climáticas en la parte baja del municipio de Tlajomulco son favorables para el desarrollo de este tipo de vegetación ya que cuentan con un clima marcado por un periodo de sequía prolongado de 6 -7 meses, con una precipitación media anual en orden de 700 a 900 mm y con temperatura media anual de 19 °C a 22 °C. El límite superior de la distribución es definido por la altitud en la cual comienzan a ocurrir las heladas.

La superficie de bosque tropical caducifolio es alrededor de 7%-8% del total del municipio, las zonas con mayor presencia se encuentran en los complejos Sierra Bloque Cerro Viejo y Llano agroindustrial de Santa Cruz de las Flores, los fragmentos de tamaño limitado se encuentran en Latillas-Tlajomulco y en Cuenca lacustre Cajititlán.

Figura 87. Bosque tropical caducifolio en el complejo Llano agroindustrial de Santa Cruz de las Flores (UTM 13N: 652992 2265592; 1509 m s. n. m.)



Fuente: Archivo fotográfico POEL

La apariencia de este tipo de bosque en el contexto municipal varía dependiendo del grado de perturbación que ha sufrido el ecosistema. En la forma mejor conservada se tienen árboles con altura entre 8 y 12 m, con algunos individuos hasta de 15 m que sobresalen del dosel común. En los sitios con evidencia de perturbación reciente, la altura de los árboles puede ser menor, de 5-10 m. En la temporada seca los árboles no presentan hojas pero varias especies se encuentran con flores. Muchas de las especies tienen cortezas escamosas, lustrosas o exfoliantes de colores llamativos. Un elevado número de especies de árboles y arbustos presenta exudados resinosos o laticíferos. Durante la temporada de lluvias los árboles desarrollan un follaje predominantemente en tonos claros. Muchas especies tienen hojas compuestas. En este tipo de bosque los estratos no se separan, con excepción del arbóreo y el herbáceo.

La composición florística del bosque tropical caducifolio en el municipio es bastante compleja. En las partes bajas de la Sierra El Madroño y de Cerro Viejo el estrato arbóreo cuenta con los copales o papelillos *Bursera bipinnata*, *Bursera palmeri*, *Bursera fagaroides*, *Bursera penicillata*, *Bursera copallifera* y *Bursera multijuga*; pueden encontrarse también *Pistacia mexicana*, *Fouquieria formosa*,

Euphorbia tanquahuete (lechemaría), *Ceiba aescutifolia* (pochote), *Ptelea trifoliata* (palo zorrillo), *Thevetia ovata* (ayoyote), *Winmeria percisifolia* (palo fierro), *Amphipterigium adstrigens* (cuachalalate), *Leucaena esculenta* (guaje), *Lysiloma acapulcense* (tepehuaje), *Euphorbia calyculata* (lechoso), *Ipomoea intrapilosa* (ozote), *Thouinia acuminata* (palo fierro), *Colubrina triflora*, *Celtis caudata* (granjeno) y *Bocconia arborea* (sangregado).

En el Bosque tropical caducifolio cercano a la laguna Cajititlán predominan los árboles de *Lysiloma acapulcense* (tepehuaje), *Ceiba aesculifolia* (pochote), *Heliocarpus terebinthinaceus* (majagua), *Bursera spp.* (papelillos y copales), *Ficus goldmanii* (higuera negra), *Ipomoea intrapilosa* (ozote), *Leucaena esculenta* (guaje) y *Leucaena macrophylla* (guaje). Por otros rumbos, en la Sierra Volcánica La Primavera, se observa a este bosque como fragmentado con predomios de *Ipomoea intrapilosa* (ozote), *Bursera bipinnata* (copal), *Bursera fagaroides* (papelillo), *Bursera penicillata* (copal), *Bursera multijuga* (papelillo), *Leucaena macrophylla* (guaje) y *Lysiloma acapulcense* (tepehuaje).

Entre las suculentas representantes del Bosque tropical caducifolio están los géneros de *Opuntia* (nopales). Por otro lado, los arbustos y pequeños árboles están representados por *Guazuma ulmifolia*, *Fouquieria formosa*, *Buddleia sessiliflora*, *Solanum spp.*, *Croton ciliato-glandulifera*, *Barkleyanthus salicifolius*, *Agave angustifolia* y *Lantana camara*, entre otros. Entre las plantas herbáceas predominan las familias Asteraceae, Malvaceae y Acanthaceae. Las lianas y bejucos son diversos, los más comunes son de los géneros *Ipomoea* y *Dioscorea*. Las epifitas se presentan como *Tillandsia recurvada* (gallitos) y *Tillandsia achyrostachys*, además de las Orchidaceae. Entre las parásitas se puede mencionar a los muérdagos o mal ojo como *Cladocolea oligantha* y *Psittacanthus palmeri* sobre especies de *Bursera*.

El bosque tropical caducifolio es un tipo de vegetación muy afectado por la actividad humana ya que en todos los sitios con relieve plano apropiados por la agricultura ha sido deforestado. En su lugar tenemos ecosistemas de hábitat artificial o inducido. Los espacios mejor conservados se encuentran en las laderas de los cerros inapropiados para agricultura. No obstante, existen otros elementos de disturbio, especialmente por el pastoreo de ganado y desmontes en las parcelas separadas. Muchos de los sitios abandonados donde el bosque fue desmontado hay pastizales inducidos y matorrales subtropicales en las primeras etapas de sucesión. Donde la sucesión se desarrolló fueron formadas

comunidades vegetales con predominancia de árboles como *Guazuma ulmifolia* (guazima), *Lysiloma microphylla* (tepehuaje), *Tecoma stans* (retama), *Acacia farnesiana* (huizache) y *Heliocarpus terebinthaceus* (majagua). A mayor altitud la sucesión intermedia presenta *Ipomoea intrapilosa* (ozote), *Acacia pennatula* (tepame) y *Eysenhardtia polystachya* (varaduz). Las comunidades secundarias en fases intermedias de sucesión comúnmente cuentan con árboles de la misma edad, en las condiciones adecuadas y con el paso del tiempo estos bosques secundarios pueden convertirse en una comunidad más compleja y más cercana al Bosque tropical caducifolio en su estado clímax.

3.6.2.2. *Bosque espinoso*

Bajo el nombre de bosque espinoso de Rzedowski (1978) se entiende un ecosistema natural de afinidad tropical formada por los árboles de baja altura y en una gran parte espinosos. En la clasificación de Miranda y Hernández (1963) corresponde a la Selva baja espinosa caducifolia. El bosque espinoso es una comunidad cercana al bosque tropical caducifolio pero distinta desde el punto de vista florístico y ecológico. En el municipio de Tlajomulco esta vegetación se encuentra entre los 1,600 a 1,800 m s. n. m. Se distribuye tanto en el relieve irregular como en el plano, aunque tiende a estar en sitios con poca inclinación. Las condiciones climáticas favorables para este tipo de vegetación son similares a las del Bosque tropical caducifolio: precipitación anual de 700 a 1,000 mm, periodo de sequía de seis a siete meses y ausencia de heladas. De acuerdo con el punto de vista de Rzedowski y McVaugh (1966) se trata de una comunidad vegetal de clímax edáfico ya que “cualquier elevación más o menos conspicua en el terreno y que impide la existencia de un suelo somero, determina la presencia de otras comunidades vegetales”.

Figura 88. Bosque espinoso fragmentado por cultivos de agave y matorral subtropical en Sierra El Madroño, Jocotepec (UTM 13N: 675862, 2251767, 1780 m s. n. m.)



Fuente: Archivo fotográfico POEL

137-La superficie del bosque espinoso supera 4% del total del municipio, las zonas con mayor extensión son las mismas que en el caso del Bosque tropical caducifolio. Puede apreciarse principalmente en los complejos Sierra Bloque Cerro Viejo, Llano agroindustrial de Santa Cruz de las Flores, Latillas-Tlajomulco y Cuenca lacustre Cajititlan.

El estrato arbóreo usualmente es dominado por pocas especies caducifolias espinosas. Los arbustos están bien desarrollados, pero no separados como un estrato independiente, en buena parte son especies espinosas. La altura del dosel es de 2 a 10 m con algunos árboles aislados que sobresalen a tal altura. La densidad de árboles es variable, con frecuencia aparecen partes donde los árboles son escasos y se observa un abundante estrato herbáceo, cuando esto ocurre tenemos una transición a la sabana. La transición del bosque espinoso a bosque tropical caducifolio, no está marcada ya que sus comunidades de árboles caducifolios presentan afinidades taxonómicas. La mayoría de los árboles están sin hojas durante la temporada de secas, pero algunas especies mantienen follaje todo el año.

La composición florística del bosque espinoso en el municipio de Tlajomulco es bastante constante. Los principales componentes arbóreos son:

Acacia farnesiana (huizache), *Acacia pennatula* (tepame), *Prosopis laevigata* (mezquite), *Pithecellobium dulce* (guamúchil), *Celtis pallida* y *Ipomoea intrapilosa*. Entre los arbustos y suculentos aparecen, además, *Solanum* spp., *Mimosa aculeaticarpa*, *Opuntia atropes* y *Opuntia fuliginosa*. Los bejucos más comunes son, *Ipomoea* spp. y *Cissus sicyoides*. Las epífitas están representadas por *Tillandsia*. En el estrato herbáceo son comunes *Sida acuta*, *Buddleia sessiliflora*, *Asclepias curassavica*, *Cosmos bipinnatus* y *Melampodium perfoliatum*, entre otros.

3.6.2.3. Bosque de *Quercus*

El Bosque de *Quercus* es un ecosistema natural de afinidad templada. Miranda y Hernández (1963) denominan a esta vegetación como Encinar. Es un ecosistema de estructura compleja con predominancia de árboles del género *Quercus*. El Bosque de *Quercus* se observa en el municipio de Tlajomulco en varios rangos de altitudes, aunque es más común en alturas mayores a los 1,600 y 1,700 m s. n. m. En Cerro Viejo, el Bosque de *Quercus* denso se distribuye en una franja altitudinal por arriba de los 2,000 m s. n. m. Las condiciones climáticas características del Bosque de *Quercus* en el municipio son las siguientes: una precipitación anual entre 800 y 1,000 mm, temperatura media anual menor que 21 °C, posible presencia de heladas y un gran rango de cambios de temperatura diaria. La presencia del periodo de sequía es de menor importancia para los encinares. El Bosque de *Quercus* puede crecer tanto en terreno plano como en laderas con pendientes, a veces muy pronunciadas.

La extensión del Bosque de *Quercus* llega a representar de 12% a 13% de la superficie del municipio, de esas cantidades aproximadamente 5% corresponde al bosque de encino denso. Los complejos Sierra Bloque Cerro Viejo y Sierra Volcánica La Primavera cuentan con la mayor presencia de este tipo de bosques.

Figura 89. Bosque de *Quercus* en Cerro Viejo, Tlajomulco (UTM 13N: 661483, 2253669, 2627 m s. n. M.)



Fuente: Archivo fotográfico POEL

El Bosque de *Quercus* está compuesto por un estrato de árboles del mismo género que pueden ser caducifolios o perennifolios. En los bosques cerrados por lo general los árboles compiten en altura para alcanzar la luz solar, los encinos pueden crecer hasta los 20 metros, aunque suelen ser más bajos y en algunas ocasiones el dosel es solo de 10 metros. Los troncos de los árboles no suelen ser rectos, las cortezas son ásperas y de una apariencia muy característica. Los arbustos y plantas herbáceas se desarrollan en el sotobosque al igual que en las comunidades mixtas de *Quercus* y coníferas.

La composición florística del Bosque de *Quercus* es variable. En el sur del municipio, el Bosque de *Quercus* es extenso en la Sierra El Madroño y Cerro Viejo, el estrato arbóreo está compuesto por *Quercus obtusata*, *Quercus magnoliifolia*, *Quercus deserticola*, *Quercus castanea*, *Quercus glaucoides*, *Quercus laeta* y *Quercus frutex*. Estos encinos aparecen junto con *Arbutus jalapensis*, *Arbutus glandulosa*, *Comarostaphylis discolor*. En algunas partes de Cerro Viejo, el *Quercus* se mezcla con árboles del género *Alnus*, principalmente *Alnus jorulensis*, esta última comunidad puede denominarse Bosque de *Alnus*.

En el bosque La Primavera, de Tlajomulco, la composición del estrato arbóreo es distinta, predominan *Quercus candicans*, *Quercus castanea*, *Quercus coccolobifolia*, *Quercus magnoliifolia*, *Quercus resinosa*, *Quercus viminea*, *Cletra rosei*, *Agarista mexicana var. mexicana*, *Arbutus glandulosa*, *Arbutus xalapensis*, *Ficus petiolaris.*, *Prunus ferruginea*, *Prunus serotina ssp. capuli*,

Casimiroa edulis, *Bursera spp.*, *Liabum glabrum var. hypoleucum*, *Acacia angustissima* y *Lippia umbellata*. Los elementos del estrato arbustivo son dispersos y alcanzan alturas de 1 a 3 m. Algunas plantas características para este estrato son *Comarostaphylis glauscescens*, *Vaccinium stenophyllum*, *Opuntia jaliscana*, *Agave guadalajarana* y *Nolina parviflora*, entre otras. En el estrato herbáceo las familias con mejor representación son *Asteraceae*, *Poaceae* y *Malvaceae*. Las epífitas son abundantes en algunas partes del bosque y pertenecen principalmente al género *Tillandsia*, también a la familia *Orchidaceae*.

3.6.2.4. Bosque de *Quercus* y coníferas

El Bosque de *Quercus* mixto con *Pinus* referido por Rzedowski (1978) es una comunidad natural formada en la zona de transición entre dos formaciones vegetales distintas: Bosque de *Quercus* y Bosque de coníferas. En un amplio rango de altitudes presentan las mismas características en cuanto a condiciones climáticas y similitudes ecológicas. Por este motivo *Quercus* y *Pinus* forman un mosaico con relaciones complejas, en muchos casos la presencia de otros árboles dificulta la interpretación precisa de esta vegetación. De acuerdo con la clasificación de Miranda y Hernández (1963) se trata de Encinares y pinares. Es un tipo de vegetación de afinidad templada y está relacionada con un clima frío y con un mayor variabilidad de temperaturas diarias respecto a otros tipos de vegetación del municipio. En Tlajomulco las condiciones favorables para el Bosque mixto de *Quercus* y *Pinus* se observan por encima de los 1,800 m s. n. m. Es un tipo de vegetación perennifolia o caducifolia formado por los árboles de 6 a 15 m de altura, que varía desde bosque completamente abierto hasta cerrado.

Actualmente el bosque mixto de *Quercus* y coníferas puede observarse aproximadamente en 1% de la superficie del municipio, en particular en el complejo Sierra Volcánica La Primavera. La presencia de *Pinus* es casi ausente en los cerros prominentes del sur del municipio, incluyendo Cerro Viejo donde quedaron pocos individuos de *Pinus* dispersos, esto debido a que en el pasado casi todos árboles de *Pinus* fueron talados (Gonzalez- Gortazár, 1992).

La composición florística del bosque mixto es similar al Bosque de *Quercus*. En el rango de alturas entre los 1800 a 1900 m. s. n. m. El estrato arbóreo está asociado con *Quercus castanea*, *Quercus laeta*, *Quercus obtusata* y *Pinus oocarpa*. En altitudes de 1,900 a 2,000 m.s.n.m hay otras asociaciones de *Quercus coccolobifolia*, *Quercus viminea*, *Pinus oocarpa* y *Clethra rosei* y

Agarista mexicana. Por encima de los 2,000 m se conjugan *Quercus magnoliifolia*, *Pinus douglasiana* y *Prunus serotina varcapuli*. En el estrato arbustivo se puede mencionar *Calliandra anomala*, *Diphysa suberosa*, *Comarostaphylis glauscescens*, *Vaccinium stenophyllum*, *Agave guadalajarana*. Respecto al estrato herbáceo las familias con mejor representación son *Asteraceae*, *Poaceae* y *Malvaceae*.

Figura 90. Bosque de *Quercus* y *Pinus* en Bosque La Primavera (UTM 13N: 648344 2282789, 1890 m s. n. m.).



Fuente: Archivo fotográfico POEL.

En pocos sitios se tienen comunidades formadas casi exclusivamente por árboles del género *Pinus*, esto permite reconocer al Bosque de *Pinus* como un tipo de vegetación presente en el municipio de Tlajomulco, aunque es muy escaso.

3.6.2.5. *Bosque mesófilo de montaña*

Es un tipo de vegetación natural de afinidad templada distribuida en las cumbres de las montañas con altos niveles de humedad. A esta formación vegetal se le conoce, además, con el nombre de bosque de niebla. Los árboles perennifolios y caducifolios, por lo general, se concentran en los alrededores de las cañadas húmedas y llegan a tener alturas entre los 20 y 25 m. Es un tipo de vegetación escasa en el municipio por sus requisitos microclimáticos: altos niveles de humedad de aire y reducidas temperaturas. Con frecuencia el bosque mesófilo de montaña presenta interesantes vínculos con la flora templada del norte, este tipo de bosques son de gran importancia pues en México su distribución se restringe a relictos.

En el municipio de Tlajomulco el bosque mesófilo de montaña existe de forma exclusiva en la parte sur, en el complejo Sierra Bloque Cerro Viejo, específicamente en las cañadas ubicadas por encima de los 2000 y 2200 m s. n. m. Es muy escaso y fragmentado, la superficie es inferior a 0.3% respecto al total del municipio. En la clasificación de uso del suelo este tipo de vegetación está incluido en la clase bosque de *Quercus* denso.

Los elementos mesófilos de las cañadas húmedas de Cerro Viejo son *Prunus ferruginea* (cortapico), *Xylosma flexuosum* (huscarol), *Clethra hartwegii* (malvaste), *Cestrum lanatum* (huele de noche), *Oreopanax peltatus* (mano de león), *Ilex toluhana*, *Meliosma dentata*, *Symplocos citrea*, *Cornus disciflora*, *Citharexylum ligustrinum*, *Bocconia arborea*, *Phymosia rosea* (malvon) y *Tilia mexicana*, entre otras especies. Algunas de estas especies son plantas que cuentan con un régimen de protección nacional. En el estrato herbáceo los helechos son abundantes. Las epifitas comunes en algunas cañadas de mesófilos pertenecen a principalmente al género *Tillandsia* o al grupo de los helechos.

3.6.2.6. *Bosque de galería*

El Bosque de galería es un tipo de vegetación natural con presencia de árboles que se desarrolla en las orillas de los cuerpos de agua dulce y a lo largo de corrientes de agua. Está estrictamente vinculado a condiciones subacuáticas y depende de la permanencia de cuerpos y corrientes de agua a largo plazo. Las afinidades biogeográficas en el municipio son claramente de carácter templado. La franja de árboles por lo general no supera varios metros de ancho.

Figura 91. Bosque de galería de *Taxodium* en Sierra Bloque Cerro Viejo, Tlajomulco (UTM 13N: 678178, 2253249, 1670 m s. n. m.).



Fuente: Archivo fotográfico POEL

En el municipio de Tlajomulco, el bosque de galería está representado por los árboles conocidos como sauces (*Salix bonplandiana* y *Salix humbold-tiana*) que alcanzan de 15 a 20 m de alto. En algunas partes puede estar formado exclusivamente por *Taxodium mucronatum* de tallo grueso (sabinos), muchos de ellos con 1 m en diámetro y con alturas de 30 m. Entre otros componentes predominantes se pueden mencionar a *Toxicodendron radicans*, *Cosmos sulphureus*, *Aclepias angustifolia*, *Heimia salicifolia*. En el complejo Sierra Volcánica La Primavera los elementos comunes son *Phoebe pachypoda* (laurel), *Heimia salicifolia* y *Baccharis salicifolia* (jara).

La superficie del bosque de galería en el municipio es inferior a 0.2% del total municipal. Su mayor presencia se encuentra en los complejos Cuenca lacustre Cajititlán, Ondulación y llanos agrícolas de Ixtlahuacán, Llano agrícola de Toluquilla y Conurbación Guadalajara.

3.6.2.7. Vegetación hidrófila y anfibia

La vegetación hidrófila y anfibia está representada por herbáceas directamente relacionadas con los cuerpos y corrientes de agua, quedan incluidas las plantas flotantes, las sumergidas, las emergentes y las anfibias de agua dulce. Estas

comunidades de hábitat acuático pueden ser naturales o inducidas, dependiendo del origen del cuerpo de agua donde están presentes.

Está presente en donde existen cuerpos de agua permanentes o intermitentes, la superficie en el municipio no supera el 2%. Cobra una particular importancia en los complejos Cuenca lacustre Cajititlan, Llano agrícola de Toluquilla y Ondulación y llanos agrícolas de Ixtlahuacán.

En el aspecto florístico, la vegetación acuática es bastante homogénea con presencia de hidrófitas flotantes como *Lemna gibba*, *Lemna aequinoctialis*, *Eichhornia crassipes*, *Nymphaea ampala*, *Ludwigia peploides* y *Pistia stratiotes*. Las hidrófitas sumergidas más comunes son *Potamogeton angustissimum* y *Ceratophyllum demersum*. Las hidrófilas emergentes son *Typha dominguensis*, *Scirpus americanus*, *Scirpus olneyi*, *Canna indica*, *Cyperus articularis* y *Phragmites australis*. Las plantas anfibias comunes son *Cyperus* spp., *Hydrocotyle umbellata*, *Bacopa monnieri*, *Bacopa auriculata*, *Eupatorium betonicifolium*, *Eustoma exaltatum*, *Xanthosoma robustum*, *Heteranthera limosa*, *Eriocaulon* spp., *Polygonum* spp., *Rumex* spp., *Portulaca oleracea*, *Verbena ciliata*, *Cynodon dactylon*, *Eragrostis hypnoides*, *Arundo donax*, *Jussiaea bonariensis*, *Echinochloa crus-galli*, *Olivaea tricuspidata* y *Alternanthera repens*, entre otras.

El estado y distribución de la vegetación subacuática y acuática depende de la condición de los acuíferos y otros aspectos hidrológicos. Por la naturaleza de esta vegetación y su fenología rara, existen problemas de recuperación y dispersión, al no existir un cuerpo de agua apropiado. Se trata de un tipo de vegetación muy dinámica, que se extiende rápidamente en los espacios inundados y retrocede en el mismo sentido que lo hace el cuerpo de agua. Una buena parte de las plantas subacuáticas y acuáticas, del municipio está representada por plantas cosmopolitas o introducidas.

A. Vegetación inducida. *Matorral subtropical*

A diferencia con los ecosistemas de hábitat natural, descritos arriba, el Matorral subtropical es un ecosistema que se forma como respuesta a la perturbación que ha existido o persiste en el sitio donde se desarrolla. De acuerdo con Rzedowski y Calderón (1987) el Matorral subtropical representa una fase sucesional temprana del Bosque tropical caducifolio que se mantiene en estado detenido por presión antropogénica. Challenger (1998) utiliza el término sucesión

desviada para este tipo de estado detenido. En el municipio de Tlajomulco, el Matorral subtropical se encuentra en una fase de sucesión desviada principalmente por presión del pastoreo del ganado bovino.

El Matorral subtropical es muy común en el municipio, se distribuye en todos los complejos como un elemento de mosaico con otros tipos de uso del suelo, es frecuente la frontera con el Pastizal inducido, especialmente en las faldas de los lomeríos y cerros donde existe poca pendiente sin agricultura. Este tipo de ecosistema ocupa más de 7% de la superficie municipal, es representativo en el complejo Llano agrícola de Santa Cruz de las Flores, se distribuye continuamente también en la Cuenca lacustre Cajititlán, Llano agrícola de Toluquilla, Latillas-Tlajomulco, Conurbación Guadalajara y Sierra Bloque Cerro Viejo.

Figura 92. Matorral subtropical en los alrededores del poblado Cedros, de Ixtlahuacán de Los Membrillos (UTM 13N: 684330, 2254560, 1576 m s. n. m.).



Fuente: Archivo fotográfico POEL

Fisonómicamente este ecosistema es de una comunidad más o menos abierta, predominan arbustos de diferentes estaturas y algunos árboles bajos hasta de 3 m de alto. En ocasiones la comunidad se ve mucho más densa y llena de “maleza” formada por los arbustos espinosos lo que causa dificultades para el tránsito.

Las especies más comunes son *Acacia farnesiana* (huizache), *Acacia pennatula* (tepame), *Heliocarpus terebinthinaceus* (majagua), *Eysenhardtia polystachya* (varaduz), *Verbesina greenmannii* (capitaneja), *Verbesina sphaerocephala*, *Opuntia atropes*, *Opuntia fuliginosa*, *Croton ciliato-glandulifera*, *Lantana* spp. *Wigandia ureas* (que- madora), ocasionalmente *Tecoma stans* (retama), *Hyptis albida*, *Mimosa albida*, *Guazuma ulmifolia*, *Acacia pennatula* y *Acacia farnesiana*, las cuales indicadores de pas- toreo vacuno (Cházaro, 1977), en tanto *Verbesina greenmannii* es indicativa de incendios mientras que *Wigandia urens* sobresale en taludes.

3.6.2.8. *Pastizal inducido*

El pastizal inducido es otro ecosistema que se encuentra en fase de sucesión desviada. Aquí las prácticas de pastoreo llegan a ser intensas y se combinan con la periódica quema de pasto que previene el desarrollo de arbustos y árboles. De esta forma la actividad de los pobladores permite un mantenimiento del estrato herbáceo con escasos arbustos. El pastizal secundario comienza a crecer en las parcelas agrícolas derivado de los barbechos. La sucesión que inicia con pastizal inducido posteriormente puede desarrollarse como Matorral subtropical u otro tipo de vegetación relacionada con determinadas condiciones microclimáticas y edáficas.

Figura 93. Pastizal inducido en la parte baja del Cerro El Gachupín, Tala (UTM 13N: 645945, 2268440, 1490 m s. n. m.).



Fuente: Archivo fotográfico POEL

Este ecosistema es muy común en el municipio tanto en terrenos planos como irregulares. La superficie dentro del municipio llega a ocupar de 15% a 17%. Con frecuencia, el pastizal inducido colinda con Matorral subtropical y la Vegetación sabanoide, o bien con ecosistemas primarios de hábitat natural, esto causa un efecto de borde. Las distintas especies nativas e introducidas son de la familia Poaceae, otras familias con importante contribución son Asteraceae, Fabaceae y Malvaceae.

3.6.2.9. *Sabanas de pithecellobium y prosopis*

Las sabanas son comunidades con presencia de árboles dispersos y predominancia de pastizales. En el municipio de Tlajomulco la sabana de *Pithecellobium* y *Prosopis* por lo general indican ecosistemas degradados del bosque tropical caducifolio o del bosque espinoso. Los árboles dispersos son de la familia Fabaceae, principalmente *Prosopis laevigata* y *Pithecellobium dulce*, ambos crecen en un espacio cubierto por herbáceas. Pueden existir modificaciones de esta imagen con algunos arbustos de *Acacia farnasiana*, *Acacia pennatula*, *Opuntia* spp. y *Agave angustifolia*. El estado de sucesión desviado del matorral subtropical y el pastizal inducido actúan en las sabanas,

participando en el mantenimiento de la estructura y apariencia de este ecosistema.

En el municipio de Tlajomulco las sabanas de *Prosopis* y *Pithecellobium* siguen el mismo patrón de distribución que el matorral subtropical y llegan a representar hasta 10% del territorio municipal. Es un tipo de vegetación que no presenta un límite tajante con el pastizal ni con el matorral subtropical, por tales razones llega a dificultar la determinación exacta de su superficie.

3.6.2.10 Vegetación arvense

A. Vegetación de hábitats artificiales

Las plantas silvestres que crecen en los campos agrícolas se conocen como plantas arvenses, comúnmente son conocidas como malezas, brotan por la ausencia de su control y reducen el rendimiento en los cultivos. Es una comunidad vegetal estrictamente asociada con los ambientes antropogénicos y se formaron como resultado de una selección espontánea que ha tenido lugar desde el nacimiento de agricultura (Espinosa-García y Sarukhan, 1997). La vegetación arvense en el municipio de Tlajomulco la tenemos en los cultivos, tanto de temporal como de riego, particularmente en parcelas de maíz (*Zea mays*), sorgo (*Sorghum bicolor*), caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), alfalfa (*Medicago sativa*), garbanzo (*Cicer arietinum*), frijol (*Phaseolus vulgaris*), camote (*Ipomoea batatas*) y agave azul (*Agave tequilaza*), entre otros. Entre los sitios con elementos de vegetación arvense pueden ser mencionados las parcelas en descanso (transiciones con la vegetación ruderal y con el pastizal), también en parcelas de suelo húmedo o parcialmente inundados cerca de los cultivos (transiciones con la vegetación subacuática herbácea).

La vegetación arvense está compuesta casi exclusivamente por plantas herbáceas, tanto anuales como perennes. Su composición florística no es constante ya que depende de muchos factores externos entre los cuales están las prácticas de cultivo, densidad de plantas cultivadas y el uso de herbicidas. En esta vegetación están presentes muchas de las especies que actúan también como ruderales, pero en la vegetación arvense son más frecuentes las anuales. Las plantas de uso agrícola que no fueron cosechadas y que crecen de forma silvestre forman una importante parte de flora arvense. Las especies arvenses están vinculadas a las especies silvestres colonizadoras o pioneras de la sucesión secundaria muchas de las especies se especializan en los ambientes

antropogénicos de cultivos (Espinosa-García y Sarukhan, 1997). No es raro encontrar entre las plantas arvenses algunos componentes de sucesión secundaria de la vegetación natural.

La comunidad arvense en los cultivos del municipio incluye *Bidens odorata*, *Brassica rapa*, *Cynodon dactylon*, *Eruca vesicaria ssp. sativa*, *Galinsoga parviflora*, *Eragrostis mexicana*, *Medicago polymorpha*, *Simsia amplexicaulis*, *Tithonia tubiformis*, *Simsia amplexicaulis*, *Cyperus esculentus*, *Rumex crispus* y *Portulaca oleracea*, entre otras especies.

3.6.2.11. Vegetación ruderal

El ambiente en el cual aparece la vegetación ruderal, en el municipio de Tlajomulco, incluye todos los sitios urbanizados o con otro tipo de perturbaciones constantes que propician el crecimiento de la vegetación espontánea: orillas de las vías de comunicación (carreteras, brechas y vías de ferrocarril), grietas y bordes de banquetas, terrenos baldíos y de potreros, solares abandonados, basureros, bancos de material, orillas de zanjas, canales de irrigación (transición con la vegetación subacuática) y otros sitios similares. Los lugares con presencia potencial de vegetación ruderal están distribuidos por todo el municipio, llegan a representar 18% de la superficie y son más extensos en los complejos Conurbación Guadalajara, Llano agrícola de Toluquilla, Llano agrícola de Santa Cruz de las Flores, Ondulaciones y llanos agrícolas de Ixtlahuacán y Latillas-Tlajomulco.

La vegetación ruderal no presenta una composición florística muy determinada y está formada, en su mayor parte, por las plantas conocidas como malezas. No fue posible reconocer asociaciones determinadas ni tampoco presencia de una estratificación como tal, la mayoría de las malezas que forman la vegetación ruderal son plantas herbáceas donde unas cuantas pueden asumir la forma de arbustos o pequeños árboles de 1 o 3 m de alto. Estas plantas pueden producir un gran número de semillas que conservan su fertilidad por años, las plantas pueden germinar, competir y persistir en el medio ambiente intensamente modificado y perturbado.

Figura 94. Vegetación ruderal en Llano Agroindustrial de Santa Cruz de las Flores, Tlajomulco (UTM 13N: 647288, 2267840, 1494 m s. n. m.).



Fuente: Archivo fotográfico POEL.

3.7. Áreas con degradación ambiental

3.7.1. Índice de fragmentación de ecosistemas naturales

Los procesos ecológicos en el paisaje presentan una fuerte dependencia de los patrones espaciales, respecto de otros factores medioambientales. Uno de los patrones con un efecto más fuerte es el patrón espacial de los hábitats donde pueden vivir los organismos. Los hábitats están fuertemente correlacionados con los tipos de vegetación y determinan la estructura espacial a nivel de paisaje, y sus características geoespaciales son importantes elementos en la evaluación del estado de los ecosistemas. Los ecosistemas primarios (de hábitat natural) son particularmente susceptibles a algunos de los aspectos geoespaciales de sus hábitats, como fragmentación, estructura del borde y continuidad. Esta susceptibilidad de los ecosistemas primarios se relaciona con la predominancia en la estructura de los elementos de la fase de “clímax”, que no cuentan con tolerancia suficiente para vivir en condiciones de perturbación antrópica. El contacto entre ecosistemas primarios y espacios perturbados inevitablemente produce un efecto borde dentro de la zona del ecosistema primario, una zona donde se alcanza la presencia frecuente del disturbio de origen antrópico, y donde existe un cambio en la composición de los ecosistemas provocado por dichos disturbios.

El análisis del índice de fragmentación (*IFrag*) de los ecosistemas naturales, o primarios, permite detectar en qué grado los ecosistemas podrían estar afectados por el efecto borde, que tan extensa es la penetración de espacios perturbados en el continuo de su distribución. En el presente estudio se contemplan como primarios los ecosistemas con valor de naturalidad superior a 0.75, acorde a la tabla sobre cálculo del índice de naturalidad. El índice fue construido a partir de valores positivos en áreas donde están presentes ecosistemas primarios continuos o fragmentados, incluyendo una zona borde de 1 km en sus alrededores; el resto de superficie no cuenta con valores del índice y se clasifica con categoría “sin datos”. El índice cuenta con valores bajos (<1.15) en los sitios con menor fragmentación y mayor continuidad de los ecosistemas primarios terrestres, independientemente del tipo de vegetación que los comprende. Las zonas ligeramente fragmentadas cuentan con valor de *IFrag* en rango de 1.15 a 1.35, el valor máximo de este intervalo 1.35 corresponde a fragmentación moderada. Las zonas con significativa fragmentación corresponden al rango de *IFrag* de 1.35 a 1.55, la fragmentación por encima de 1.55 puede considerarse severa.

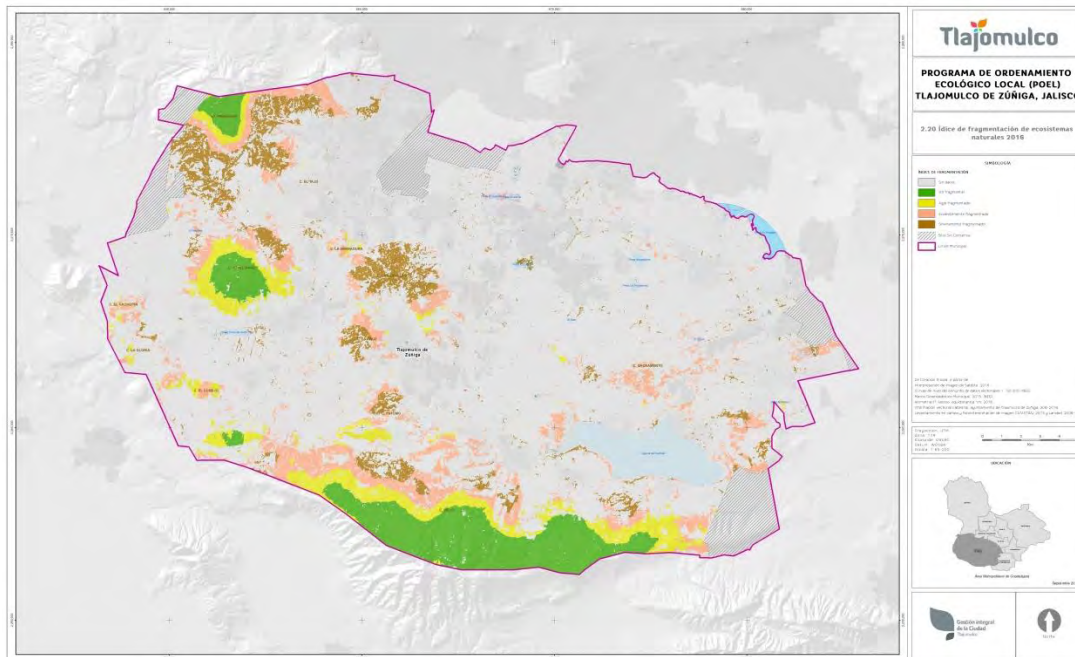
En el año 2008, en todo el municipio se observa una fragmentación que va de alta a moderada. Las únicas zonas que observan una fragmentación más baja son: La Primavera, Cerro Totoltepec y Cerro Viejo. Para el 2016 si bien estas zonas conservan sus condiciones como se aprecia en las figuras 95 y 96 existe una reducción importante de su superficie en especial en la zona de Cerro Viejo y La Primavera.

Los resultados de cálculo de *IFrag* en el municipio de Tlajomulco con los datos del 2016 aparecen en la tabla 58 y figura 96. Se observa que los tres manchones con presencia de considerables espacios de baja fragmentación en los ecosistemas primarios siguen correspondiendo al Bosque la Primavera, sistema del Cerro Viejo y la parte alta del cerro Totoltepec. Solo aproximadamente 28% de los ecosistemas terrestres primarios no están fragmentados en escala de análisis de 1 km, y otros 22% de ellos cuentan con fragmentación de leve a moderada.

Tabla 58. Resumen de fragmentación de ecosistemas naturales en el municipio de Tlajomulco, datos del año 2016. Fuente: Elaboración propia

Clase de fragmentación (<i>IFrag</i>)	Contribución a la superficie de ecosistemas primarios (ha)	Contribución a la superficie de ecosistemas primarios (%)
Sin fragmentar	4,211.86	6.36
Algo fragmentado	2,905.97	4.39
Evidentemente fragmentado	4,591.39	6.93
Severamente fragmentado	3,031.36	4.58
Sin datos (sin presencia de ecosistemas terrestres primarios)	51,495.93	77.75

Figura 96. Índice de fragmentación de ecosistemas naturales en el municipio de Tlajomulco de Zúñiga, datos para el año 2016.



Fuente: Sistema información geográfico POEL 2020

3.7.1.1. Indicadores de Naturalidad y de Transformación Antrópica

El *Indicador de Naturalidad (INat)* es una métrica que caracteriza en términos espaciales la contribución de ecosistemas primarios (de hábitat natural) en el paisaje. El *INat* es particularmente útil cuando se trata de analizar el éxito en la aplicación de las políticas de conservación/restauración de ecosistemas primarios. Para la evaluación del éxito de las políticas, el *INat* puede ser calculado a partir de la fecha del inicio de periodo de evaluación, y hasta la fecha final de este periodo. La dinámica en los valores del índice observada entre las dos fechas en el corte temporal permite detectar las áreas con aumento y/o disminución de naturalidad. Dichas áreas con cambios significativos de *INat* corresponden a los territorios donde existe una pérdida o ganancia en los ecosistemas primarios, que puede ser comparada con las políticas aplicadas en los mismos territorios.

Un indicador opuesto del *INat* es el *Indicador de Transformación Antrópica (ITA)*. Este indicador está diseñado para medir el grado de antropización del paisaje expresado en contribución de las coberturas de hábitat transformado (antrópico). Desde el punto de vista teórico, la antropización del paisaje es proporcional a la contribución de coberturas de suelo donde la actividad humana es determinante en la definición de estructura y el funcionamiento de los ecosistemas (Martínez-Dueñas 2004, Smith 2007). De forma similar al *INat*, el *ITA* puede ser analizado en la dimensión temporal, para ayudar a comprender cómo las diferencias en el grado de antropización en el territorio se desarrollan en el tiempo.

Tabla 59. Valores de naturalidad 2008 y 2016

Clase	Clave	Naturalidad	Transformación antrópica
Urbanización	100	0	1
Infraestructura	103	0	1
Áreas sin vegetación aparente	105	0.1	0.9
Agricultura de humedad y de riego	110	0.1	1
Agricultura seca (de temporal)	115	0.2	0.8
Pastizal inducido	120	0.4	0.7
Matorral inducido	130	0.6	0.4

Bosque espinoso	135	0.8	0.2
Bosque tropical caducifolio	150	1	0
Bosque templado disperso	160	0.9	0.1
Bosque templado denso	161	1	0
Campos de golf	190	0.1	1
Áreas verdes urbanas	192	0.1	1
Vegetación acuática y subacuática	195	0.8	0.1
Bosque de galería	197	1	0.1
Agua	200	0.7	0.1

Fuente: Elaboración propia.

Los valores de los índices *INat* e *ITA* se encuentran en el rango de 0 a 1, y se subdividen en cinco intervalos por sus valores: (0 – 0.2) – índice muy bajo, [0.2 – 0.4) – índice bajo, [0.4 – 0.6) – índice intermedio, [0.6 – 0.8) – índice alto, [0.8 – 1) – índice muy alto. Los valores altos del *INat* corresponden a los territorios con alto grado de conservación de las superficies de los ecosistemas primarios, los valores de rango intermedio y bajo corresponden a los ecosistemas primarios perturbados o destruidos en distintos grados. Los valores altos del *ITA* corresponden a las áreas con predominancia de ecosistemas antrópicos, tales como espacios urbanizados, elementos de infraestructura vial, áreas verdes urbanas, campos de cultivo; valores bajos se observan en las zonas con menor grado de alteración del medio ambiente por actividad humana.

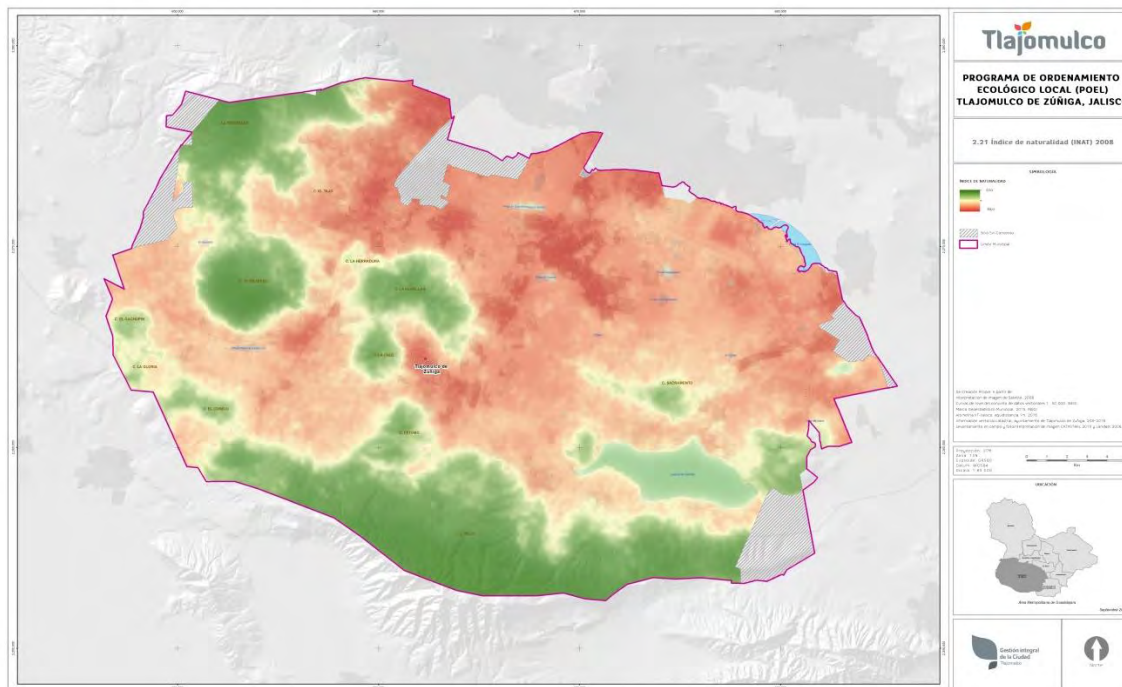
Los resultados de cálculo de *INat* e *ITA* en el municipio de Tlajomulco en el corte temporal elegido se resumen en la tabla 60 y en las figuras 97, 98, 99 y 100. Se observa una dinámica de disminución general del *INat* en aproximadamente 3 centésimas y un aumento de *ITA* en 4 centésimas. Los cambios entre 2008 y 2016 son más visibles cuando se trata de las superficies ocupadas por valores del índice en los rangos. En particular, en el caso de *INat* existe una disminución de las superficies con valores del índice muy altos en 3.36% con el aumento de las superficies del índice muy bajo en 6.03% del total del municipio. En el caso de *ITA* las tendencias son contrarias – el aumento de 9.00% se observa en la superficie con valores del índice muy altos, y una disminución en el 2.96% en las zonas con el valor del índice muy bajo. Estas se concentran principalmente en las zonas de más reciente urbanización.

Tabla 60. Resumen de valores de INat e ITA en el municipio de Tlajomulco, comparación de los datos del 2008 y 2016.

