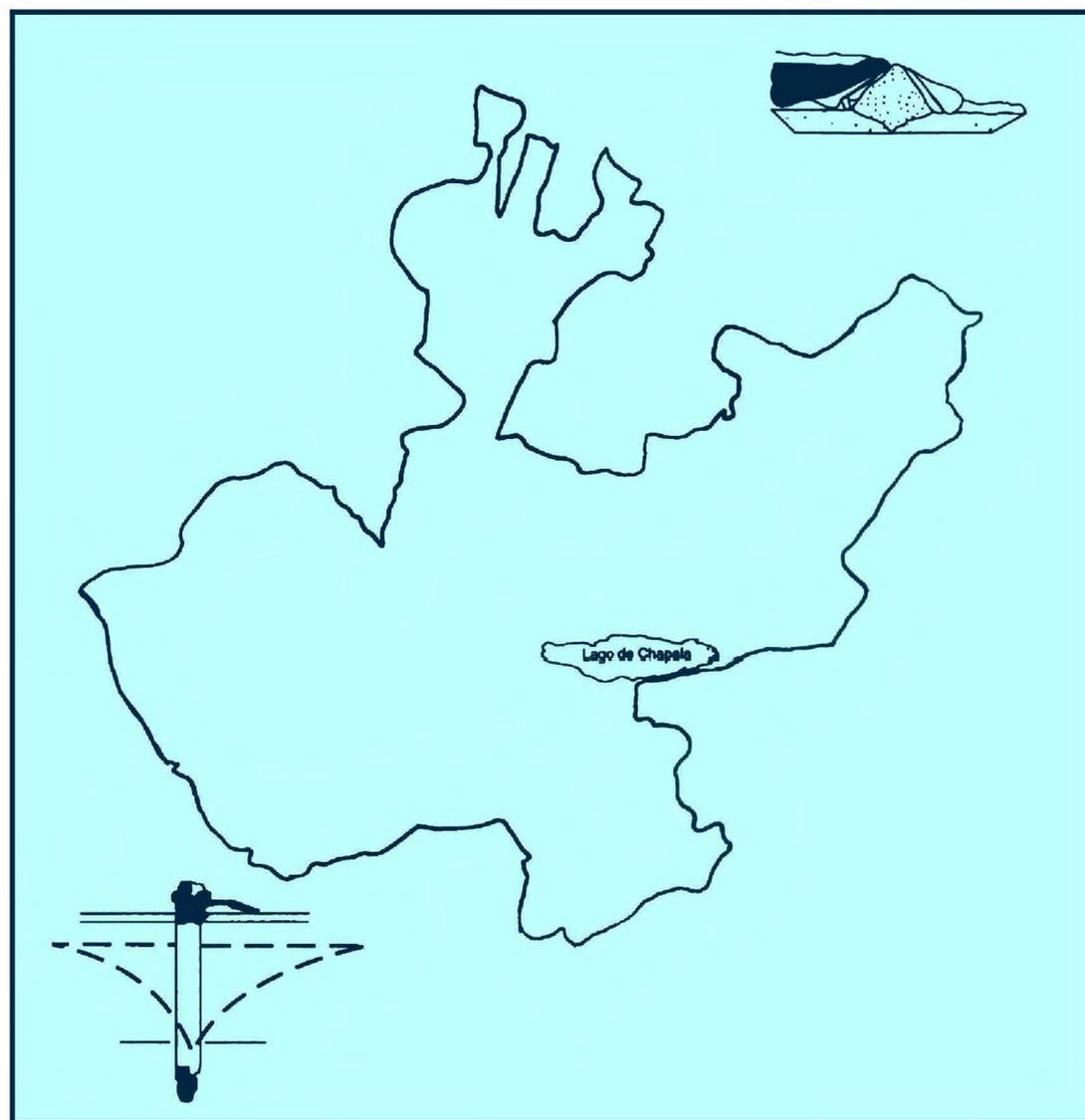


ESTUDIO HIDROLOGICO DEL ESTADO DE JALISCO

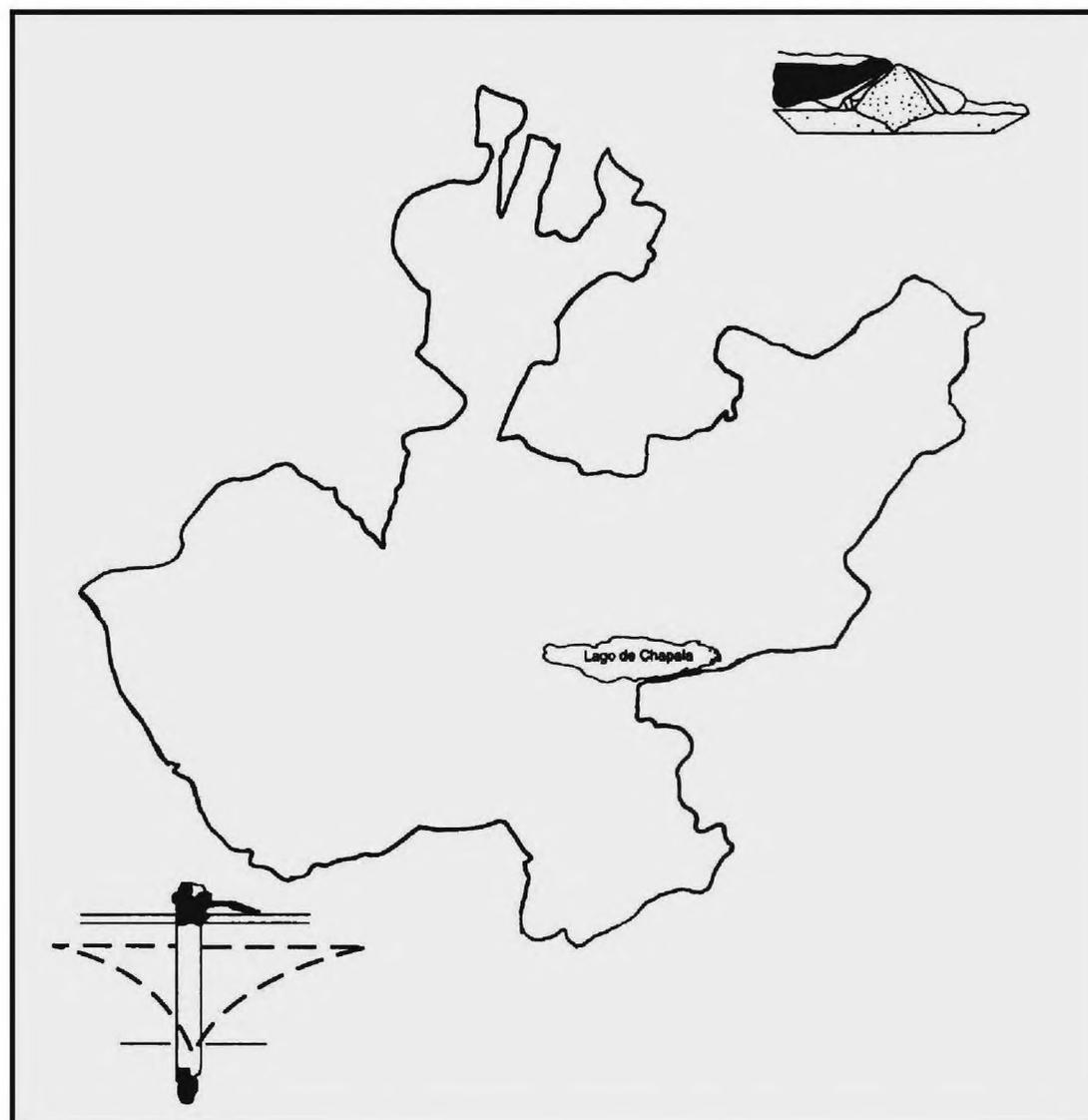


INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA
GEOGRAFIA E INFORMATICA



GOBIERNO DEL ESTADO DE
JALISCO

ESTUDIO HIDROLOGICO DEL ESTADO DE JALISCO



INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA
GEOGRAFIA E INFORMATICA



GOBIERNO DEL ESTADO DE
JALISCO

Estudio Hidrológico del Estado de Jalisco.

Publicación única. Primera edición. 176 p.p. Conocer las condiciones del estado y su situación actual, así como las perspectivas en cuanto a las posibilidades del recurso hidráulico; información que es resumida y de forma gráfica, para su fácil comprensión y aplicación. Todo ello a través de los temas de generalidades, marco físico general, climas, geología, hidrología superficial y subterránea.

OBRAS AFINES O COMPLEMENTARIAS SOBRE EL TEMA: Síntesis Geográfica Estatal, Anuarios Estadísticos.

SI REQUIERE INFORMACION MAS DETALLADA DE ESTA OBRA, FAVOR DE COMUNICARSE A:

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática

Dirección General de Difusión

Dirección de Atención a Usuarios y Comercialización

Av. Héroe de Nacozari Núm. 2301 Sur

Fracc. Jardines del Parque, CP 20270

Aguascalientes, Ags. México

TELEFONOS: 01 800 490 59 00 Y 01 (4) 918 29 98

www.inegi.gob.mx

atencion.usuarios@inegi.gob.mx

DR © 2000, **Instituto Nacional de Estadística,
Geografía e Informática**
Edificio