Parámetro	INat en 2008	INat en 2016	ITA en 2008	ITA en 2016
Promedio en el municipio	0.486	0.451	0.524	0.564
Desviación estándar del promedio	0.260	0.263	0.282	0.292
Índice muy bajo (% de superficie)	10.08	16.11	21.75	18.79
Índice bajo (% de superficie)	39.40	37.24	10.27	11.93
Índice intermedio (% de superficie)	18.56	16.52	13.95	12.42
Índice alto (% de superficie)	13.67	15.21	39.98	31.80
Índice muy alto (% de superficie)	18.28	14.92	14.06	25.06

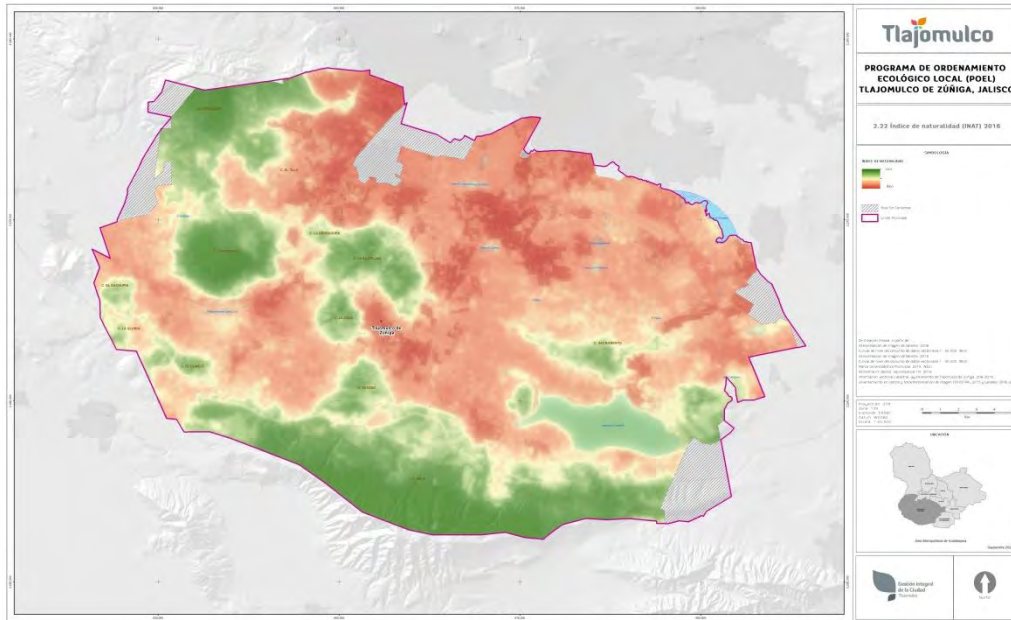
Fuente: Elaboración propia

Figura 97. Distribución de valores del Índice de Naturalidad (INat) en 2008 y 2016, representación continua.



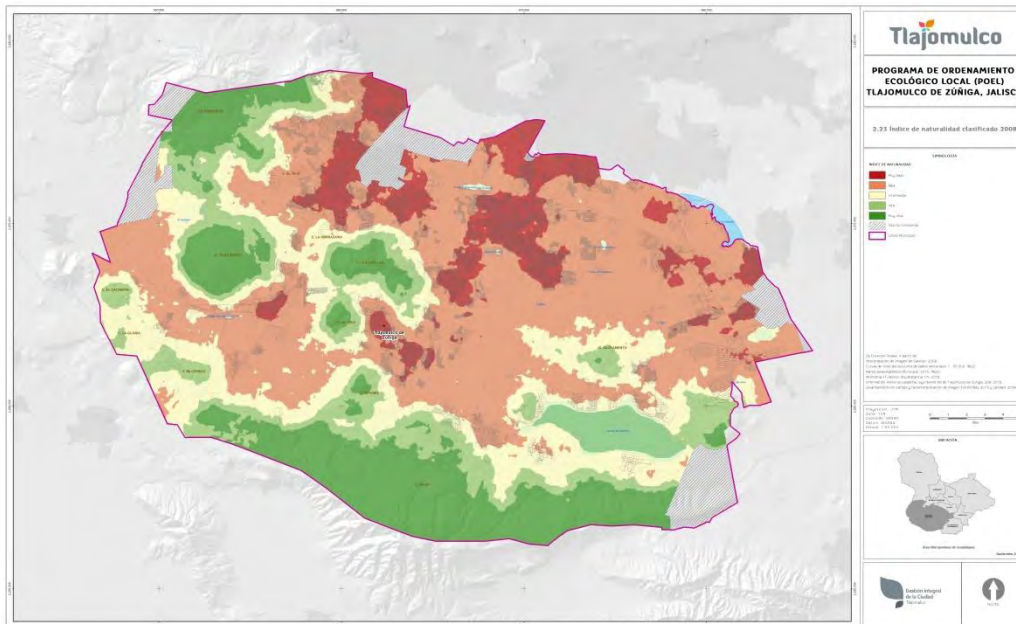
Fuente: Sistema información geográfico. POEL 2020

Figura 98. Distribución de valores Índice de Naturalidad (INat) en 2016, representación continua



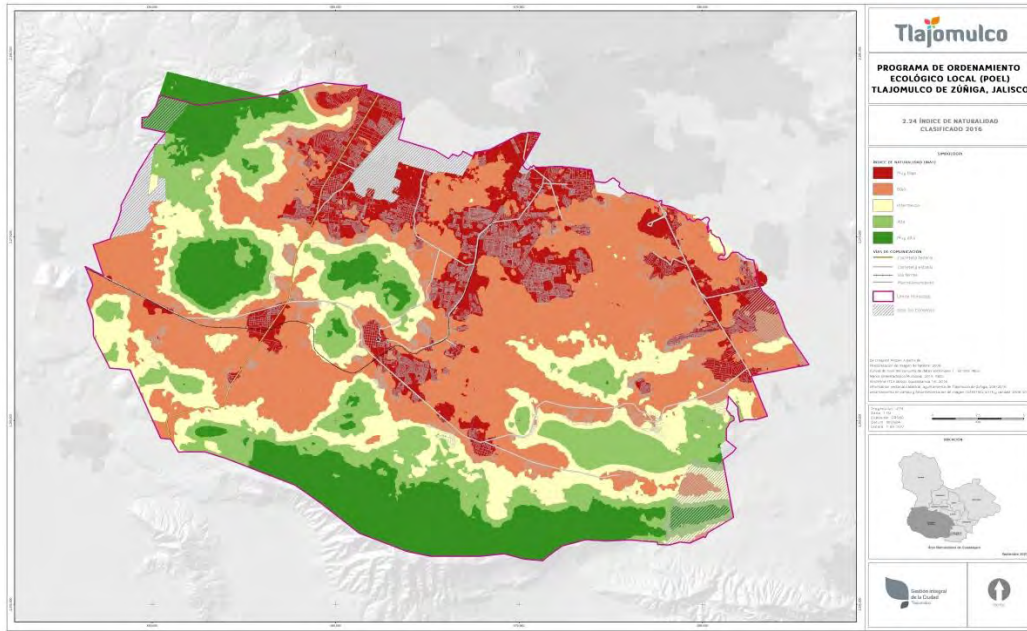
Fuente: Sistema información geográfico POEL 2020

Figura 99. Distribución de valores del Índice de Naturalidad (INat) en 2008 y 2016, representación en cinco clases



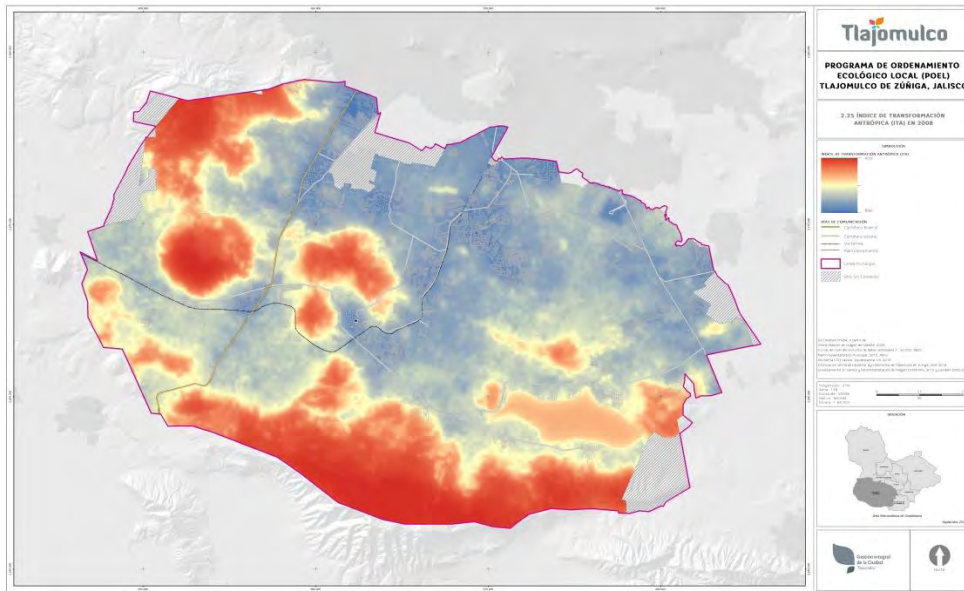
Fuente: Sistema información geográfico POEL 2020

Figura 100. Distribución de valores del Índice de Naturalidad (INat) en y 2016, representación en cinco clases



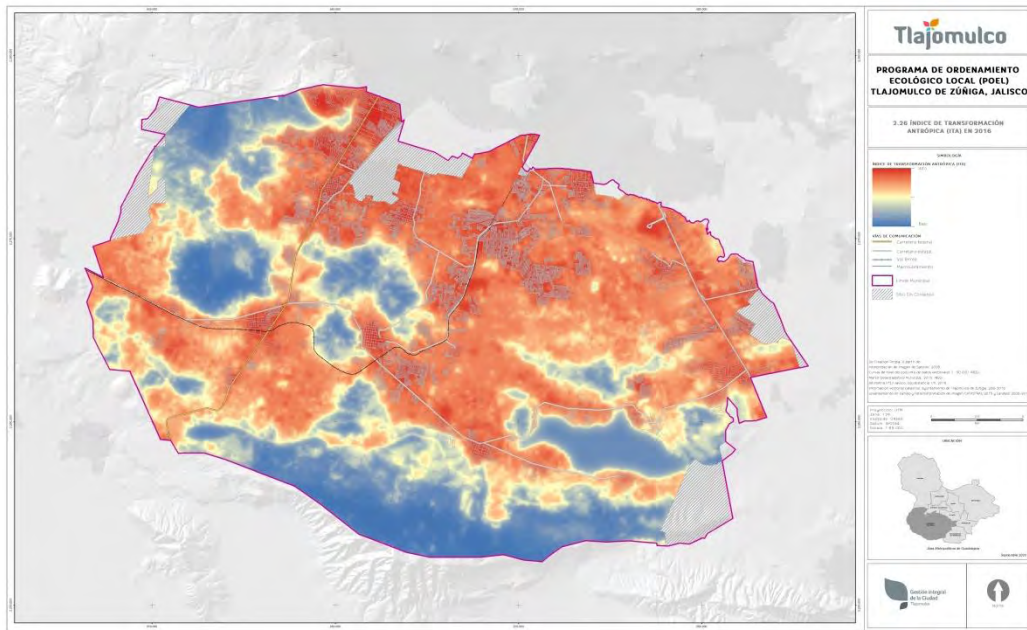
Fuente: Sistema información geográfico POEL 2020

Figura 101. Distribución de valores del Índice de Transformación Antrópica (ITA) en 2008 y 2016, representación continua



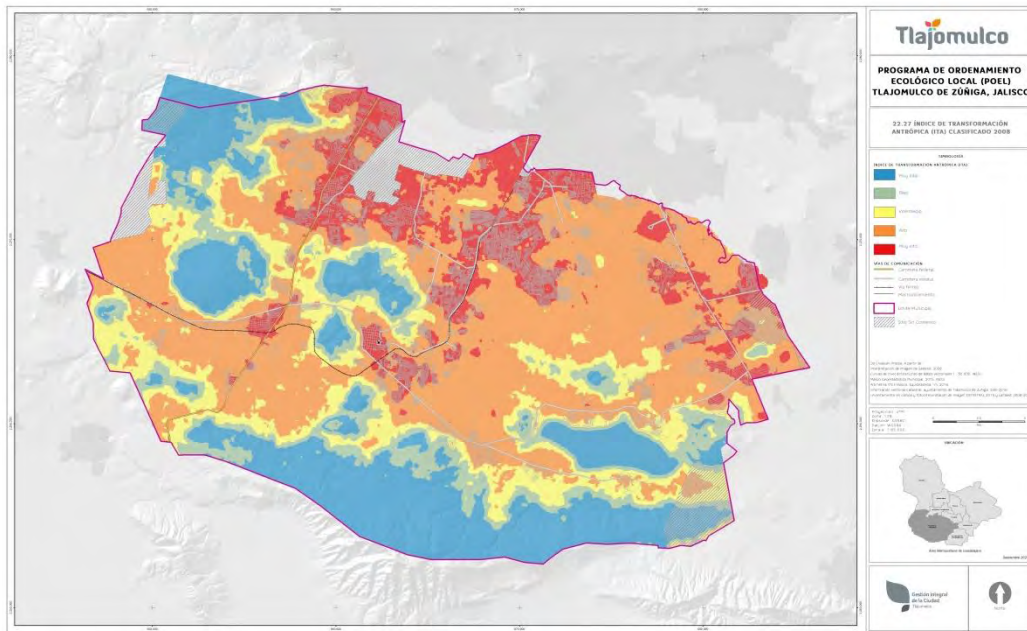
Fuente: Sistema información geográfico POEL 2020

Figura 102. Distribución de valores del Índice de Transformación Antrópica (ITA) al 2016



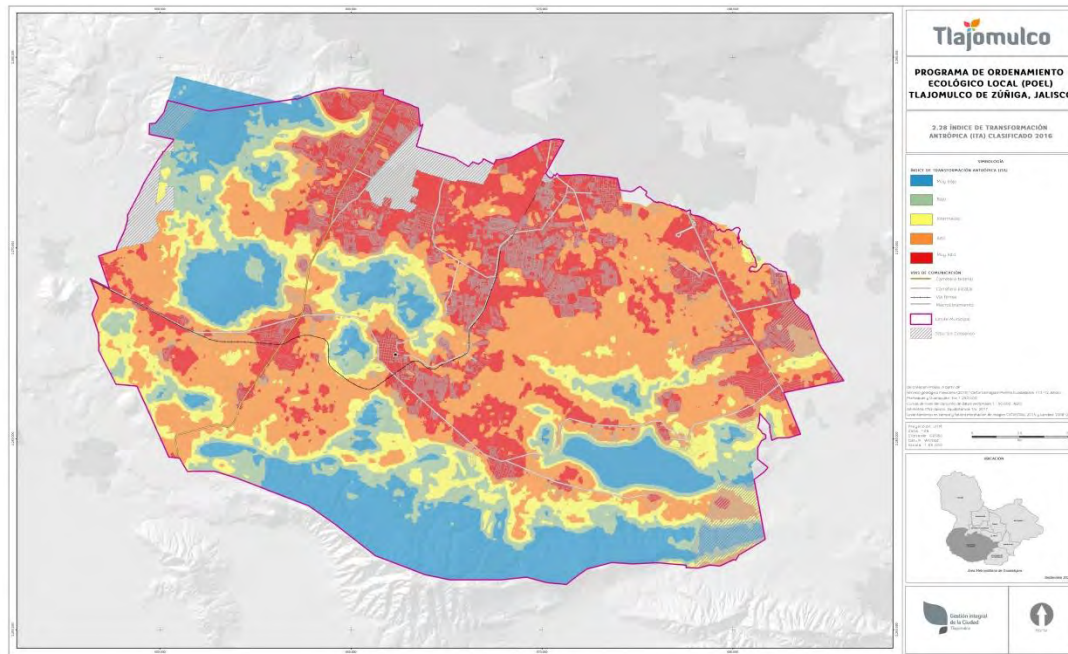
Fuente: Sistema información geográfico POEL 2020

Figura 103. Distribución de valores del Índice de Transformación Antrópica (ITA) en 2008 y 2016, representación en cinco clases



Fuente: Sistema información geográfico. POEL 2020.

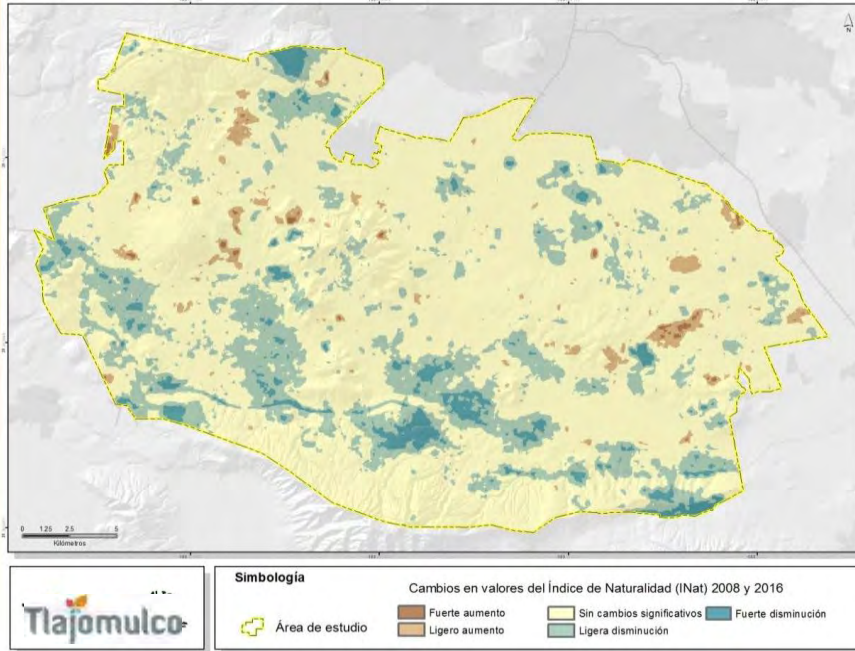
Figura 104. Distribución de valores del Índice de Transformación Antrópica (ITA) en 2016, representación en cinco clases.



Fuente: Sistema información geográfico. POEL 2020.

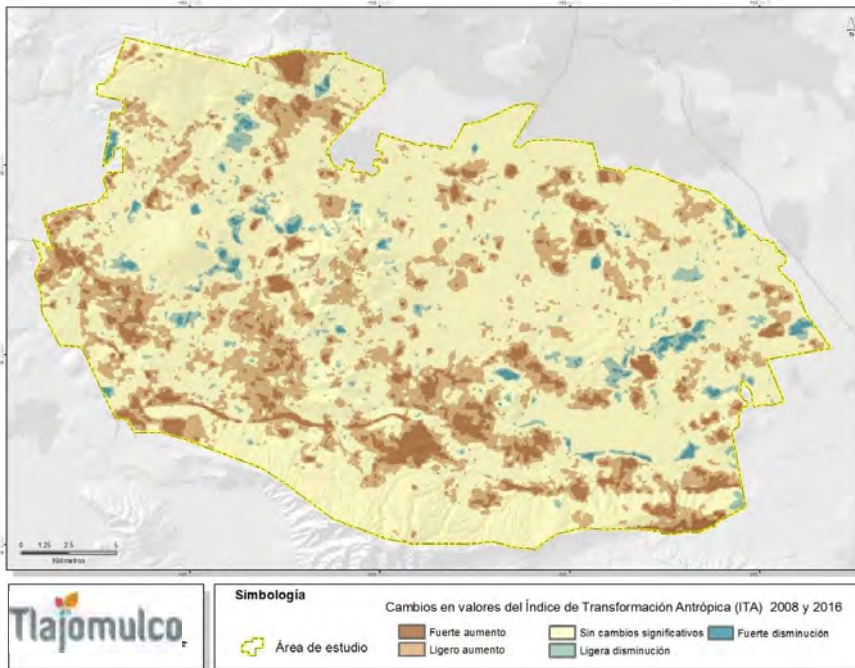
Una técnica de comparación de los índices *INat* e ITA entre las fechas del inicio y final del periodo de análisis (2008-2016) se aplica mediante la identificación de las zonas con cambios significativos del índice. Para realizar este procedimiento los valores del índice en la fecha posterior se restan de los valores del índice en la fecha inicial. Los valores negativos de la métrica resultante representan los sitios donde se observa el aumento del índice, los valores positivos marcan disminución. Los resultados de este procedimiento se resumen en las figuras 105 y 106 (abajo). En estas figuras mencionadas se representa geoespacialmente las zonas donde el cambio de valores del índice fue significativo, tanto en el aspecto de aumento, como de la disminución. Se puede observar que las áreas donde se ha dado mayor crecimiento urbano y poblacional como la zona Concepción del Valle, San Agustín y El Zapote se significan por el mayor ITA, mientras que la zona de la Primavera, Cerro Viejo y la del corredor Tlamoxulli el *INat* se mantiene oscilando entre una situación de disminución ligera y sin cambios.

Figura 105. Cambios en valores del Índice de Naturalidad (INat) entre 2008 y 2016



Fuente: Sistema información geográfico. POEL 2020

Figura 106. Cambios en valores del Índice de Transformación Antrópica (ITA) entre 2008 y 2016



Fuente: Sistema información geográfico POEL 2020

3.8. Fauna

3.8.1 Fauna vertebrada terrestre y acuática

En el municipio de Tlajomulco de Zúñiga convergen factores ambientales y rasgos físicos que favorecen la presencia de una amplia diversidad de animales silvestres. En la región norte y este del municipio se caracteriza mayormente un desarrollo urbano creciente con fuerte influencia de la zona metropolitana de Guadalajara y una inercia conurbada de los municipios vecinos de Tlaquepaque y Zapopan; Tlajomulco cuenta con una extensa región agropecuaria en el centro de su territorio y un embalse endorreico: la “Laguna de Cajititlán” al sur este del municipio; al oeste desde el norte y hasta el sur se localizan al menos dos zonas de reserva biológica, al norte parte de “La Primavera” y al sur las vertientes del “Cerro Viejo” como límite sur del municipio, en ellas habita fauna característica de la región, especies silvestres, introducidas y migratorias, todo ello a pesar de la pérdida de hábitat a causa de la presión inmobiliaria que golpea frecuente en esta zona como consecuencia del crecimiento vertiginoso y desordenado de la Zona Metropolitana de la capital del estado.

3.8.2. Riqueza de especies reportadas y estudiadas

Las especies de vertebrados terrestres y acuáticos que se han reportado para el municipio ha incrementado desde el último informe de 2009, se reconocen hasta la fecha (marzo) 544 especies de vertebrados: mamíferos, aves, reptiles, anfibios, y peces, pertenecientes a 112 familias y 36 órdenes, de este total 131 especies son endémicas (24%) y 80 se encuentran en alguna categoría de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010 (15%) (tabla 60 y figura 102).

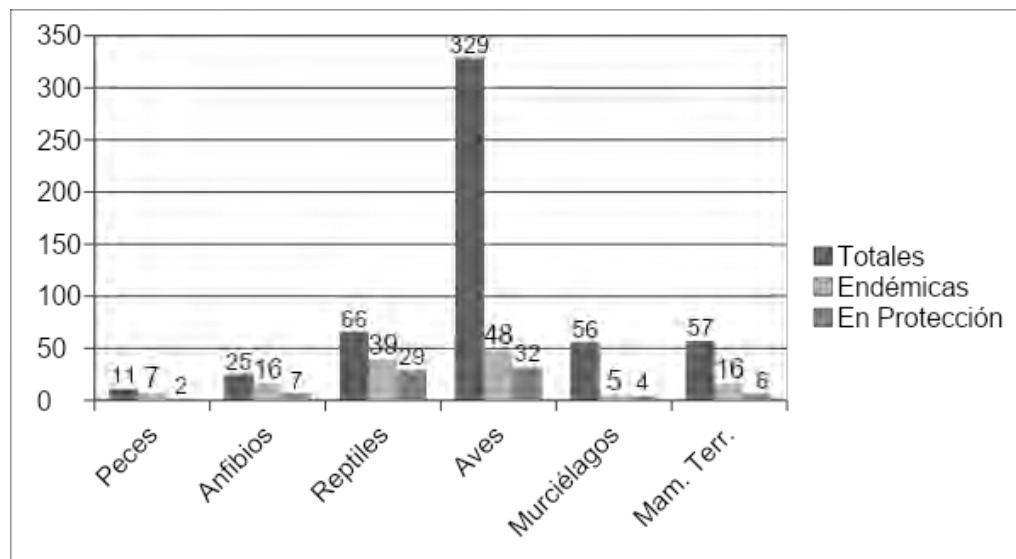
Tabla 61. Cuadro. Riqueza potencial de especies por grupo con endemismo y categorías de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010 para el municipio de Tlajomulco de Zúñiga (* cuasiendémicas)

Grupo	Órdenes	Familias	Especies	Endémicas	NOM-059-SEMARNAT-2010		
					P	A	PR
Peces	4	6	11	7	1	-	1
Anfibios	2	9	25	16	-	2	5

Reptiles	2	15	66	39	-	1 1	18
Aves	20	61	329	48*	4	7	21
Murciélagos	1	6	56	5	-	3	1
Mamíferos terrestres	7	15	57	16	1	5	-
Totales	36	112	544	131	6	2 8	46

Fuente: Elaboración propia

Figura 107. Riqueza potencial de especies por grupo con endemismo y categorías de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010 para el municipio de Tlajomulco de Zúñiga



Fuente: Elaboración propia

3.8.3. Distribución de la fauna

Según los registros más recientes y ratificación de su presencia en el campo, las evidencias de la fauna se tomaron en las siguientes regiones que fueron detalladas en estudios anteriores: La Primavera, Cerro Viejo, Laguna de Cajititlán, Vegetación tropical y Zonas urbanas y perturbadas. Con los siguientes resultados: la región Cerro Viejo es la más diversa actualmente con un total de

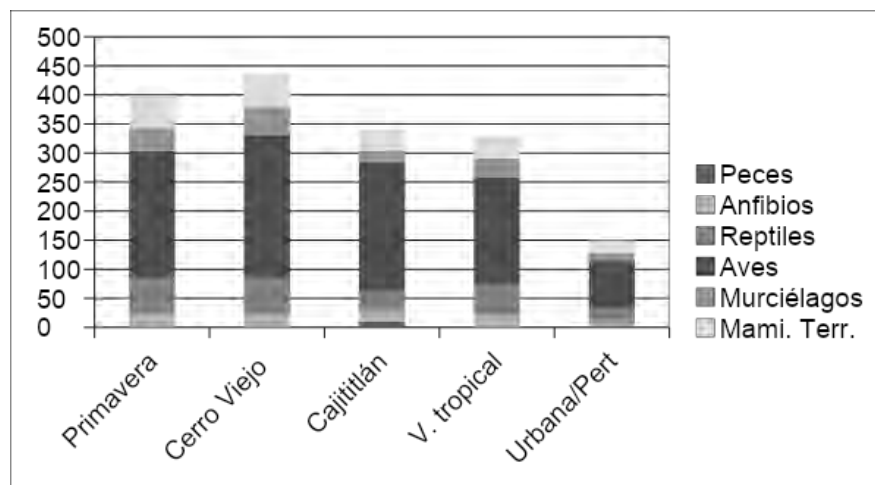
436 especies registradas, seguido por sólo una parte del Bosque de La Primavera con 398 especies dentro del municipio. La región que presentó la menor diversidad de especies desde estudios anteriores y que continúa siendo la menos diversa fue la zona urbana y perturbada con solo 150 especies en total (casi todas o en su mayoría provenientes de las áreas agrícolas) (tabla 62 y Fig. 110).

Tabla 62. Riqueza potencial de especies por grupo faunístico y región para el municipio de Tlajomulco de Zúñiga

Región	Peces	Anfibios	Reptiles	Aves	Murciélagos	Mamíferos terrestres	Total
Primavera	-	23	62	219	39	55	398
Cerro Viejo	-	23	63	246	47	57	436
Laguna Cajititlán	11	17	34	221	21	37	341
V. Tropical	-	21	54	184	32	39	330
Urbana/Perturbada	2	6	23	84	13	22	150

Fuente: Elaboración propia

Figura 108. Riqueza potencial de especies por grupo faunístico y región para el municipio de Tlajomulco de Zúñiga



Fuente: Elaboración propia

3.8.4. Descripción de ambientes

De las cinco regiones principales (o mayores) en las que se registraron las especies de fauna, a continuación, se describen los ambientes o microhábitats para la fauna.

El paisaje de Tlajomulco es bastante heterogéneo, factor que contribuye en la conformación de una amplia gama de nichos para las especies animales. Consta de montañas, frentes y paredones, de laderas suaves con valles y reservorios de agua así como un embalse: la “Laguna de Cajititlán”, importante por sus dimensiones y su ubicación en el municipio; estos ámbitos en combinación ofrecen un sistema de energía y recursos valiosos para conformar hábitats para la fauna local y migratoria. En los ambientes naturales, encontramos principalmente los siguientes tipos de vegetación: cosque tropical caducifolio, bosque espinoso, bosque de galería con elementos de bosque de Quercus y elementos de bosque mesófilo de montaña, vegetación acuática y subacuática, vegetación rupícola, matorral subtropical, pastizal inducido y vegetación ruderal (ver descripción de la vegetación en la sección anterior).

1. La sierra La Primavera ofrece a Tlajomulco un ámbito de montaña con un gradiente altitudinal para la asociación de especies animales, según el nivel de altitud en combinación con los elementos del clima como son: temperatura, humedad, cantidad de luz y viento. La fauna de esta zona es típica de montaña, dominan las especies de carnívoros mayormente al interior y tope de las montañas. La reducida disponibilidad de agua conlleva a movimientos estacionales de todas las especies de vertebrados; se identifican migraciones locales altitudinales asociadas con la época del año. Entre las aves encontramos a los colibríes y mosqueritos que bajan en invierno, mientras que algunas especies de palomas suben en el gradiente de elevación. Las aves y los murciélagos como vertebrados con capacidad de dispersión de cinco a diez km en una sola noche (en el caso de murciélagos), pueden estar compartiendo hábitat con diversidades de las montañas locales próximas a La Primavera. Para las especies de escasa movilidad como es la herpetofauna no se han elaborado estudios detallados y hasta este momento la literatura gris ha generado datos aislados y escasos que se refieren en pocas publicaciones.
2. El ámbito del Cerro Viejo, igual que la sierra La Primavera, forma parte del relieve del Eje Volcánico Transverso de Jalisco. Ambos sistemas de

montañas se encuentran relativamente aislados entre sí, debido al crecimiento urbano que los rodea. Su biodiversidad corresponde principalmente al corredor de montañas del Eje Volcánico Transverso de México. El Cerro Viejo contiene un mayor número de elementos de afinidad tropical con una dispersión de los sistemas (comunidades vegetales y bosques) más amplia y más fragmentada, la copa de los árboles es más baja y rala en algunas partes que los bosques de La Primavera; el arbolado reúne a las especies arbustivas frecuentemente en el mismo estrato del bosque, existen manchones (fragmentos) que conforman continuos de vegetación que, sin embargo, reúnen a pocos individuos en áreas más extensas. Las comunidades de árboles son más jóvenes y se evidencia un sotobosque ralo pero más diverso que los de las otras regiones del municipio. Por lo anterior, en este ámbito se conforman hábitats para la fauna abiertos, dispersos. Tal es el caso del bosque de Quercus, en este complejo de montaña los vertebrados empiezan a observarse hasta los 1,900 msnm, son escasos y sus rastros también por las condiciones del terreno. La observación de especies de mamíferos es posible en las aguadas u ojos de agua (manantiales) o fototrampeo, la observación directa de animales es escasa, incluidas las aves que en su mayoría se mantienen activas en el sotobosque en busca de alimentos como frutos, flores y semillas, aunque son escasas las especies de colibríes, pero son regularmente abundantes las especies de aves migratorias que llegan a este hábitat.

Para las especies de escasa movilidad, como es la herpetofauna, no se han elaborado estudios detallados y hasta este momento son nulos los trabajos previos sobre movimientos o biogeografía de las especies de anfibios y reptiles en esta montaña y del contexto biogeográfico de la región.

Sin embargo, de todas las áreas de estudio del municipio que se revisaron, es el Cerro Viejo el sitio que reúne la cantidad más grande de vertebrados de la región, lo cual claramente se evidencia por la presencia de un mayor número de elementos tropicales que se suman a la riqueza de las especies de afinidad Neártica presentes en la zona. Este ámbito cálido y húmedo por la cercanía del Lago de Chapala favorece la disposición de hábitats tales como barrancas húmedas, frentes y paredones muy húmedos (límite con el municipio de Ixtlahuacán) que conforman hábitats para aves rapaces (al menos cuatro especies) y que propician la migración local de aves acuáticas asociadas al Lago

de Chapala, además de las especies migratorias que llegan al sistema de lagos y lagunas relativas a la cuenca del Lerma-Santiago- Chapala; de todos los vertebrados que se registraron fue el grupo de las aves más numeroso en el Cerro Viejo y en general en todo el municipio de Tlajomulco.

Figura 109. “Borregones” o pelícanos en el Cerro Viejo, ladera sur vista desde Jocotepec. Los Borregones en la imagen se observan como pequeños puntos blancos sobre la ladera media del Cerro Viejo



Fuente: Archivo fotográfico POEL.

3. La Laguna de Cajititlán es un embalse cerrado que se alimenta de los escurrimientos superficiales provenientes de agua de lluvia principalmente, así como de drenajes de poblaciones cercanas. Es una cuenca endorreica que no cuenta con una salida o dren natural, la única salida del agua puede ser por infiltración, evaporación o por exportación. Este sistema acuático, por su movimiento natural, genera biodiversidad acuática y ecosistemas estables, tan ricos y diversos como las cuencas exorreicas. Las características del embalse de Cajititlán son: superficie de cuenca

de 21,780 Has, con una longitud máxima noroeste-sureste de 7.5 Km², y de ancho tiene una distancia noreste-suroeste de 2 Km², con una profundidad promedio de 1.69 m.

Figura 110. Cuenca de la Laguna de Cajititlán



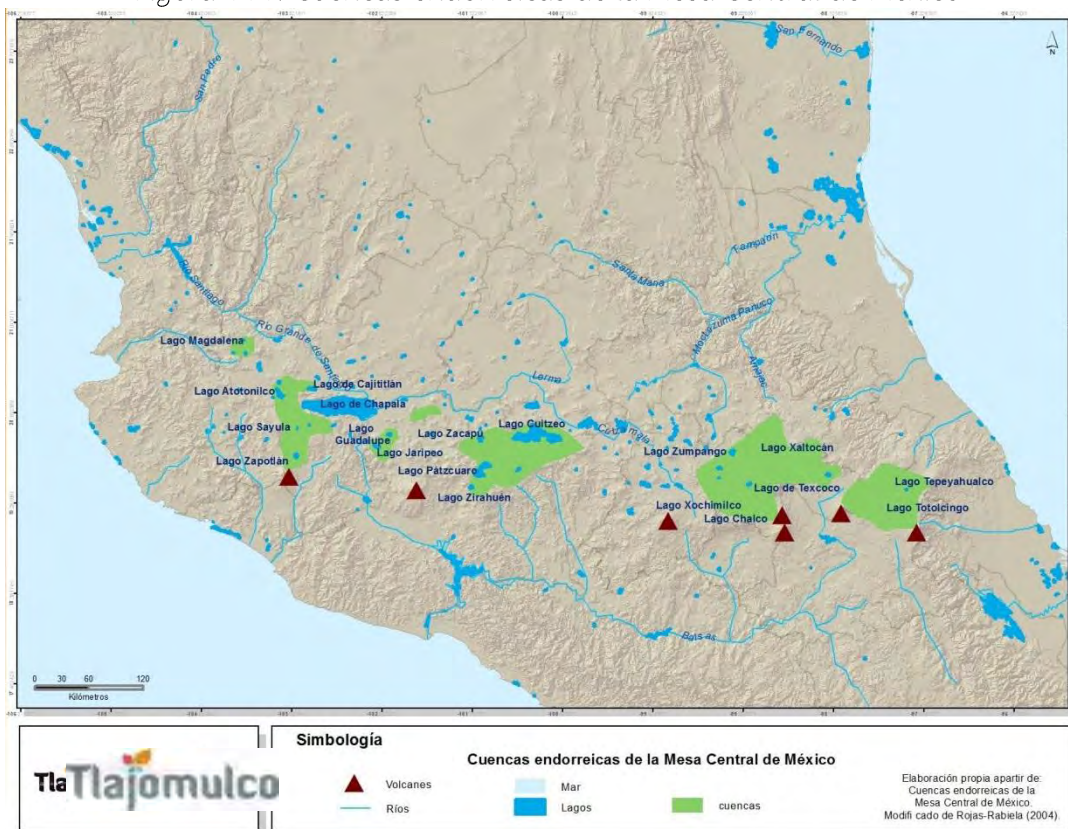
Fuente: Archivo fotográfico POEL

Los pueblos que se encuentran en la ribera de la laguna son: Cuexcomatitlán, Cajititlán de los Reyes, San Miguel Cuyutlán, San Lucas Evangelista y San Juan Evangelista, los cuales contribuyen con contaminación, descargas de aguas negras y extracción de agua para riego; factores que alteran la condición biótica y la capacidad de resiliencia del embalse. El enclave de la Laguna de Cajititlán, en su proximidad al Lago de Chapala, forma parte de la provincia ictiofaunística Mesa Central, la cual es considerada como la cuna de la evolución de la ictiofauna dulceacuícola del occidente de México, peces Cyprinodontiformes han logrado radiaciones adaptativas de las cuales las familias Goodeinae (tiros),

Atherinopsidae (charales) y Cyprinidae (popochas) reúnen el mayor número de especies endémicas del país y continúan diversificándose.

Cajititlán es un eslabón más en la cadena de lagunas, cuencas endorreicas y volcanes, así como la laguna de Zapotlán, en Jalisco, y los lagos de Cuitzeo, Pátzcuaro y Zirahuén, en el estado de Michoacán, a los que se les reconoce como las lagunas modernas en una escala de tiempo geológico. De todos los ámbitos para la fauna que ofrece el municipio de Tlajomulco, es la laguna de Cajititlán la menos estudiada, sin embargo, de estudios anteriores a la fecha la actualización del conocimiento de la ictiofauna dulceacuícola ha avanzado y aquí se distinguen los nuevos aportes.

Figura 111. Cuencas endorreicas de la Mesa Central de México

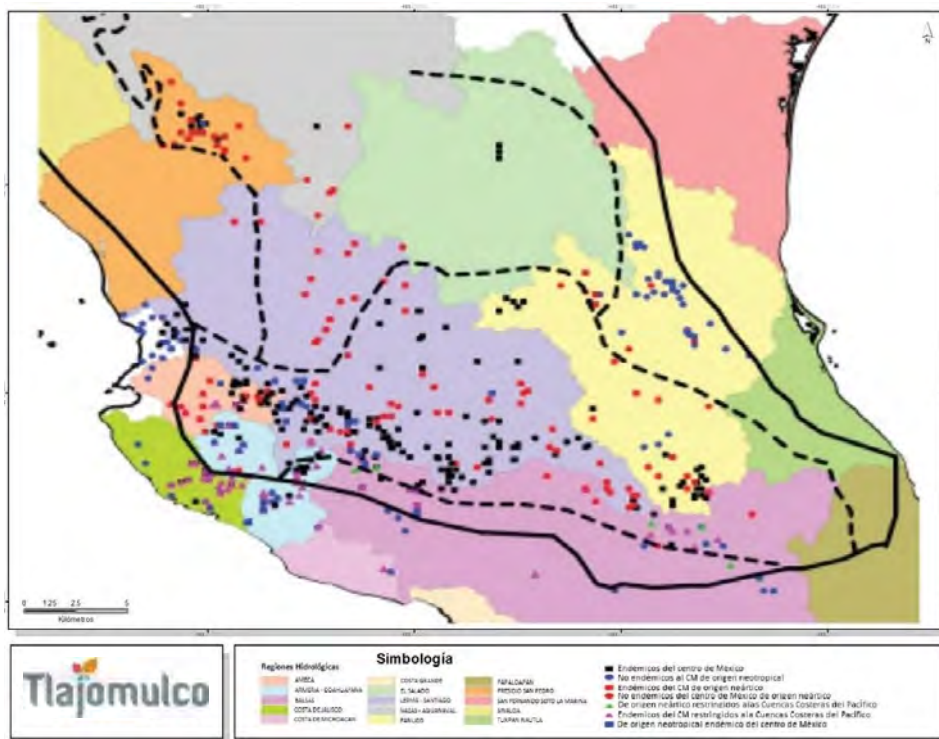


Fuente: Modificado de Rojas-Rabiela (2004). Tomado de Domínguez-Domínguez y Ponce de León 2009

La Laguna de Cajititlán es un ámbito de importancia para la conservación de la ictiofauna nacional, se encuentra dentro de la Región Hidrológica Prioritaria 58

“Chapala-Cajititlán-Sayula” (RHP_58 CONABIO) cuya extensión de la cuenca de drenaje es 6150.42 km² y representa una superficie menor al 5% del territorio nacional (Arriaga-Cabrera et al. 2000). Además de los escurrimientos de lluvia la laguna de Cajititlán recibe del Arroyo Los Sabinos (reserva hidrológica, de las sierras de Chapala) un principal abastecimiento de agua, además de una serie de arroyos de temporal, que bajan tanto de la sierra El Madroño (parte de las sierras de Chapala) como de los drenes de otros cerros ubicados en sus alrededores, es decir, la laguna además forma parte del complejo de reservas (sierras, valles y lagunas) indispensables para la recarga de acuíferos de la RHP_58.

Figura 112. Regiones hidrológicas de México²⁸



Fuente: Domínguez-Domínguez y Ponce de León, 2009

²⁸ El fondo (en colores) representa regiones hidrológicas (Madrey y Torres-Ruata, 1990). La línea punteada representa los límites de la Mesa Central de México de acuerdo con West (1964a).

2. Vegetación tropical

A este ámbito se le reconoce como vegetación tropical porque se conforma primordialmente del bosque espinoso altamente diverso, o tropical caducifolio y subcaducifolio que se localiza al centro-oeste del municipio. Específicamente en el cerro Totoltepec, es considerado como uno de los ámbitos que más pueden ofrecer a la fauna como conector en medio de corredores biológicos que interconectan a los otros ámbitos importantes para la fauna. En el ámbito del cerro Totoltepec, se registran una diversidad de fauna distinta a la de las otras unidades, dominan las especies cosmopolitas de ámbitos de distribución amplios, como es el caso de los tordos, palomas, zopilotes, entre otros, y especies de mamíferos que pueden considerarse más con un papel como plaga que su rol en el sistema biológico, tal es el caso de los coyotes, tlacuaches, ratones de campo y rata de ciudad y en el caso de reptiles la presencia de escasas especies de lagartijos (*Sceloporus*, *Norops*, incluido el reporte de una iguana) que intervienen las áreas de cultivo y alteradas por intervención humana. El ámbito del cerro Totoltepec, es una oportunidad para restauración y restablecimiento de hábitats ya alterados por la intervención humana alrededor del cerro con carreteras principalmente. Las especies de plantas del cerro reúnen elementos tropicales que no se encuentran en los otros ámbitos del Municipio.

Zonas urbanas y perturbadas

Este ámbito no ofrece a la fauna más que las escasas áreas arboladas, jardines y parques en donde persisten pocas especies adaptadas al ámbito urbano primordialmente por la disponibilidad de agua y para algunas especies y los espacios con alimento para otras tal es el caso de las aves rapaces que procuran alimento (roedores, reptiles, insectos) en las zonas perturbadas y agrícolas.

3.8.5. Valores y usos de la fauna

I. **Peces:** La laguna de Cajititlán ha sido históricamente aprovechada por los pescadores y habitantes aledaños para la alimentación y comercialización del pescado, aprovechando tanto las especies nativas (charal) como las introducidas en los últimos años para este mismo fin (tilapia, carpa). En donde se destaca la desaparición de especies nativas como el bagre y el pescado blanco, que alguna vez fueron fuente de ingreso y de aprovechamiento por los pescadores (Velázquez-López, 2012). En la actualidad el municipio cuenta con

varias granjas acuícolas en donde se cultivan especies exóticas como la tilapia, la carpa y el bagre y que poco a poco van teniendo una mejor aceptación por parte de los consumidores.

II. **Anfibios:** A este grupo se le atribuyen diversos valores, particularmente comerciales por aquellas especies llamativas y comestibles. Sin embargo, aunque algunas especies sean de particular interés, debe de existir una adecuada regulación y supervisión del uso de estas especies, ya que varias se encuentran bajo categorías de protección y la mayoría son endémicas y su uso está prohibido por las leyes ecológicas mexicanas e internacionales. Su interés científico se enfoca en su capacidad de ser un grupo indicador de calidad de agua, ya que poseen poca tolerancia a la perturbación y a la presencia de sustancias tóxicas por lo que son ampliamente utilizados como bioindicadores.

III. **Reptiles:** Su apreciación por el ser humano es en ocasiones negativa, aunque para la comercialización alcanzan precios altos, se venden para mascotas y como remedio medicinal. En la zona habitan algunas serpientes venenosas como la víbora de cascabel y el coralillo, y en algunas ocasiones se pueden dar encuentros accidentales entre estas especies y los pobladores que terminan en mordeduras que podrían ser fatales si no se tratan a tiempo. Un aspecto benéfico de este grupo es que la mayoría se alimentan principalmente de roedores, lo cual constituye un sistema natural de control de plagas que acarrea un beneficio directo a los agricultores. Su uso debe considerarse únicamente como controladores de plagas por lo que se debe permitir la dinámica natural de sus poblaciones en estado silvestre, y con ayuda de programas de educación ambiental, es necesario concientizar a la población de la utilidad de este grupo faunístico y el poco riesgo que presentan a la población. Ya que, si no se molesta a estos animales, la mayoría de las especies suelen ser tímidas y evitan los encuentros con el hombre.

IV. **Aves:** Todas las especies tienen un gran valor comercial, a la mayoría de las especies del municipio. Se les captura y se venden como aves de ornato y canoras en mercados grandes y pequeños de Guadalajara. Especies como el Loro Corona Lila (*Amazona finschi*) es traficado por su peculiar belleza y su capacidad de emitir palabras en el mercado de mascotas, el Gorrión Azul (*Passerina caerulea*), el Colorín Morado (*Passerina versicolor*) y las Calandrias o Bolseros (*Icterus sp*) son vendidos por el llamativo color de su plumaje. Otras especies como el Cenzontle (*Mimus polyglottos*) y el Clarín Jilguero (*Myadestes*

occidentalis) son muy codiciados y alcanzan altos precios en el mercado por la espectacularidad de sus cantos. Sin embargo, el uso por la población suele ser en ocasiones indiscriminado sin considerar las leyes que confieren protección a muchas especies de aves. Por ejemplo, en el caso del Loro Corona Lila (*Amazona finschi*) que es una especie en peligro de extinción según la NOM-059-SEMARNAT-2010, y que está además en el apéndice I del CITES, es una especie vulnerable según la IUCN su comercialización y captura ilegal deberían estar totalmente prohibido. Para el caso de otras especies, aunque no se encuentren actualmente incluidas en las listas de protección, su uso debe ser supervisado y avalado por estudios poblacionales específicos de aquellas especies de interés por la población. Únicamente, si se cuentan con estos estudios se puede hacer un uso sustentable de las especies sin poner en riesgo sus poblaciones. En cuestión cultural las aves representan y forman parte de distintos aspectos de la sociedad: desde la mala fortuna que se le atribuye a las llamadas aves de malagüero como los búhos y tecolotes o como el retorno o partida de los viajeros como las golondrinas que incluso se representan en canciones populares. En algunas ocasiones son utilizadas en rituales para atraer fortuna como es el caso de distintas especies de colibríes que se venden disecados con este fin. En la actualidad el ecoturismo enfocado en la observación de aves es una actividad que cada vez se hace más popular en diferentes regiones de nuestro país (incluyendo Jalisco). Cada vez son más los turistas atraídos por la gran belleza y diversidad de las aves en estas regiones, lo que representa una importante fuente de recursos para los pobladores locales.

V. **Mamíferos:** Las ardillas y los conejos son atractivos ya que son vendidas como mascotas. Los mamíferos con un alto valor turístico y estético para la población del municipio son el Venado Cola Blanca (*Odocoileus virginianus*), el Pecarí (*Pecari tajacu*) y el Puma (*Puma concolor*), principalmente. Las especies de mamíferos que son utilizados frecuentemente como fuente de alimentación ocasional por los pobladores son: el conejo (*Sylvilagus floridanus*), el armadillo (*Dasypus novemcinctus*), el tlacuache (*Didelphis virginiana*), el pecarí de collar (*Pecari tajacu*) y el Venado Cola Blanca (*Odocoileus virginianus*), los tres últimos junto con la zorra (*Urocyon cinereoargenteus*) tienen además un valor cinegético. El coyote (*Canis latrans*) y los felinos son cazados como trofeo o porque los pobladores aledaños a las áreas naturales los ven como amenaza para sus animales. El interés científico de los mamíferos se enfoca en especies como los murciélagos nectarívoros (*Leptonycteris spp*) por ser eficientes

polinizadores de varias especies de plantas como los agaves, y el vampiro (*Desmodus rotundus*) por ser vector del virus de la rabia.

Al igual que con los otros grupos de fauna, los mamíferos son muy sensibles a cambios en la estructura de sus poblaciones. La mayoría son especies con baja natalidad y una alta mortalidad, por lo que sus poblaciones se mantienen en un equilibrio frágil. Especialmente para las especies de interés cinegético, es común que las poblaciones humanas las extraigan de manera indiscriminada y sin llevar un control de la cantidad de animales que se pueden aprovechar anualmente. Para evitar que estas poblaciones sean diezmadas del área, se requieren estudios de UMAs que sirvan para determinar la estructura de las poblaciones de estas especies y en base a esa información establecer la cantidad de animales que pueden ser extraídos en determinado tiempo. Por lo que, a pesar de que sean animales de uso común, no es posible asegurar que su uso deba continuar hasta contar con los estudios requeridos por las leyes ambientales mexicanas.

3.8.6. Especies amenazadas y protegidas

En México la NOM-059-SEMARNAT-2010 es la norma oficial mexicana que decreta las especies animales en alguna categoría de protección. El municipio de Tlajomulco de Zúñiga cuenta con 80 especies potenciales de fauna dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. A nivel internacional los apéndices del CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres) y la Lista Roja de la IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) son quienes decretan las categorías de protección a nivel internacional. Tlajomulco de Zúñiga cuenta con 40 especies dentro de los apéndices CITES, 5 especies en el apéndice I y 35 en el apéndice II.

Para la Lista Roja de la IUCN hay 14 especies, 2 en Peligro (EN), 5 Vulnerables (VU) y 7 casi Amenazadas (NT), donde muchas más se encuentran en la categoría de preocupación menor (LC) no tomándose en cuenta para los fines de este estudio. Destacan el tigrillo (*Leopardus wiedii*) y el Loro Corona Lila (*Amazona finschi*), los cuales se encuentran con alguna categoría de protección en estas 3 instancias (tabla 63 y anexo).

Tabla 63. Número de especies por categoría de protección o amenaza

Grupo	NOM-059-SEMARNAT-2010			CITES			IUCN		
	P	A	PR	I	II	III	EN	VU	NT
Peces	1	-	1	-	-	-	-	-	-
Anfibios	-	2	5	-	-	-	-	2	-
Reptiles	-	11	18	-	-	-	1	-	-
Aves	4	7	21	2	33	-	-	2	4
Murciélagos	-	3	1	-	-	-	1	1	-
Mamíferos t.	1	5	-	3	2	-	-	-	3
Totales	6	28	46	5	35	-	2	5	7

Fuente: Elaboración propia

3.8.7. Fauna acuática, la Laguna de Cajititlán y sus problemáticas

La Laguna de Cajititlán es una pequeña cuenca endorreica cuyo origen geológico se asocia a la formación del lago de Chapala y las lagunas de Zacoalco, San Marcos y Sayula. Se localiza en la porción media del estado de Jalisco, en el Eje Neovolcánico. Esta laguna se encuentra en la región ictiofaunística de la Mesa Central (Rush-Miller, 2009), representando el vaso lacustre más grande del municipio con una extensión de nueve kilómetros de largo y tres de ancho, un embalse de 1,700 hectáreas y una profundidad media de 2.5 metros (Velázquez-López, et al., 2012).

Vázquez y Camacho, en 1999, encontraron 9 especies de peces correspondientes a 5 familias, 9 géneros, 9 especies y 2 subespecies. La familia *Goodeidae* fue de la que se obtuvo mayor número de especies, con 4 siendo estas; *Ameca splendens*, *Chapalichthys encaustus*, *Allophorus robustus* y *Goodea atripinnis*, en esta última se registraron dos subespecies, *Goodea atripinnis atripinnis* y *Goodea atripinnis calientis*. Mientras que en la familia *Poeciliidae* se encontraron solamente dos especies. Las familias *Atherinidae*, *Cyprinidae* y *Cichlidae* fueron representadas con una sola especie por familia. Las especies tilapia y carpa fueron introducidas en la laguna desde el año 2010. No obstante, debido a todas las problemáticas ambientales y alteraciones al vaso lacustre se han perdido especies nativas, destacando la desaparición del

pescado blanco y el bagre, en donde además ha habido una disminución de los bancos de charal (Velázquez-López, *et al.*, 2012).

La laguna de Cajititlán concentra agua de precipitación pluvial y escorrentías de Cerro Viejo y dos Sierras del Madroño, además de desechos urbanos e industriales. A partir del 2009 se tienen registros de la muerte de peces durante los meses de febrero y agosto, considerándolo en algunos casos un evento cíclico y natural. El índice de calidad de agua de la laguna de Cajititlán monitoreada durante el periodo de abril del 2013 a abril del 2014 muestra un valor de 50 a 70% clasificado como “regular” por lo cual pone en riesgo la sobrevivencia de algunas especies de peces (Vizcaíno-Rodríguez, *et al.*, 2015).

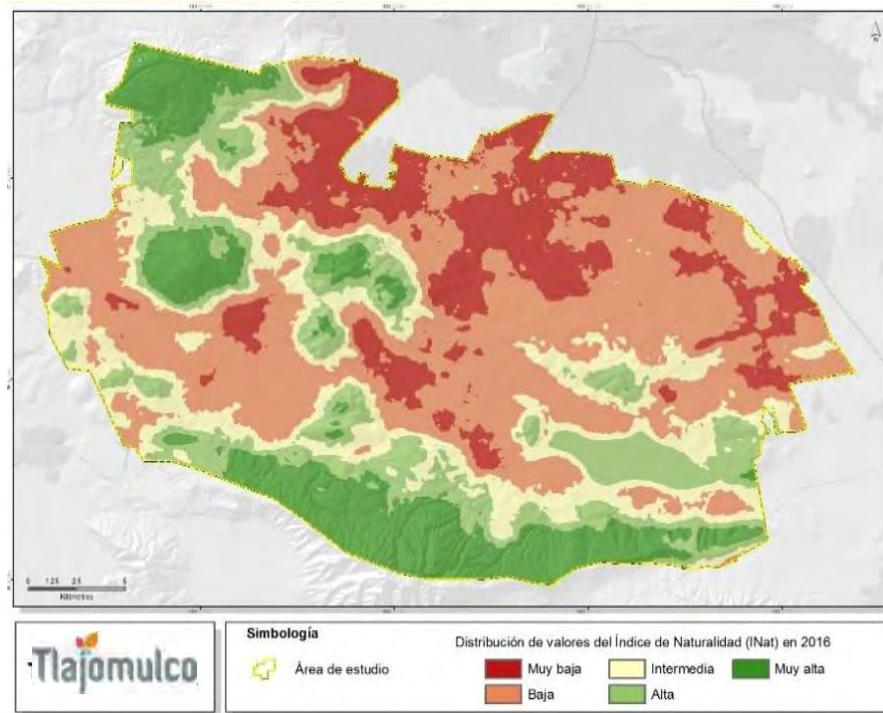
La laguna de Cajititlán aún con todas sus problemáticas juega un papel fundamental para la avifauna acuática del municipio y la región, pues es un sitio estratégico dentro de la Mesa Central junto a las demás lagunas (Chapala, Sayula, San Marcos) que brinda todavía algunas zonas de descanso, refugio, alimentación y reproducción tanto para las aves residentes como para muchas de las migratorias.

Es prioritario implementar estrategias para conservar los ambientes acuáticos del municipio, en especial esta laguna de Cajititlán, la cual juega un rol muy importante no solo como hábitat de una importante fauna sino como regulador climático y como medio de subsistencia para una buena parte de la población que aprovecha sus recursos (agua, peces) y sus bondades paisajísticas (turismo). Se deberá buscar alguna modalidad de protección que la vincule con las demás áreas protegidas y que así asegure la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, no sólo en los bosques y en la parte alta de las serranías sino también en las partes bajas de la cuenca, dando una complementariedad paisajística y de especies para todo el municipio y haciendo una conservación integral de toda la subcuenca hidrográfica Tlajomulco-Cajititlán de vital importancia para el desarrollo sustentable del municipio.

2.8.8. Fauna terrestre y problemáticas (fragmentación y complementariedad de ambientes)

La fauna de Tlajomulco ha sido severamente afectada estos últimos años por el imperante crecimiento urbano desmedido que ha provocado la pérdida y fragmentación de hábitats.

Figura 113. Índice de biodiversidad que comprende elementos de la fauna asociada al municipio de Tlajomulco



Fuente: Sistema información geográfico POEL 2020

Considerando el índice de biodiversidad de Tlajomulco, las estrategias para la conservación de la biodiversidad son altas, de acuerdo a las áreas verdes que se indican en el mapa, se definen claramente para la fauna los posibles corredores, conectores que pueden resultar del proyecto de reserva municipal en el que se salvaguarden los procesos y germoplasma local, que reúne a especies endémicas, que acuna procesos evolutivos y es hábitat disponible para especies migratorias.

Parte de la fauna ha sido relegada a espacios sin vegetación aparente en la cual solo las especies más cosmopolitas, plásticas o con mayor movilidad pueden llegar y hallar los recursos y condiciones necesarias y poder sobrevivir llevando a especies más especializadas a la extinción local. Al reducir la superficie de vegetación natural la fauna pierde hábitats y disponibilidad de alimentos alterando las dinámicas y equilibrios poblacionales. Los asentamientos urbanos traen consigo varias problemáticas como el acoso, cacería, los

atropellamientos y fauna doméstica y feral (gatos, perros, ratones) que compiten, merman y pueden exterminar las poblaciones nativas.

Aun con todo el crecimiento inmobiliario y económico desmedido del municipio y todas las problemáticas ambientales que conlleva, quedan todavía áreas rescatables para la fauna, las cuales aunque poseen categorías de protección no han tenido el debido manejo y conservación para su mantenimiento a largo plazo.

Cerro Viejo y toda su serranía se ve cada día más presionada por actividades agropecuarias y extractivas en las partes bajas, las cuales impactan directamente a la fauna presente. La construcción del macrolibramiento sur fragmentará estas serranías, afectando severamente la movilidad altitudinal de muchas especies, las cuales requieren la obtención de recursos vitales como lo es el agua y el alimento.

Por su parte, también el bosque La Primavera, siempre expuesto a la presión social y política, sigue perdiendo terrenos principalmente para fines agropecuarios e inmobiliarios, teniendo al igual miras para el aprovechamiento de la energía geotérmica de la región. Las áreas naturales se fragmentan debido a que las políticas de desarrollo que no se han enfocado en favorecer el desarrollo de conexiones reales de vegetación las cuales faciliten y favorezcan la dispersión y movilidad de las especies animales, así como la obtención de los recursos vitales para poder reproducirse y seguir perpetuando su especie.

3.9 Usos de suelo y vegetación

3.9.1. Sistema de clases y categorías

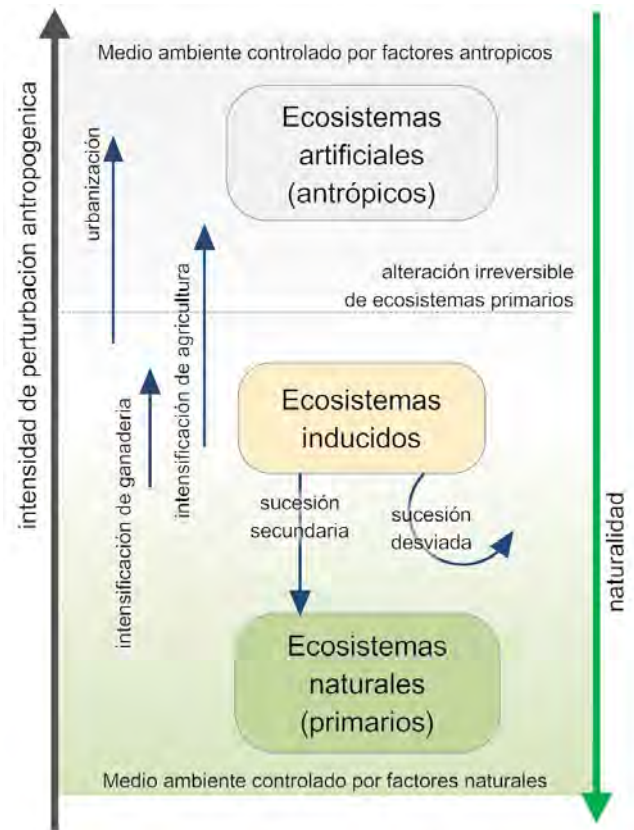
Una de las condiciones fundamentales de la clasificación de uso de suelo y vegetación confiable es el uso de la estructura de clases no contradictoria y consistente con la realidad del campo. La estructura de clases de este tipo se describe de forma eficiente por los modelos jerárquicos, ya que las coberturas de suelo presentan una sólida tendencia de agrupamiento natural (Ellis y Ramankutty, 2008). De acuerdo con los criterios del Sistema de Clasificación de la Cobertura de la Tierra (LCCS) de FAO, (Di Gregorio y Jansen, 2005) la definición de estructura de clases puede estar subdividida en dos fases: la fase dicotómica, durante cual se identifican los principales grupos de cobertura de suelo, y la fase modular-jerárquica durante la cual se determinan las clases

particulares para utilizar en la clasificación. La fase dicotómica es clave para la definición de las clases no-contradictorios consistentes con la realidad del campo, y toma en cuenta tres principales criterios: grado de transformación antrópica del ambiente, presencia de vegetación y las condiciones generales edafológicas e hidrológicas. La adaptación de estos criterios al área de estudio se realiza considerando las propuestas de Hobbs *et al.* (2009) y Ellis y Ramankutty (2008) sobre la estructura de alteración de biomas terrestres por actividad humana.

En el municipio reconocemos tres grupos de ecosistemas terrestres y un grupo de ecosistemas acuáticos. Entre los terrestres existen: ecosistemas con poca alteración por actividad humana (ecosistemas naturales, o de hábitat²⁹ natural), ecosistemas antrópicos, profundamente definidos por actividad humana (ecosistemas artificiales, o de hábitat artificial) y ecosistemas de hábitat inducido, resultados de alteración del entorno con actividad humana, pero que mantienen vínculos en sucesión con la vegetación primaria (Fig. 109). Los ecosistemas acuáticos son de agua dulce con carácter mixto de naturalidad, ya que una parte de los elementos hidrográficos del municipio son construidos, y los ecosistemas que surgen en relación con ellos pueden considerarse inducidos.

²⁹ El término “hábitat” en ecología y biogeografía se entiende como suma de condiciones ambientales de un sitio determinado, que es ocupado por un organismo, población o comunidad (Morrone y Escalante 2009). El concepto de hábitat cuenta con variedad de definiciones (Begon *et al.* 2006), en el presente documento aceptamos su interpretación aplicada a ecología de comunidades: cada ecosistema cuenta con condición predominante de hábitat para los organismos vivos que participan en su composición.

Figura 114. Ecosistemas naturales, inducidos y artificiales³⁰



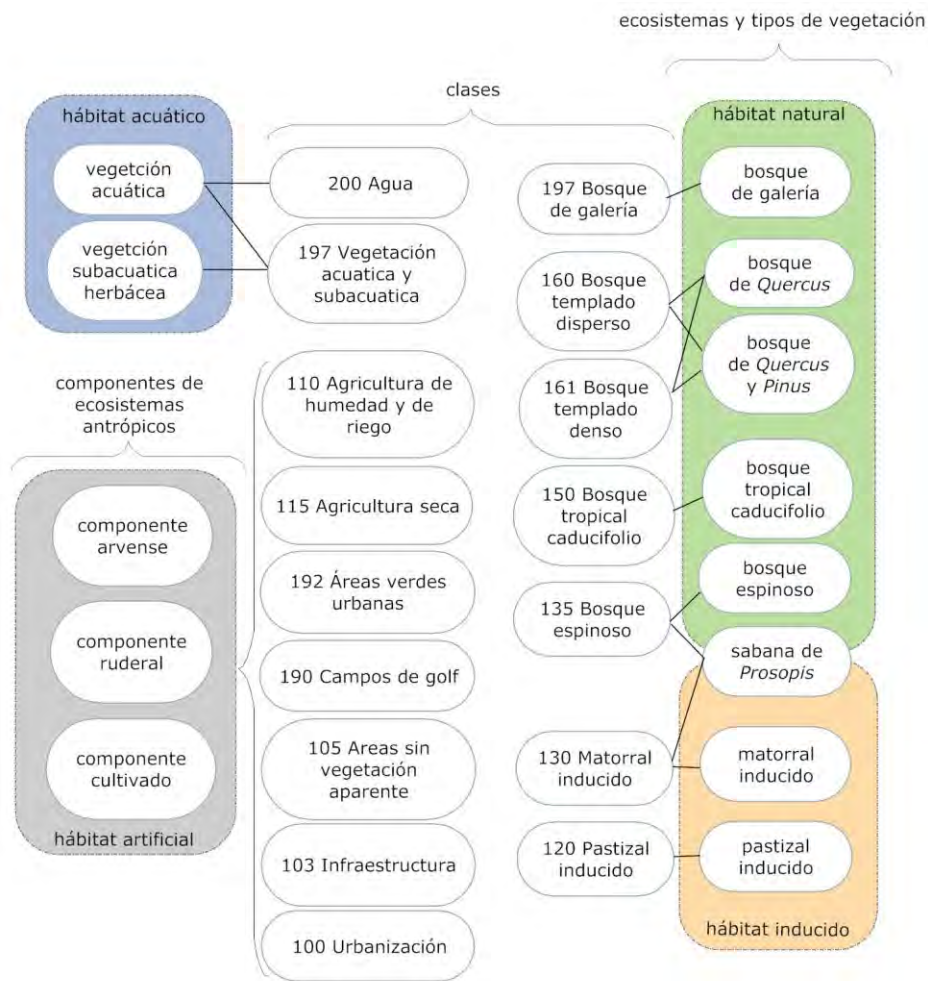
Fuente: Elaboración propia

La estructura de clases dentro de cada grupo es consistente con las categorías empleadas en el ordenamiento del 2010, e incluye 16 clases subordinadas a los tipos de hábitat de acuerdo con el esquema en la Fig. 110. La relación entre las clases de uso de suelo, ecosistemas y tipos de vegetación, considerados en el análisis de flora y vegetación en el presente estudio, mismo que fueron documentados en el ordenamiento del 2010, se encuentra reflejada en el esquema de la Fig. 110 como sistema de líneas y corchetes. La asignación de los

³⁰ El gradiente de intensidad de perturbación antropogénica en la Fig. 110 se presenta en el Eje vertical de lado izquierdo, el eje vertical de lado derecho representa un gradiente inverso de naturalidad.

valores de naturalidad a cada clase es consistente con el esquema: los ecosistemas clases que corresponden a ecosistemas de hábitat natural cuentan con los valores de naturalidad de 0.9 a 1, los de hábitat inducido – de 0.5 a 0.8, los de hábitat artificial – de 0 a 0.4, los de hábitat acuático – de 0.5 a 1.

Figura 115. Sistema de clases y categorías para análisis de uso de suelo en el municipio de Tlajomulco, su relación con los ecosistemas y con los tipos de hábitat



Fuente: Elaboración propia.

La evaluación de los resultados para calcular la clasificación de los usos del suelo con la imagen de 2016 se representa con dos variantes:

- a) Se utilizan las 16 clases de uso del suelo y vegetación.

b) Se consideran los grupos de clases que corresponden a los 4 tipos de hábitat.

Los resultados del análisis de rescisión están resumidos en las Tablas 64 a 68. Para ambas variantes los resultados de control de precisión indican que la clasificación obtenida cuenta con un sustancial nivel de concordancia con los datos de referencia (*substantial agreement*, en el caso de las 16 clases y *almost perfect agreement*, en el caso de los cuatro tipos de hábitat), y que no se presentó el problema de confusión entre las clases. La memoria de cálculo de parámetros de precisión se incluye en un anexo.

Tabla 64. Índices globales de ajuste para clasificación de la imagen del 2016

Índices de ajuste	16 clases	4 tipos de hábitat
Precisión general de clasificación (porcentaje de acuerdo)	80.78%	92.24%
Kappa de Cohen (K)	0.7877	0.8869
Intervalo de confianza 95% de K	[0.7801, 0.7953]	[0.8801, 0.8937]
Estadística Z de Kappa	273.31	147.09

Fuente: Elaboración propia

Tabla 65. Precisión por clase en la clasificación 2016 (16 clases)

Clase	Precisión del productor	Respuesta	Precisión de clase (F1)
Urbanización	0.912	0.859	0.885
Infraestructura	0.801	0.800	0.801
Áreas sin vegetación aparente	0.771	0.647	0.704
Agricultura de humedad y de riego	0.834	0.791	0.812
Agricultura seca (de temporal)	0.699	0.913	0.792
Pastizal inducido	0.730	0.595	0.656
Matorral inducido	0.714	0.696	0.705
Bosque espinoso	0.677	0.946	0.789

Clase	Precisión del productor	Respuesta	Precisión de clase (F1)
Bosque tropical caducifolio	0.797	0.795	0.796
Bosque templado disperso	0.860	0.869	0.864
Bosque templado denso	0.952	0.961	0.957
Campos de golf	0.975	1.000	0.987
Áreas verdes urbanas	0.732	0.794	0.762
Vegetación acuática y subacuática	0.898	0.981	0.938
Bosque de galería	0.800	0.765	0.782
Agua	0.871	0.859	0.865

Fuente: Elaboración propia

Tabla 66. Matriz de errores de la clasificación 2016 (tipos de hábitat)

Hábitat		Resultados de clasificación			
		Artificial	Inducido	Natural	Acuático
Parcelas de control	Artificial	4289	314	76	1
	Inducido	170	3211	78	16
	Natural	36	240	3693	5
	Acuático	6	30	6	419

Fuente: Elaboración propia

Tabla 67. Precisión por clase en la clasificación 2016 (tipos de hábitat)

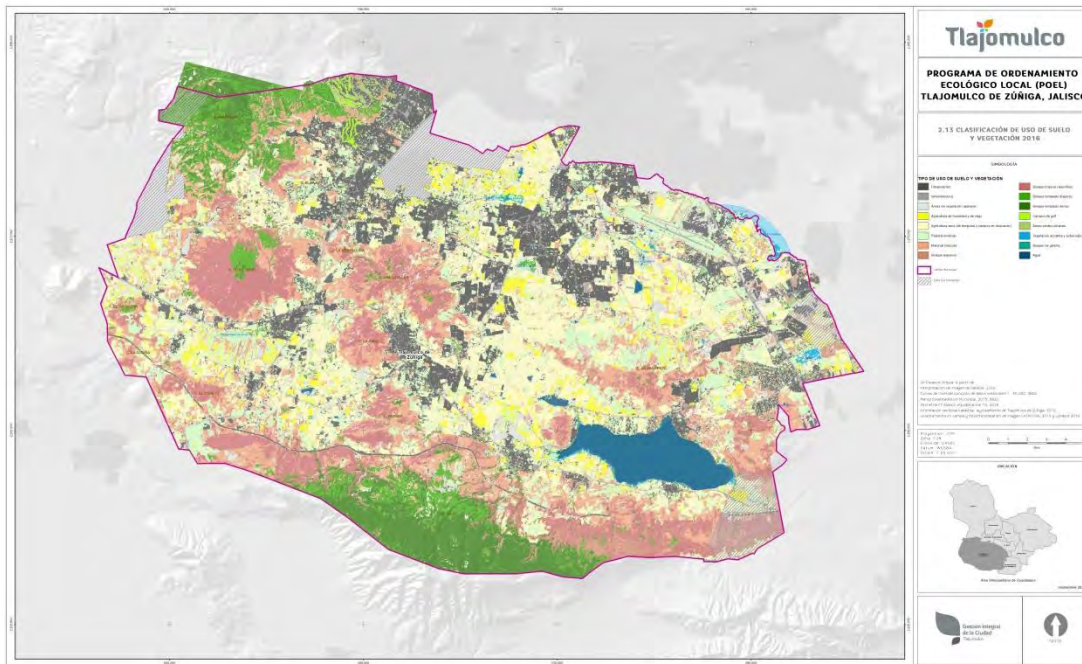
Clase	Precisión del productor	Respuesta	Precisión de clase (F1)
Artificial	0.916	0.953	0.934
Inducido	0.924	0.846	0.883
Natural	0.929	0.959	0.944
Acuático	0.909	0.950	0.929

Fuente: Elaboración propia

3.9.2 Interpretación de los Resultados de clasificación

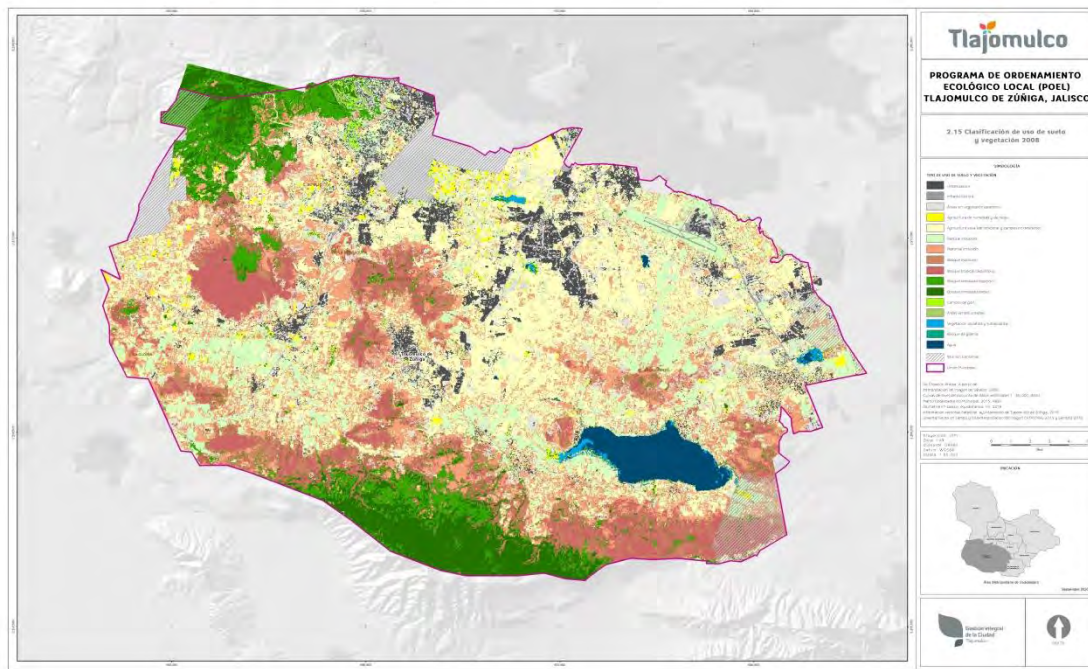
Los resultados de la clasificación de uso de suelo y vegetación para los años 2016 y 2008 se incluyen en las Figs. 111 y 112. La agrupación de los ecosistemas por tipo de hábitat de las mismas fechas se incluye en las Figs. 113 y 114. La tabla 67 incluye los valores de superficies de uso de suelo y vegetación en el municipio en los años 2008 y 2016, la tabla 68 incluye los valores comparativos de superficies que corresponden a los cuatro tipos de hábitat en los mismos años, los mismos datos están visualizados en la Fig. 115.

Figura 116. Mapa de clasificación de uso de suelo y vegetación con los datos de 2016



Fuente: Sistema información geográfico POEL 2020

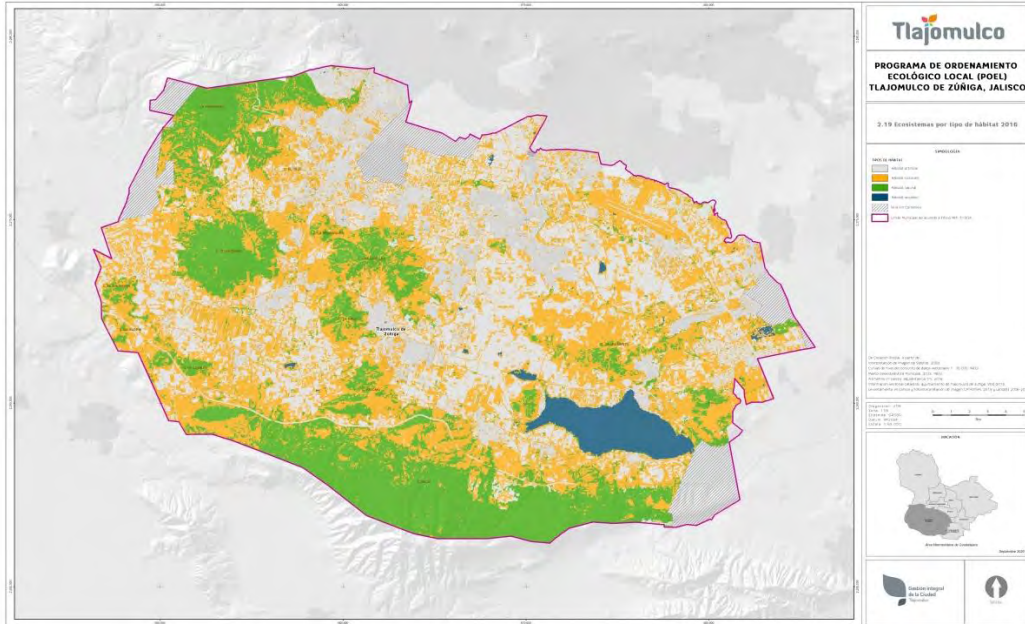
Figura 117. Mapa de clasificación de uso de suelo y vegetación con los datos de 2008



Fuente: Sistema información geográfico POEL 2020

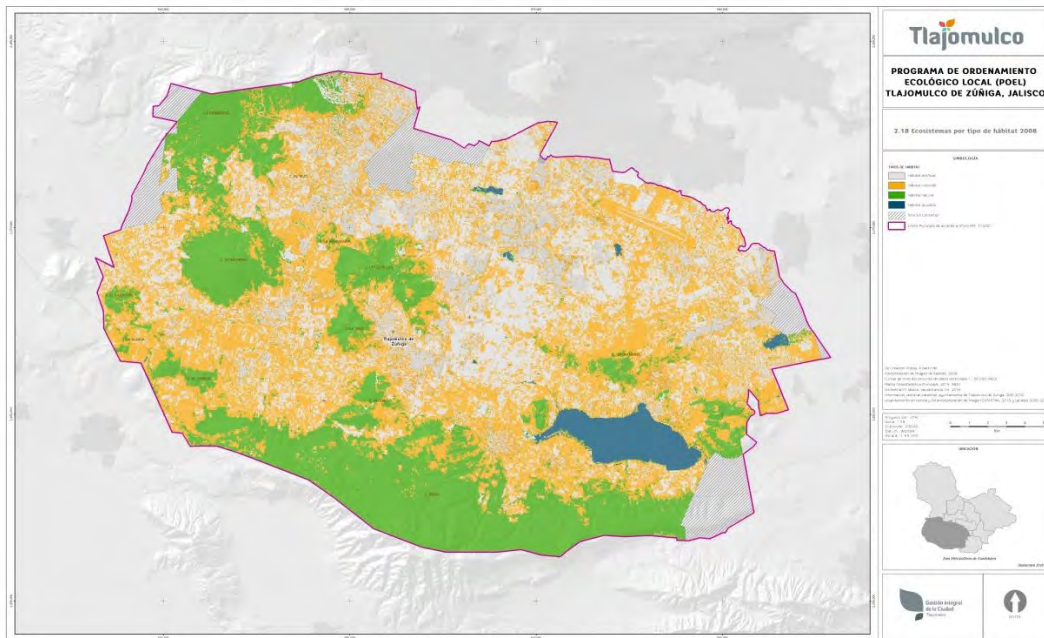
Los datos de la dinámica de ecosistemas por tipo de hábitat indican de forma precisa una disminución de la superficie ocupada por los ecosistemas naturales en el municipio en más de 2500 Ha, en el transcurso de los 8 años entre las fechas de análisis. El aumento se observa tanto en las superficies de ecosistemas inducidos, como los de hábitat artificial, y en ambos casos es de aproximadamente 1200 Ha. En cuanto a las ganancias por clase, la clase con crecimiento mayor en el periodo de 8 años es la clase 100 "Urbanización", que cambió de 3947 Ha a 8602 Ha, presentando un crecimiento superior a 217%.

Figura 118. Mapa de ecosistemas por tipo de hábitat con los datos de 2016



Fuente: Sistema información geográfico POEL 2020.

Figura 119. Mapa de ecosistemas por tipo de hábitat con los datos de 2008



Fuente: Sistema información geográfico POEL 2020

Tabla 68. Superficies de uso de suelo y vegetación por clase en los resultados de análisis de las imágenes de 2008 y de 2016

Clase	Clasificación 2008.05	Clasificación 2016.01
Urbanización	3,856.2829	8,524.0500
Infraestructura	517.3410	1,470.6900
Áreas sin vegetación aparente	6,098.1659	4,060.4600
Agricultura de humedad y de riego	1,035.1661	2,746.4600
Agricultura seca (de temporal)	15,268.0000	10,599.8800
Pastizal inducido	8,469.3879	9,899.6100
Matorral inducido	11,742.3114	11,445.0900
Bosque espinoso	3,080.1442	442.3800
Bosque tropical caducifolio	6,195.9014	6,952.6000
Bosque templado disperso	4,108.7284	3,687.8900
Bosque templado denso	3,829.0817	3,616.2700
Campos de golf	71.6262	123.1700
Áreas verdes urbanas	199.6498	679.6000
Vegetación acuática y subacuática	195.9715	101.5800
Bosque de galería	9.9641	60.1900
Agua	1,554.0646	1,817.6000

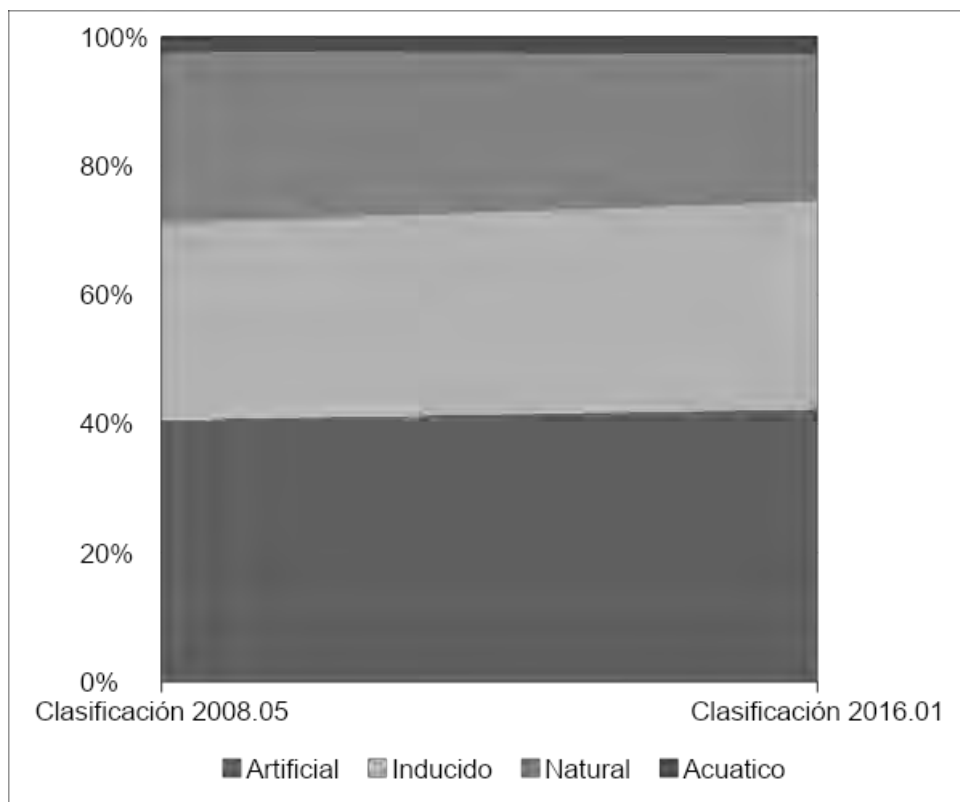
Fuente: Elaboración propia

Tabla 69. Superficies ocupadas por cuatro tipos de hábitat en los resultados de análisis de las imágenes de 2008 y de 2016

Tipo de hábitat	Clasificación 2008.05	Clasificación 2016.01
Artificial	27275.09 Ha	28431.6 Ha
Inducido	20406.17 Ha	21606.25 Ha
Natural	17891.84 Ha	15309.15 Ha
Acuático	1562.88 Ha	1867.43 Ha

Fuente: Elaboración propia

Figura 120. Dinámica de superficies ocupadas por cuatro tipos de hábitat de 2008 a 2016



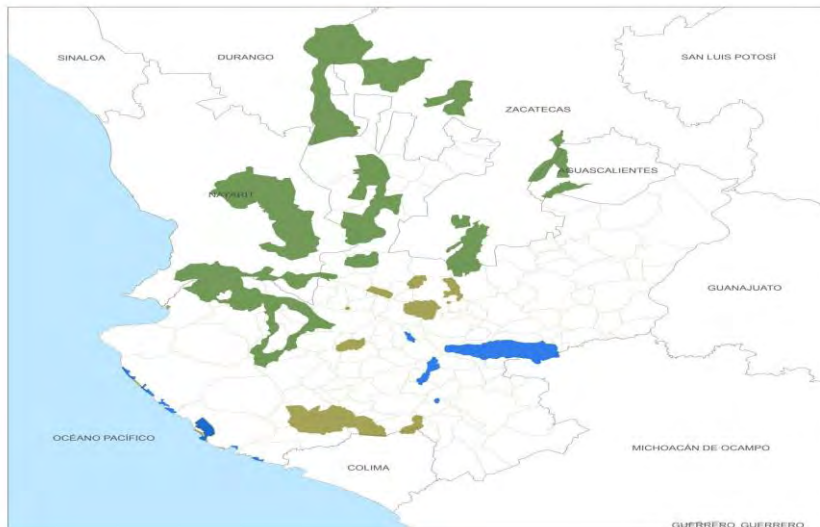
Fuente: Elaboración propia

3.10. La Conservación de la biodiversidad

3.10.1. Áreas prioritarias para la conservación

El municipio de Tlajomulco de Zúñiga está incorporado al Sistema de Áreas Prioritarias de México y ha sido reconocido con tres de las cuatro categorías nacionales: Región Terrestre Prioritaria, Región Hidrológica Prioritaria y Área de Importancia para la Conservación de las Aves (ver abajo Imagen). La CONABIO se ha dado a la tarea de priorizar y seleccionar regiones con importancia para la conservación a nivel nacional tanto por su biodiversidad y los servicios ambientales que estas brindan. El municipio de Tlajomulco de Zúñiga es de alta prioridad inclusive en el ámbito internacional para la conservación de su biodiversidad, se hace mención de la complejidad y riqueza de ambientes del municipio, de esto deriva a que parte de Tlajomulco pertenezca a la región terrestre prioritaria RTP-113 Cerro Viejo-Sierras de Chapala (Arriaga et. al. 2000) y a la región hidrológica prioritaria 58 Chapala-Cajititlán-Sayula por ser una región con importantes recursos hidrológicos, alta biodiversidad, con especies amenazadas, endémicas y de uso por la mayoría de los sectores productivos (Arriaga et al. 2002). El bosque La Primavera es además un Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) en donde al igual que los municipios aledaños recibe la influencia del AICA-Laguna de Chapala importante en la diversidad y conservación de aves tanto residentes como migratorias las cuales se comparten con los municipios colindantes.

Figura 121. Áreas naturales protegidas y sitios Ramsar del estado de Jalisco

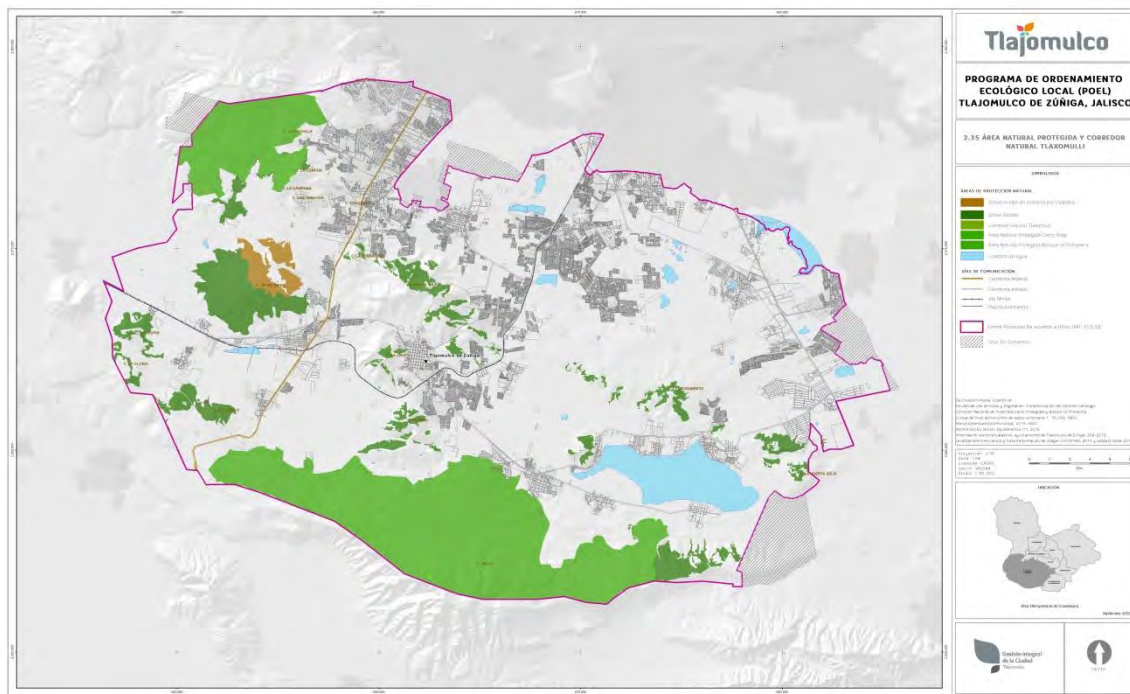


Fuente: Sistema información geográfico POEL 2020

3.10.2. Áreas naturales protegidas de Tlajomulco

El municipio de Tlajomulco de Zúñiga cuenta con una ubicación privilegiada al estar rodeado por dos áreas naturales protegidas, las cuales han dado el soporte ecosistémico al desarrollo humano que se ha dado en los últimos 15 años (ver Imagen abajo). El bosque La Primavera es un área de protección de flora y fauna y Reserva de la Biosfera MAB-UNESCO que protege desde 1980, 30,500 hectáreas. Desde el 2013 el municipio cuenta ya con un Área Estatal de Protección Hidrológica “Cerro Viejo-Chupinaya-Los Sabinos”, la cual protege 32,129.19 hectáreas de estas serranías, en donde se incluyen los municipios de Jocotepec, Chapala e Ixtlahuacán de los Membrillos. Esta zona serrana se decretó por ser rica en biodiversidad y por la proporción de bienes y servicios ambientales que proporciona a toda esta región, principalmente los hidrológicos.

Figura 122. Áreas Naturales protegidas de Tlajomulco de Zúñiga



Fuente: Sistema información geográfico POEL Tlajo 2020

3.10.3 Conservación de la biodiversidad

Considerando el índice de biodiversidad de Tlajomulco, las estrategias que se pueden articular para la conservación de la biodiversidad son muy variadas. De acuerdo a las condiciones que se han descrito en la sección de flora, fauna y usos del suelo, en Tlajomulco hay mucha riqueza. También es posible identificar claramente los posibles corredores para la fauna, así como los conectores que pueden resultar del proyecto de reserva municipal en el que se salvaguarden los procesos y germoplasma local, que reúne a especies endémicas, que acumulan procesos evolutivos y constituyen un hábitat disponible para especies migratorias como se refleja en la foto con los puntos blancos de los “pelícanos borregones” que posaban en diversos puntos del Cerro Viejo.

Parte de la fauna ha sido relegada a espacios sin vegetación aparente, en la cual solo las especies más cosmopolitas, plásticas o con mayor movilidad pueden llegar y hallar los recursos y condiciones necesarias y poder sobrevivir llevando a especies más especializadas a la extinción local. Al reducir la superficie de vegetación natural la fauna pierde hábitats y disponibilidad de alimentos, alterando las dinámicas y equilibrios poblacionales. Los asentamientos urbanos traen consigo varias problemáticas como el acoso, cacería, los atropellamientos y fauna doméstica y feral (gatos, perros, ratones) que compiten, merman y pueden exterminar las poblaciones nativas.

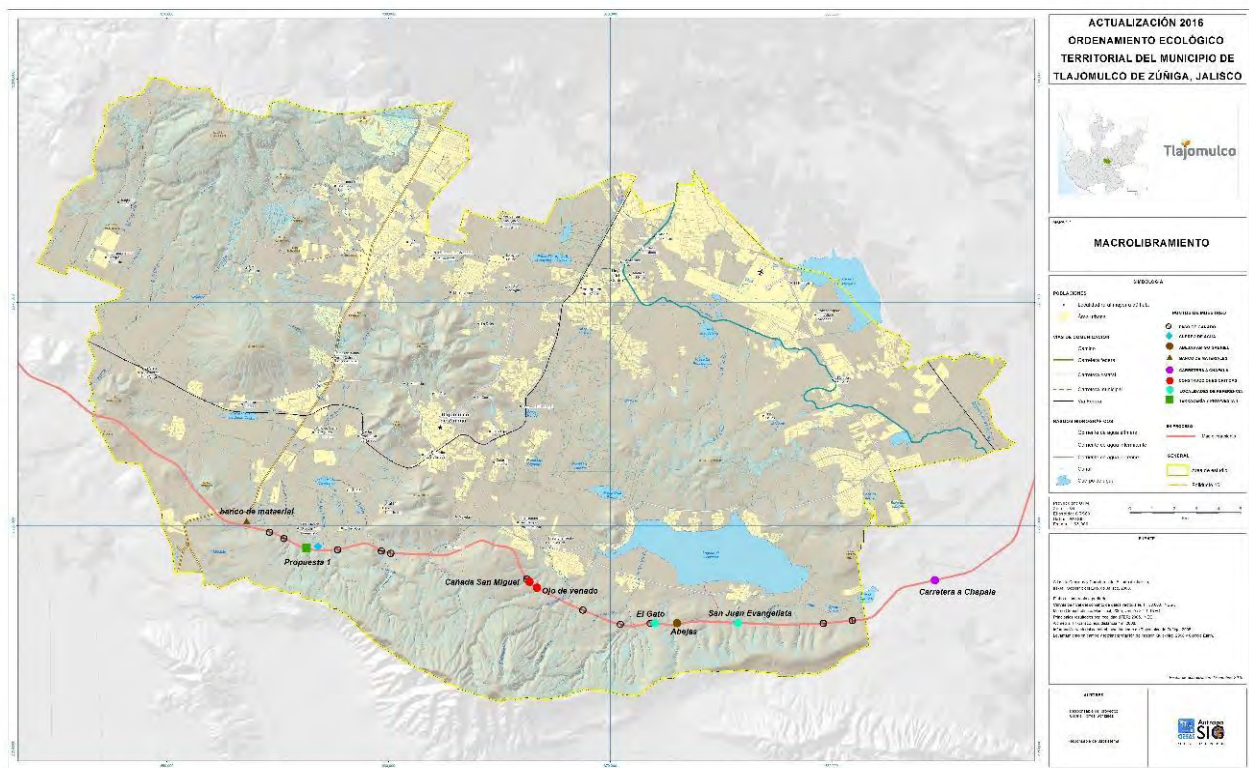
Aún con todo el crecimiento inmobiliario y económico desmedido del municipio y todas las problemáticas ambientales que conlleva, quedan todavía áreas rescatables para la fauna, las cuales aunque poseen categorías de protección no han tenido el debido manejo y conservación para su mantenimiento a largo plazo.

Cerro Viejo y toda su serranía se ve cada día más presionada por actividades agropecuarias y extractivas en las partes bajas, las cuales impactan directamente a la fauna presente. La construcción del Macrolibramiento Sur fragmentará estas serranías, afectando severamente la movilidad altitudinal de muchas especies, las cuales requieren la obtención de recursos vitales como lo es el agua y el alimento (ver mapa abajo en el que se ubica diversos puntos del Macrolibramiento para habilitar el paso de fauna en el territorio de Tlajomulco).

Se deberán plantear los adecuados pasos de fauna a lo largo de todo el Macrolibramiento Sur priorizando el área de la Comunidad Indígena de

Tlajomulco de Zúñiga donde se da la mayor movilidad de felinos (puma, ocelote, lince) y mamíferos grandes (venado, pecarí). Se trata de contar con un paso que pueda además conectarse posteriormente con el área del bosque La Primavera. Se deberán aprovechar todos los puentes y tuberías con un doble propósito (paso de fauna-camino, paso de fauna-ductos de agua) adaptándose para favorecer el movimiento de animales por estas áreas acordonando y favoreciendo con malla y lámina que ningún animal sea atropellado al tener que cruzar por la autopista.

Figura 123. Identificación pasos de fauna en Macrolibramiento carretero de Tlajomulco



Fuente: Sistema información geográfico POEL Tlajo 2020

Por su parte, en los últimos diez años el Bosque La Primavera ha estado expuesto a la presión social y política y de hecho sigue perdiendo terrenos del área natural protegida principalmente para fines agropecuarios e inmobiliarios, teniendo al igual miras para el aprovechamiento de la energía geotérmica de la región que se ubica en parte del polígono del municipio de Tlajomulco. Las áreas

naturales se fragmentan debido a que las políticas de desarrollo que no se han enfocado en favorecer el desarrollo de conexiones reales de vegetación que faciliten y favorezcan la movilidad y desplazamiento de las especies animales así como la obtención de los recursos vitales para poder reproducirse y seguir perpetuando su especie.

Para conservar la rica biodiversidad con que cuenta Tlajomulco el gobierno municipal y los ciudadanos tendrán que comprender su territorio como una unidad de manejo integral y multidisciplinar en donde cada parte del sistema es esencial para el mantenimiento de los procesos ecológicos y evolutivos no sólo para el municipio sino para toda la región. La educación ambiental deberá jugar un papel fundamental en la sensibilización, concientización y en la manera de intervenir de los principales actores que manejan, aprovechan y usan los recursos y en quienes toman las decisiones a nivel político y social. Se deberá favorecer la complejidad ambiental mejor representada en los ambientes con vegetación primaria favoreciendo la conectividad de las áreas a través de la restauración y reforestación de los hábitats, en donde ningún ambiente es menos importante que otro aunque las condiciones y factores particulares vuelvan a algunos más biodiversos, pues la mayoría de especies animales requieren de una complementariedad de ambientes y recursos, en donde tanto la conservación de los ambientes como de los microhábitats dará la pauta para la recuperación de las poblaciones y los procesos y dinámicas originales de los ecosistemas.

En ese contexto hay que buscar que las actividades humanas se alineen y se integren a las dinámicas que por millones de años han regido estos ecosistemas y no viceversa. Se trata de que el desarrollo urbano y económico se compagine con las dinámicas ambientales y se pueda revertir la grave afectación que se ha dado los últimos años a los sistemas naturales. Para ese propósito hay que fortalecer la gestión municipal, a través de mecanismos de planificación, coordinación y manejo conjunto entre todos los actores ligados tanto al medio natural como modificado, para garantizar una íntegra conservación de todo el municipio. Con la idea de ampliar el capital natural y evitar que se pierda la riqueza de la biodiversidad y a partir de diversas propuestas ciudadanas se planteó desarrollar una nueva área natural protegida de carácter municipal y es el caso del Corredor Biológico Tlamoxulli.

3.10.4. Corredores biológicos y áreas verdes

Se define como corredor biológico “el territorio cuyo fin es proporcionar conectividad entre paisajes, ecosistemas y hábitat (naturales o modificados) para asegurar el mantenimiento de la biodiversidad y de los procesos ecológicos y evolutivos” (Feoli-Boraschi, 2009). En este contexto el municipio de Tlajomulco de Zúñiga deberá continuar con la prioridad de favorecer la conservación e integración de sus áreas naturales protegidas y prioritarias para la conservación junto a otros ambientes sobresalientes e importantes, como el acuático, que no presenta protección alguna en donde el corredor biológico La Primavera-Totoltepec-Latillas-Cerro Viejo y alrededores de Cajititlán debe seguir siendo el punto nodal para una estrategia sostenible y conservacionista, por ser las áreas que presentan el mayor porcentaje de vegetación natural del municipio y en donde se pueden buscar acciones además en favor de la restauración y recuperación de los ambientes perturbados que permita en consecuencia la recuperación de la biodiversidad y de todos los procesos ecológicos y evolutivos para mantener las poblaciones de fauna y todos los bienes y servicios que brindan al ecosistema.

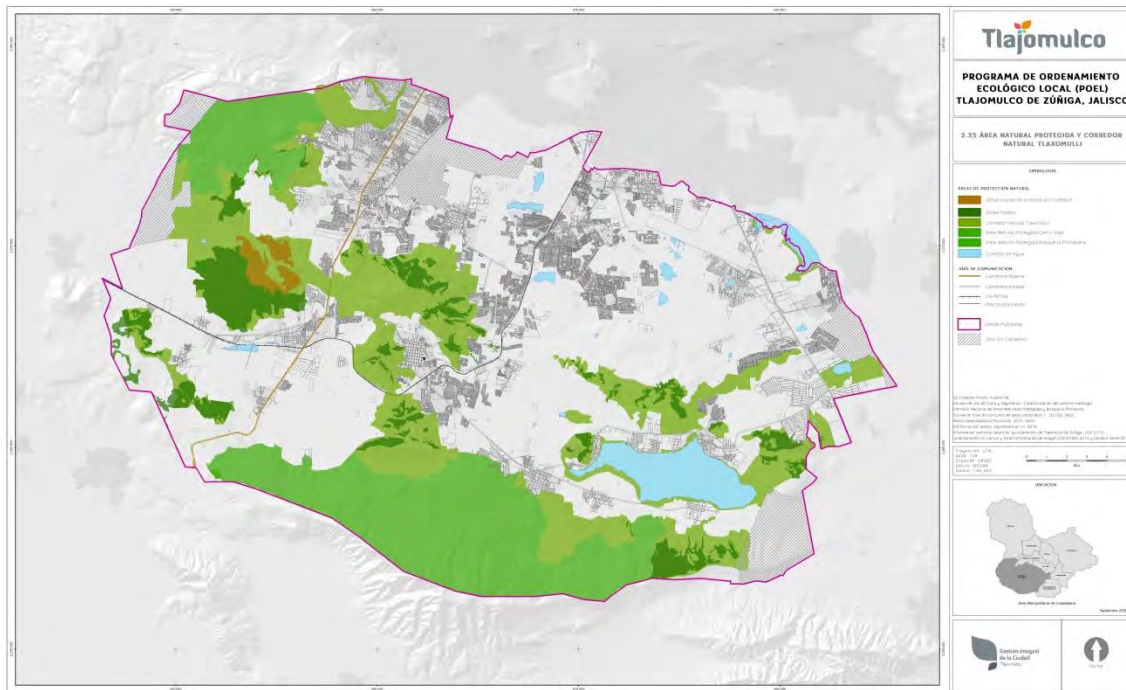
El reto será realmente restablecer la conectividad entre estas áreas, las cuales se han fragmentado por zonas agropecuarias o urbanas, en donde las vías de movilidad también han jugado un papel primordial en esta fragmentación y el favorecimiento de este crecimiento urbano y agrícola sin una dirección sostenible y la separación de las poblaciones y comunidades animales. Se requerirá de un programa de conservación y manejo que no solo proteja estas áreas naturales, sino que sea un eje integral entre el medio ambiente y la parte social y económica, en donde haya acciones y responsabilidades para todos los actores presentes en estas zonas y exista un compromiso real de la gente.

Siendo conscientes de la gran biodiversidad de Tlajomulco, las estrategias que se pueden articular para la conservación de la biodiversidad son muy variadas. De acuerdo a las condiciones que se han descrito en la sección de flora, fauna y usos del suelo, en Tlajomulco hay mucha riqueza. Por lo que es posible identificar claramente los corredores para la flora y fauna, así como los conectores que pueden resultar del proyecto de área natural protegida de nivel municipal en el que se salvaguarden los procesos biológicos y del germoplasma local, que reúne a especies endémicas, que acumulan procesos evolutivos y constituyen un hábitat disponible para especies migratorias y locales.

Bajo este escenario se deberán establecer pasos de fauna, que en el contexto territorial vendrían a hacer emergentes para mantener y salvaguardar las especies animales de esta región, los puntos de paso de la fauna vienen a aliviar la necesidad de frenar la fragmentación del hábitat, la pérdida de hábitats y el cambio de uso del suelo, que ya es crítico para la fauna y es hasta la actualidad el problema más importante y delicado a resolver.

El proyecto Tlamoxulli trata de establecer un corredor que conecte biológicamente el ANP Federal de La Primavera con el área estatal Cerro Viejo Chupinaya Los Sabinos. Al mismo tiempo trata de proteger diversas áreas amenazadas pero que tienen un valor cultural y ambiental importante como los cerros de Totoltepec, Latillas, El Patomo y diversos núcleos dispersos de áreas verdes en buen estado de conservación que pueden funcionar como corredor biológico y ser parte del patrimonio natural de Tlajomulco. Para ese propósito se identificaron áreas de mucho valor y que están en peligro de perderse y que se propone preservarlas como área natural protegida de carácter municipal. Esas áreas, de hecho, contaron con el aval previo de organizaciones ciudadanas como Arco Primavera AC, el Consejo Municipal de Participación Ciudadana y los consejos sociales del corredor López Mateos. Además, una parte de los puntos incluidos en el corredor servirá como zona de amortiguamiento para preservar el bosque de La Primavera. Se aglutinan en el corredor Tlamoxulli que se muestra en la Fig. 125 (abajo) puntos clave para la conexión con las otras reservas y las áreas que se busca mejorar en otras zonas del municipio.

Figura 124. La condición del capital natural de Tlajomulco y el Corredor Natural Tlamoxulli



Fuente: Sistema de información geográfico POEL Tlajo 2020

Tres zonas resultan más directamente beneficiadas con la preservación de esas nuevas áreas a protegerse: la zona San Agustín- La Primavera, La Zona Santa Cruz de las Flores- Totoltepec y la Zona Tlajomulco-Latillas. En la tabla de abajo se identifican los polígonos específicos del corredor Tlamoxulli y la manera en cómo se incrementa el capital natural del municipio. Con esta nueva área para proteger el capital natural del municipio se acrecienta a 29,175 hectáreas. Cabe señalar que, para que sea posible lograr ese propósito, se tiene que implementar una política de restauración en una parte importante del cerro Totoltepec que sufrió hace algunos meses un importante incendio. Además de realizar acuerdos y ofrecer garantías a los propietarios y ejidatarios de esas zonas para alcanzar un estatuto que soporte la decisión del gobierno municipal que, se supone, no permitiría desarrollar proyectos de urbanización sobre esas áreas y si prever formas de aprovechamiento sustentable en beneficio de los ciudadanos de Tlajomulco. En la tabla 70 se identifica cómo quedarían las áreas naturales al incrementarse con la superficie del Corredor Tlamoxulli:

Tabla 70. Superficies de ANP y su incremento con el corredor Tlaxomulli

	Superficie (ha.) que ocupa la Zona núcleo	Superficie (ha.) de las Zonas núcleo en proceso por incendio	Superficie (ha.) restante del AN	Superficie total (ha.)
ANP Bosque La Primavera	0	0	0	3,062
ANP Cerro Viejo, Chupinaya, Los Sabinos	0	0	0	8,029
Corredor Tlaxomulli	2,708	473	8,452	11633
Otras áreas naturales de Tlajomulco	1,078	0	5,373	6451
			Superficie total (ha.)	29,175

Fuente: Elaboración propia

3.10.5 Corredores agroalimentarios, reservas urbanas planeadas y sistemas agropecuarios

El Municipio cuenta con una vasta zona agropecuaria en la que se encuentran especies de fauna asociadas. Sirve a ese propósito mantener las áreas de zacatonal o pastizales en equilibrio, porque permite la repoblación de roedores que son presa de las especies de reptiles, aves y mamíferos grandes. Así se puede facilitar con mínimas obras de recuperación y restauración de hábitats esas áreas.

Las reservas urbanas controladas servirán como una herramienta importante para inhibir la expansión desordenada de las manchas urbanas, mediante la densificación al interior de las mismas, al tiempo que se garantiza la existencia de equipamiento, servicios básicos, empleo, accesibilidad y movilidad. Se puede mitigar el acelerado crecimiento urbano, que se caracteriza por una tendencia a construir vivienda horizontal en zonas alejadas del centro de población, con suelo intraurbano sub-utilizado o en especulación, carente de servicios básicos y alejado de las fuentes de empleo, situación que desencadena diversos problemas como el incremento en el tiempo de traslado.

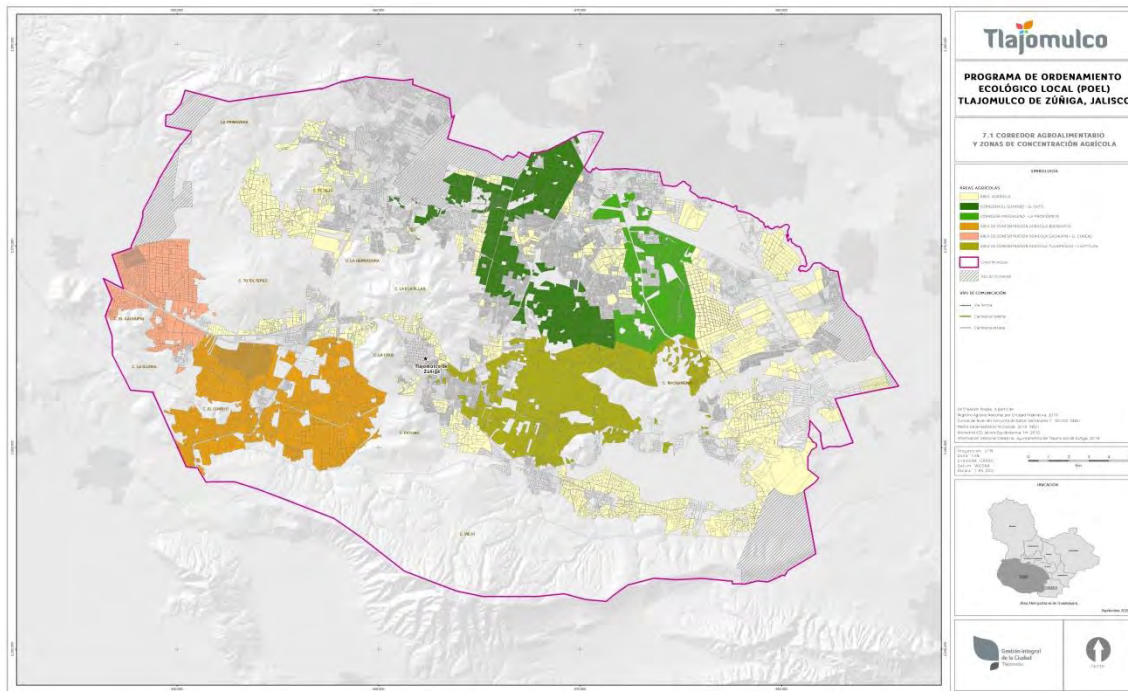
Con un desarrollo ambiental congruente y que jala al desarrollo económico y social del municipio se puede aspirar a alcanzar un desarrollo sostenible sin comprometer los recursos y las generaciones futuras. En este contexto, al ya tener un desarrollo urbano muy dinámico, se puede plantear que las abundantes áreas de reserva urbana jueguen un papel vital para el cumplimiento de las estrategias sustentables, en donde estas áreas brindan las condiciones adecuadas para la población que requiere de nuevos espacios y se afecte lo menos posible a las especies animales y los procesos naturales del ecosistema y no se vean afectados los servicios ambientales que estos brindan.

Se debe buscar que estas reservas urbanas además brinden a la fauna recursos diferentes y complementarios a los ya encontrados en áreas naturales. Las reservas deberán cumplir la función de buscar que los hábitats de las especies animales se recuperen, esto a través de la creación de parques y áreas reforestadas con especies nativas las cuales, aunque no recuperen las condiciones de los hábitats originales, puedan brindar a la par alimento y beneficios directos e indirectos a las poblaciones humanas aledañas.

En la parte agropecuaria, el municipio deberá fomentar modelos de intensificación sostenible de la producción que den a las áreas urbanas y a las áreas protegidas el sustento y la seguridad a largo plazo de la obtención de recursos alimentarios y el mantenimiento de los servicios ecosistémicos. Para completar el rescate a la biodiversidad y al mismo tiempo favorecer la prestación de servicios ambientales, recuperar áreas de retención hídrica y la producción agroalimentaria, también se recibieron propuestas de parte de los grupos ciudadanos y los comités de participación social en el sentido de establecer polígonos especiales para la producción agroalimentaria con la idea de preservar las tierras de mayor calidad para la producción alimentaria que como establece la Ley de Asentamientos Humanos Art. X Fracción 4, no deben urbanizarse dada su alta calidad productiva. En el siguiente mapa se representan esos 5 polígonos en el territorio municipal. Uno en la zona de Buenavista, otro en los contornos de la presa El Guayabo, otro más en la zona Magdalena-La providencia, otro en el Zapote y uno más entre Tlajomulco y Cajititlán. El entendido es que al considerarse como territorio preferentemente dedicado a la producción alimentaria se evitaría el cambio de uso de suelo a corto y mediano plazo y hasta de forma definitiva, para que no se puedan hacer proyectos de urbanización como parecía ser una tendencia imparable. En todo caso se plantea

garantizar una experiencia de producción agropecuaria (de corte orgánico) incluso ligada a procesos agroindustriales que permitan promover empleo local.

Figura 125. Corredores agroalimentarios



Fuente: Sistema información geográfico POEL 2020.

Capítulo 4

Caracterización y diagnóstico componente socioeconómico y cultural e infraestructura

Subsistema social

Tlajomulco de Zúñiga pasó –en un plazo muy corto– de ser un municipio con pueblos entrelazados por fiestas, tradiciones y cultura y con fronteras claramente definidas entre lo rural y urbano, a ser una gran urbe. Esta transformación trajo consigo grandes cambios en la estructura y red social. Las familias que desde antaño se conocían se vieron invadidas en su territorio por extraños con sus múltiples facetas culturales. Las poblaciones se mezclaron con las industrias. Las ciudades invadieron pueblos y los subsumieron. En el campo surgieron las ciudades. Los recursos naturales se consumen en forma acelerada. Los asentamientos humanos se polarizaron y compiten por los recursos. Las actividades productivas tradicionales desaparecen o son suplantadas por nuevas actividades. La violencia e inseguridad se multiplica. Al ser transformado el medio y modos de vida de los tlajomulquenses, su mundo simbólico empieza a verse diluido. Lo paradójico de esta situación es que en el corto tiempo los primeros migrantes en el municipio muy pronto asumieron una postura de salvaguarda del territorio y de freno a la mancha urbana.

4.1. Estudio histórico cultural de Tlajomulco³¹

4.1.1. Los rastros indígenas y los pueblos originarios

Tlajomulco (“Lugar del montón de tierra”) remonta sus antecedentes históricos hasta la época en que pasó por este lugar la raza nahua hacia el año de 1266. A los pobladores de ese territorio se les conoce como los tlaxomulcas, nombre con que los identifica Sánchez Flores.³² El antiguo territorio que hoy es Jalisco era independiente durante el apogeo del Imperio mexica, gracias a la barrera física

³¹ Estudio realizado por el licenciado en Historia José Octavio Guevara Rubio.

³² Francisco Sánchez Flores (1956). *La vida y la muerte entre los tlajomulcas*, Guadalajara: editorial Eteos.

creada por los purépechas, los cuales conformaron una confederación autónoma. Los tarascos fueron sus más importantes vecinos y sus relaciones con ellos siempre fueron pacíficas, sobre todo hacia 1460,³³ cuando sus límites se empezaron a extender al occidente sometiendo a los tecos de Cuitzeo y Tototlán (Coinán), los cocas y los tecuexes de Tonalá y Tlajomulco, los pimones de Tizapán y Zacoalco, los saualtecas de Sayula y Amacueca, los nahuas de Ajijic y Chapala, los otomíes de Zapotitlán y Tuxcacuesco, los xilotlatzingas de Pihuamo, Tamazula y Zapotlán, invadieron territorios colimenses.

Los purépechas extendieron sus dominios a lo que actualmente es el sur de Jalisco y fueron expulsados cerca de 1480 de la región de Cocula y Amula, derrotados en Zacoalco y desalojados de los límites de Colima.³⁴

La región que comprende ahora Tlajomulco no tenía ningún asentamiento poblacional, pero era un lugar con un adoratorio a donde acudían indios de otras partes, principalmente tarascos de Michoacán, para ofrecer sacrificios a sus deidades. Según las crónicas de Tello en 1509 los indios de Cocula quisieron habitar la zona, pero fueron vencidos por los tarascos.

Otro cronista de la época, fray Nicolás de Ornelas, menciona que los tarascos entraron por Mazamitla con un grueso ejército rumbo a la conquista de las tierras del rey de Tonalá, quien les hizo creer que su recepción sería pacífica, al llegar los embriagaron quedando muy pocos vivos y el resto prisioneros. Este triunfo fue gracias a la participación de Pitlaloc, Copatzin, y Pilili a quien en agradecimiento otorga las tierras de Tlaxomulco, que eran bastantes y entonces pertenecían al reinado de Tonalá.³⁵

El señorío de Tonalá mantenía bajo su dominio los pueblos de Atemajac, Tlajomulco, Tetlán, Tototlán y Tala.³⁶ Para comunicarse con ellos, durante la denominada conquista espiritual los frailes franciscanos se apoyaron inicialmente en intérpretes, y posteriormente dominaron las lenguas nativas,

³³ *Jalisco, perla sobre arena*. SEP, p. 64.

³⁴ Alcantar Gutiérrez, José Alfredo, Thomas Gutiérrez, Gloria Aslida, Ruiz Razura, Adriana (2014). *Arquitectura religiosa de la feligresía franciscana del convento de Tlajomulco*. Guadalajara: Universidad de Guadalajara.

³⁵ Luis del Refugio Palacio y Basave, "Atlixnac, Nuestra Señora de Santa Anita", p. 23

³⁶ Páez Brotchie, Luis (2000). "Jalisco, historia mínima" Guadalajara: Ediciones Euterpe. p. 14

como el coca, en la zona de Tlajomulco, y el tecuexe, en la región de Zapopan, Zoquiapan, Tetlán y Atemajac.³⁷

En el año de 1584 fray Diego Muñoz menciona que a la provincia de Ávalos existían algunos pueblos de indios como: San Sebastián, Toluquilla, Atlixnac, San Agustín, Caxititlán y Cuyutlán, Tlajomulco, Santas Ana y otros.³⁸ En el mismo año, fray Alonso Ponce hace una referencia directa en un escrito, al narrar la representación de la Epifanía (día de Reyes) por los indios de Tlajomulco, titulando “De una fiesta que los indios de Tlajomulco hicieron el día de Reyes”.³⁹ Es parte de: “Relación breve y verdadera de algunas cosas de las muchas que sucedieron al padre fray Alonso Ponce en las provincias de la Nueva España, siendo Comisario General de aquellas partes”. Su redacción, se dice, se debe a fray Antonio de Ciudad Real que fungía como Secretario del padre fray Alonso Ponce.

En 1605 Alonso De la Mota y Escobar dice de Tlajomulco que “el pueblo de Tlajomulco doctrina de los frailes franciscanos que tienen quinientos indios casados repartidos en la cabecera y sujetos, es el pueblo de lindo temple fresco y vicioso donde se dan todas las frutas de Castilla, tiene lindas montañas donde hay gran cantidad de venados y corzos. Tiene muchas heredades de trigo de riego y muchas estancias de ganado mayor y menor que es la principal provisión de esta ciudad (Guadalajara)”.⁴⁰

A mediados del siglo XVI se concedieron mercedes de tierra al sur de Guadalajara al capitán Juan Saldívar de Oñate, primo de Cristóbal de Oñate y del capitán Juan de Oñate. El capitán Saldívar fundó la hacienda El Potrero. Se casó con Marina Mendoza; tras la muerte del capitán la hacienda fue dividida en tres partes, una la adquirió la Compañía de Jesús y emprendió la Hacienda de Toluquilla. Otra la compró Diego de Porres y Barranda e inició la Hacienda de Zapotlanejo y la última porción y la última parte la obtuvo Diego de Robles y

³⁷ Alcantar Gutiérrez, José Alfredo (1998). “Arquitectura religiosa de la guardianía de Tlajomulco, 1551-1794” tesis para obtener el grado de Maestría en el CUAAD, UDG. Guadalajara. p. 35.

³⁸ Muñoz, Fray Diego. “Descripción de la provincia de San Pedro y San Pablo de Michoacán cuando formaban una con Xalisco”.

³⁹ Ponce, Fray Alonso (2007). “Viajes de Fray Alonso Ponce al occidente de México”, Guadalajara: IJAH.

⁴⁰ De la Mota y Escobar, Alonso. “Descripción geográfica de los reinos de la Nueva Galicia, Nueva Vizcaya y Nuevo León”. Guadalajara: IJAH.

levantó la Hacienda de Atistaque, que después cambió su nombre por Santa Cruz de Zapotepeque y, por último, por Santa Cruz del Valle, tras la muerte de Don Diego, su hijo José de Robes y Porres continuó con la hacienda. En 1704 la vendió a Miguel Portillo y Zurita, en 1787 la adquiere Francisco Javier Vizcarra, Marqués de Pánuco, tras su muerte pasó a manos de su hija Dolores Vizcarra del Castillo Pezqueira ,quien se casó con Juan Francisco Corcuera.⁴¹

Ya en el siglo XVII el cronista Domingo Lázaro Arregui, en 1623, sostiene que el corregimiento de Tlajomulco está a tres leguas y tiene sujetos en el valle de Zapotepec, los pueblos de San Sebastián, Santa Ana Atistac y San Agustín, entre dicho pueblo y la ciudad de Guadalajara.⁴²

En 1650 fray Antonio Tello narra cómo el padre fray Juan López, con indios de Tlajomulco en 1594, fundó el pueblo de Santa Cruz. Tlajomulco tenía como visita Caxititlán, fundado a orillas de una laguna donde se cogía pescado, menudo que se llama “charari”; también menciona al pueblo de San Lucas, el pueblo de Cuyutlán, “estos a orillas de la dicha laguna en las faldas de la serranía de Jocotepec”. Tlajomulco era abundante de muy buena agua, ahí se sembraban todo tipo de frutas de Castilla, como son membrillos, granadas, duraznos, naranjas, limones y, de la tierra aguacates, batatas, que llaman camotes, guacamotes y otras frutas. También eran visitas el pueblo de Santa Cruz, al de San Agustín, al de Santa Ana y San Sebastián, y en todos estos pueblos menciona que había hospitales donde se curaba a los enfermos.⁴³

En el periodo de 1719 a 1722, fray Nicolás Antonio Ornelas tuvo presencia en Tlajomulco y menciona que entonces permanecen los pueblos que se le pusieron de visita en lo primitivo: Santa Ana Tistaque, San Sebastián, Caxititlán, Cuexcomatitlán, y Cuyutlán; y se han aumentado San Agustín, quien difiere esta relación con la que hace Patiño (1778) y la fuerte tradición que nos indica que ambos, San Sebastián y San Agustín, provienen de la separación de la población indígena de Tzapotepetl que de los naturales de Tlajomulco se compone.

⁴¹ *El Informador*. 20 de mayo de 2004

⁴² Arregui, Domingo Lázaro de (1980). “Descripción de la Nueva Galicia”, Guadalajara: UNED, Gobierno de Jalisco. Secretaría General.

⁴³ Tello, Fray Antonio (1972). “Crónica Miscelánea de la Sancta provincia de Xalisco”. Libro III. Guadalajara: Ed. Librería Font.

Asimismo, tiene al pueblo de Caxitlán, al pueblo de San Juan Evangelista que se fundó de sus mismos naturales, y Cuyutlán al de Señor San Lucas, que se compuso de los mismos cuyultecos⁴⁴

4.1.2. Las haciendas y el cambio de uso del suelo

En la zona comúnmente llamada “Valle de Tlajomulco”, existieron haciendas y ranchos que formaban parte del “hinterland” de Guadalajara, término acuñado por Eric Van Young para referirse a la zona agrícola que abastecía de carne y granos a la capital neogallega.

La hacienda de Concepción del Valle tiene registro desde 1778 por fray Alonso Patiño, que dice que La hacienda de Santa Cruz está en un llano retirada de los cerros y es de un vecino de dicha ciudad (Guadalajara). “La hacienda de San Nicolás está distante dos leguas y es dueño de ella el mismo dueño de La Hacienda de la Concepción” (Miguel Portillo).

Miguel fue un destacado ganadero. Se casó con María Trigo Carol. Los dueños anteriores fueron: Ignacio García Castro, Joseph de Robles y Juan Benítez Robles. En el porfiriato la hacienda pertenecía a Isidro Orozco, quien también era dueño de las ex haciendas de Santa Rita y La Joya.

El investigador Richard B. Lindley encuentra un mapa de las haciendas de Guadalajara, donde señala a la hacienda de Mazatepec Concepción, ubicada dentro de la jurisdicción de Tlajomulco, perteneciente a la familia Porres Barranda, aunque no se puede afirmar nada al respecto. El dueño de la Hacienda era Don Tomás Orozco⁴⁵

El investigador Sergio Valerio Ulloa aporta datos referentes a la hacienda en cuestión, dando el nombre de La Concepción, y a Isidro Orozco como el dueño en el año de 1893. Tomás Orozco, hijo de Isidro Orozco, y el último dueño de la hacienda, murió intestado y la esposa de él, de nombre Elisa, decidió repartir las tierras entre sus cinco hijas que, al momento de la muerte de su

⁴⁴ Ornelas, Fray Antonio Nicolás (2001). “Crónicas de la Provincia de Santiago de Xalisco”, Guadalajara: IJAH.

⁴⁵ Lindley, Richard B. (1987). “Las haciendas y el desarrollo económico: Guadalajara, México, en la época de la independencia” México: FCE.

padre, todas eran pequeñas. Quedó de administrador Ambrosio Valdés y su esposa era Josefina Ramírez.⁴⁶

4.1.3. Las divisiones territoriales y los cambios jurisdiccionales de Tlajomulco

En lo que refiere a la intendencia de Guadalajara en 1786-1790, los corregimientos de Tlajomulco y Cajititlán habían constituido jurisdicciones separadas. La Ordenanza de Intendentes de 1786 ordenaba que ambas fuesen elevadas a Partidos, pero en el informe de 1790 ambas jurisdicciones aparecían como un solo partido. Situación que se mantiene hasta nuestros días, en que ambas conforman la municipalidad jalisciense de Tlajomulco de Zúñiga, al sur de Guadalajara.

Su principal parroquia fué la de Tlajomulco, en el corazón del mismo corregimiento, cuya comarca abarcaba las poblaciones de San Agustín, San Sebastián, Santa Ana y Santa Cruz, que habían constituido el corregimiento de Tlajomulco. A su vez, aunque dentro de la parroquia, los pueblos de la laguna de Cajititlán contribuían una comarca bien definida, que antes fue el corregimiento del mismo nombre. Ésta se encontraba conformada por las poblaciones de: Cajititlán, Cuescomatitlán, Cuyutlán, San Lucas y San Juan Evangelista.

En lo que comprende al Estado Libre y Soberano de Jalisco de 1823 a 1835, la jurisdicción combinada de Tlajomulco y Cajititlán se convirtió finalmente en el Partido de Tlajomulco, dada la primacía de este pueblo con respecto a su agregado. Originalmente delimitado con los pueblos de su natural comprensión, en 1814 se propuso ampliar su jurisdicción hacia el noroeste, anexando las poblaciones de la comarca de Ahuisculco, pertenecientes al Partido de Tala.

La propuesta no se llevó a cabo sino hasta la demarcación provisional, pues en 1823 el Intendente Gutiérrez y Ulloa todavía las contemplaba como jurisdicciones separadas. En 1824 Tlajomulco fue ascendida a la categoría de Villa con jurisdicción sobre las municipalidades de Ahuisculco, Cajititlán,

⁴⁶ Valerio Ulloa, Sergio (2203). "Historia Rural Jalisciense", Libro II. Guadalajara.

Cuyutlán, San Agustín, San Juan Evangelista, San Lucas, Santa Anita y Santa Cruz; mismas que daban forma al Departamento de Tlajomulco del I Cantón de Guadalajara. Limitaba este departamento por el norte con los de Zapopan y Guadalajara; al levante con el de Zapotlanejo; al sur con el de Chapala; y al poniente con los de Zacoalco y Cocula.

El 27 de marzo de 1824 Tlajomulco como Departamento contaba con las haciendas y Ranchos de Santa Cruz, San José, La Concepción, Mazatepec, Navajas y Cuzpala. Se establecen los límites, comprendiendo sus haciendas y pueblos de Toluquilla, Santa María y San Sebastianito.⁴⁷ Para el 14 de noviembre del mismo año, Tlajomulco pierde los pueblos de Toluquilla, Santa María y San Sebastianito, pasando al Departamento de Guadalajara⁴⁸

Con la conformación del Departamento de Jalisco en el periodo de 1836 a 1846 se extinguió el departamento de Tlajomulco, que en 1835 contaba con varias municipalidades, ya sólo contaba con Ayuntamiento en su capital. La nueva división política vigente desde 1837 nos revela que, al territorio de Tlajomulco, equivale a la actual municipalidad y la parte meridional de la municipalidad de Tala, se agregaron las comarcas de Jocotepec y Chapala, en decreto de Partidos como La Barca y Sayula. El 13 de marzo de 1837 Tlajomulco es cabecera del partido del Distrito de Guadalajara⁴⁹

En los años 1846 a 1856, el Partido de Tlajomulco desapareció cuando la I República fue restaurada. Como se ordenaba con la restauración del Federalismo; cuando el centralismo estaba vigente. Tlajomulco había incorporado a su jurisdicción las municipalidades de Chapala y Jocotepec, pero en 1846 debió cederlas para reconstruir de nueva cuenta el Departamento de Chapala. Pese a eso la municipalidad de Jocotepec conservó las poblaciones costeras que Tlajomulco había anexado de Zacoalco, bajo el régimen centralista. El 10 de septiembre de 1846 Tlajomulco es cabecera del Departamento de Tonalá y de uno de los 28 departamentos del Estado.

De nuevo bajo el centralismo (1853) Tlajomulco desapareció no solo como Departamento, sino como Partido, y sus municipalidades fueron de nueva

⁴⁷ Preciado, "Libro de Acuerdos", p. 58, Archivo del Estado de Jalisco.

⁴⁸ *Op. Cit.* p. 58

⁴⁹ *Ibid.* Preciado p. 58

cuenta abolidas, pasando todo su territorio a formar parte del único partido del I Distrito de Guadalajara.

Pero tres años después volvería a tener que restaurar sus Ayuntamientos cesantes, ante el triunfo de los federalistas que restauraban de nueva cuenta la I República. Después de ello, Tlajomulco volvió a recuperar su dignidad del Departamento del I Cantón de Guadalajara.

Para 1878 dentro del 1er. Cantón de Guadalajara se encuentra en el 4º Departamento de Tlajomulco.⁵⁰ El 22 de octubre de 1881 por decreto número 628 la comisaría de Ahuisculco del municipio de Tlajomulco pasa al municipio de Tala.⁵¹

En 1883, a cincuenta años de ser Jalisco Estado Libre y Soberano, Tlajomulco obtuvo la autonomía municipal.⁵²

El 23 de octubre de 1885 por decreto número 167 se erige en comisaría el pueblo de San Juan Evangelista.⁵³ En 1887 se concede la categoría de villa a Tlajomulco que era el único municipio del Departamento.⁵⁴ En 1891 por decreto número 465 Tlajomulco se constituye en cabecera de departamento, comprendiendo Jocotepec y Chapala.

El 11 de septiembre de 1891 se nombra comisaría a Cuyutlán y se establece oficina del registro civil en esta comisaría comprendiendo: los pueblos de San Lucas, San Juan Evangelista, Cajititlán, La Joya y La Calera.⁵⁵ El 24 de abril de 1892 por decreto 523 se cambia la oficina del registro civil de Cuyutlán a Cajititlán.

El 30 de diciembre de 1896, por decreto 747 Tlajomulco pasa del 1º al 7º Cantón de Chapala. El 19 de febrero de 1898 por decreto 795 se restablece en Tlajomulco la cabecera del departamento.

⁵⁰ *Op. Cit.* Bustos, p. 195

⁵¹ *Ibid.* Preciado p. 58

⁵² Botello Aceves, Brígida del Carmen, Heredia Mendoza, Magdalena. Moreno Pérez, Raquel (1987). "Memoria del municipio en Jalisco", Guadalajara: Gobierno de Jalisco.

⁵³ *Ibid.* Preciado p. 58

⁵⁴ *Ibid.* Tolentino p. 198

⁵⁵ *Ibid.* Preciado p. 58

El 17 de septiembre de 1904 por decreto número 1061, Santa Anita pasa de Tlajomulco a San Pedro Tlaquepaque. El 29 de diciembre de 1910 La Hacienda de San José del Valle por decreto 1367 se segrega de Tlajomulco y pasa a San Pedro Tlaquepaque. En diciembre de 1914, Carranza había expedido en Veracruz la Ley del Municipio Libre, convirtiendo así los Ayuntamientos en la organización primaria y fundamental de la nación. En el caso particular de Tlajomulco, esta disposición se aplicó a partir de 1915, año en el que desapareció el departamento y se reinstaló el ayuntamiento, sin embargo, por el vaivén político que causaron las tropas de los villistas y carrancistas, en este periodo hubo cinco alcaldes, Everardo Lares, Marcos Gutiérrez, Jesús Zúñiga, Honorato González y Roberto Graciano.

El 27 de septiembre de 1922 por decreto 2096 en el pueblo de San Juan Evangelista se estableció la oficina del registro civil. El 17 de julio de 1939 según la División Municipal (1959) por decreto número 4561 cambia la denominación de su cabecera por la de Tlajomulco Zúñiga.⁵⁶

4.1.4. La Reforma agraria y el cambio de estilo en la producción agropecuaria

En 1948 se cegó la entrada la entrada del canal Cedros, también se además el canal de desagüe que daba a La Calera para extraer por gravedad el contenido del líquido de la fosa lacustre con la finalidad de repartir parte de la tierra del lecho a la Asociación de veteranos de la Revolución. En 1955 el lago de Cajititlán evitó la escasez de agua de Guadalajara, pues el canal de desagüe que servía de riego a los valles de Atequiza y La Calera se conectó al canal de Chapala.

La agricultura adquirió gran impulso gracias a la mecanización, uso de fertilizante y créditos agrícolas. Se sembraron grandes extensiones de tierra del municipio de cacahuete, frijol y maíz y esto redundó en un mejor nivel de vida para los campesinos.

Las haciendas que se ubicaron en este valle como la de Santa Cruz del Valle, San José del Valle y La Concepción, de las que actualmente solo quedan las “casas grandes” como recuerdo de su antiguo esplendor, se vieron alteradas en su producción y se afectó su vida cotidiana y el sistema económico. Esto

⁵⁶*Op. Cit.* División Municipal (1959) p. 35

como efecto derivado del agrarismo que se desarrolló en la Revolución Mexicana. Ese factor terminó por afectar la sustentabilidad de dichas haciendas, comenzando así el declive de estas, pero lo que marcó el fin fue el Reparto Agrario, acabándose así, supuestamente, la época de las grandes concentraciones de tierras en manos del hacendado, para que pasaran a manos de los trabajadores de las haciendas y clases bajas. Fue con el reparto de tierras que se empezaron a fundar los poblados del valle de Tlajomulco.

Con la Reforma Agraria se inició un cambio radical de la estructura de la tenencia de la tierra, el ejido fue concebido como el eje principal para hacer una transformación de fondo, que buscaba acabar con los latifundios, se efectuó el mayor reparto agrario hasta entonces, afectando las haciendas de las zonas de agricultura más prósperas, dando como resultado la fundación de diferentes poblados en el valle de Tlajomulco y la cabecera municipal.

En los terrenos que antes comprendía la Hacienda de la Concepción, surgieron los pueblos de San José del Valle y Concepción del Valle. El 19 de septiembre 1964 el presidente de la República Adolfo López Mateos visitó el pueblo de Tlajomulco para supervisar las obras de infraestructura física y social. El día 22, la primera dama Eva Sámano de López Mateos inauguró el mercado municipal; acompañada de la primera dama, estuvo el gobernador Juan Gil Preciado y el presidente municipal Pedro Parra Centeno.

De 1965 a 1971, estando como gobernador de Jalisco Francisco Medina Ascencio, hubo un gran avance en la construcción de la carretera hacia Guadalajara, beneficiándose con este servicio el pueblo de Tlajomulco.

En 1975 se terminó la carretera Tlajomulco-San Miguel Cuyutlán y el 8 de diciembre comenzó a funcionar el Banco Industrial de Jalisco en el centro de Tlajomulco. En 1976 se comenzó a construir la carretera San Sebastián El Grande-Santa María Tequepexpan y ese mismo año se inició la construcción del mercado de San Agustín.

De 1960 a 1979 las poblaciones más favorecidas con servicios públicos fueron Tlajomulco, San Sebastián, San Agustín, San Miguel Cuyutlán y Cajititlán.

Todas estas poblaciones contaron en su centro con una plaza pública, calles empedradas, alumbrado público y agua potable.⁵⁷

3.1.5. Dinámica demográfico-social del siglo XVIII-XIX

Para 1825 Tlajomulco está adscrito al 1er. Cantón de Guadalajara y se identificaba como 3er. Departamento de Tlajomulco que contaba con una población de 14,598 almas.⁵⁸ Para el año de 1838 contaba con una población de 12,509 habitantes, misma que luego ascendería a 25,725 en 1839, cuando se agregaron las comarcas de Chapala y Jocotepec al partido de Tlajomulco. En 1842, el Partido de Tlajomulco abarcaba todo o parte de las municipalidades jaliscienses del mismo nombre, Chapala, Jocotepec y Tala. Para 1843 en el 1er. Distrito de Guadalajara, el 3er. Partido de Tlajomulco incluía las haciendas de La Concepción, San José y Santa Cruz y fue elevado a la categoría de Villa con seis ranchos.⁵⁹ El 8 de abril de 1944, por decreto número 5 se estableció como ayuntamiento.⁶⁰ Las parroquias, englobadas dentro del Obispado de Guadalajara eran la de la propia Villa de Tlajomulco, la de la Villa de Chapala y la de la Villa de Jocotepec.

En la década de los años setenta del siglo XIX, el municipio se encontraba integrado por una Villa, 8 pueblos, 22 ranchos, 6 congregaciones, 3 haciendas, una ranchería y un fraccionamiento. Su población estaba distribuida de la manera siguiente: la cabecera municipal era la única concentración de importancia con 6,523 habitantes, lo que representaba 18.56 % del total municipal. Le seguían por importancia 8 pueblos que alcanzaban un conglomerado de 18,070 personas representando 51.42 % siguiendo en orden descendente se encuentran 6 congregaciones, que suman 6, 545 habitantes que representaban 18. 62% municipal; además de siguen 22 ranchos con una población de 1,932 con 5.5% Por otra parte, existían 3 haciendas con 1,467 pobladores, lo que representaba 4.17% y finalmente una ranchería y un fraccionamiento que con 571 y 37 habitantes logran 1.62 y 0.1%.

⁵⁷ Chávez García, José "Tlajomulco en el tiempo".

⁵⁸ *Ibid.* Roa p. 15.

⁵⁹ *Ibid.* López Cotilla, pp. 43-48.

⁶⁰ *Ibid.* Preciado p. 58

En cuanto a la población económicamente activa, en 1970, del total de la población del municipio, que eran 35,145 habitantes, únicamente 8,788 desarrollaban alguna actividad económica, es decir 25% trabajaban con remuneración a sus servicios. Esto significa que existía una gran dependencia dentro del municipio, ya que 75% vivía o se mantenía de lo que sacaba el otro 25% de la población que recibía remuneración por su trabajo. Dentro de este grupo de dependientes quedaron incluidos los menores de edad, las amas de casa y los estudiantes. Del total de la población activa (8,878) 66.05 % se dedicaba a actividades agropecuarias, es decir, 5, 804 trabajaban en la agricultura y ganadería.

El primer antecedente industrial data de 1968, año en el que el señor Jesús Michel González, originario de Unión de Tula, empleó a más de 50 mujeres para envolver mazapán. En el año 1973 el señor Jesús Michel instaló su fábrica en la parte sur de la población con un capital inicial de \$10,000.00. La empresa ya contaba con cinco departamentos: cacahuate, chocolate, bombón, gomita y mazapán.⁶¹

El sector industrial (secundario) en 1970 ocupó únicamente a 14.55% de la población económicamente activa, con 1,279 personas empleadas. Dentro de este sector se ubica la industria de transformación que absorbe el porcentaje más alto con 74.98% de mano de obra ocupada. Le sigue en orden de importancia con 22.83% la industria de la construcción. El restante 2.19% queda repartido en las industrias del petróleo, extractivas y electricidad.

La actividad comercial (sector terciario) captó 13.27% de la población activa con 1,166 habitantes dedicados a este sector. El subsector servicios es el que tiene la mayor participación con un porcentaje de 48.80%, continua en orden descendente el subsector comercial con el 37.39% después viene transportes con 9.01% y gobierno con solo 4.80%.

Por último, el grupo de personas con actividades no especificadas, o sea, que su ocupación no encaja dentro de las clasificaciones antes mencionadas, pero que participan de alguna manera en el proceso económico municipal,

⁶¹ De la Paz Águila, Elena. "La fábrica se va al campo"

representó 6.13 % del total de la población económicamente activa del municipio.⁶²

4.1.6. Las condiciones del desarrollo inmobiliario en sus orígenes

La zona llamada “Valle de Tlajomulco”, que abarca los pueblos de Unión del Cuatro, Concepción del Valle, San José del Valle y Santa Cruz del Valle, puede considerarse que aparentemente tenía condiciones más adecuadas para la urbanización. Esa apariencia se deriva de sus características geográficas además de ser planicie, así como su cercanía a la capital tapatía que se constituyeron en los principales factores para el incremento demográfico y de vivienda. El “pero” es que era zona de agricultura de riego a base de canales y contaba con varios cuerpos de agua, los cuáles fueron cubiertos con escombros y basura.

Desde 1973 se había autorizado la construcción del que sería el primer fraccionamiento en Tlajomulco: El Palomar, desarrollo habitacional de tipo residencial-campestre, o coto privado, planeado para los estratos altos de la sociedad.

Sería hasta la segunda mitad de los años ochenta que los promotores inmobiliarios iniciaron la edificación más austera de zonas habitacionales cerradas con viviendas de tipo medio y escasas áreas verdes o de recreación. Este modelo de fraccionamientos se asentó en zonas aledañas al anillo periférico, siendo muchas de ellas tierras ocupadas para usos agrícolas. Se comenzó con la venta de las tierras ejidales, pues al pasar a ser suelo habitacional aumentó el valor comercial, como en el caso de San Agustín.

Existen varios ejemplos de adquisición de tierras ejidales para destinarse a la construcción de viviendas de interés social. El acelerado proceso de construcción y promoción de los desarrollos habitacionales en los valles de Tlajomulco, se siguió un proceso de especulación con terrenos agrícolas ejidales y de pequeña propiedad que llegó hasta la cabecera municipal y pueblos aledaños.

⁶² Universidad de Guadalajara (1977). “Instituto de Geografía y Estadística: Análisis Geoeconómico de Tlajomulco”, Guadalajara.

Los desarrollos han sido construidos cerca de las vialidades ya trazadas por el municipio para los antiguos poblados, propiciando que el flujo vehicular se volviera más lento y por lo tanto el tiempo de traslado fue mayor. Además, se han causado severos daños a las redes de agua y drenaje, pues se sobrepasa su capacidad de almacenamiento, provocando desbordes de aguas negras en la temporada de lluvias, hecho que afecta tanto a los pobladores oriundos como a los habitantes de los fraccionamientos.

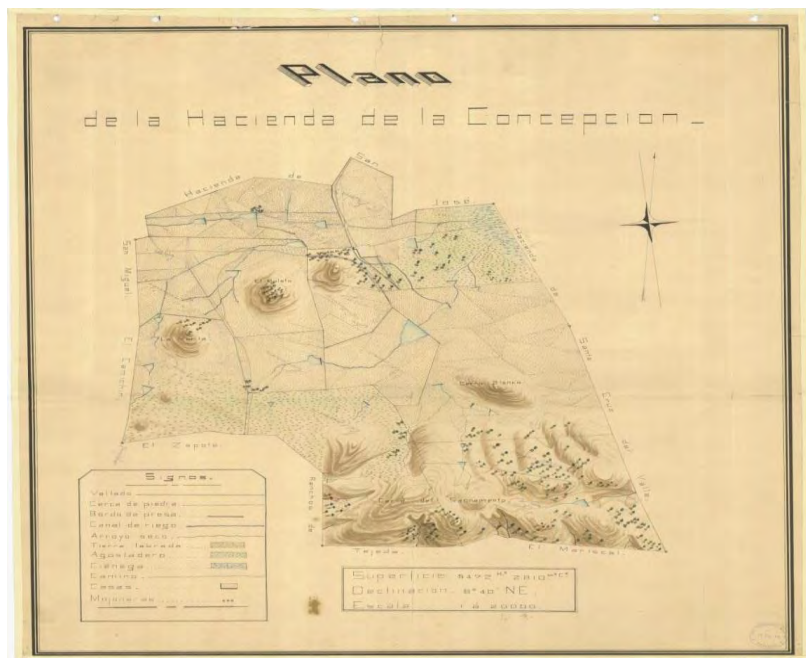
El caso de Unión del Cuatro, que fue fundado no solamente por los peones que trabajaron en la hacienda de “La Concha”, sino que la mayoría de los ejidatarios venían de la hacienda del Cuatro, ubicada en Toluquilla, de otros municipios de Jalisco, colindantes con Tlajomulco y hasta de otros estados, es ilustrativo de cómo se fue dando el proceso de migración a Tlajomulco.

Actualmente por esa zona pasa un canal de aguas negras, sale desde el Camichin y atraviesa el fraccionamiento de Chulavista y pasa por un costado de Valle Dorado y Jardines del Edén, y termina en la presa de Las Pintas.

Hasta hace menos de veinte años aún transportaba aguas limpias, pero con la construcción de los diversos fraccionamientos, los drenajes de estos desembocaron en el canal, convirtiendo sus aguas cristalinas en negras. El canal era utilizado por la gente de Unión del Cuatro, La Concha y San José, para lavar la ropa e ir a bañarse. Igualmente aprovechaban el canal para pescar.

Tiempo después los habitantes de San José se organizaron para traer agua de la presa al pueblo, haciendo con sus propios recursos una tubería que condujo el líquido hasta la plaza, en donde se hizo un pozo, se pusieron llaves en las esquinas de cada calle. Pero sería hasta a principios de la década de 1990 que el municipio se haría cargo de poner la tubería y drenaje para beneficio de todo el pueblo.

Figura 121. Plano de la Hacienda de la Concepción, S/A, N° de Clasificación: 2086CGE-7233-A, Técnica: Papel comun manuscrito, Escala, 1:20,000



Fuente: Mapoteca digital Orozco y Berra

Según el plano de la Hacienda de la Concepción (arriba), esta abarcaba gran parte del Valle de Tlajomulco; dentro de sus límites actualmente se encuentran el Pueblo de la Concepción del Valle y Unión del Cuatro, pero también se ubican Hacienda Santa Fe y Chulavista, dos de los más grandes fraccionamientos de Tlajomulco y de los primeros en construirse hacia el año 2004.

Si miramos con detalle el plano, vemos que cuenta con veintiún presas, de tamaños disímiles. Eso refleja que se contaba con muchas fuentes de agua, sin embargo, varias de esas presas fueron secadas, para facilitar la construcción de fraccionamientos como Jardines del Edén.

De manera semejante secaron la Presa Blanca, mientras que para la construcción de Valle Dorado igualmente se ocuparon los terrenos de agostadero de los habitantes de Unión del Cuatro. Mientras que, para la construcción de Villas de la Hacienda y Real del Sol, secaron otra parte de la presa Blanca y para la edificación de Chulavista secaron la presa de Los Dolores.

Por otro lado, Haciendas Santa Fe, está ubicado en lo que se conocía como el cerro del Mogote.

Este tipo de presas fueron construidas para cumplir la función de irrigación para los terrenos de cultivo, además que abastecían de agua a las poblaciones y su ganado. De hecho, formaban vasos o lagunas artificiales, las cuales también eran aprovechadas para la recreación y otros usos.

Los fraccionamientos construidos en los terrenos donde se encontraban estas presas, cada temporal de lluvias se ven afectados por inundaciones, el desbordamiento de los canales, ahora transportadores de aguas negras, o el desfogue por las coladeras debido a la falta de capacidad de los ductos de desagüe (el mapa abajo refleja cómo funcionaba ese sistema de canales).

Figura 122. Plano Hacienda Concepción del Valle



Fuente: Mapoteca digital Orozco y Berra

4.1.7. El patrimonio cultural de Tlajomulco

Acorde a la UNESCO el patrimonio Cultural es el legado que recibimos del pasado, vivimos en el presente y transmitimos a las generaciones futuras; constituye una señal de identidad y favorece la cohesión de las comunidades.

El municipio de Tlajomulco de Zúñiga está compuesto por diferentes gamas de Patrimonio Cultural desde la vía tangible, intangible y mixta. Acorde a la ley de Patrimonio Cultural del Estado de Jalisco y sus municipios Cap. II, la parte material se visualizará desde la perspectiva de bienes muebles, inmuebles y zonas de protección patrimonial. Para efectos del patrimonio inmaterial son visualizadas aquellas manifestaciones culturales vivas enfocadas a las expresiones orales, usos sociales, danza, teatro, música, gastronomía, itinerarios culturales, lenguas y todas aquellas que merezcan ser transmitidas y preservadas a futuras generaciones

En el municipio de Tlajomulco el papel del patrimonio cultural juega un papel importante para las agencias y delegaciones que conforman los pueblos tradicionales. Acorde a la Conferencia sobre la Vivienda y el Desarrollo Urbano Sostenible Hábitat III en Quito del año 2016, el tema de patrimonio cultural es indispensable para la promoción y construcción de ciudades resilientes y sensibles que contribuyan al mejoramiento social, urbano, edificado y natural. En el caso de lo urbano menciona que las buenas prácticas de conservación del patrimonio urbano pueden inspirar enfoques inclusivos y holísticos para el desarrollo urbano y sentar las bases de herramientas adecuadas a los fines de” planificación, marcos jurídicos, el fortalecimiento de la economía local y creación de empleo. Todo lo mencionado desde la perspectiva del mejoramiento del hábitat.

Patrimonio Material o tangible

Ruta cultural franciscana

Desde la perspectiva material, el municipio cuenta con diferentes ejemplos en esta categoría. Desde el siglo XVI hasta hoy en día, existen una serie de conjuntos hospitalarios que conforman la actual ruta cultural franciscana. En la década del año 2000 el municipio de Tlajomulco de Zúñiga en cooperación con Secretaría de Cultura del Estado de Jalisco y la Secretaría de Planeación decidió como parte de la difusión del Patrimonio Cultural Tangible priorizar y dar a

conocer la Ruta Cultural Franciscana, la cual consiste en una serie de monumentos históricos por determinación de ley edificados entre los periodos del S.XVII al XVIII, aunque las fundaciones de los antiguos poblados de indios datan del XVI. Estos asentamientos humanos en su mayoría pueblos de visita, crecieron bajo tutela en una primera etapa bajo la orden franciscana y pasando a manos del clero secular a finales del S. XVIII. Dentro de sus particularidades son que en su mayoría fueron concebidos como antiguos hospitales de indios los cuales fueron edificados ante la instancia de cuidar a enfermos y brindar asilo a viajeros y todo aquel que lo requiriera, posterior fueron consolidadores de la nueva fe cristiana

Esta ruta trazada por templos franciscanos de estilo barroco con reminiscencias indígenas en la escultura, recorre los principales pueblos o localidades tradicionales del municipio aledañas a la cabecera municipal, mismas que comparten una historia y origen que las une. Las delegaciones y agencias que actualmente conforman esta ruta son:

San Agustín

- Capilla de Nuestra Señora del Refugio
- Parroquia de San Agustín de Hipona

Capilla de la Santa Cruz

- Parroquia de Nuestra señora de la Soledad

Cabecera Municipal - Antigua sede conventual

- Santuario de la Inmaculada Concepción
- Parroquia de San Antonio de Padua

San Miguel Cuyutlán

- Parroquia de San Miguel Arcángel

Cuexcomatitlán

- Parroquia y capilla de la Purísima Concepción de María

San Juan Evangelista

- · Templo de San Juan Evangelista

San Lucas Evangelista

- Templo de San Lucas Evangelista

Cajititlán

- Capilla de Ntra. Señora de la Soledad
- · Parroquia de los Santos Reyes

San Sebastián El Grande

- Antigua capilla de Hospital de indios
- Parroquia de San Sebastián Mártir

De las ubicaciones numeradas todas se encuentran publicadas dentro del catálogo federal de sitios y monumentos por parte del Instituto Nacional de Antropología e Historia y forman parte importante de acciones municipales para la difusión del turismo cultural municipal y parte del contexto de paisaje cultural al colindar con Cerro Viejo y la Laguna de Cajititlán. De igual manera, todas son ejemplos materiales de la mano de obra indígena presente en los procesos constructivos, escultural y estética arquitectónica.

Cascos de Ex Haciendas

Las haciendas fueron una parte relevante para la producción agrícola desde la época colonial hasta la época porfiriana. Dentro de sus conjuntos:

- Ex Hacienda de Santa Cruz del Valle
- Ex Hacienda de San José del Valle
- Ex Hacienda Concepción del Valle
- Ex Hacienda de Tepetates en Santa Cruz de la Loma
- Ex Hacienda de San María del Oro

Sitios y monumentos Arqueológicos registrados por el Instituto Nacional de Antropología e Historia

Acorde a la Ley Federal, se entiende como monumentos arqueológicos los bienes muebles e inmuebles, producto de culturas anteriores al establecimiento de la

hispanica en el territorio nacional, así como los restos humanos, de la flora y de la fauna, relacionados con esas culturas. Acorde a Secretaria de Cultura del Estado de Jalisco un sitio arqueológico se considera un conjunto arquitectónico reuniendo todas las características anteriores.

Acorde al Instituto Nacional de Antropología e Historia, se encuentran validadas las siguientes ubicaciones:

- 1. Las Jícamas
- 2. La Iglesiasita
- 3. El Ventarrón
- 4. El Tecolote
- 5. Cerro Viejo
- 6. La Mezcalera
- 7. Tacumulca
- 8. Rancho San Francisco

Patrimonio inmaterial o intangible

El patrimonio cultural no se limita a contar monumentos y colecciones de objetos, sino que comprende también tradiciones o expresiones vivas heredadas de nuestros antepasados y transmitidas a nuestros descendientes, como tradiciones orales, artes del espectáculo, usos sociales, rituales, actos festivos, conocimientos y prácticas relativos a la naturaleza y el universo, y saberes y técnicas vinculados a la artesanía tradicional. En ese sentido aquí se enumeran diversas costumbres, alimentos en su forma de preparar localmente, fiestas y celebraciones de grupos o pueblos originarios. Más que un listado se trata de resaltar la riqueza de las tradiciones y el calendario tan diverso que a pesar de todos los cambios mantiene su vigencia.

Entre algunas de las manifestaciones más representativas se encuentran:

Los Xayacates, San Agustín

Se presentan el día del Convite (noviembre). Son hombres vestidos de mujeres que inventan versos a las personas conocidas.

Fiestas en honor a San Agustín de Hipona, San Agustín

El pueblo es patrono de San Agustín. En el calendario religioso la festividad se celebra como triduo del 25 al 28 de agosto. Pero la fiesta principal es el último domingo de noviembre, el día que cierra el novenario.

Fiesta en honor a la Santa Cruz, Santa Cruz de las Flores.

Se realiza un Triduo en honor a La Santa Cruz del 01 al 03 de mayo.

Fiesta de la Virgen de la Soledad, Santa Cruz de las Flores

Es un novenario del 7 al 15 de septiembre.

Boda civil con reminiscencia indígena

Después de cumplir con los requisitos que la ley les requiere, contraen matrimonio civil. Posteriormente se reúnen con familia, amistades e invitados en un sitio especial para celebrar el ritual que ha pasado de generación en generación. A la pareja se le une con una mancuerna llamada alfeñiques, son listones gruesos en color azul cielo y rosa mexicano, adornados con dulces de leche, canela y azúcar.

Se les corona con el pan Tachihuatl como Rey y Reina de su hogar, dentro del hueco de la corona, se coloca confeti, que simboliza los hijos y todas las cosas buenas que les desean. También depositan dulces de colación y otras son lanzadas al viento sobre los novios e invitados y simbolizan las cuentas de un rosario, que son oraciones que suben al cielo pidiendo por la nueva pareja.

El papaqui es una batalla entre las dos familias políticas. Se lanzan entre sí cascarones de huevo pintados, en su interior tienen confeti. Se han reportado bodas donde han lanzado hasta 4,000 cascarones de huevo. A los invitados se les ofrece nieve de garrafa y fruta de horno (pequeños panecillos que parecen polvorones). Significados de los Alfeñiques: Es una ofrenda que nuestros antepasados ofrecen en la ceremonia del matrimonio al civil. Listones: la mancuerna que une a las dos personas. Los pajaritos: la alegría de la madre naturaleza. El cristo: el camino, la humildad y la comprensión. La virgen: la pureza de la mujer. Los ángeles: la protección para la nueva pareja. La corona: coronación como reyes del nuevo hogar. El confeti: los hijos, amores de la vida.

Las colaciones: los problemas, que han de enfrentar en el camino que empiezan a recorrer. El corazón: el amor que los unió.

La Cofradía del Templo del Hospital, Tlajomulco

En la época colonial todos los templos tuvieron cofradías y hospitales. Actualmente sólo tenemos un templo con cofradía y hospital: El Santuario de la Virgen Purísima. La cofradía de Tlajomulco, institución medieval y legado de los españoles, poseían tierras fértiles y ganado. Con las leyes de reforma perdió su patrimonio. Se mantiene de la colecta, el recorrido que hace la hermandad en el pueblo, los domingos, pidiendo una cooperación casa por casa.

La cofradía se conforma de los siguientes cargos: Tatita y Nanita, los responsables del buen funcionamiento de la cofradía, como si fueran los padres de una familia. Mayor y Mayora, simbolizan los hijos mayores y les siguen los hermanos, Topil, Mantopile, Sipili y Chiquito, los cuales durante un año tendrán a su cargo la limpieza, recolección de limosnas, inventario, organizar cada 8 de cada mes las mañanitas a la Virgen y el Novenario de las Fiestas Patronales.

Los que conformarán la siguiente cofradía son elegidos por la actual cofradía el Viernes de Dolores. Sellan y firman su compromiso con anticipación para tomar el mando hasta el 8 de diciembre, día en que se puede apreciar la entrega del poder de la cofradía que termina su año a la cofradía que iniciara el año nuevo.

Las Veladas, Tlajomulco

Una de las tradiciones más arraigadas de Tlajomulco son las ceremonias de cambio de poder en la cofradía y son organizadas por las mismas personas que van a ser cofrades, dan comienzo el viernes después de la semana de pascua y su duración es de seis viernes consecutivos donde ofrecen antojitos de la región: pozole, atole de cascarilla, pan de tachihual, en un ambiente de fiesta, familiar, con música de banda y juegos pirotécnicos; esto sucede en la casa del hermano actual y el elegido.

Las Bateas, Tlajomulco

Son ofrendas que son entregadas por el hermano de la cofradía actual al hermano de la cofradía elegida, la tarde del sábado posterior a la velada del viernes, se lleva a cabo en el patio del templo del Hospital. La ofrenda o batea se compone de dos rosarios de zual de tres metros cada uno que representa el Santo Rosario, los cuales son adornados con fruta y roscas de pan simbolizando la separación de los misterios, la corona de pan que se coloca en la cabeza de cada hermano significa la coronación del don de mando en la nueva cofradía, el confeti asemeja a los hijos, las colaciones los problemas que han de enfrentar durante su mandato.

Los arcos de la evangelización, Tlajomulco

Los arcos son los que cada uno de los integrantes de la cofradía entrante tiene que elaborar en su casa con juguetes además de realizar de almohadones y servilletas bordadas. Son trasladados el 7 de diciembre por la noche por los hermanos de la cofradía, sus familiares y amigos, en medio de un ambiente muy familiar de pueblo.

Danza de los Xayacates, Tlajomulco

Su nombre proviene del náhuatl Xayacatl, que significa máscara, su vestuario consta de grandes trenzas de estambre y moños o adornos de colores a modo de tocado, vistiendo unos hombres con ropa de mujer y otros, calzón de manta, con huaraches. Todos llevan sonaja y máscara. Formados en fila hacen movimientos sencillos avanzando y girando. La música por la cual se guían es de banda tambora. La danza se integra de seis parejas y el viejo rematado; los nombres de las parejas son: las Marías y los Tatas, cada pareja tiene su nombre como lo es María de los Remedios y Tata Tisnao: María Reducinda y Tata Corpito, María Pisolata y Tata Chupitos, María Saltona y Tata Zapichu, María Escoveta y Tata Tristito, María Corveta y Tata Piquito.

Los Xayacates bailan el 6 de enero para levantar al Niño Dios y para los Reyes Magos. La danza de los Xayacates tiene una leyenda su origen data de 1510, en la Guerra del Salitre donde los tonaltecas derrotan a los tarascos y para hacer más humillante su derrota los hacen bailar con sus mujeres hasta

caer rendidos de cansancio y el guerrero zinzinpandacuare representa el pobre viejo rematado. Después de la parodia los mataron.

Fiestas en honor a la Purísima Concepción, Tlajomulco

El festejo inicia del 29 de noviembre al 8 de diciembre en el Santuario de la Virgen.

Técnicas de elaboración de sogas de Ixtle para lazar, San Miguel Cuyutlán

Con un elaborado proceso manual, los artesanos de San Miguel Cuyutlán convierten el Ixtle de Maguey en sogas para Charrería con una alta calidad reconocida por los equipos que practican este deporte a nivel nacional e internacional.

Técnicas de alfarería, Barro Bruñido, San Juan Evangelista

Con agua y tierra, el ingenio y las manos del artesano unen estos elementos para formar el barro, con el cual elaboran piezas únicas e irrepetibles, el nombre de esta artesanía se debe a la técnica en la cual el artesano pinta y al mismo tiempo talla la pieza con piedra de río o con un metal llamado pirita para obtener el brillo de la misma. Se elaboran primorosas Vírgenes de Guadalupe, de Talpa, Macarena y de Zapopan, jarrones, platonos, esferas, reproducciones prehispánicas y varios elementos decorativos. En los talleres se podrán apreciar las piezas y comprarlas.

Tradición del charco bendito, San Lucas Evangelista

El miércoles santo a las 9:00 horas se reúne en el templo la población de San Lucas Evangelista. Los hombres se encargan de la ropa de los santos masculinos y las mujeres de las santas y vírgenes femeninas, ya que cada uno tiene por separado su ropa. Salen en procesión hacia el charco bendito y van separados en dos bloques, en primer lugar, el bloque de las mujeres y después el bloque de los hombres. Las mujeres se quedan a lavar la ropa en el charco bendito (nacimiento de agua ubicado dentro de la agencia) y los hombres caminan un poco más arriba para lavar la ropa de sus santos.

Hombres y mujeres llevan un incensario (brasero donde se coloca el incienso), al término del lavado de la ropa se esparce el humo del incienso sobre la misma. Cuando la ropa está seca, regresan las dos procesiones al pueblo y se dirigen a diferentes casas por separado hombres y mujeres en donde les ofrecen una cena en agradecimiento. El Jueves Santo se visten los santos por la mañana y los hombres se van al cerro viejo a traer ramas de pino de laurel para arreglar los pilares del templo esto para hacer alusión al huerto de los olivos terminando por la noche. Permanece decorado el templo los días viernes y sábado, después de la misa de resurrección la gente lleva a su casa ramas de pino de laurel.

Técnicas de piedra de basalto, San Lucas Evangelista

Increíblemente la piedra de basalto (extraída de bancos localizados en las faldas Cerro Viejo) se convierte en un lienzo, sobre el que, el artesano expresa su sentir golpeando una y otra vez hasta que transforma la simple piedra en un bello y practico molcajete, metate, o una figura de carácter ancestral, actualmente realizan esculturas ya más estilizadas, ya no tan utilitarias, sino más decorativas. Existiendo al igual un camino así el cerro viejo para practicar ciclismo y caminatas.

Fiesta en honor a Santa Cecilia, Cuexcomatlán

El 22 de noviembre esta celebración que inicia con las mañanitas a Santa Cecilia, y termina con la presentación de la tambora mas grande, Banda el Pueblito, originarios de este poblado mágico.

Artesanías con tejido de Tule, Cuexcomatlán

El tejido de tule tiene una tradición de aproximadamente 40 años y fue una de las principales actividades de San Juan Evangelista, aunque en la actualidad ha decaído mucho y hoy en día sólo cinco familias se dedican a la elaboración de esta artesanía. Después de seleccionar y cortar el tule de la Laguna de Cajititlán, se tiene que mantener húmedo, para tejer lo agrupan por tamaños, trabajan a la sombra, en el suelo y cada dobles lo aplacan con una piedra. Se elaboran petates, sopladores y tejido de sillas.

Fiesta en honor a los Santos Reyes, Cajititlán

La principal celebración del municipio de Tlajomulco de Zúñiga es la de los Reyes Magos en Cajititlán del 30 de diciembre al 8 de enero, a la que asiste más de un millón de personas durante el transcurso de la fiesta; todos los días hay danzas y peregrinaciones, los fieles visten a sus niños como Reyes Magos, se celebran misas, y por la noche hay serenata en la plaza, así como la quema del tradicional castillo. El día 7 se pasean las imágenes de los Reyes en lanchas por la laguna de Cajititlán; esto con el objetivo de que las imágenes de los Reyes Magos bendigan la laguna para tener un buen temporal de pesca, tradición bastante arraigada que se conserva por los pobladores año con año.

Artesanías a base de Crin de Caballo, Cajititlán

Del pelo de la crin y de la cola de caballo se elaboran vistosos y originales llaveros, aretes, pulseras, anillos, cinturones, corbatines y toquillas para sombrero.

4.2. Estudio demográfico-social⁶³

El año de 1978 es una fecha crucial para Tlajomulco. En ese año se aprobó la declaratoria formal de la región y zona conurbada de Guadalajara, lo que significa un primer paso radical para la transformación de un pueblo y municipio tradicional que siempre había tenido un perfil asociado a su condición rural y natural predominante, pero que de pronto se ha convertido en el escenario principal del relevo demográfico de la urbe tapatía.

Desde finales de los años setenta, Tlajomulco ha experimentado un acelerado crecimiento poblacional y de su territorio urbano al grado que en 2016 registra un incremento de 217% en su superficie de urbanización (ver estudio de uso del suelo pp.). Esa profunda transformación de su territorio es el reflejo más evidente del nuevo contexto de desarrollo social y político que enfrenta el municipio. Desde los años ochenta, pero principalmente en los noventa y después de los dos mil, Tlajomulco ha experimentado las tasas de

⁶³ Estudio realizado por la antropóloga Ana Venegas Tena y el doctor Luis Gabriel Torres González.

cambio poblacional más altas de Jalisco y del país, así como una transición de su economía basada en la producción rural hacia diversas vocaciones: industrial, de servicios y una gran diversidad de actividades comerciales que han traído consigo una reorganización sectorial y una redistribución del sistema de localidades que responde a nuevos ciclos de actividades productivas. Por otra parte, ha derivado en una fuerte presión sobre los recursos naturales de los que dispone el territorio municipal.

En el cuadro de abajo se representa el comportamiento poblacional entre 1900 y 2010, en el mismo se muestra que hasta los años setenta, se mantenía un crecimiento poblacional que tardó 70 años en duplicarse. Posteriormente, en apenas tres décadas, se duplicó hasta cuatro veces. Asimismo, el comportamiento demográfico de la cabecera municipal siguió un patrón semejante, además que se incrementó el número de localidades que pasó de 58 en el año 1900 hasta 291 en 2010.

Tabla 71. Evolución de la población del municipio de Tlajomulco de Zúñiga, 1900-2010

Año	1900	1910	1921	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010
Población Total	16,261	16,677	14,944	16,137	15,634	18,608	26,207	35,145	50,697	68,428	123,619	416,626
Pob. Cabecera Mpal.	3,367	3,555	3,477	4,889	3,425	4,176	5,402	6,523	9,077	11,567	16,177	30,273
No. Localidades	58	60	34	34	35	39	43	42	154	197	236	291

Fuente: POEL Tlajomulco 2009 y datos del censo INEGI 2010

De los años noventa a la fecha, el municipio de Tlajomulco de Zúñiga se ha convertido en el de mayor crecimiento demográfico y urbano de la zona metropolitana de Guadalajara. En parte, ese crecimiento ha sido propiciado por el agotamiento del espacio para construcción y el encarecimiento de la vivienda en la ciudad de Guadalajara, pero además se ha relacionado con los nuevos modelos de vivienda centrados en la búsqueda de mayores márgenes de ganancia por parte de los desarrolladores inmobiliarios, quienes han visto en la compra de terrenos baratos (preferentemente de corte rural) una oportunidad de negocio para la construcción y venta de miles y miles de casas que en buena medida han sido subvencionadas por el crédito del Infonavit y Fovissste.

Derivado de ello, decenas de miles de habitantes se han migrado a vivir a Tlajomulco provenientes de los municipios colindantes y de otras zonas del estado de Jalisco. Los nuevos desarrollos inmobiliarios que obedecen a distintas lógicas se han convertido en dormitorios que buscan ofrecer vivienda a quienes tienen que trabajar en la zona metropolitana de Guadalajara.

Con el propósito de prever las necesidades de servicios, educación, salud, infraestructura, posibilidades productivas y mejores condiciones de vida, así como para entender los potenciales impactos a la ecología derivados de una excesiva explotación de los recursos naturales como el agua, la disminución de áreas verdes y una baja substancial en la producción de alimentos que son previsibles en el futuro inmediato del municipio de Tlajomulco, en este apartado se presentan los cálculos poblacionales para pronosticar el comportamiento demográfico y sus consecuencias para los próximos treinta años.

El dato inicial utilizado para el cómputo de la población de Tlajomulco fue proporcionado por la Coordinación de Participación Ciudadana y Construcción de Comunidad del Ayuntamiento de Tlajomulco de Zúñiga, a través de la dirección de censos y estadísticas.

Los datos fueron generados mediante una asignación porcentual de cuatro personas por casa en fraccionamientos de reciente construcción y de seis personas por vivienda en los hogares de las comunidades tradicionales. La cantidad de viviendas fue calculada con dos criterios: a partir de los registros otorgados en los permisos de construcción por la dirección de ordenamiento territorial del propio ayuntamiento, y el conteo que se hizo en la base de datos desarrollada por GEOMÁTICA del municipio que procedió a identificar el número de viviendas por colonia a partir de un seguimiento exhaustivo de las imágenes de alta resolución con que cuenta el municipio. Posteriormente se realizaron recorridos a pie por las localidades y fraccionamientos del municipio por parte del personal de la dirección de censos con fines de afinar la base de datos. Para cerrar los cálculos se hicieron ponderaciones y se realizó una simulación para precisar el porcentaje de viviendas desocupadas y/o vandalizadas.

La suma total de la población por fraccionamiento y localidad en 2016 a partir de los datos crudos de la Dirección de Ordenamiento Territorial es de 757,740. El dato se basa en los proyectos de fraccionamientos y autorizaciones de usos, trazos y destinos. Pero a ese dato se le impusieron dos filtros: el

número de viviendas identificadas como efectivamente ocupadas desde la base de datos de Geomática municipal y el recuento de las casas desocupadas y/o vandalizadas. Para precisar ese cálculo se siguió el criterio de ajustar el número de habitantes conforme los recorridos de campo lo permitieron precisar, lo que condujo a aplicar un ajuste de compensación de 20% que corresponde a un margen de error por datos que pudieran ser repetidos, ya que se detectó que existían viviendas de ocupación media, es decir, que no son habitadas algunos meses al año, además del hallazgo de que se habían contabilizado fraccionamientos que quedan fuera de los límites de Tlajomulco. Con esos ajustes el dato de la población total a 2016 se redujo a 606,192 habitantes. Pero para efectos de explicar de manera más específica, el caso de cada colonia, fraccionamiento o localidad se partió del primer cálculo de los datos crudos de la Dirección de Ordenamiento Territorial.

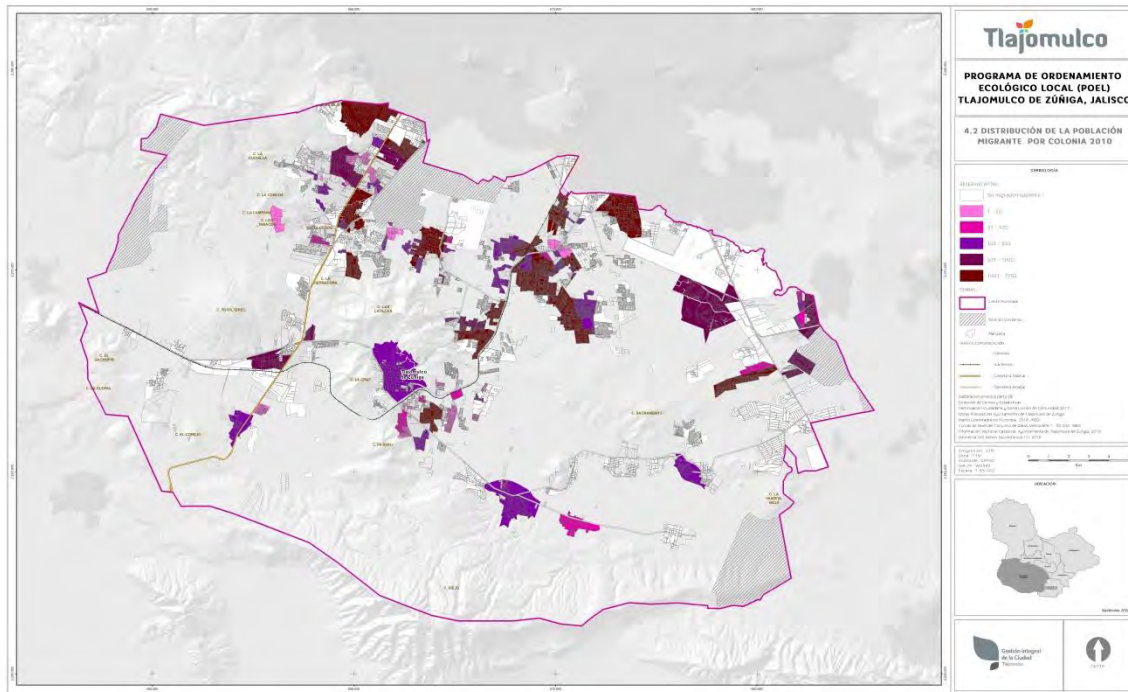
En el mapa de abajo se identifica la distribución de la población en las 6 zonas del municipio en el año de 2016. El mapa distingue los tamaños y densidades de los distintos fraccionamientos y poblados tradicionales partiendo de los de color amarillo de entre 100 y 1,000 habitantes hasta los naranja y rojos entre 1,000 y 30,000 habitantes, así como los de color café que van de 30,000 a 50,000 habitantes.

año, por sexo y edad, tasa global de fecundidad, tasa global de fecundidad por edad, razón por sexo al nacer (número de hombres nacidos por cada 100 mujeres), esperanza de vida, tabla de mortalidad y migración.

Para la proyección realizada en el caso de Tlajomulco se introdujo la información por fraccionamiento o localidad, de acuerdo con el conteo realizado por la dirección de censos y estadísticas de Tlajomulco, mientras que los datos que corresponden a las tasas de fecundidad y mortalidad se basaron en los porcentajes derivados de las estadísticas de INEGI y de CONAPO para los años 2010 y 2015. La realidad es que el dato de población derivado del conteo 2015 de INEGI en realidad es bajo y no reporta el fuerte crecimiento que ha experimentado el municipio en la última década.

Un dato a tomar en cuenta sobre las proyecciones realizadas para el POEL es que sólo se consideró el dato global de población a partir del censo 2010 que contabiliza la tasa de migración como dato en bruto que asciende a 64,772 habitantes provenientes de entidades diferentes a Tlajomulco. Este dato refleja que la migración representa un poco más de 10% de la población total. En el mapa de abajo se muestra como se ha distribuido en el territorio de Tlajomulco la población migrante hasta el año 2010. Hay una coincidencia del factor migración con las colonias más pobladas.

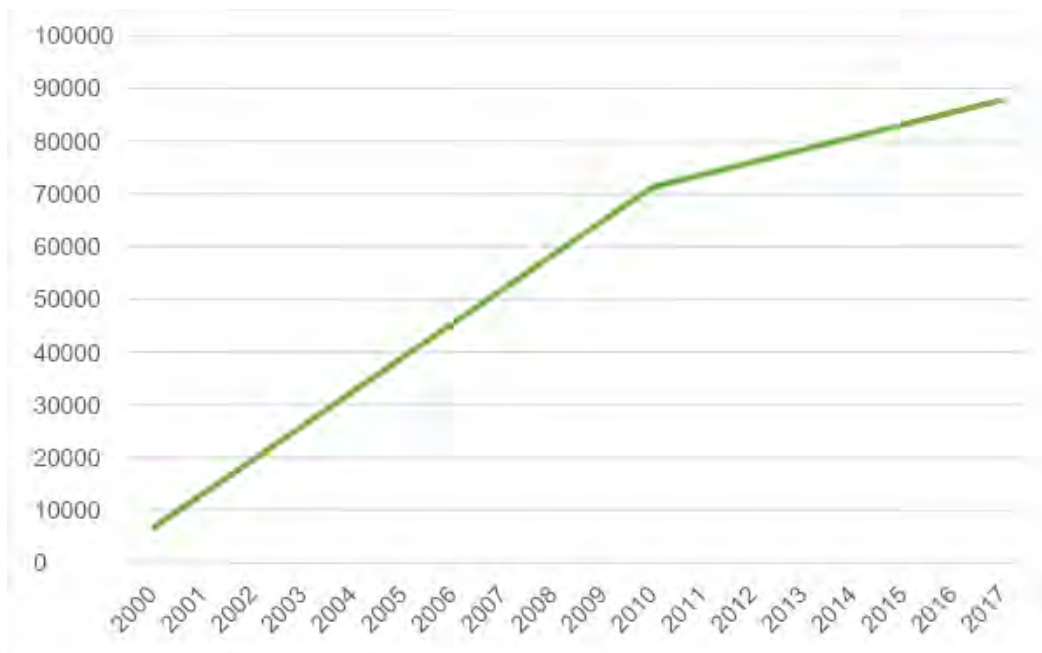
Figura 127. Distribución de la población migrante



Fuente: Elaboración Propia con datos del censo de INEGI 2010

Cabe señalar, que la estimación de la migración se deduce de la base de datos del censo de 2010 (ver figura 124). El dato es relevante y sirve para ajustar las estimaciones de población futura para el caso de los fraccionamientos nuevos que no están habitados en su totalidad o que cuentan con etapas aún en construcción. El cálculo de la Migración ayuda a prever las condiciones futuras del municipio. Pero cabe señalar que en la base de datos de INEGI existen localidades para las que no hay datos. Para prever esas diferencias agregamos al dato de migración de 2010 una proyección hacia el año de las nuevas colonias que no quedaron incluidas entre los datos de migración del censo 2010.

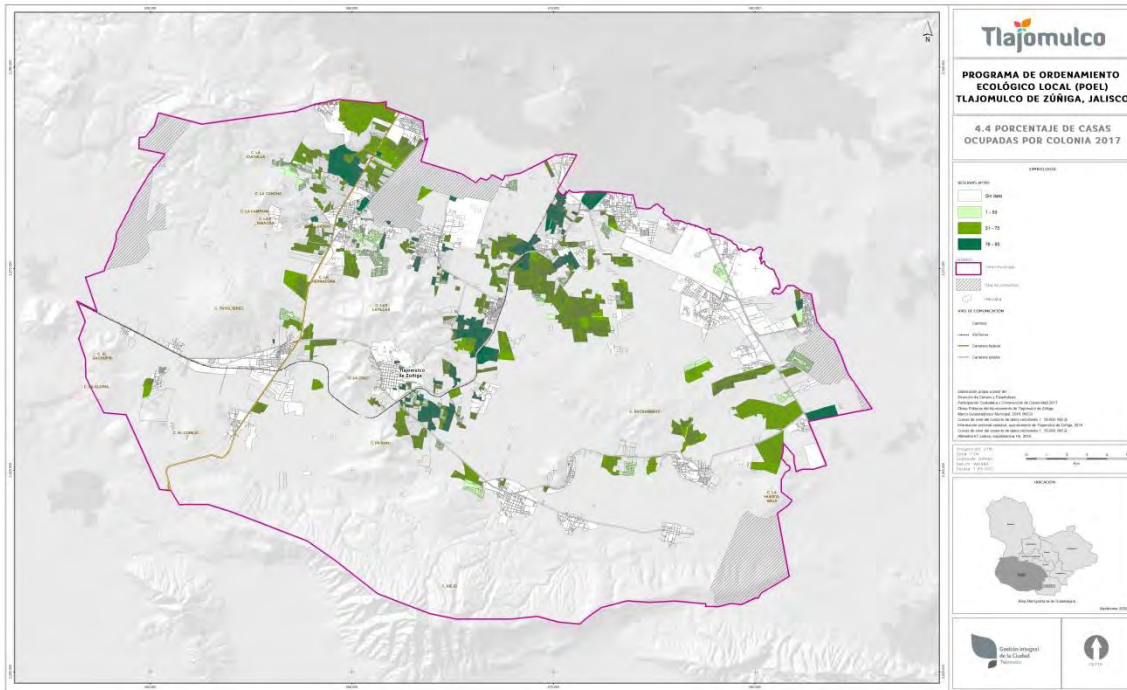
Figura 128. Migración, 2000-



Fuente: Elaboración propia a partir de Microdatos INEGI Censo 2010

Existen discrepancias entre los datos de población del INEGI y los generados por el municipio de Tlajomulco, así como respecto de las proyecciones generadas por CONAPO y las que realizamos con el programa Spectrum DemProj. Estas diferencias responden a los momentos en los que fueron hechos los conteos de población de INEGI y CONAPO que parten de la base de datos del censo 2010 que se usa para la estimación de CONAPO que se cierra en el año 2030. El punto clave de diferencia es el seguimiento más preciso de las condiciones de los nuevos fraccionamientos y los poblados tradicionales que cambiaron en menos de cinco años, cuestión que se pudo aclarar mediante el trabajo de campo y las verificaciones que sirvieron de base para el conteo propio del municipio. En el mapa de abajo se representa el grado de ocupación en las distintas zonas de Tlajomulco en las condiciones del .

Figura 129. Porcentaje de ocupación de viviendas por colonia



Fuente: Sistema de Información Geográfico POEL 2020

El mapa permite apreciar de otra forma las diferencias en la apreciación del comportamiento poblacional de Tlajomulco. El cuadro de abajo ofrece otro ángulo que incluye el resultado de la encuesta intercensal de 2015 del INEGI y las proyecciones de CONAPO al 2030, además de las estimaciones que hicimos con el apoyo del Spectrum DemProj, a partir de las cifras proporcionadas por el municipio.

Tabla 72. Datos de población y proyecciones al 2045

Fuente/Año	2020	2030	2040	2045
INEGI	558.156	592.242	679.302	766.958
CONAPO	555.527	601.122	683.952	-
MUNICIPIO	680,083	711,428	816,579	924,921

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, CONAPO y Dirección de Censos Municipio de Tlajomulco

Cabe señalar que las proyecciones a la alta y a la baja realizadas por el Programa de Ordenamiento Territorial Metropolitano (POTMET) del IMEPLAN (p. 331-332) aparte de que muestran que Tlajomulco es la entidad de mayor crecimiento poblacional del AMG, también son ostensiblemente bajas porque no aprecian de forma satisfactoria la dinámica reciente de crecimiento del municipio la cual podrá corroborarse en forma definitiva con los resultados del censo del 2020 (que probablemente estarán disponibles en 2021) y con el ejercicio sistematizado de los propios datos del municipio a lo largo de cinco años seguidos. En el cuadro de abajo se presentan las estimaciones que ofrece el POTMET a partir de los datos de CONAPO y las estimaciones propias del IMEPLAN con el método del World Urban Project de la ONU a las que se contraponen las realizadas como elaboración propia para el POEL Tlajo con el Spectrum Demproj de USAID.

Tabla 73. Estimaciones de Población de Tlajomulco al 2045

Fuente	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045
CONAPO	404,197	549,442	601,122	644,461	683,952	709,235	735,453	762,641
WUP (ONU)			596,811	623,933	664,885	694,914	725,464	747,841
TLajo Spectrum (USAID)		606,192	711,425	762,672	816,579	872,301	924,921	969,110

Fuente: Elaboración propia con datos del POTMET y Dirección de Censos de Participación Ciudadana del Municipio de Tlajomulco

Al cierre de edición del presente documento, la densidad poblacional de Tlajomulco de Zúñiga en el territorio con huella de ciudad es de 66 personas por hectárea. Para el año 2030, considerando las hectáreas de reservas urbanas aptas que se hayan desarrollado, será de 57.

La previsión para el año 2045 es de 68 habitantes por hectárea a nivel global de todo el municipio, en un escenario en el que se estima fundamentalmente la tasa de crecimiento generada a través de los índices de natalidad y mortalidad.

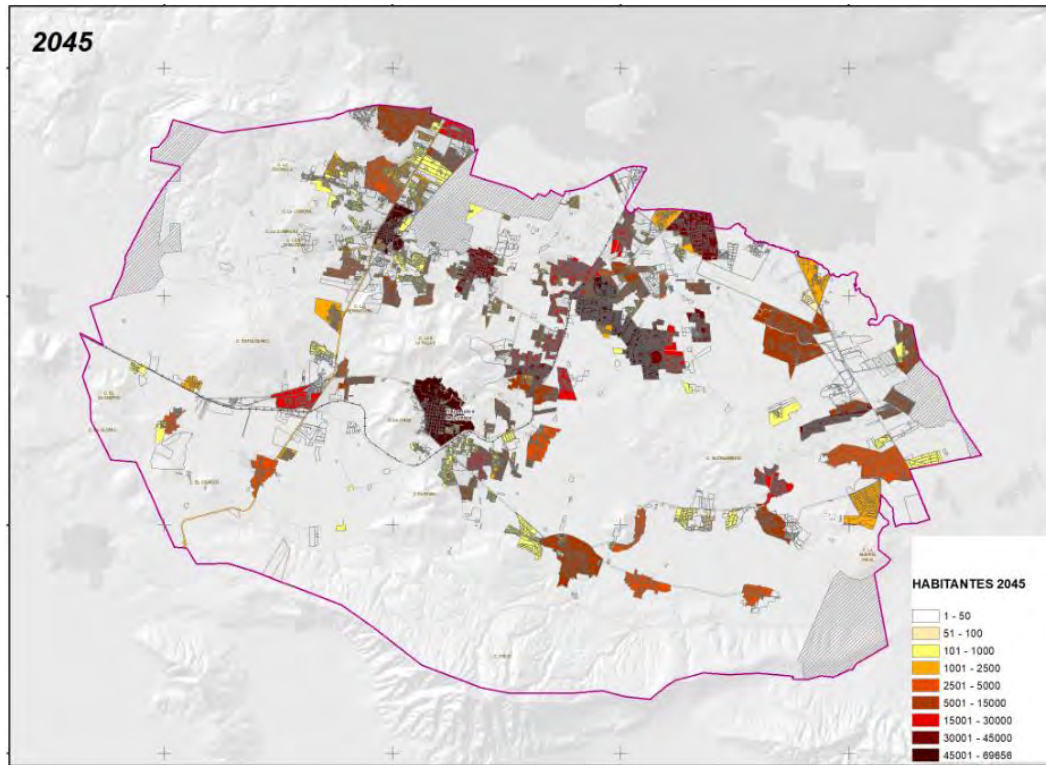
La ciudad de Guadalajara actualmente cuenta con una densidad de 98 habitantes por hectárea, las construcciones verticales que recientemente han ido en aumento potencializan el incremento de la densidad de población para los próximos años, sin embargo, es cada vez más frecuente que habitantes de Guadalajara encuentren viviendas más económicas fuera de esta ciudad, trasladándose así a municipios como Tlajomulco, donde la oferta de vivienda actualmente es muy amplia.

Sin embargo, el creciente número de fraccionamientos aumenta la condición de riesgo y provoca una mayor fragilidad ecológica de las áreas naturales de la región. En algunos casos la inversión económica de familias y constructores debido a que ignoran la vulnerabilidad del entorno geográfico y las condiciones climatológicas queda expuesta a condiciones de mayor vulnerabilidad que se agravan por las dificultades de transporte e inseguridad de los asentamientos construidos en áreas desconexas.

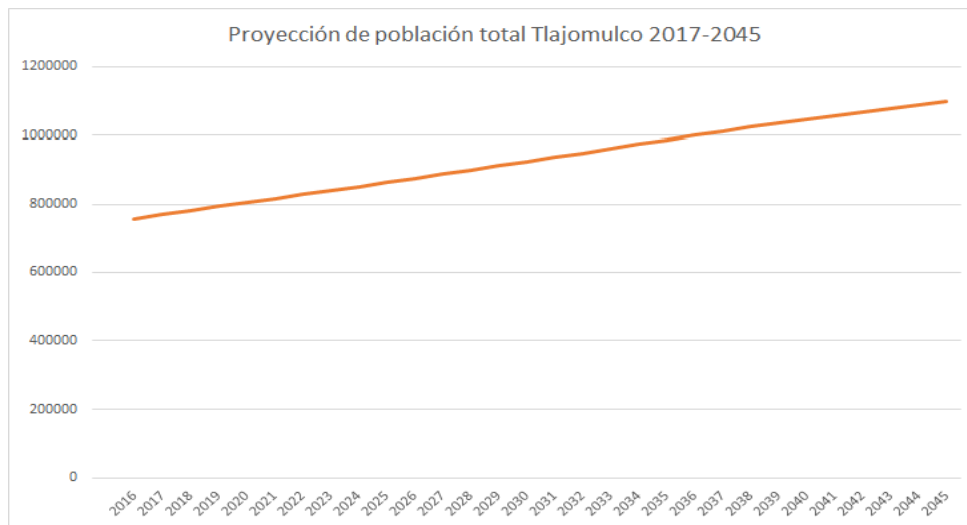
En el mapa de abajo se muestra una proyección a la baja del municipio hacia el 2045 y la manera como se va a ir profundizando la densificación de las áreas urbanizadas.

En ese sentido, sobresale la condición de la zona Concepción del Valle-Cerro del Gato, El Zapote- Aeropuerto, la zona San Agustín-La Primavera y la zona Tlajomulco-Latillas donde se concentran en la actualidad núcleos de población entre 45,000 y 70,000 habitantes que superan a toda la población municipal de antes del año 2000.

Figura 130. Distribución de Población al 2045



Fuente: Sistema de Información Geográfico POEL
Figura 131. Proyección alta de población municipal al 2045



Fuente: Elaboración propia con datos de la Dirección de Censos de Participación Ciudadana con base en el SpectrumDem Proj

Hay que resaltar el dato de que Tlajomulco de Zúñiga es el municipio que mayor crecimiento relativo ha tenido entre 1990 y 2015 al incrementar ocho veces su volumen de población lo que significa de forma global un aumento de 41.31% de su densidad de población.

Aunque la densidad de población se acrecentó en este municipio gracias a los extensos emplazamientos periurbanos de uso habitacional de interés social, lo cierto es que comparativamente con el resto de los municipios del AMG, su densidad poblacional sigue siendo relativamente baja. Sin embargo, hay que señalar que un crecimiento tan dinámico como el que se ha observado implica muchos retos para la administración municipal en el sentido de la prestación de servicios de calidad (educación, salud y transporte) y también de la obligación de preservar las condiciones de mejoramiento de la calidad de vida que implica prever agua suficiente y de calidad para un mayor número de habitantes, así como mantener áreas verdes para más habitantes que requieren al menos 10 m² de áreas verdes por habitante.

Por otra parte, un crecimiento tan acelerado rebasa las capacidades de gestión del gobierno municipal. En este sentido, puede ser muy engañoso creer que el crecimiento urbano y la densificación poblacional de Tlajomulco por ser bajas respecto a lo que sucede en otros municipios metropolitanos, no repercuten tanto en el territorio y en las condiciones de vida de sus pobladores. Si bien es cierto que la densidad promedio de Tlajomulco se sigue reportando con 50 habitantes por hectárea menos que la del municipio de Guadalajara que es de 107 hab/ha en 2015, sin embargo, los retos a considerar con un crecimiento territorial y poblacional tan dinámico que además incrementa su velocidad en tan sólo una década precisamente porque se junta con el otro factor relacionado de la dispersión territorial se convierte en dinamita que puede descarrilar el alto crecimiento urbano de Tlajomulco y condicionar sobremanera las posibilidades de incrementar la calidad de vida de la población (POTMET, 190).

4.3 Dinámica económica⁶⁵

A la par del crecimiento poblacional en el municipio se registra una transformación de las actividades económicas. Las actividades tradicionales como las del sector primario (agricultura, ganadería, pesca, forestal) entran en un proceso de recesión entre el 2004 y el 2014, al menos censalmente ya que la actividad si bien ha disminuido no ha desaparecido totalmente en el municipio. En el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (2016) parece repuntar esta actividad al haber un registro de siete unidades.

Es claro que la recuperación y crecimiento del sector primario dependerá mucho de la política que establezca el municipio, de la visión de los productores y la formación agropecuaria de las nuevas generaciones. Si bien no podrá alcanzar su expansión en el territorio por el peso que ha tenido la urbanización que se ha expandido por todas partes del municipio principalmente sobre tierras dedicadas a la producción agrícola, si podrá avanzar en su crecimiento con la utilización de nuevas formas de producción y la incorporación de avances tecnológicos. Existen otros sectores como el de la construcción que de no existir registros en el 2004 ya aparece con 17 unidades económicas en el año 2014 y con 51 en el 2016, lo cual es congruente con el desarrollo urbano y la construcción de más de 400 fraccionamientos en el territorio municipal.

La actividad con mayor crecimiento económico es la de servicios financieros y de seguros que alcanzó un porcentaje de crecimiento de 1,240% que se explica porque incluye las compañías de fianzas, seguros y pensiones que prestan una gama de servicios muy amplia. Al crecer la demanda en la población automáticamente se eleva este servicio para atender la creciente demanda. Esta misma situación ocurre con los servicios de apoyo a los negocios, educación e inmobiliario. Ahora bien, del 2014 al 2016 los servicios educativos tienen un notable incremento y un fenómeno de expansión a nivel municipal y por zonas.

Del mismo modo hay un ascenso en el crecimiento de la información de medios masivos lo cual es entendible porque hay una masificación del uso de medios electrónicos. En cada uno de los hogares, no solo se cuenta con los medios tradicionales como la televisión y radio, sino también todos o cuando menos un miembro de cada familia cuenta con el teléfono celular y tiene acceso

⁶⁵ Estudio realizado por la doctora Ofelia Pérez Peña.

al uso de las redes sociales y sistemas de cómputo. Como se aprecia por las tendencias observadas en el crecimiento de las unidades, el comportamiento de la actividad económica va muy paralelo al proceso de la expansión urbana y a la conurbación en la gran metrópoli.

Tabla 74. Comportamiento de unidades económicas del sector primario

Actividad económica	Unidades económicas 2004	Unidades económicas 2014	Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas 2016
Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza (sólo pesca, acuicultura y servicios relacionados con las actividades agropecuarias y forestales).	5	0	7
Construcción	0	17	51

Fuente: Inegi Censos Económico 2004, 2014, Denu,

Tabla 75. Comportamiento histórico de las Unidades Económicas

Actividad Económica	Unidades económicas 2004	Unidades económicas 2014	Porcentaje de crecimiento 2004-2014	Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas 2016	Porcentaje de crecimiento 2014-2016
Total municipal 2004	3,639	11,059	203.9	13542	22.45
Industrias manufactureras	601	1,015	68.89	1142	12.51
Comercio al por mayor	85	260	205.88	320	23.08
Comercio al por menor	1,861	5,718	207.25	6458	12.94
Transportes, correos y almacenamiento	54	82	51.85	137	67.07

Actividad Económica	Unidades económicas 2004	Unidades económicas 2014	Porcentaje de crecimiento 2004-2014	Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas 2016	Porcentaje de crecimiento 2014-2016
Información en medios masivos	7	16	128.57	41	156.25
Servicios financieros y de seguros	5	67	1240	133	98.51
Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	44	180	309.09	207	15
Servicios profesionales, científicos y técnicos	37	92	148.65	106	15.22
Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	32	275	759.38	327	18.91
Servicios educativos	23	109	373.91	455	317.43
Servicios de salud y de asistencia social	72	282	291.67	360	27.66
Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	70	131	87.14	180	37.4
Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	327	1,375	320.49	1594	15.93
Otros servicios excepto	412	1,434	248.06	1775	23.78

Actividad Económica	Unidades económicas 2004	Unidades económicas 2014	Porcentaje de crecimiento 2004-2014	Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas 2016	Porcentaje de crecimiento 2014-2016
actividades gubernamentales					

Fuente: INEGI Censos Económico 2004, 2014, Denue,

Respecto al personal ocupado y su remuneración, se observa que la unidad económica más castigada es la del sector primario (ver cuadro abajo) ya que se desarrolla la actividad a través de las unidades familiares las cuales no son remuneradas en su trabajo de manera formal.

Esta situación resulta menos atractiva para las nuevas generaciones, las cuales han roto con la tradición de continuidad de las actividades de los padres y prefieren buscar empleo en las ciudades. De ahí que resulte más fácil para los propietarios de la tierra la venta de sus propiedades lo que a fin de cuentas redundará en mayores posibilidades de expansión urbana. En cambio, en las actividades como la de la construcción 91% recibe una remuneración.

Tabla 76. Personal ocupado y remunerado en el sector primario y de la construcción

Actividad económica	Personal ocupado total	Personal dependiente de la razón social total	Personal remunerado total	Propietarios, familiares y otros trabajadores no remunerados total
Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza (sólo pesca, acuicultura y servicios relacionados con las actividades agropecuarias y forestales)	138	138	0	138
Construcción	762	703	691	12

Fuente: Elaboración propia con datos de Inegi Censos Económico 2004, 2014

El crecimiento del empleo en el municipio no es equivalente al aumento de la población. El personal ocupado total aumentó solo en 96.20% (38,078 personas) mientras que los servicios educativos se incrementaron 701.73%.

La población en 2005 era de 220,630, mientras que para 2015 alcanzaría la cifra de 542,442 según el INEGI. Por lo que tiene un aumento de un 146 % (321,812 personas).

En ese período únicamente 12% encontró trabajo en el municipio, aunque esta cifra aumenta un poco al reducir la población que tiene edad para trabajar.

Los datos anteriores corroboran el hecho de que los nuevos fraccionamientos se han convertido en ciudades dormitorio, ya que la nueva población vecindada tiene que salir a laborar fuera del municipio, en muchos casos dejando solos a los hijos durante todo el día.

En términos del personal que trabaja en las unidades económicas y que recibe o no una remuneración, en la mayoría de las actividades se observa un número importante de personas que trabajan sin tener una forma contractual fija y periódica.

Lo anterior significa que laboran sin un acuerdo monetario por el trabajo realizado y que se cubre bajo las Fig.s de capacitación o entrenamiento para efectuar una actividad económica, becarios por el sistema nacional de empleos, personal que recibe exclusivamente propinas, familiares y trabajadores voluntario, o bien, se está dando un fenómeno de autoempleo y ello es entendible dado que las empresas ya no contratan personas de más de 40 años.

Las unidades económicas con porcentajes altos de trabajo sin remuneración son: salud y asistencia (66.56%), servicios profesionales (63.74%), comercio al por menor (54.26%), en contraposición con menor personal sin remuneración son los sectores agrupados por el principio de confidencialidad (1.70%), apoyo a los negocios (1.76%) y manufacturas (3.40%).

Tabla 76. Personal ocupado y remunerado en las unidades económicas

Actividad Económica	Personal ocupado total 2004	Personal dependiente de la razón social total 2004	Personal remunerado total 2004	Propietarios, familiares y otros trabajadores no remunerados total 2004	Personal ocupado total 2014	Personal dependiente de la razón social total 2014	Personal remunerado total 2014	Propietarios, familiares y otros trabajadores no remunerados total 2014	Porcentaje de crecimiento de personal ocupado 2004-2014
Industrias manufactureras	25846	15202	14322	880	36632	22846	21473	1373	41.73
Comercio al por mayor	1359	810	715	95	4064	3068	2851	217	199.04
Comercio al por menor	5128	5050	2266	2784	17488	13661	5400	8261	241.03
Transportes, correos y almacenamiento	1389	844	759	85	2696	1939	1893	46	94.1
Información en medios masivos	68	68	65	3	235	192	185	7	245.59
Servicios financieros y de seguros	52	50	44	6	258	245	225	20	396.15
Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	171	167	81	86	765	662	481	181	347.37
Servicios profesionales, científicos y técnicos	91	91	33	58	500	311	179	132	449.45
Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	1819	1608	1576	32	2105	1678	1320	358	15.72
Servicios educativos	231	222	196	26	1852	1717	1607	110	701.73
Servicios de salud y de asistencia social	314	314	105	209	921	889	479	410	193.31
Servicios de esparcimiento culturales y deportivos y otros servicios recreativos	318	317	228	89	854	764	590	174	168.55
Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	1461	1349	848	501	5540	4798	2544	2254	279.19
Otros servicios excepto actividades gubernamentales	1022	802	291	511	2617	2525	762	1763	156.07
SC Sectores agrupados por el principio de confidencialidad	176	176	173	3	372	372	291	81	111.36
Total municipal	39583	27208	21702	5506	77661	56370	40971	15399	96.2

Fuente: Elaboración propia con datos Inegi Censos Económico 2004, 2014

La producción bruta total más baja de todas las actividades productivas es la del sector primario, no obstante, el valor de su producción alcanza una suma importante de 1,411 millones de pesos en el 2004. El sector de la construcción aun cuando está en auge tiene una aportación bruta que solo alcanza el 1.10% del total en el 2014.

Tabla 77. Comparación entre producción bruta del sector primario y el de la construcción

Actividad económica	Producción bruta total (millones de pesos) 2004	Porcentaje respecto al total de unidades económicas
Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza (sólo pesca, acuicultura y servicios relacionados con las actividades agropecuarias y forestales) (2004)	1.411	0.01
Construcción (2014)	433.638	1.10

Fuente: Elaboración propia con datos Inegi Censos Económico 2004, 2014

Las actividades que más destacan a nivel municipal en la producción bruta total son las industrias manufactureras, que producen más de 75% del total municipal, y si bien éstas han tenido un incremento en 2014, su porcentaje de crecimiento es mayor en 2004. El comercio al por menor se convierte en la segunda actividad más relevante en 2014 con 7.44%

La tercera actividad, es el comercio al por mayor con 4.56%. La cuarta actividad con mayor aportación es la de transportes correos y almacenamiento con 3.81% del total. Se observa que las actividades que tuvieron un alto porcentaje en personas sin remunerar tienen un alto crecimiento en la producción bruta total, más su aportación es baja.

Tabla 78. Producción bruta total de las unidades económicas 2004-2014

Actividad Económica	Producción bruta total (millones de pesos) (2004)	Porcentaje de PB respecto al total de unidades (2004)	Producción bruta total (millones de pesos) (2014)	Porcentaje de PB respecto al total de unidades (2014)	Porcentaje de crecimiento del PB 2004-2014
Industrias manufactureras	19198.695	86.02	29675.78	75.12	54.57
Comercio al por mayor	855.535	3.83	1802.69	4.56	110.71
Comercio al por menor	453.778	2.03	2940.76	7.44	548.06
Transportes, correos y almacenamiento	676.73	3.03	1504.82	3.81	122.37
Información en medios masivos	14.837	0.07	189.16	0.48	1174.93
Servicios financieros y de seguros	9.033	0.04	114.35	0.29	1165.9
Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	86.512	0.39	213.04	0.54	146.25
Servicios profesionales, científicos y técnicos	14.924	0.07	60.53	0.15	305.6
Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	495.93	2.22	686.18	1.74	38.36
Servicios educativos	26.314	0.12	290.33	0.73	1003.33

Actividad Económica	Producción bruta total (millones de pesos) (2004)	Porcentaje de PB respecto al total de unidades (2004)	Producción bruta total (millones de pesos) (2014)	Porcentaje de PB respecto al total de unidades (2014)	Porcentaje de crecimiento del PB 2004-2014
Servicios de salud y de asistencia social	11.112	0.05	101.34	0.26	811.94
Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	52.181	0.23	163.29	0.41	212.93
Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	238.815	1.07	984.19	2.49	312.11
Otros servicios excepto actividades gubernamentales	175.977	0.79	258.07	0.65	46.65
Sectores agrupados por el principio de confidencialidad	7.312	0.03	88.62	0.22	1111.95
Total municipal	22319.096	100	39506.78	100	77.01

Fuente: Elaboración propia con datos Inegi Censos Económico 2004, 2014

En este análisis se observa que el sector primario es el que está en mayor riesgo de ser desplazado por otras actividades económicas en el municipio. Esto pone en riesgo la seguridad alimentaria de la población y abre la posibilidad de entrar en una fase de inseguridad, especulación y acaparamiento alimentario, lo que afectaría el grado de nutrición y el acceso a los alimentos de las familias que tradicionalmente dependían de los alimentos producidos localmente.

La producción alimentaria es una de las actividades estratégicas en el desarrollo del municipio. Se hace así necesario promover acciones urgentes para restablecer y elevar la producción agropecuaria y pesquera lo cual tendrá más posibilidades de desarrollarse si va apoyada del acceso al crédito suficiente y de calidad, asesoría técnica, facilidades de comercialización y la seguridad para evitar robos de la producción.

Por otra parte, siendo la industria manufacturera la que mayor aporta en personal ocupado remunerado hay que tener presente que su posibilidad de crecimiento y expansión depende mucho de la dinámica del comercio exterior. Lo que habrá que analizar además del empleo que otros beneficios deja al municipio porque si bien es el más elevado en producción bruta total, cabe preguntar cuánto del capital que genera la producción bruta se queda en el municipio o si se convierte en capital “golondrina”.

El ascenso del comercio al por menor, si bien es una opción productiva que está proliferando en el municipio, tiene el problema de que es un sector muy endeble con ciclos cortos de duración porque las grandes cadenas generan un cierre de circuito al aparato productivo de distribución y consumo. En este caso algunas de las opciones que permitan alargar el ciclo económico de los pequeños comercios se dará por la conjunción de iniciativas y la promoción del consumo local desde una perspectiva ética y sustentable.

4.4. Educación

La educación se valora principalmente en procesos de gestión socioambiental a través de tres indicadores principales: el analfabetismo, el grado de escolaridad y la capacidad de cobertura instalada en planteles y personal docente que atiende a la población escolar.

Estos tres parámetros revelan, por un lado, la eficiencia en la atención de la demanda de servicios educativos que, para el caso de Tlajomulco, ha sido incremental debido a las condiciones de alta urbanización que imperan desde hace una década.

El segundo punto que revelan estos indicadores es la eficacia, que se traduce en el número de grados escolares en los que una población se coloca y por lo tanto una serie de herramientas cognitivas y de habilidad, para desarrollar distintos ámbitos de la vida cotidiana, laboral y profesional.

Finalmente, la cobertura en términos de capacidad instalada de atención da una muestra de cómo el estado mira la demanda en función de los servicios que alcanza a otorgar y con ello la prioridad que dedica a la educación como parte de desarrollo integral y sustentable de una sociedad.

Analfabetismo

El abatimiento del analfabetismo sigue siendo una de las principales tareas que la gestión gubernamental de cualquier población asume entre sus principales tareas e indicadores de desarrollo, y forman parte de los parámetros para determinar el rezago social a nivel de estadísticas nacionales. El panorama educativo nacional muestra que el 92.4% de personas mayores de 15 años y más son alfabetas según datos del INEGI del 2010 y que el porcentaje de analfabetas es del 6.88%. En una línea de tiempo comparativa, lo estimado para el año 2005, reporta 8.35% de analfabetas. A nivel nacional el indicador se mueve a la baja.

A nivel estatal, el INEGI publica que para el año 2000 el porcentaje de analfabetas mayores de 15 años era de 6.50%, para el año 2005 fue de 5.60%, mientras que para el 2010, el porcentaje fue de 4.36%

La evolución del mismo indicador, en el nivel municipal, arroja los siguientes datos. En 2010 el INEGI reporta 6 mil 573 personas analfabetas y para el Censo de Población y Vivienda 2005, la cifra fue de 17, 063. En cinco años la disminución de analfabetas corresponde a un 61.68%, con 10,526 personas que fueron atendidas en este rezago.

La siguiente tabla muestra qué Tlajomulco de Zúñiga se ubica en el quinto lugar en cuanto a números netos de analfabetas, por debajo de Tonalá en el AMG. Sin embargo, en términos relativos, expresado en porcentaje, queda por debajo de El Salto en el año 2010, con 61% en la disminución de población analfabeta, en relación al año 2005. Los primeros lugares de disminución los siguen ocupando el municipio de Guadalajara, Zapopan y Tlaquepaque y Tonalá, conjuntamente.

Tabla 79. Analfabetismo en municipios del AMG

Municipio	No sabe leer ni escribir /2005	Analfabetas/2010	Disminución %
El Salto	10,190	3,829	62
Guadalajara	74,257	23,365	69
Ixtlahuacán de los Membrillos	1,920	932	51
Juanacatlán	1,046	419	60
Tlajomulco de Zúñiga	17,063	6,573	61
Tlaquepaque	38,594	14,076	64
Tonalá	29,847	10,710	64
Zapopan	61,411	20,194	67

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI. Censo de población y vivienda 2010 y II Conteo de Población 2005

Tomando exclusivamente al municipio de Tlajomulco, el porcentaje de analfabetas revela una evolución irregular en un comparativo entre los años 2005, 2010 y 2015. Del año 2005 al 2010 presenta una disminución significativa de más de un punto porcentual sin embargo en 2015 vuelve a aumentar, y pasa de 1.57% a 2% como lo expone la tabla abajo situada.

En comparación con otros municipios del Área Metropolitana de Guadalajara, el comportamiento del indicador para el año 2015, coloca a Tlajomulco de Zúñiga en un segundo lugar en porcentaje de población analfabeta, por debajo del municipio de Guadalajara, sin embargo, la lectura del indicador en un línea de tiempo para el propio municipio da cuenta de la fluctuación en el porcentaje de que para el año 2005 fue de 2.77%, luego una disminución considerable en 2010 con 1.57%, mientras que para el año 2015, subió al 2%. (ver tabla abajo).

Tabla 80. Analfabetismo al 2015 en AMG.

Porcentaje de población analfabeta en municipios del Área Metropolitana de Guadalajara, 15 años y más

Municipio	% Población analfabeta 2005	% Población analfabeta 2010	% Población analfabeta 2015
El Salto	3.77	2.77	2.96
Guadalajara	1.81	1.56	1.72
Ixtlahuacán de los Membrillos	3.88	2.26	2.28
Juanacatlán	4.36	3.16	2.84
Tlajomulco de Zúñiga	2.77	1.57	2.00
Tlaquepaque	2.79	2.31	3.22
Tonalá	2.80	2.23	2.60
Zapopan	2.00	1.62	2.04

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI. II Censo de Población 2005, Censo de población y vivienda 2010 y Encuesta Intercensal 2015

El analfabetismo es un indicador relevante para evidenciar el desarrollo y bienestar en las sociedades, sobre todo como barrera a vencer que dota a las personas de capacidades para transitar de un estado de rezago y marginación a uno de mayor dinamismo hacia una movilidad social efectiva; resulta interesante verificar que en este tema el municipio se ha mantenido muy por debajo del promedio estatal, como se puede ver en la tabla siguiente.

Tabla 81. Porcentaje de analfabetas en el estado y en Tlajomulco de Zúñiga

Entidad-Municipio /Año	Jalisco	Tlajomulco
2005	5.6	2.77
2010	4.36	1.57
2015	3.52	2

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI. II Censo de Población 2005, Censo de población y vivienda 2010 y Encuesta Intercensal 2015

Lo anterior puede estar influido por los recursos destinados al rubro; los datos disponibles muestran que en año 2010 el presupuesto dedicado al tema educativo fue de \$15'599,994.98 y para el año 2015, este aumentó poco más del doble con \$37'492,994.83.⁶⁶

Grado de escolaridad.

Un segundo indicador significativo, es el grado promedio escolar, que revela el número de años cursados en un sistema escolar y, por ende, cierto nivel de competencias que puede desarrollar la población que recibe servicios educativos, tanto formativos escolares como competencias para la vida, en el caso de educación para el trabajo. (Ver Tabla 82).

El municipio presenta una evolución consistente en el tiempo; es notable el aumento en el promedio de escolaridad y cómo este grado supera el promedio estatal, mostrado en la tabla colocada abajo. El último dato da cuenta de que, en ambos casos, la escolaridad promedio llega hasta los primeros niveles de la educación secundaria, contemplando los tres años de preescolar más los seis años de educación primaria y que el dato refleja que el probable que los índices de deserción/abandono escolar, se correlacionen con el primer grado de estudios secundarios.

⁶⁶ Gobierno Municipal de Tlajomulco de Zúñiga. (2010). Presupuesto anual. Tlajomulco de Zúñiga, México: Gobierno Municipal de Tlajomulco de Zúñiga. Recuperado de: www.tlajomulco.gob.mx/transparencia/articulo-8/Presupuesto

Tabla 82. Promedio de escolaridad en población de 15 años y más Estatal y Municipal

Entidad/ Municipio	Grado promedio de escolaridad 2015	Grado promedio de escolaridad 2010	Grado promedio de escolaridad 2005
Jalisco	9.25	8.80	8.20
Tlajomulco de Zúñiga	9.60	9.05	8.28

Fuente: Elaboración propia con datos del II Censo de Población y Vivienda 2005, Censo de Población y Vivienda 2010 y la Encuesta Intercensal 2015

En relación a los municipios del Área Metropolitana de Guadalajara (Tabla 83), es notorio que en este indicador el municipio sube al tercer lugar después de Zapopan y Guadalajara en el año 2010. Para el primer municipio el promedio es de 10.38 y el siguiente es de 9.99; Tlajomulco de Zúñiga promedia 9.05 años de escolaridad. Para el año 2015, los datos muestran que el municipio mantiene el tercer lugar entre los municipios del Área Metropolitana de Guadalajara, esta vez con un promedio de 9.60 años escolares entre la población.

Es destacable que en solo cinco años se dio un salto en el promedio desde la educación primaria a la educación secundaria, en consonancia con lo mencionado tanto en el aumento de recursos financieros, como en el de planteles y docentes, que se organiza en una tabla posterior.

Tabla 83. Promedio de escolaridad en población de 15 años y más en municipios del Área Metropolitana de Guadalajara

Municipio	Grado promedio de escolaridad, 2010	Grado promedio de escolaridad, 2015
El Salto	7.96	8.52
Guadalajara	9.99	10.35
Ixtlahuacán de los Membrillos	8.18	8.63
Juanacatlán	8.26	8.91
Tlajomulco de Zúñiga	9.05	9.60
Tlaquepaque	8.87	9.24

Tonalá	8.52	9.13
Zapopan	10.38	10.74

Fuente: Elaboración propia con datos del Censo de Población y Vivienda 2010 y la Encuesta Intercensal 2015

Planteles escolares y personal docentes

Para la cobertura de la demanda educativa de la población siempre se considera la creación y/o adaptación de la infraestructura educativa; esta se desarrolla en función del número de personas a atender y la capacidad de contar con docentes en el área de atención.

En Tlajomulco, la demanda de planteles aumentó drásticamente en 10 años por el incremento poblacional debido a la expansión urbana y de vivienda. Este fenómeno está muy bien documentado en los estudios que atañen a la creación de ciudades sustentables y la crítica a la expansión inmobiliaria, sobre todo en Latinoamérica. En este sentido los servicios educativos y los logros educativos, son áreas del desarrollo integral y sustentable, que sufren los primeros impactos de políticas erróneas

En el año 2011 se registraban en Tlajomulco la cantidad de 429 escuelas que brindaron cobertura en educación básica y media superior y se contabilizaron 6,047 docentes; lo anterior para el ciclo escolar 2013-2014 según los datos trabajados por el Instituto de Información Estadística y Geográfica de Jalisco (IIEGJ) y las estadísticas del propio Sistema Nacional de Información de Escuelas (SNIE).

Para el ciclo escolar 2015-2016, Tlajomulco de Zúñiga cuenta con 555 escuelas de las que 521 cubren educación básica junto con 5271 docentes que brindan servicios en educación preescolar, primaria y secundaria en todas sus modalidades.

Sumado a lo anterior, existen en el municipio 934 docentes de educación media superior distribuidos en 26 planteles que brindan servicios de bachillerato general, tecnológico o de nivel profesional técnico; para el caso de nivel superior existen 6 planteles que son atendidos por un total de 589 docentes.

Tabla 84. Docentes y planteles por nivel educativo, 2016

Nivel	Docentes	Escuelas ⁶⁷	Alumnos
Preescolar	982	212	26,662
Primaria	2,269	213	81,070
Secundaria	2,020	98	35,399
Educación Media Superior	934	26	9,226
Educación Superior	589	6	4,174
Totales	7,006	558	169,574

Fuente: Elaboración propia con datos del Sistema Nacional de Información de Escuelas

El mayor número de alumnos se encuentran en primaria y secundaria, que tienen 81,070 y 35,399 respectivamente; para preescolar hay 26,662 alumnos. En conjunto, suman 143, 131 personas que reciben educación básica en el municipio.

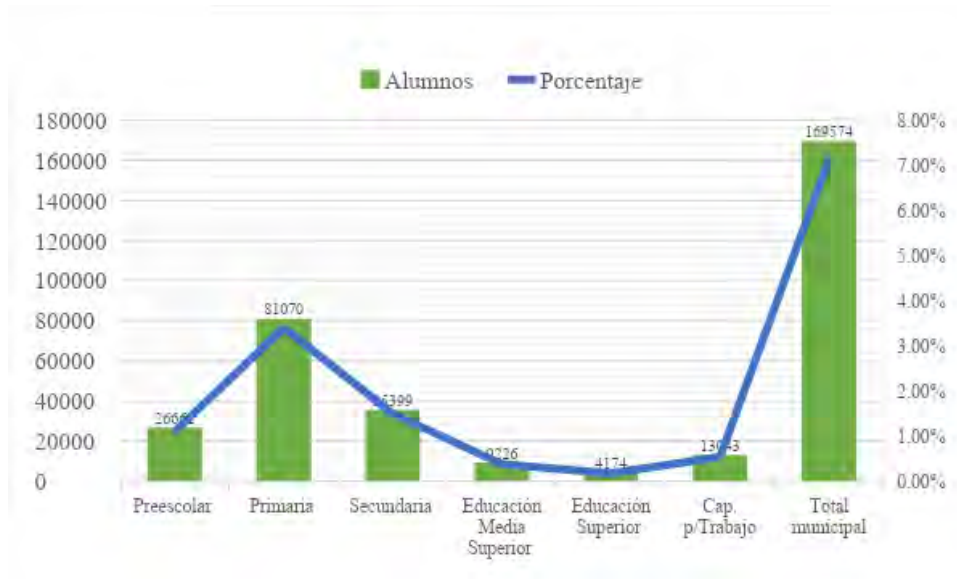
Los niveles y modalidades que le siguen en número de alumnos son el de Capacitación para el trabajo con 13,043 alumnos, Educación Media Superior que engloba el bachillerato en todas sus modalidades con 9226 personas que cursaron y finalmente, el nivel de Educación superior con 4,174 alumnos.

En la siguiente tabla organiza la información referida, extraída del Sistema Nacional de Información de Escuelas (SNIE) de la Secretaría de Educación Pública.

Los datos anteriores cobran un sentido más claro si se toma en cuenta que la población escolar total del estado de Jalisco es de 2'373, 766 personas; las proporciones que aporta Tlajomulco de Zúñiga a la población estudiantil estatal se muestran en la gráfica de abajo.

⁶⁷ El número de escuelas se toma por la CLAVE con la que la SEJ designa a los servicios educativos por nivel y modalidad que, pueden compartir un mismo plantel, en el caso de escuelas de turno matutino y vespertino sobre todo en primaria y secundaria.

Figura 132. Porcentaje de alumnos por nivel en relación al total estatal



Fuente: Elaboración propia con datos del Sistema Nacional de Información de Escuelas

4.5. Servicios de salud

Afiliación, infraestructura y uso

Una de las condiciones indispensables para el bienestar local está determinado por el acceso que la población tiene a los servicios de salud. En el municipio el acceso a dichos servicios ha ido en incremento en los últimos 10 años.

Los últimos datos recabados en la Encuesta Intercensal 2015 por el INEGI, muestran que el 80.80% de la población en el municipio tiene alguna afiliación a servicios de salud y la mayoría de ese porcentaje está concentrado principalmente en dos proveedores: el IMSS con 67.27% y el Seguro Popular con 25.36%.

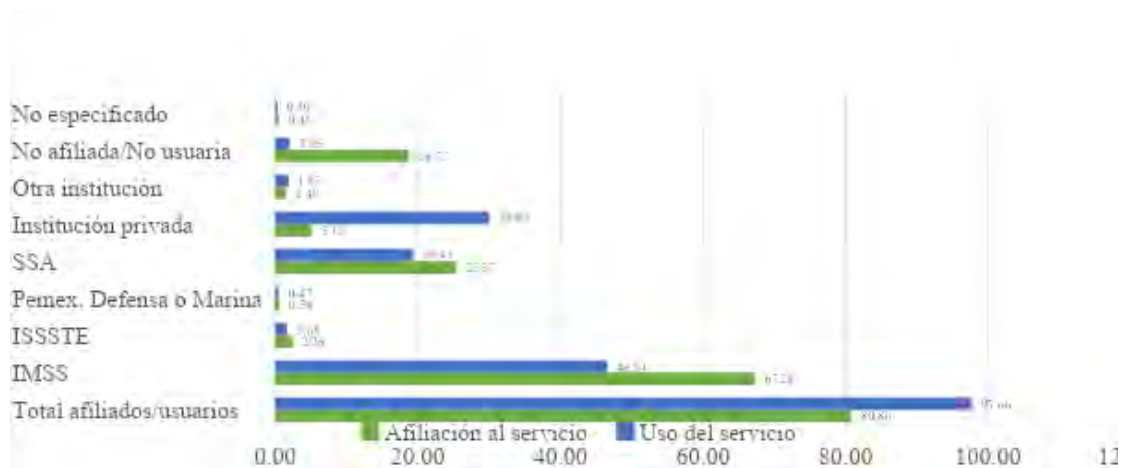
El resto del porcentaje total estimado se afilia a cinco proveedores; el primero y con mayor porcentaje es Servicios Privados con 5.13%, le sigue el ISSSTE con el 2.38% de afiliación, Otras instituciones (públicas o privadas) tiene el 1.48% y finalmente, PEMEX, SEDENA y Secretaría de Marina, que concentran entre las tres, el 0.59% de la filiación.

Un asunto importante en torno al acceso a los servicios de salud está relacionado con dos parámetros importantes: la afiliación existente y la condición de uso de dichos servicios. Al contrastarlos se puede obtener información sobre la dinámica que se desarrolla en el acceso a los servicios de salud que genera interrogantes para su mejora en términos de políticas públicas.

La afiliación a la salud no implica que se cubra toda la demanda existente y que garantice su eficacia, como lo determina la Organización Mundial de la Salud (2000), sin embargo, es importante reflexionar la posibilidad de relaciones existentes entre la afiliación y la cantidad de usuarios.

En la siguiente Fig., es notorio que hay más demanda de servicios-referida al uso de los mismos, que personas con registro formal. Destacan los datos de instituciones privadas en las que el porcentaje de usuarios es del 30.02% en relación al 5.13% de personas afiliadas.

Figura 133. Afiliación y uso de los servicios de salud



Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI 2016 y Encuesta Intercensal 2015

En el mismo caso, pero con una proporción mucho menor, están otras instituciones, en donde el porcentaje de uso es de 1.87% y el de afiliación es de 1.49%.

En donde funciona a la inversa, el porcentaje de usuarios es menor a la afiliación, es en los servicios prestados por el Estado; Secretaría de Salud y Asistencia, ISSSTE, IMSS y los servicios asociados al ejército y marina.

Se puede destacar en el planteo del uso de servicios y de la afiliación, la evolución en el número de personas con derechohabiencia a servicios de salud; los datos muestran que las personas sin derechohabiencia van a la baja desde 2005 y al alza, para los distintos proveedores de servicios de salud desde el estado. La tabla abajo situada, condensa la información con las cantidades de derechohabientes por servicio de salud estatal.

De 2005 a 2010 tabla 85, el incremento en derechohabiencia fue de 59.24%, mientras que de 2010 a 2015, de 38.48%. Los incrementos más significativos se dan en los servicios otorgados por el Seguro Popular que, de 2005 a 2010 creció en 91.28% y del 2010 a 2015 73.21%.

El dato de 91.28% responde a la creación en el año 2006, del seguro médico para una nueva generación, cuya pretensión era atender a los nacidos después del 2006 y a sus familias, siempre y cuando no tuvieran afiliación a servicios de salud pública.

El incremento en el segundo dato forma parte de la evolución que ha tenido el municipio en términos de crecimiento urbano y poblacional. Es justo ese periodo donde la expansión tiene un perfil de vivienda de interés social, habitada por usuarios de los servicios del seguro popular, mayormente.

Tabla 85. Evolución de la derechohabiencia en la población del municipio

Año	Población sin derechohabiencia a servicios de salud	Población DH* a servicios de salud	Población DH* del IMSS	Población DH* del ISSSTE e ISSSTE estatal	Población DH* del Seguro Popular y/o Seguro Médico para una Nueva Generación
2005	88132	111304	101602	3085	2628
2010	130307	273125	226384	7255	30168
2015	103006	443,968	298694	10582	112614

Fuente: Elaboración propia con datos del Sistema de consulta interactiva sociodemográfica del IIEG Jalisco *DH: Derechohabiente

Para los derechohabientes de servicios como el IMSS, el cambio de 2005 al 2010 es el más evidente, ya que creció en 55.11% mientras que para el periodo 2010 al 2015 creció solo 24.2%. Para el caso del ISSSTE el incremento es similar; del 2005 al 2010 el crecimiento es de 57.47% y del 2010 al 2015 de 31.34%

La infraestructura de salud ofrece un abanico amplio de servicios, que brinda atención a través de 23 unidades de las que 21 son de consulta externa, 1 de hospitalización general y 1 de hospitalización especializada según datos del IIEG de Jalisco para 2014.⁶⁸

De esas 23 unidades hospitalarias, 2 son del IMSS, 16 están adscritas a la Secretaría de Salud Jalisco (SSJ), 3 son de Servicios Médicos Municipales o Cruz Verde y 2 pertenecen al DIF.

Para la atención de las 23 unidades hospitalarias, existe “una plantilla médica de 733 trabajadores, según datos del IIEG del año 2012”.⁶⁹

La misma fuente determina, para el año 2014, que hay un total de 658 personas con denominación personal médico, de las que 408 corresponden a personal médico del IMSS, a la Secretaría de Salud Jalisco 77, Cruz Verde 172 y DIF, 1 persona.⁷⁰ La tabla, abajo situada, organiza la información anteriormente descrita.

Las consultas externas totales que se brindaron en el municipio hasta 2014 por instituciones públicas, muestran que 555,026 personas fueron atendidas y de estas, el 49.90% lo hicieron en instalaciones del IMSS mientras que 26.93% se atendió en Cruz Verde. El tercer lugar de consultas externas lo tiene la SSJ con 21.02% de atenciones y finalmente el DIF tiene un total de 2.15% de atenciones.

⁶⁸ Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2015). *Anuario estadístico y geográfico de Jalisco 2015*. México: INEGI.

⁶⁹ Ayuntamiento de Tlajomulco de Zúñiga (2015). *Plan Municipal de Desarrollo 2015-2018*. Tlajomulco de Zúñiga, México: Gobierno Municipal. p. 18.

⁷⁰ Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2015). *Ibidem*.

Tabla 86. Número de unidades de atención y de personal

Institución	Unidades	Personal Médico
IMSS	2	408
SSJ	16	77
Cruz Verde	3	172
DIF	2	1
Total	23	658

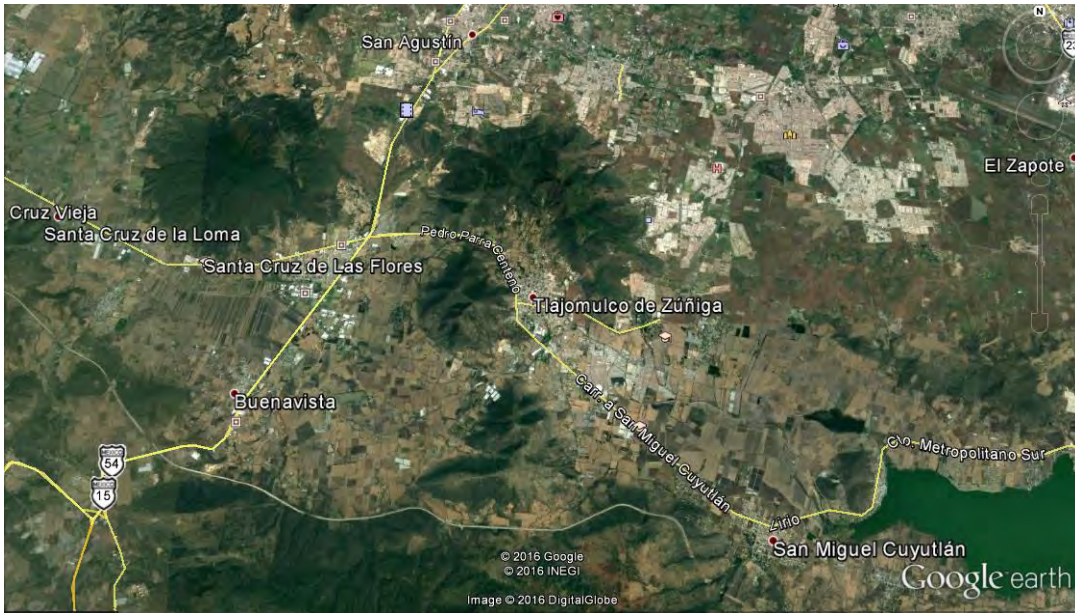
Fuente: Elaboración propia con información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía

4.6. Sistemas productivos

4.6.1. Áreas de producción

En general se pueden reconocer 3 áreas agrícolas tecnificadas de importancia en el municipio de Tlajomulco de Zúñiga, una ligada a la siembra tradicional de maíces criollos en las faldas del cerro viejo (figura 131). Estas son a saber: en la parte norte del municipio integrada por Nicolás R. Casillas (San Agustín) y San Sebastián el grande.

Figura 134. Zonas agrícolas tecnificadas en el municipio



Fuente: elaboración propia con imagen Google

Se localiza una superficie disgregada con áreas urbanas que han sustituido el área agrícola por fraccionamientos. Esta zona se caracteriza por cultivos altamente tecnificados que cuentan con riego y se realiza en invernaderos donde la producción se dirige a cultivos muy rentables como la floricultura con variedades de rosal, Alstroemeria, gerberas, etcétera.

Por otro lado, hay una producción importante de hortalizas como jitomate, lechuga, col, cilantro, rábano etc., en las inmediaciones de San Sebastián El Grande, principalmente.

Otros cultivos de importancia muy tradicionales de estos suelos arenosos son el pasto y el cacahuate que alcanzan una superficie de 172 hectáreas.

El sistema de producción es el tradicional por medio de barbecho, rastreo y siembra manual, donde es muy importante la utilización de mano de obra para varias labores desde la siembra, mantenimiento y corte de flores. Para el caso del cacahuate existió un grupo que contaba con maquinaria para la siembra y mantenimiento de cultivos, pero actualmente esta organización dejó de funcionar y los implementos están en desuso.

En la parte oriente del municipio se localiza el área agrícola más importante que está dirigida a producir maíz blanco para las tortillas y producción de maíces criollos, esta área está conformada por superficie de los ejidos Santa Cruz del Valle, El Zapote, Lomas de Tejeda, El Refugio del Valle, Cuexcomatitlán, Cajititlán, San Miguel Cuyutlán, San Lucas y San Juan Evangelista que juntos conforman el principal granero de Tlajomulco de Zúñiga, siendo la mayor parte de temporal, por tanto la siembra se realiza en mayo-junio (ciclo primavera-verano).

Esta es el área más afectada por el cambio climático, ya que el incremento de los pozos profundos ha reducido en gran medida la superficie con humedad para tal fin y que a la postre sólo quedan algunos lotes que por su ubicación siempre se ven favorecidas por guardar la humedad superficial necesaria, este modelo es ideal para adelantar el maíz por medio de humedad residual (encuesta en Lomas sobre superficie sembrada vs actual). Otros cultivos de importancia son el sorgo, el agave y la chía que en los últimos años ha repuntado con una superficie de 180 hectáreas.

Una tercera zona es la que comprende los terrenos del ejido Tlajomulco, El Tecolote, La Teja, Santa Cruz de las Flores, Buenavista, La Cofradía de la Luz, Santa Cruz de la Loma y Cruz Vieja, esta se caracteriza por contar suelos arcillosos y arenosos en donde los cultivos por excelencia son el maíz y la caña de azúcar. En el caso del maíz se trata de un cultivo de temporal que se siembra el ciclo primavera-verano y en algunas áreas de Santa Cruz de la Loma (Tepetates) con suelos arenosos se siembra en abril y se aprovecha esta condición por contarse con riego y esto para el cultivo de maíz para elote al producirse en épocas cuando hay escasez y el precio es atractivo para el productor.

El otro cultivo que se aprovecha al contar con riego rodado es la caña de azúcar, teniéndose dos ingenios que se disputan la producción siendo el de Bellavista el más favorecido y en menor medida el de Tala, los ejidos que más participan son Buenavista, Santa Cruz de la Loma, Soledad de Cruz Vieja, La Cofradía de la Luz y Santa Cruz de las Flores.

4.6.2. Sistemas de producción

El principal cultivo es el maíz blanco para las tortillas y en general la agricultura que caracteriza esta zona, parece ser lo que De Martonne (1932) denomina

"extensivo" y significa que el uso de los campos es más o menos permanente, que se ara y en algunos casos se adiciona abono de origen animal o químico. De acuerdo con las observaciones personales (Machuca 1989), se puede considerar que la asistencia técnica proporcionada ha tenido logros significativos, pero aún no se ha llegado a establecer un mejor aprovechamiento de los recursos físicos, humanos y de capital. Esto debido a que el tradicionalismo domina la agricultura, por efecto de líderes que año con año hacen lo que les ha dado resultado sin apertura para probar nuevas tecnologías que pudieran ser más sustentables.

Según Vizcaya (1953), son varios los factores que caracterizan el tipo de agricultura de la República Mexicana. Con base en estos, se puede decir que la agricultura no está muy desarrollada, ya que existe monocultivo de "maíz" (*Zea mays*), no hay rotación de cultivos, las prácticas agrícolas no son, en la mayoría de las ocasiones, las adecuadas, los implementos agrícolas son anticuados, no existe un control adecuado de plagas, malas hierbas (plantas arvenses) y enfermedades. Dichos problemas son más o menos comunes a los que existen dentro y fuera del estado de Jalisco (*cfr.* la zona del Bajío).

En el municipio se cuenta con un sistema de producción que está ligado al conocido como "sistema zapopano" y que consiste en aprovechar la humedad residual de los suelos arenosos que existen en los alrededores de Lomas de Tejeda donde la siembra se realiza en abril y cuando el temporal de lluvias da inicio a finales de mayo o principios de junio el cultivo ya alcanza un metro de altura, para este fin se utilizan variedades tardías ya que un maíz convencional no soportaría el estrés y en vez de producir más reduciría rendimiento.

La tecnología que domina la agricultura de temporal es la que se basa en un barbecho profundo para incorporar los residuos que quedan de la cosecha, cabe destacar que gran parte de los esquilmos se recogen con el objeto de molerlos para utilizarlos en la alimentación de ganado bovino. Después del barbecho se realiza de uno a dos rastreos para uniformizar el terreno y romper los grandes terrones que a veces quedan y pudieran ser un obstáculo para una buena siembra.

Cuando inicia el temporal de lluvias muchas veces ocasiona nacencia de maíz mostrenco (granos que quedaron de la cosecha anterior), por esto se realiza un rastreo más para eliminar malezas. Acto seguido se realiza la siembra

con sembradoras de precisión utilizando de 6 a 8 plantas de maíz por metro lineal.

Organizaciones productivas

Existen tres organizaciones importantes para los productores maiceros que tienen que ver con la comercialización del maíz para las tortillas y que agremian la mayoría de los productores, además de prestar otros servicios como la venta de agroquímicos, fertilizantes, seguro agrícola y últimamente la cobertura de precios a futuro.

Estas son “Rancho El Cuervo” en las cercanías de Lomas de Tejeda, “Los Sauces” en San Miguel Cuyutlán y “Agua Azul” en Tlajomulco de Zúñiga. Estos centros de acopio de maíz cuentan con bodegas para recibir el maíz de noviembre a enero.

4.6.3. Tipos de cultivos

Cultivos de primavera-verano

Este tipo de cultivos se establecen al inicio del temporal de lluvias (junio) y se cosechan entre noviembre y diciembre; estas fechas están en relación a la distribución de la precipitación y temperaturas adecuadas. Los principales cultivos en orden de importancia son: maíz (*Zea mays*), chíá (*Salvia hispánica*), pastos (*Chloris gayana*), sorgo (*Sorghum bicolor*) y otros de menor cuantía.

Cultivos de otoño-invierno

Con aproximadamente 7.4% del área agrícola se benefician los cultivos de riego en los que las fechas de siembra y cosecha son más o menos fijas y están en función al período de heladas. Las plantas que se siembran de mayor a menor superficie son: caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), cebolla (*Allium cepa*), garbanzo" (*Cicer arietinum*), cilantro" (*Coriandrum sativum*), rabanito (*Raphanus sativus*), betabel (*Beta vulgaris*), col (*Brassica oleracea* var. *capitata*) y flores de corte en invernaderos.

Variedades cultivadas

Dentro de los cultivos de temporal tenemos al maíz blanco para tortillas como el principal. Pero cabe destacar que debido a la demanda de alimentos que ayuden a mejorar la salud y nutrición se destaca la chíá que para el 2015 alcanza las 180 hectáreas en el municipio.

En los cultivos de riego los cultivos tradicionales de caña de azúcar (Buenavista, Soledad de Cruz Vieja y Santa Cruz de la Loma) y pasto tapete (San Agustín y San Sebastián el Grande) mantienen su superficie en las zonas tradicionales de producción. En este rubro vale la pena destacar que tanto los cultivos de flores como de hortalizas tienen un valor muy especial en la zona debido a que se generan empleos bien remunerados (\$200.00 por jornal) y valdría la pena apoyar este tipo de proyectos para que se logre un mayor crecimiento. La información se organiza más puntualmente por tipo de cultivo y superficie cultivada, en la siguiente tabla:

Tabla 87. Tipos de cultivo y superficies cultivadas

Cultivos Temporal 2015	Superficie Has 13,403.95	Cultivos riego	Superficie Has 995.41
Maíz grano blanco	12,448	Caña de azúcar	331.21
Chía	180	Pasto (tapete)	153
Sorgo grano	161	Alfalfa	12
Agave	147	Avena forrajera	90
Elote	44		586.21
Maíz forrajero	65	Ornamentales	
Cacahuete	19	Nochebuena (planta)	11
Camote	10	Flores (manejo)	7
Pastos (pradera)	329.95		18
	13,403.95	Hortalizas	
Cultivos de humedad residual		Acelga	5.5
		Cebolla	59.5
Garbanzo forrajero	37	Apio	2
Garbanzo grano	8	Brócoli	3.5
	45	Cilantro	43
Árboles frutales (riego)		Col	24
		Coliflor	3.5
Aguacate	25.5	Lechuga	75
Limón	12.7	Rábano	87
Nuez	4	Betabel	40
Lima	6		343
	48.2	Total	14,444.36

Fuente: OEIDRUS Jalisco - SIAP, con información de la Delegación Estatal de la SAGARPA 2015

Tabla 88. Tlajomulco de Zúñiga, Avance de siembras, información liberada a noviembre del 2016 cifras preliminares

Cultivos Temporal 2016	Superficie Has 12,913	Cultivos riego	Superficie Has 267
Maíz grano blanco	12,450	Avena forrajera	90
Sorgo grano	164	Cebada (grano)	58
Agave	194	Hortalizas	80
Elote	40	Brócoli	4
Maíz forrajero	65	Coliflor	4
-----	-----	Lechuga	72
	--		
Cultivos de humedad residual	8	Árboles Frutales (riego)	39
Garbanzo grano	8	Aguacate	26
-----	-----	Limón	13
		Total	13,188

Fuente: OEIDRUS Jalisco- SIAP, con información de la Delegación Estatal de la SAGARPA 2016

4.6.4. Tenencia de la tierra

En el caso de Tlajomulco de Zúñiga entre 1918 y 1984 se registraron 40 acciones agrarias que dieron como saldo final 27,098 hectáreas (40% de la superficie municipal) expropiadas y repartidas en 20 ejidos y una confirmación y titulación de bienes comunales (CTBC), que beneficiaron a 3,726 ejidatarios (7.3 hectáreas en promedio por usufructuario). Además, se registraron 15 ampliaciones, tres segundas ampliaciones (una de ellas no fue ejecutada) y una división de ejido.

En el balance que se hacía sobre los avances de PROCEDE en el año de 2006, previo a la declaratoria de concluido el programa, se cuantificaron 24 núcleos agrarios, respecto a los que se registraron en el proceso de reparto (según el universo de trabajo de la dirección de asuntos agrarios): la diferencia se debe a que algunos núcleos se fraccionaron y se postularon por separado para certificar sus tierras (Ignacio L. Vallarta, Tres Gallos, Santa Cruz de las Flores que se fraccionó y Tlajomulco que se fusionó).

También se pueden observar notables diferencias entre la tierra entregada según los reportes de los “universos de trabajo” y el reporte de PROCEDE, el problema es que ninguno de los documentos está firmado y hecho oficial por las instituciones legalmente habilitadas para hacerlo, son en todo caso fuentes no oficiales las que se han podido consultar para este estudio.

Los datos reportados por PROCEDE para el año 2006 son: 24 núcleos agrarios los cuales según esta fuente sumaban 26,914 hectáreas, pero para ese año habían sido medidos 28,657 hectáreas, de las cuales habían sido certificadas 25,903 y 25,184, habían sido regularizadas.

A continuación, en la siguiente tabla, se muestran las comunidades con su respectiva superficie tomando en cuenta la dotación y ampliaciones. Para el trabajo de medición esta superficie en la mayoría de los casos se incrementó debido a que cuando se hizo la dotación los sistemas de medición tenían mayor margen de error.

Tabla 89. Comunidades y superficie ejidal por dotación y ampliaciones

Número	Ejido/Comunidad	Superficie	Beneficiarios
01	San Miguel Cuyutlán	2607.72	326
02	Comunidad Indígena de Tlajomulco	2029	199
03	San Lucas Evangelista	771.76	191
04	San Juan Evangelista	1227.4	185
05	Tlajomulco	1264.8	228
06	Cuexcomatlán	2205	249
07	Cajitlán	2580.78	244
08	Zapote del Valle	1326.6	139
09	Buenavista	1306	145
10	Santa Cruz de las Flores	1237.47	347
11	Nicolás R. Casillas (San Agustín)	2559	270
12	San Sebastián el Grande	1418	209
13	La Cofradía	894	108
14	Santa Cruz de la Loma	735	114

Número	Ejido/Comunidad	Superficie	Beneficiarios
15	Soledad de Cruz Vieja	387.5	35
16	La Concepción	583	103
17	San José del Valle	315.26	77
18	Santa Cruz del Valle	2167.2	231
19	El Tecolote	246	32
20	La Teja	333	41
21	Lomas de Tejeda	1295	165
22	San Cayetano	1056	88
Totales		28,545.49	3726

Fuente: Elaboración propia con datos del Registro Agrario Nacional

4.6.5 Aprovechamiento de especies silvestres

Aunque parece que nunca ha habido en Tlajomulco de Zúñiga explotaciones madereras, es práctica común la utilización de los árboles para fines de construcción, para el cercado de terrenos, postes, para leña y para la elaboración de carbón, cuyo consumo está muy extendido. Las plantas más frecuentes empleadas para estos fines son: el palo dulce (*Eysenhardtia polystachia*), rosa panal (*Viguiera quinqueradiata*), mezquite (*Prosopis laevigata*), la guazima (*Guazuma ulmifolia*), el guamúchil (*Pithecellobium dulce*), la ciqua (*Heliocarpus terebintaceus*), y el copal (*Bursera palmeri*).

Los frutos, semillas, flores y otras partes de diferentes especies de plantas son comestibles y en años de escasez de maíz o de mala situación económica, su consumo es apreciable. Entre las más importantes pueden mencionarse, las enlistadas en la siguiente tabla:

Tabla 90. Especies aprovechadas y nombres comunes

Nombre Común	Nombre Científico	Parte Comestible
Maguey	<i>Agave sp</i>	Escapo floral (quiote)
Camote de cerro	<i>Dioscorea remotiflora</i>	Tubérculo

Nombre Común	Nombre Científico	Parte Comestible
Pitayo	<i>Stenocereus queretaroensis</i>	Fruto (pitaya)
Nopal	<i>Opuntia fuliginoso</i>	Artículos (pencas)
Frijol silvestre	<i>Phaseolus spp.</i>	Semilla
Guamúchil	<i>Pithecellobium dulce</i>	Fruto (el arilo)
Mezquite	<i>Prosopis levigata</i>	Fruto
Guaje	<i>Leucaena esculenta</i>	Fruto
Talayote	<i>Gonolobus uniflorus</i>	Fruto
Camichin	<i>Ficus padifolia</i>	Fruto
Ahuilote	<i>Vitex mollis</i>	Fruto
Zapote blanco	<i>Casimiroa edulis</i>	Fruto

Fuente: Elaboración Propia

Las plantas silvestres tienen otro sinnúmero de usos; muchas se emplean como medicinales (maguey bruto en curaciones de animales), otras más como condimento, para la elaboración de petates, equipales y algunas más como ornamentales.

Finalmente es importante destacar que el camote de cerro en el municipio de Tlajomulco de Zúñiga y parte de la ribera sur de la laguna de Cajititlán, es una fuente de empleo de octubre a febrero para aproximadamente 30 familias. El volumen de venta asciende a 5 toneladas por mes, fluctuando el precio a \$80.00 el kilogramo ya cocido y crudo a \$40.00.

Para el caso del Maguey ixtlero, no se tiene un registro de la cantidad de material que se obtiene del Cerro Viejo, pero el proceso de extracción es similar al utilizado en otras zonas de México; primero se elige el maguey que por lo general es adulto llegando a medir hasta dos metros y medio de alto, se cortan las hojas y se procesan golpeándolas en una tabla que es herramienta obligatoria de los ixtleros, acto seguido se procesa la hoja en una navaja que está sobre la tabla para eliminar el excedente de agua que está en los tejidos, muchos ixtleros cuentan con una pechera de cuero para proteger parte del cuerpo ya que el nombre de maguey bruto es debido a lo urticante

de su savia. Después de procesarlo se pone a secar al sol en hilos y una vez seco se vende en San Miguel Cuyutlán como material para elaboración de reatas de la más alta calidad utilizadas en la charrería.

Figura 135. Maguey bruto (*Agave inaequidens* Koch) para extraer material para soguillas



Fuente: Álbum Fotográfico POEL.

4.6.6 Niveles de producción

La producción promedio por hectárea de maíz es de 6.35 toneladas, según la SAGARPA, con un total aproximado de 79 mil toneladas por año; a continuación, en la tabla de abajo, se muestran los rendimientos promedio y el precio medio rural de los cultivos que se siembran en Tlajomulco de Zúñiga.

Tabla 91. Rendimiento y valor de producción por tipo de cultivo

#	Cultivo	Rendimiento obtenido (Ton/Ha)	PMR (\$/Ton)	Valor de la Producción (Miles de pesos)
1	Acelga	16.91	3,063.98	284.95
2	Agave	95.00	6,488.37	45,305.04
3	Aguacate	14.16	17,890.32	6,398.11
4	Alfalfa verde	91.97	444.52	490.59
5	Apio	16.85	3,200.00	107.84
6	Avena forrajera	20.00	443.68	798.62

#	Cultivo	Rendimiento obtenido (Ton/Ha)	PMR (\$/Ton)	Valor de la Producción (Miles de pesos)
7	Betabel	20.30	3,805.45	3,089.98
8	Brócoli	17.89	3,189.46	199.66
9	Caña de azúcar	96.00	489.86	15,575.67
10	Cacahuate	1.75	10,922.22	363.71
11	Camote	16.20	5,100.00	826.20
12	Cebolla	20.16	3,654.11	4,382.00
13	Chía	0.42	51,000.00	3,903.54
14	Cilantro	11.08	7,230.25	3,444.49
15	Col (repollo)	22.55	2,602.00	1,408.20
16	Coliflor	22.86	3,022.05	241.76
17	Elote	15.50	1,719.80	1,172.90
18	Flores (manejo)	4,940.99	18.86	652.31
19	Garbanzo forrajero	2.58	1,095.57	104.75
20	Garbanzo grano	1.49	3,100.00	36.95
21	Lechuga	15.49	2,159.40	2,509.11
22	Lima	9.80	4,097.96	240.96
23	Limón	10.50	4,287.30	571.71
24	Maíz forrajero	25.91	580.00	976.72
25	Maíz grano	6.35	3,205.31	253,206.86
26	Nochebuena	90,000.00	15.00	14,850.00
27	Nuez	2.50	26,000.00	260.00
28	Pasto (tapete) m2	9,850.00	16.50	24,866.32
29	Pastos	24.33	385.88	2,250.69
30	Rábano	34.88	2,444.84	7,419.01
31	Sorgo grano	3.77	3,176.27	1,927.36

Fuente: OEIDRUS Jalisco - SIAP, con información de la Delegación Estatal de la SAGARPA 2015

4.6.7. Problemas productivos y problemas ante el cambio climático

Acidez de los suelos

El principal problema productivo de Tlajomulco de Zúñiga es sin duda la acidez de los suelos que en general en las zonas productivas fluctúa entre 4.2 y 6.7, que es considerado como extremadamente ácido.

Esto implica que se tenga que hacer una gran inversión para corregir el problema de los primeros 20 centímetros de suelo; las cantidades de cal necesaria para corregir el pH van desde 2 a 10 toneladas por hectárea de carbonato de calcio y en algunos casos, de cal dolomitizada (carbonato de calcio y magnesio) debido a la condición de magnesio deficiente que, solo puede determinar por medio de un análisis de suelo (véase figura 136).

La superficie de humedad residual es principalmente en Lomas de Tejeda con aproximadamente 800 hectáreas.

Uso de Agroquímicos

Los Cultivos de temporal alcanzan las 13,403.95 hectáreas y sumando los de riego tenemos un total de 14,444.46 y solo haciendo el cálculo para el maíz (12,653 hectáreas, grano, elote y forraje) tenemos que los agroquímicos utilizados son:

Insecticidas

Los más utilizados para iniciar son el tratamiento a la semilla con Clotianidin (Poncho) y/o Thiametoxam (Crusier) del grupo de los neonicotinoides, los cuales considerando solo una población de plantas por hectárea de setenta mil plantas por hectárea se requieren 885' 170,000 (ochocientos ochenta y cinco millones ciento setenta mil semillas). Semillas que, divididas en bolsas de sesenta mil semillas que es como la comercializan las empresas semilleras, se requieren de 14,762 bolsas de semilla y la dosis de estos insecticidas es 350 ml por bolsa alcanzando un volumen de 5166 litros de estos productos aplicados al momento de sembrar cada semilla en el suelo. Adicionalmente se aplican dos o tres productos para gusano cogollero que pudieran ser desde (Lorsban 480E) Clorpirifos en dosis de medio litro por hectárea, Cypermctrina (Arribo 200 CE) en dosis de 250 ml por hectárea o Spinetoram (Palgus) en dosis de 100 ml por hectárea.

Para plagas del suelo se llegan a utilizar insecticidas granulares en dosis de 7 kilogramos por hectárea tales como el Terbufos (Counter 15%) Clorpirifos 20 kg/Ha (Lorsban 5%).

En Cuanto a fertilizantes en la siembra se utiliza una mezcla de sulfato de amonio más Cloruro de potasio y difosfato de amonio (DAP) las cantidades van desde 250 a 400 kg/Ha y finalmente una aplicación de urea a los 40 días después de la siembra con 250 a 300 kg/Ha.

Herbicidas

Los ingredientes más utilizados en el maíz son la Atrazina (Gesaprim calibre 90 1kg/Ha), Acetoclor (3lt/Ha) y en algunos lotes con maleza antes de sembrar o con maicillo (*Zea mexicana*) se usa el glifosato (Faena 3 lt/Ha).

4.6.8 Prácticas sustentables en la agricultura y ganadería

Dentro del programa de manejo parcelario que los agricultores han seguido tradicionalmente, tenemos que el barbecho se toma como la primer labor obligada para la preparación del suelo donde lo esencial es preparar la cama de siembra para el siguiente ciclo, el concepto de barbechar se manipula el suelo de tal modo que en vez de mejorar el suelo lo estamos empobreciendo y cada vez se dependerá más de los fertilizantes, es decir de la importación de nutrientes ya que el sistema señalado es el que se imparte en las instituciones de enseñanza y que por conveniencia los vendedores de maquinaria siguen apoyando ya que en él se basan sus implementos.

Este aspecto de mover el suelo nos está llevando a un colapso en el sistema de producción de los cultivos como maíz y sorgo que son los que tradicionalmente se han utilizado por su gran versatilidad para soportar suelos ácidos o alcalinos, baja precipitación, etcétera.

Finalmente, con las temperaturas que se alcanzan en esta preparación del suelo debemos ser claros y puntualizar que se está llevando a los suelos a una esterilización, matando organismos benéficos como dañinos con las prácticas de movimiento del suelo.

La búsqueda de cultivos alternativos que sustituyan al maíz y ofrezcan una opción atractiva a los productores es una gran prioridad para algunos ejidos.

Como una manera de reducir costos del cultivo y de mejorar tanto la fertilidad del suelo como la infiltración de agua al manto freático se debe promocionar la labranza de conservación, en sus dos modalidades, labranza cero y labranza mínima. Además, la utilización del control biológico de plagas con el objeto de reducir la aplicación de insecticidas que tanto afectan el medio ambiente.

En la ganadería, el problema de sobrepastoreo ha ocasionado un daño muy serio a los pastos nativos y otras especies, por lo que se hace necesaria la introducción de sistemas agrosilvopastoriles que se adapten tanto al clima como al suelo de los potreros del municipio.

4.6.9 Ganadería

La ganadería de Tlajomulco de Zúñiga constituye una fuente de riqueza tan importante como la agricultura, si se toma en consideración su valor monetario, pero, por otro lado, da ocupación permanente solo a 5% de la población económicamente activa.

La cría de animales (engorda de toretes) en forma intensiva se practica en la cercanía de las poblaciones de San Miguel Cuyutlán, Buenavista, Santa Cruz de la Loma, La Teja y predominando en general aves de postura y de carne, el porcino a menor escala, así como ganado lechero semiestabulado en Santa Cruz de las flores, La Concha, Tlajomulco de Zúñiga.

En el sector pecuario se tiene un padrón de 1,038 ganaderos activos, con el inventario correspondiente a la siguiente tabla:

Tabla 92. Inventario de ganado

Especie	Cabezas
Carne Bovinos	8870
Leche Bovinos	7461
Porcino	78 000
Ovinos	2336
Caprinos	Sin Datos
Carne	3664
Leche	2187
Aves carne	781,259
Aves huevo	903,804
Colmenas	336

Fuente: Elaboración propia

En toda el área cerril predomina el ganado bovino, caprino y equino (sin dato), sobre todo en el Cerro Viejo. Existen huellas de pastoreo prácticamente en toda la zona de estudio y su influencia sobre la vegetación es considerable, pues

resultan favorables ciertas especies al interferir la predación y el pisoteo con el buen desarrollo y la reproducción de muchas plantas, especialmente las apetecidas por el ganado.

Las gramíneas con frecuencia son reemplazadas por subarbustos, que en este caso por ser una zona muy alta se favorece el desarrollo de una planta que es tóxica para el ganado: *Euphorbia furcillata*. Esta es una especie típica de montañas altas. Las plantas anuales sustituyen a las herbáceas anuales. Las plantas anuales sustituyen a las herbáceas perennes. Muchas veces la cubierta vegetal de las laderas o de terrenos inclinados queda de tal modo reducida que sobreviene la erosión activa del suelo.

En este apartado es conveniente señalar la problemática de una especie protegida por la norma 089 de SEMARNAP que es la azucena (*Polianthes longiflora*. Rose) y que está siendo llevada a la extinción por una carga excesiva de ganado en las cercanías de San Juan Evangelista, y en otro lugar donde se rescató una pequeña población para proteger esta planta es en el predio Agua Azul de la Comunidad Indígena de Tlajomulco de Zúñiga.

En las partes altas y media de los cerros se encuentra casi siempre una ganadería extensiva, basada en el consumo de la vegetación herbácea y arbustiva en estado silvestre; en la cima de Cerro Viejo se encuentra otra especie en la categoría de protección especial también muy dañada por el pisoteo (*Gentiana spathaceae* H.B.K.) de los animales que se sueltan al bosque en grandes potreros. En cambio, en las partes bajas, se aprovechan los esquilmos agrícolas de sorgo y maíz (figura 137).

Figura 137. Esquilmos agrícolas

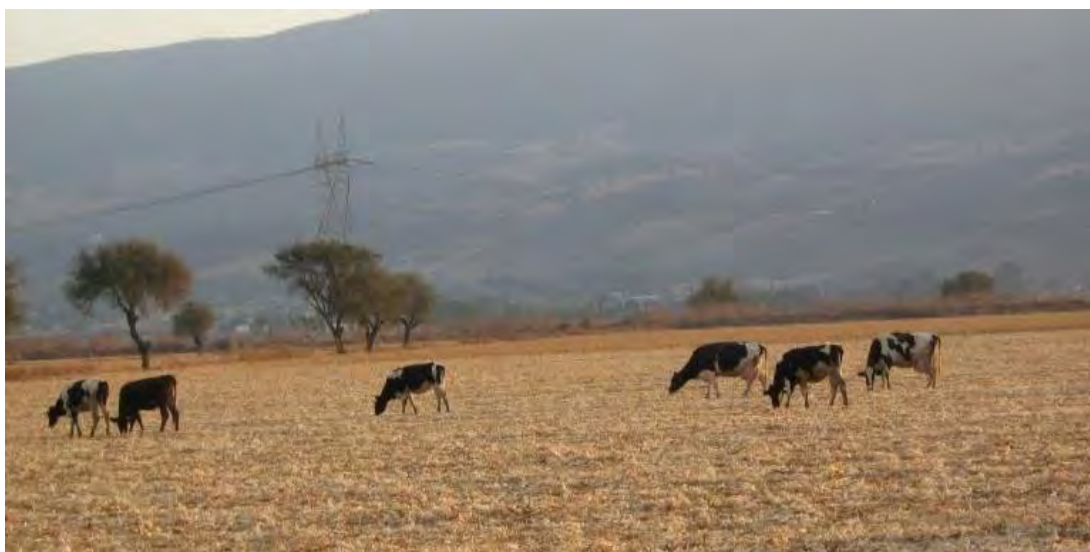


Fuente: Álbum fotográfico POEL

Una vez cosechado el maíz se desvara y se junta el rastrojo para molerse, esto no es una práctica sustentable, pero genera un ingreso al productor y el ganadero cuenta con un esquilmo barato especial para la época de estiaje.

La otra opción que es más sustentable es la de pastorear directamente en los lotes con la posibilidad de que al defecar el ganado se mejore la fertilidad del suelo.

Figura 138. Pastoreo directo



Fuente: Álbum Fotográfico POEL

Figura 139. Comparativo de dos lugares, sin efecto del ganado y excesivo pastoreo



Fuente: Álbum Fotográfico POEL

Daños a pastizales

Como puede notarse en el Llano de la Gringa, donde existió un pastizal de altura dominado principalmente por *Muhlenbergia pectinata* que es de porte alto (Hasta 80 cm) y que ahora es dominado por *Euphorbia furcillata*, en sitios protegidos del pastoreo (como por ejemplo “La Ventanilla” o “El Corral Falso”), las hojas de las gramíneas forman durante todo el año un estrato de 20 a 50 cm de alto, pero tales sitios son raros y lo que se encuentra casi siempre en época seca son macollos cortados casi al ras del suelo, sobresaliendo a lo sumo unos 5 a 10 cm.

En Cerro Viejo (sierra El Madroño), por debajo de los 2960 m de altitud, los zacatales secundarios derivados del bosque de *Quercus* no son muy variados, por lo menos en la actualidad, siendo bajos a causa del sobrepastoreo (Machuca 1989).

Consultando la literatura existe un tema que ejemplifica lo que pasa en Cerro Viejo y muchas regiones de Jalisco, es “La tragedia de los comunes” de Hardin Garrett (1968), en éste se concluye que los ganaderos por su cuenta no van hacer un cambio debido a que sería una pérdida económica y sobre todo que no se van a poner de acuerdo para reducir la carga animal que tomando en cuenta los coeficientes de agostadero de la extinta COTECOCA; por tratarse de bosques de encino se debería permitir un animal por cada 20-25 hectáreas como máximo.

El daño al pastizal de altura en Cerro Viejo asciende a 10 hectáreas aproximadamente, en las que se encuentra una especie en protección especial de acuerdo a la NOM. 089 de SEMARNAT y se trata de *Gentiana spathaceae*. Además, en el bosque de encino y el bosque mesófilo de montaña es donde se concentra el ganado ya que es donde hay nacimientos de agua. Tradicionalmente se conoce el ojo de agua de “las neverías” o “las teposas” en este sitio ubicado a 2830 msnm en 1980 y ahora para poder acceder, se transita por el mismo cauce a los 2810 m.s.n.m.

La compactación ocasionada por el ganado reduce la tasa de infiltración y aumenta la escorrentía en las grandes avenidas, pero el problema es que hay una pérdida de suelo que al acumularse reduce la capacidad de almacenamiento de bordos y presas.

No existe un estudio de este impacto, pero la recarga del acuífero se da en estos bosques con nulas acciones para evitar este factor de riesgo por desconocimiento, sumado a esto que las especies que deberían estar bajo protección especial no lo están, la extinción en esta zona es probable.

Especies Afectadas en el pastizal de altura

Es de cierto interés comentar la presencia de estas especies en la parte alta del Cerro Viejo, ya que son propias de altitudes mayores en vegetación subalpina y bosque de Abies en el Nevado de Colima; tipos de vegetación los cuales no se presentan de ordinario en la cima de cerro Viejo.

De entre las más de 1,976 especies de plantas vasculares que se conocen actualmente para esta zona de estudio (156 familias), por ser de cierta relevancia conviene comentar sobre las siguientes:

Tabla 93. Nuevas especies de fauna detectadas en transectos de campo

Senecio bellidifolius H.B.K.									
Senecio bellidifolius H. B. et K.	Asteraceae	J. A. Machuca N.	12	06 Ene 1991	Cerro Viejo, al E de la Bola del Viejo (cima).	Tlajomulco de Zúñiga	760	Herbácea	
Euphorbia furcillata H.B.K. "hierba del coyote"									
Euphorbia furcillata H.B.K.	Euphorbiaceae	J.A. Machuca N.	463	18 Sep 1995	CCerro Viejo.	Tlajomulco de Zúñiga	Pastizal de altura	2900	Herbácea
Zygadenus virescens (HBK) Mcbride (Amaryllidaceae)									
Zygadenus virescens (H. B. K.) Macbride	Liliaceae	J.A. Machuca N.	7577	12 Nov 1995	Cerro de García, subiend o por El Sauz.	Jocotepec	Bosque de encino	2700	Herbácea
Stenanthium Aff. frigidum (Schlecht. & Cham.) Kunth (Amaryllidaceae)									
Stenanthium Aff. frigidum (Schlecht. & Cham.) Kunth	Liliaceae	J. A. Machuca N.	3532 a	8 Ago 1996	Cerro Viejo por barranca del agua de Zapotitán	Tlajomulco de Zúñiga	Bosque Mesófilo de montaña	2700	Herbácea
Calandrinia micrantha Schlecht. (Portulacaceae)									
Calandrinia micrantha Schlecht.	Portulacaceae	J.A. Machuca N.	7456	8 Sep 1995	Cerró Viejo, en la cima.	Tlajomulco de Zúñiga	Bosque de encino	2900	Herbácea
Gentiana sphataceae H.B.K. (Gentianaceae)									
Gentiana sphataceae H.B.K	Portulacaceae	J.A. Machuca N.		8 Sep 1995	Cerró Viejo, Llano de la Gringa	Tlajomulco de Zúñiga	Bosque de encino	2850	Herbácea

Fuente: Elaboración propia

4.7 Contexto del desarrollo urbano

4.7.1 Tlajomulco en la zona metropolitana de Guadalajara

La extensión territorial del Municipio de Tlajomulco de Zúñiga es de 664.71 km². Lo que representa 0.88% del territorio del estado de Jalisco.

El municipio forma parte del Área Metropolitana de Guadalajara junto con los municipios de Guadalajara, Zapopan, Tlaquepaque, Tonalá, El Salto, Juanacatlán, Ixtlahuacán de los Membrillos y Zapotlanejo, por lo que se encuentra sujeto a la Ley de Coordinación Metropolitana desde el 2011. Dentro del área metropolitana de Guadalajara su territorio representa el 4.78% del área metropolitana, aunque es el territorio más grande detrás de Zapopan y Zapotlanejo.

Tlajomulco se localiza en la parte centro de Jalisco, en las coordenadas 20° 28' de latitud Norte y 103° 27' de longitud Oeste, a una altura de 1,575 metros sobre el nivel del mar. Limita al Norte con los municipios de Tlaquepaque y Zapopan, al sur con Jocotepec, al Este con El Salto, Juanacatlán e Ixtlahuacán de los Membrillos y al Oeste con Acatlán de Juárez y Tala.

El municipio lo integran la cabecera municipal y diez delegaciones que son: Cajititlán, Cuexcomatitlán, La Alameda, San Agustín, San Juan Evangelista, San Miguel Cuyutlán, San Sebastián el Grande, Santa Cruz de las Flores, Santa Cruz del Valle y el Zapote del Valle.

La topografía es diversa ya que cuenta en su territorio con zonas altas y medias como lo son: la Sierra Volcánica de La Primavera en su parte sur-oriente, la serranía de la que forma parte Cerro Viejo y el cerro de Totoltepec, además de la pequeña serranía que rodea la parte norte, poniente y suroeste de la cabecera municipal y una serie de lomeríos en la parte norte del complejo de Latillas en la parte norte del Lago de Cajititlán. Además de grandes zonas de valles que se conectan con la Planicie de Toluquilla hacia el sur del municipio.

Las vías de acceso con las que cuenta el municipio desde el centro de la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG) son la carretera Guadalajara-Colima y, la Carretera Guadalajara-Chapala, ambas de carácter regional. Además de la Avenida 8 de Julio, que conecta hasta la cabecera municipal, esta vialidad es de carácter local.

El municipio tiene una gran importancia a nivel regional, ya que es una vía de acceso a la ZMG por la conexión que hay con la carretera Guadalajara-Colima-Manzanillo y Guadalajara-Nogales, además de la conectividad que se abrirá con el Macrolibramiento que unirá la parte Norte con la región Centro del país.

Las evidencias empíricas obtenidas a partir de diversos estudios urbanos coinciden en señalar que Tlajomulco ha experimentado grandes transformaciones en las últimas décadas como también ha sucedido en muchas grandes ciudades de América Latina.

El crecimiento de esas metrópolis encuentra su principal explicación en la profundización de los procesos asociados a la globalización y a las estrategias neoliberales dentro de las cuales la producción de suelo para urbanizar es un factor muy dinámico que provoca la migración de capitales y la concentración de recursos provenientes tanto del sector público como privado.

En este contexto, los Estados han asumido un menor peso normativo en la planificación urbana, dejando abierta la posibilidad para que el desarrollo urbano se rija por el libre juego de la oferta y la demanda respecto del uso de suelo, que ha traído como consecuencia principal un aumento de la segregación social y la fragmentación de las ciudades.

Los antecedentes de la planeación urbana en la ZMG proceden de 1943 con el plan regulador de Guadalajara, en 1947 se creó la Junta General de Planeación y Urbanización del Estado, en 1970 se hace un análisis urbano de conjunto de Guadalajara, en 1976 La Ley General de Asentamientos Humanos del Estado de Jalisco, en 1977 se crea el departamento de Planeación y Urbanización de Estado de Jalisco, en 1982 el Plan de Ordenamiento de la Zona Conurbada de Guadalajara y en 2015 se crea el instituto Metropolitano de Planeación.

En lo que respecta a los planes a nivel metropolitano en el año 2000 se elaboró el Plan de Ordenamiento. En el 2007 se crea el Plan Intermunicipal (PIDU) y el 2008 se aprueba el código urbano. En 2011, surge la ley de coordinación metropolitana.

Entre el 2010 y 2012 se trabaja en la integración del plan de la región metropolitana que finalmente culmina con la aprobación del Plan de Ordenamiento Territorial Metropolitano.

4.7.2 Antecedentes del desarrollo urbano de Tlajomulco de Zúñiga

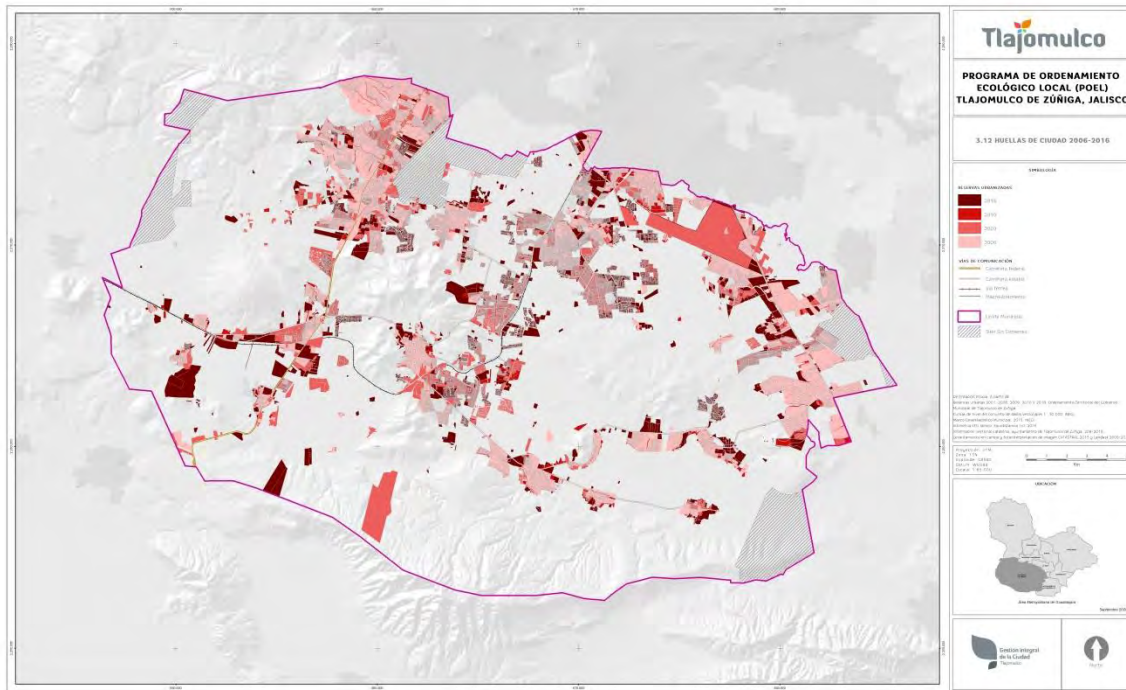
Los diversos estudios urbanos coinciden en que las principales transformaciones que han experimentado durante las dos últimas décadas las ciudades de América Latina, muestran que la principal causa de producción de espacio urbano son las estrategias neoliberales.

Los gobiernos, en sus distintos niveles de acción, han dejado de tener peso en la planificación urbana y ha dejado que el desarrollo urbano se rija por la oferta y la demanda del uso del suelo. Lo que ha ocasionado un aumento considerable en la fragmentación urbana y la segregación social.

Tlajomulco de Zúñiga no es la excepción de las ciudades de América Latina, por lo que en la última década ha experimentado un alto crecimiento descontrolado de su superficie urbana.

El mapa de la huella de la ciudad (figura 140) nos muestra el grado de compacidad que ha tenido el municipio en los periodos 2006, 2009, 2010 y 2016.

Figura 140. Límites de la huella de ciudad en distintos momentos de urbanización



Fuente: Elaboración propia, con base en información de Planes parciales, 2006, 2009, Traza Urbana INEGI 2010 y Manzanas de Catastro del H. Ayuntamiento de Tlajomulco de Zúñiga 2016

Para el periodo de diez años (2006-2016) la huella de la ciudad aumentó 1.7 veces su tamaño. Eso significa que alcanzó una tasa de crecimiento anual de 6.09%. El momento más crítico se presenta hacia el 2016 que sube por los desarrollos acumulados a 12.40%.

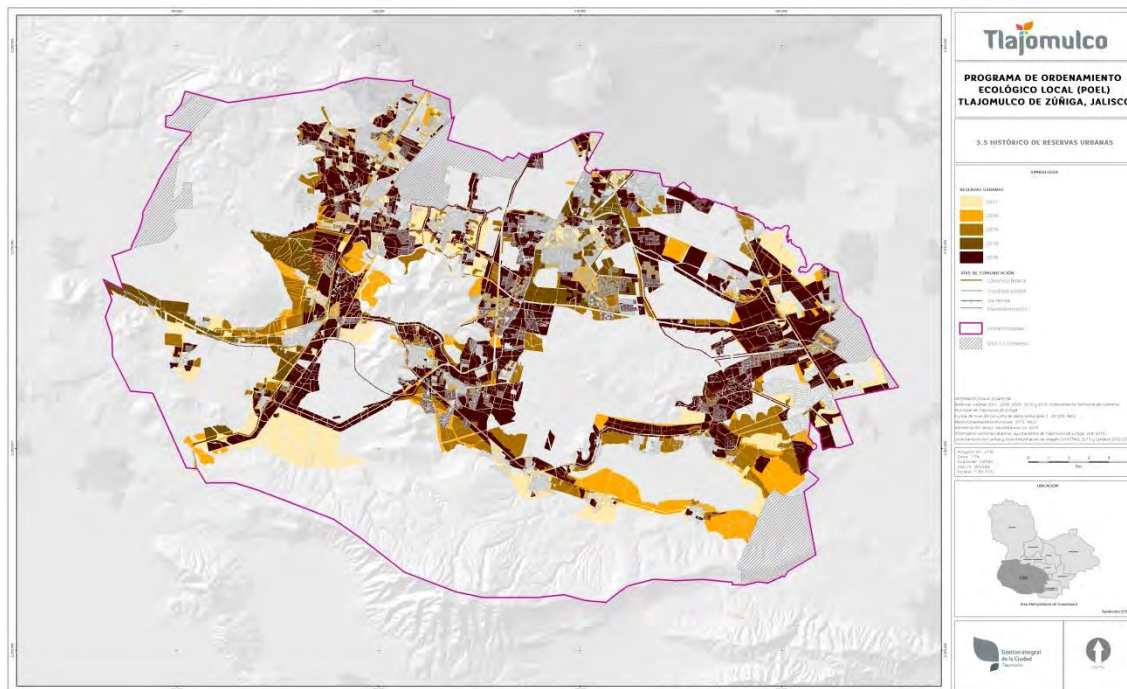
Un crecimiento tan importante del territorio urbanizado, tiene muchas implicaciones en materia de abastecimiento de servicios municipales, sobre todo agua, pero también de posibilidades de movilidad y calidad de vida para sus habitantes. Véase la tabla 94:

Tabla 94. Crecimiento del territorio

Año	Superficie en Hectáreas	Tasa de Crecimiento anual
2001	-----	-----
2006	7,130.14	-----
2009	9,138.42	2.82%
2010	5,122.76	-4.39%
2016	11,473.16	12.40%

Fuente: Elaboración Propia, con base en información de Planes Parciales 2006 y 2009, Traza Urbana INEGI 2010 y Manzanas de Catastro del H. Ayuntamiento de Tlajomulco de Zúñiga 2016

Figura 141. Reservas urbanas en distintos períodos



Fuente: Elaboración Propia, con base en información de Planes parciales, 2001, 2006, 2009, 2010, 2016, Traza Urbana INEGI 2010 y Manzanas de Catastro del H. Ayuntamiento de Tlajomulco de Zúñiga 2016

Lo que nos muestra la forma que ha variado la huella de ciudad es el espontáneo desarrollo urbano, que ha existido en Tlajomulco y que se deriva de una

deficiente planeación, falta de control en la urbanización, descoordinación entre distintas instancias y una falta de visión a futuro.

Con la aplicación del POEL se pretende lograr un ordenamiento sostenible, del territorio y por ende una mejor calidad humana para sus habitantes en el corto y mediano plazo. La deficiente planeación se observa a partir de los años 90 que se empezaron a instrumentar los planes parciales.

Los Planes Parciales de Desarrollo Urbano son los instrumentos rectores con los que se busca planificar el territorio y establecer usos, trazos y destinos en cada una de las partes incluidas en el plan.

Así desde el 2001 se han contemplado grandes cantidades de reserva urbana que sobrepasaron las 10,763 hectáreas. Esto equivale a 15.6% más del territorio a urbanizar respecto al total de la superficie municipal. Véase tabla 95:

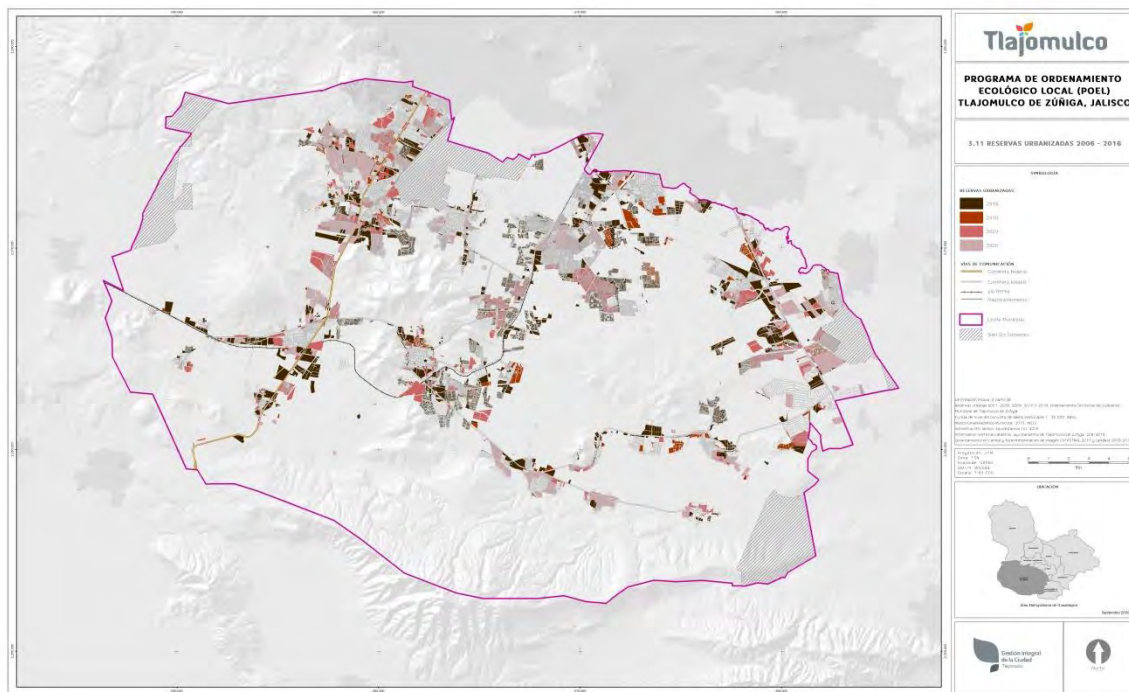
Tabla 95. Reservas urbanas

Año	Superficie en Hectáreas	% respecto al municipio
2001	11,941.68	17.34%
2006	9,216.85	13.38%
2009	10,399.48	15.10%
2010	11,964.92	17.37%
2016	10,294.19	14.95%

Fuente: Elaboración Propia, con base en información de Planes parciales, 2006, 2009, Traza Urbana INEGI 2010 y Manzanas de Catastro del H. Ayuntamiento de Tlajomulco de Zúñiga 2016

En el mapa de abajo se identifican (figura 142) con diversos colores la superficie comprendida en los distintos momentos de revisión de los planes parciales. La variación mayor es porque las reservas se iban consumiendo rápidamente.

Figura 142. Reservas ya urbanizadas en los distintos periodos



Fuente: Elaboración propia, con base en información de Planes parciales, 2001, 2006, 2009, 2010, 2016 del H. Ayuntamiento de Tlajomulco de Zúñiga 2016

En el 2016, se realizaron modificaciones a los Planes Parciales, de los distritos 01 El Centro, 03 el Palomar, 04 Totoltepec, 05 Buenavista, 06 Tecolote y 14 Santa Fe, en los cuales se cambiaron usos de reserva urbana a usos de conservación. Con un total de 2,932.44 hectáreas. Véase Tabla 96.

Tabla 96. Cambios de uso de suelo a conservación

Nombre de distrito	2010. Superficie en ha	2016. Superficie en ha	Diferencia
8 de julio	407.52	409.70	2.17
Aeropuerto	1,220.52	1,222.19	1.67
Alameda	387.39	387.71	0.32
Alameda industrial	774.64	785.90	11.26
Buena vista	402.57	95.30	- 307.27
Cajititlan	259.02	259.03	0.02
El chivatillo	462.37	463.13	0.76
El palomar	729.89	179.55	- 550.34
El tecolote	676.20	678.21	2.01
La calera	1,071.88	1,072.39	0.51
La primavera	88.33	88.33	-
Las latillas	258.08	258.09	0.01
Lomas de Tejeda	579.32	579.33	0.01
Los gavilanes	103.78	103.78	-
Sacramento	832.92	832.92	0.00
San Sebastián-San agustín	724.86	726.01	1.15
Santa Fe	1,138.39	406.90	- 731.49
Tlajomulco centro	920.56	199.20	721.36
Totoltepec	926.70	284.81	- 641.89
Total municipio	11,964.92	9032.48	-----

Fuente: Elaboración propia, con base en información de Planes parciales, H. Ayuntamiento de Tlajomulco de Zúñiga

De las 11,964.92 hectáreas decretadas como reservas urbanas en los planes parciales del 2010, en 6 años se urbanizaron 3,428.54 hectáreas, lo que representa el 29%. Quedando 6,865.64 hectáreas por urbanizar. Véase Tabla 97:

Tabla 97. Reservas consumidas

Periodo	Superficie en Hectáreas
Del 2001 al 2006	2,120.75
Del 2006 al 2009	1,754.68
Del 2009 al 20010	600.66
Del 2010 al 2016	3,446.16

Fuente: Elaboración propia, con base en información de Planes parciales, H. Ayuntamiento de Tlajomulco de Zúñiga

Algo importante que se debe de buscar en la planificación urbana es la asignación de sitios aptos para un apropiado uso del suelo. En el caso de nuevos asentamientos lo óptimo es basarse en un conjunto de criterios que relacionan: pendiente, consistencia de los suelos, riesgos naturales y antrópicos, disponibilidad del recurso hídrico, vías de comunicación, disponibilidad de servicios básicos y fuentes de trabajo. La mayor aptitud estará en relación a la disponibilidad de más servicios y condiciones para el desarrollo urbano. Con ello se busca lograr un óptimo costo-beneficio para las autoridades municipales y la población en general. Un factor a revisar es si se trata de áreas inundables o que se asienten en zonas que fueron cuerpos de agua.

También puede existir una alta competencia entre diversos usos óptimos del suelo, un ejemplo de ello es el uso óptimo de agricultura de temporal o de riego versus uso óptimo de suelo urbanizable. Por lo que es indispensable tomar en cuenta el factor del costo de la tierra que es un factor a tomar en cuenta al momento de determinar la aptitud.

De esta manera la futura expansión urbana tiene ciertas limitantes, como lo son los peligros naturales, inundación, deslizamiento, ríos, gasolineras, ductos de combustible, así como zonas decretadas como áreas naturales protegidas.

Los peligros naturales no se pueden evitar, por lo que el riesgo es un factor muy importante a considerar en la ubicación de las reservas urbanas. Un terreno con pendiente mayor a 15 grados elevaría los costos de construcción y a la dotación de los servicios básicos. Otro elemento no menos importante es contar con dotación de agua potable.

Se enlistan una serie de restricciones que son limitantes para el desarrollo de espacios urbanos. Eliminando estas variables de las 6,848.03 hectáreas que aún están disponibles para urbanizarse, quedarían 5,450.05 hectáreas en condiciones óptimas para ser urbanizadas. Véase la siguiente tabla:

Tabla 98. Reservas urbanas aptas a urbanizar

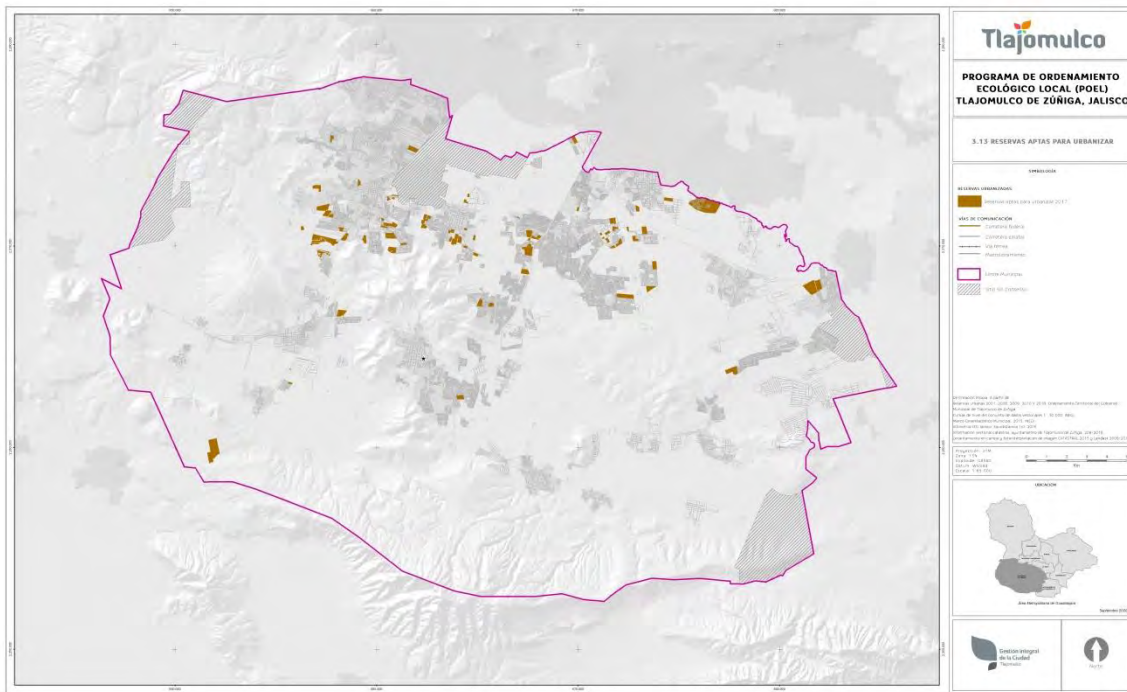
Concepto	Superficie en hectáreas
Reservas por urbanizar 2016	6,848.03
Reservas por urbanizar 2016 menos 50 mts buffer canal las pintas	33.74
Reservas por urbanizar 2016 menos 15 mts buffer gasolineras	0.33
Reservas por urbanizar 2016 menos 15 mts buffer vías férreas	18.37
Reservas por urbanizar 2016 menos 5 mts buffer poliducto	4.80
Reservas por urbanizar 2016 menos 50 mts buffer cables alta tención	325.04
Reservas por urbanizar 2016 menos áreas superiores a 15%	0
Reservas por urbanizar 2016 menos 10 mts a canales de alta peligrosidad	57.57
Reservas por urbanizar 2016 entre 11 y 20 mts a canales de media peligrosidad	106.11
Reservas por urbanizar 2016 menos aludes	56.66
Reservas por urbanizar 2016 menos zonas inundables	428.93
Reservas por urbanizar 2016 menos corredores ecológicos	191.54
Corredor Agroalimentario	39.99
Área Natural Protegida Municipal Corredor Metropolitano	38.50
Área Natural Protegida Municipal UGA	96.40
Total de reservas aptas para urbanizar	5,450.05

Fuente: Elaboración propia, con base en información de Planes Parciales.

Las medidas de restricción que presenta cada una de ellas están establecidas en las diversas leyes, normas y reglamentos que le confieren a cada una. Ejemplo de ello son las siguientes:

De acuerdo a las normas vigentes, la NRF-014-CFE de Comisión Federal de Electricidad y la Norma Oficial Mexicana NOM-001SEDE-2005, las torres de alta tensión eléctrica no deben estar sobre viviendas o escuelas. En las normas de seguridad, la CFE explica que la franja de derecho de vía para las líneas de 155 mil voltios es de 21 metros, para las de 230 mil volts es de 32 metros; y para la red de 400 mil voltios de 42 metros. Áreas de restricción de instalaciones ferroviarias: las referidas a las estaciones de ferrocarril de pasajeros y carga, con sus respectivos patios de maniobras, así como a las vías ferroviarias, cuyas instalaciones y las áreas colindantes deberán respetar las normas, limitaciones y restricciones a la utilización del suelo que señale al respecto la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, basándose en la Ley de Vías Generales de Comunicación y demás leyes y reglamentos aplicables en la materia. Al tratarse de vías de ferrocarril, se establece una franja mínima de 15 metros a cada lado del eje de la vía como servidumbre de la misma debiendo estar libre de edificaciones o instalaciones permanentes, salvo las que permitan las leyes federales. Estas áreas se identifican con la clave de las áreas de restricción de instalaciones especiales más la sub-clave (FR).

Figura 143. Reservas aptas para urbanizar al



Fuente: Elaboración propia, con base en información de Planes parciales, 2001, 2006, 2009, 2010, 2016 del H. Ayuntamiento de Tlajomulco de Zúñiga

La administración del Gobierno Federal estableció en el año 2011 un nuevo plan y política nacional Urbana y de Vivienda. Por lo que se crearon por medio de la Comisión Nacional de Vivienda (CNV) y la Secretaría de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano (SEDATU) los Perímetros de Contención Urbana, que están orientados a contener el crecimiento disperso de las ciudades con población mayor a 15 mil habitantes.

La política de vivienda y la de desarrollo urbano se vinculan buscando no sólo construir casas sino consolidar entornos y ciudades dignas.

Estos perímetros también conocidos como polígonos de contención Urbana (PCU), sirven para orientar los subsidios a la vivienda mejor ubicada, es decir próxima al empleo y los servicios urbanos en las 384 ciudades del país.

Uno de los principales objetivos de esta política es evitar la expansión de las manchas urbanas (para evitar) las muchas horas que dedican (las personas) para ir y regresar a sus lugares de residencia.

Los PCU se clasifican en tres, mismos que a continuación se describen:

U1: Esta ubicación contiene las fuentes de empleo como elemento básico para consolidar las ciudades. Son el resultado de la proporción que existe entre la población ocupada con respecto a la población residente, por AGEB y dentro de la ciudad.

U2. Servicios e Infraestructura Se conforman con base en: 1) A partir del empleo conforme al U1 2) Existencia de servicios e infraestructura 3) Para poder ser U2 se requiere que el 75% de las viviendas de la Área Geoestadística básica (Ageb) cuente con servicios de agua y drenaje.

U3 Zonas de Crecimiento Contiguas al Área Urbana Consolidada, quedan conformadas por un buffer o envolvente que cubre los contornos U1 y U2 de acuerdo con el rango de población de la ciudad se determina el perímetro de expansión constituye un borde virtual de contención del crecimiento de las ciudades.

Con esta clasificación se determinan las reservas que pueden ser susceptibles a subsidio especial para la vivienda ubicada en las reservas territoriales. A su vez, deberán cubrir uno de los siguientes requisitos:

- R1 Reserva adquirida sin uso habitacional.
- R2 Reserva adquirida con uso habitacional.
- R3 Reserva adquirida con uso habitacional e inversión en infraestructura y urbanización.
- R4 Reserva adquirida con uso habitacional, urbanizada, con vivienda construida o en construcción.

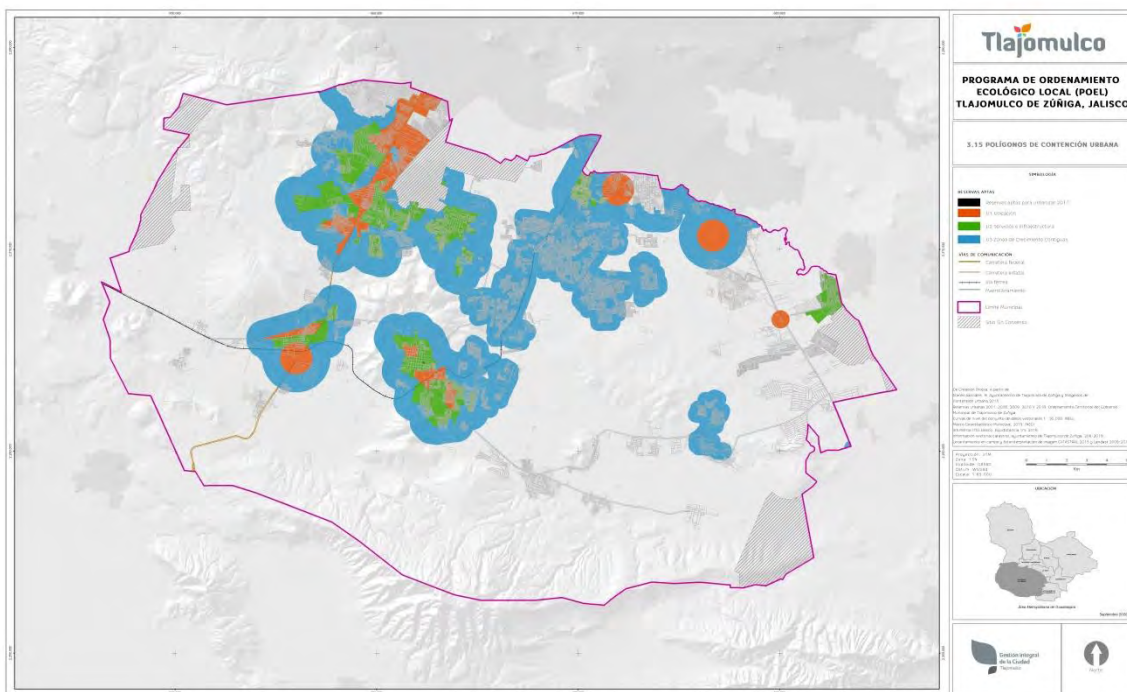
En el caso de las reservas urbanas de Tlajomulco de Zúñiga de las 5,450.05 hectáreas que quedaron aptas para ser utilizadas para la construcción de viviendas, tan sólo 2,082.36 se localizan dentro de los PCU (véase tabla 99).

Tabla 99. Reservas aptas 2016 por polígono de contención urbana 2015

Tipo	Superficie en ha
U1	190.43
U2	339.35
U3	1,552.57
Total	2,082.36

Fuente: Elaboración propia, con base en información de Planes parciales, H. Ayuntamiento de Tlajomulco de Zúñiga y Polígonos de Contención Urbana 2015

Figura 144. Reservas aptas polígonos de contención urbana



Fuente: Elaboración propia, con base en información de Planes parciales, H. Ayuntamiento de Tlajomulco de Zúñiga y Polígonos de Contención Urbana 2015

Una ubicación óptima de las zonas urbanas más aptas se supone que tendrá un impacto positivo en términos ambientales, económicos y sociales.

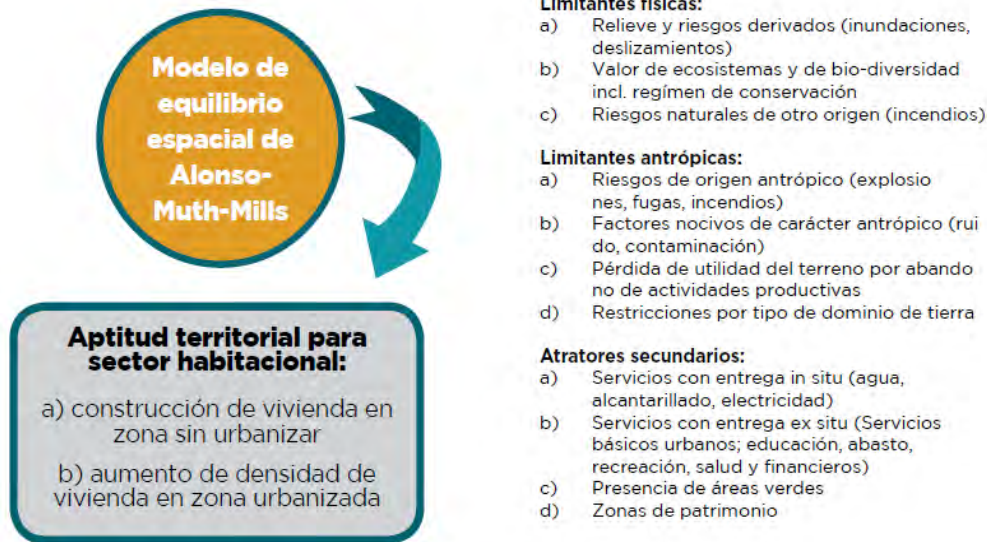
De esta manera estas reservas mantendrán una cercanía a las fuentes de empleo, reduciendo el tiempo de traslado de sus futuros habitantes a sus fuentes de empleo, lo que servirá para lograr un ahorro monetario importante por la reducción de las distancias.

La dotación de los servicios de recolección de basura, suministro de agua potable y alcantarillado, así como la cercanía a los cuerpos de rescate y emergencia, oficinas gubernamentales, lugares de recreación y fuentes de empleo son elementos puntuales que inciden en la probabilidad de que las viviendas no sean abandonadas lo que protege el patrimonio y aumenta la plusvalía de las zonas urbanas.

Otro elemento que se consideró para enfatizar la aptitud del territorio y ponderar la calidad de las reservas urbanas para el uso habitacional es el estudio realizado por el Instituto metropolitano de Planeación de la Zona Metropolitana de Guadalajara (IMEPLAN) que en el 2016 presentó el Plan de ordenamiento Territorial del AMG en el cual se hace referencia a la Aptitud Territorial para el Sector Habitacional.

Este factor permite establecer criterios sobre el territorio óptimo para la vivienda, la cual está limitada en función del ingreso, el costo de transporte, precio de la renta de vivienda y costo de compra de la misma. Todo lo anterior está en función de las variables físicas y antrópicas que las limitan, por otro lado, se consideran como positivas la disponibilidad de los servicios básicos urbanos. Los cuales hacen óptimo el territorio. Esta serie de variables limitantes y positivas se incorporan mediante el análisis multicriterio, ver figura 145, abajo:

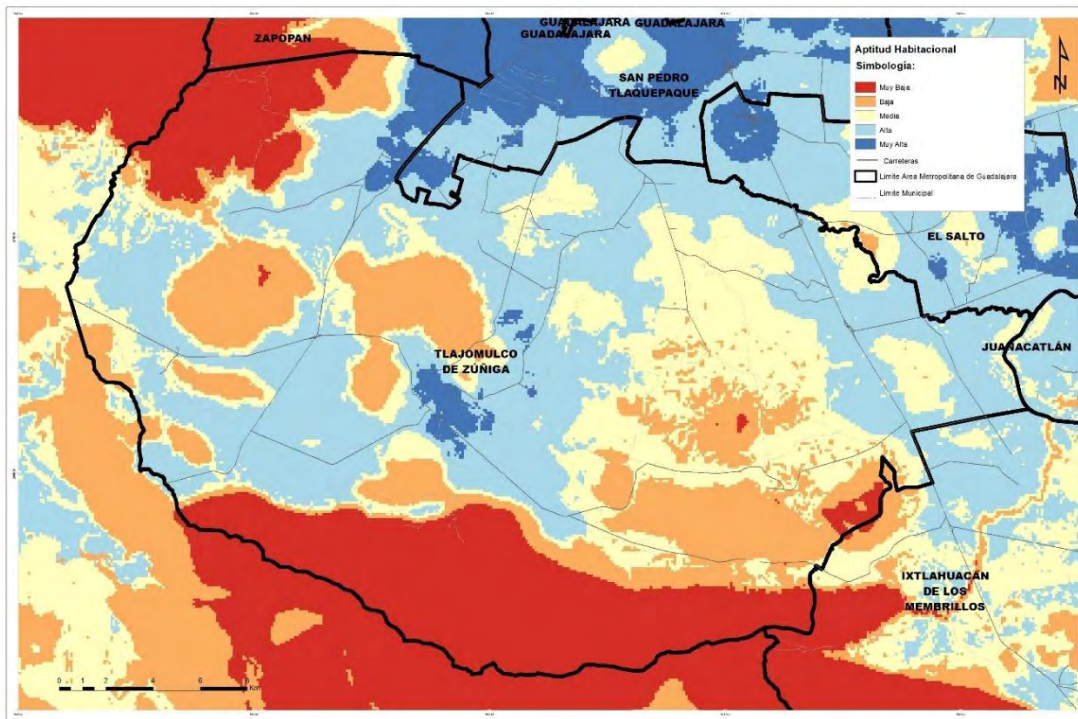
Figura 145. Aptitud habitacional para sector habitacional



Fuente: IMEPLAN. POTmet 2016

En el mapa de Aptitud de Vivienda para la Zona Metropolitana de Guadalajara podemos observar que el municipio de Tlajomulco de Zúñiga presenta un alto grado de aptitud territorial para el sector vivienda, pero que deberá corroborarse con estudios específicos para cada zona y sobre todo revisar la suficiencia de agua en las zonas Concepción del Valle-Cerro del Gato y El Zapote Aeropuerto.

146. Aptitud habitacional en Tlajomulco



Fuente: Elaboración propia, con base en información de Planes parciales, 2001, 2006, 2009, 2010, 2016 del H. Ayuntamiento de Tlajomulco de Zúñiga y POTMET (IMEPLAN) 2015

Aunado a lo anterior la estrategia de modelo policentrico establecido en el POTMET, hace referencia a contribuir a un mejor equilibrio espacial en el territorio del AMG, mejorando la distribución y la administración de las zonas homogéneas para crecimiento y en general, todo lo que contribuya a fortalecer un sistema de ciudades, en ese sentido se plantea el crecimiento urbano en torno a las centralidades mismas que para el municipio de Tlajomulco se identificaron 18 centralidades de las cuales, 5 son centralidades Satélite y 13 centralidades emergentes, sin embargo se tendrá que considerar la viabilidad de este modelo de desarrollo urbano en comparación con la consolidación del continuo metropolitano.

En principio son 2082.36 hectáreas las que se encuentran dentro de los PCU, que coinciden con los polígonos de aptitud habitacional media alta, dependiendo de lo que establece la nueva ley de Asentamientos Humanos art. 4 Fracción X de que las zonas de mayor calidad para la producción en forma

prioritaria no deben urbanizarse. Entonces quedan de la siguiente manera. Véase tabla:

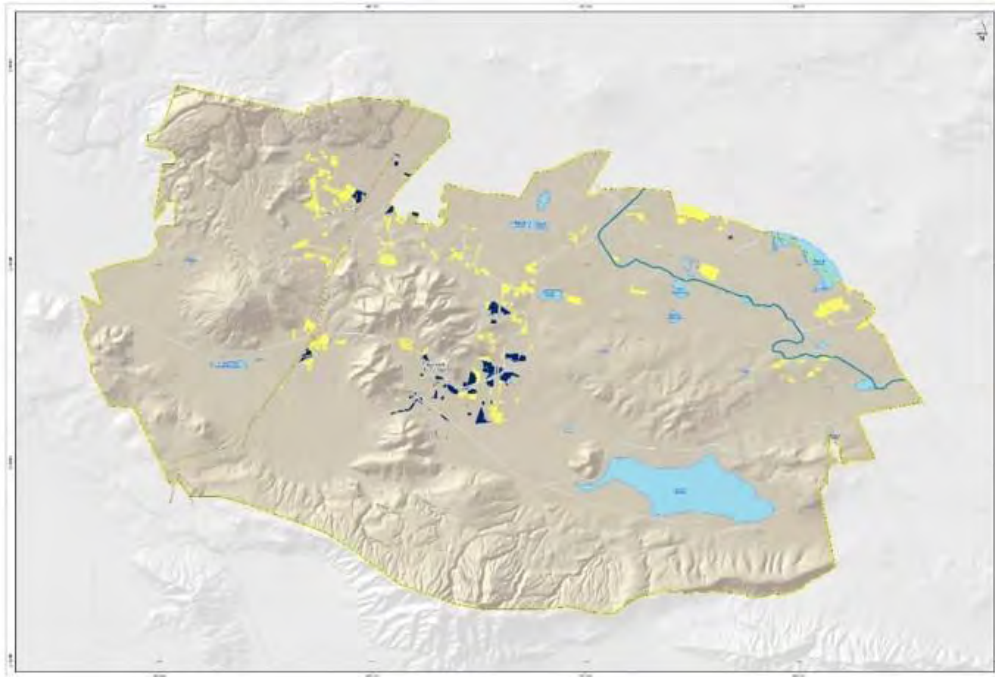
Tabla 100. Reservas con Aptitud habitacional

Aptitud habitacional	Superficie en ha
Muy Baja	90.64
Baja	649.74
Media	1182.19
Alta	159.78

Fuente: Elaboración propia con base en polígonos de aptitud habitacional propuestos en POTMET

Con base en esta clasificación quedan finalmente 1,341.97 hectáreas, en donde solo se consideran las aptitudes media y alta, ya que ninguna queda dentro de la aptitud alta y media.

Figura 147. Reservas aptas y medias



Fuente: Elaboración propia, con base en información de Planes parciales, 2001, 2006, 2009, 2010, 2016 del H. Ayuntamiento de Tlajomulco de Zúñiga y POTMET (IMEPLAN) 2015

El punto óptimo para las reservas del sector habitacional seguirá siendo muy complejo de alcanzar y desligar de intereses de corte especulativo, debido a la interrelación que tienen las cuestiones políticas, económicas, sociales, ambientales y territoriales.

Siendo la vivienda una necesidad básica de la población es objeto de atención por parte de varias entidades de gobierno, parte del gobierno federal que es el principal rector que debiera ver porque la vivienda se establezca en lugares que propicien un entorno favorable para un desarrollo armónico y sustentable entre las variables que lo integran.

La producción de nuevos espacios habitacionales demanda territorio y por ende una transformación ecológica, en donde intervienen diferentes actores como lo son: los que producen las viviendas, instituciones financieras, autoridades gubernamentales de los tres órdenes de gobierno y finalmente los habitantes que son los que las consumen.

La administración de las 1,341.97 hectáreas de reservas más aptas disponibles deberá plantearse con criterios de futuro y sustentabilidad que atiendan las necesidades y expectativas planteadas por la población y demás actores del sector habitacional, pero sobre todo las nuevas generaciones y la continuidad de los servicios ambientales conforme lo recomienda el Banco Mundial, desde 1993.

4.8 Infraestructura y servicios públicos

4.8.1 Movilidad urbana

El crecimiento de la superficie urbana y el incremento poblacional del municipio de Tlajomulco de Zúñiga ha agotado rápidamente las capacidades de movilidad urbana y de transporte que tenía el municipio hasta el año de 2010. En ese sentido, con base en estimaciones del Organismo Coordinador de la Operación Integral del Servicio de Transporte Público (OCOIT), el Programa de Ordenamiento Territorial Metropolitano (POTMET, 108) calcula que la cobertura del sistema de transporte apenas se cubre en 50% del territorio de Tlajomulco.

Visto de otra manera, la población atendida por las rutas del transporte asciende a 249,430 habitantes (62%) pero eso significa que existen 154,767

personas que no tienen esa posibilidad. Eso explica las dificultades que siguen enfrentando una gran cantidad de trabajadores que tienen necesidad de acudir diariamente a distintos puntos de la metrópoli de Guadalajara para trabajar, quienes además tienen que gastar mucho tiempo (de 2 a 3 horas) para trasladarse y regresar hasta sus hogares.

La política que ofrece casas baratas para los trabajadores se ha revelado insuficiente a todas luces. En todo caso, debe acompañarse de soluciones orientadas a mejorar la conectividad del territorio y a ofrecer mejores posibilidades de transporte para los nuevos residentes, si no se quiere que la opción de vivir en Tlajomulco sea equivalente a pernoctar en una ciudad dormitorio. La crisis de movilidad es mayor para los residentes de los grandes desarrollos inmobiliarios como Sta. Fe, Chulavista, Los Agaves, Los Cántaros o Silos que suelen ser espacios que proveen sólo reducidos espacios para vivir a sus residentes, mientras que el empleo, la recreación, el esparcimiento o el consumo son actividades que suelen realizar lejos de sus hogares y los obligan a trasladarse fuera del mismo municipio.

Los esquemas tradicionales de movilidad urbana se alteraron al depender básicamente de traslados hacia y desde el exterior de Tlajomulco. Esto origina un ciclo de movimientos pendulares en los viajes que realizan los nuevos residentes. La ausencia de fuentes de empleo cercanas a las áreas habitacionales contribuye, por una parte, a un incremento sustantivo en la demanda de viajes y su consiguiente incremento en los tiempos de traslado en los horarios de entrada y salida laboral, mientras que en los lapsos intermedios la demanda decrece modificando los patrones de circulación vial y afectando la estabilización del sistema de transporte.

Se estima que fraccionamientos como Santa Fe o Chulavista, originan por sí solos entre 25 y 50 mil viajes por día, demanda que se suma a decenas de otras colonias y asentamientos que se reproducen de manera dispersa en el territorio y que no hacen más que saturar a una red vial que se encuentra subdesarrollada y que soporta a más de 50 mil automóviles en circulación y a un incipiente y desarticulado sistema de transporte público. Esta condición de una red de transporte insuficiente e ineficiente por así decirlo, es una condición heredada del sistema de transporte metropolitano de Guadalajara que arrastra vicios desde hace varias décadas como el funcionamiento monopólico, la exclusividad de ciertas rutas y una cadena de fallas técnicas y de organización,

así como la antigüedad de la mayoría de camiones en servicio. Tanto el diagnóstico como la prospección del actual modelo de desarrollo urbano del municipio no proveen ningún escenario donde la tendencia en las condiciones de movilidad tienda a experimentar una mejoría progresiva y menos aún se revierta la inercia a su deterioro. Superar el déficit en infraestructura vial y de transporte (y la urbana en general) sólo es posible con un modelo territorial que controle y ordene el crecimiento, evitando esencialmente el modelo de ocupación disperso y de alta densidad de edificación.

El municipio de Tlajomulco se ha distinguido por su oferta de suelo económico para la urbanización, heredando de paso una gran cantidad de problemas derivados de la rápida transformación urbana, no obstante, ni los urbanizadores, ni los transportistas, ni el propio municipio o el gobierno del estado tienen la capacidad de controlar o invertir lo suficiente para cambiar la condición de infraestructura y vialidades, de manera que cubran las necesidades de movilidad de sus nuevos habitantes. Por otra parte, la condición de la infraestructura de la red de caminos y vialidades tampoco permite incentivar de manera satisfactoria el desarrollo económico productivo en el nuevo contexto de su territorio.

En definitiva, el crecimiento atomizado de distintas áreas del municipio ha acarreado consecuencias desfavorables para un manejo equilibrado de los espacios urbanos que deriva en una saturación vial en varios puntos de entrada y salida, con una consecuente contaminación ambiental dada por la concentración de contaminantes en el aire que se asientan en la ZMG y que las corrientes de aire llevan hasta Tlajomulco. Por otra parte, se presenta una conectividad limitada en los espacios funcionales tanto de nuevos fraccionamientos como de sitios de trabajo, a eso habrá que agregar el fenómeno de la accesibilidad restringida por diseño, que se observa en distintas áreas dentro del municipio que, por tratarse de cotos orientados a buscar una mayor seguridad para sus habitantes, acaban por descuidar una mayor vinculación de la estructura urbana y se localizan preferentemente fuera de la huella de ciudad.

4.8.2 Crecimiento vehicular

En la última década Tlajomulco ha experimentado un significativo incremento en su parque vehicular. Ese rápido aumento es congruente con la evolución demográfica del municipio. Para la primera mitad de la década pasada la tasa de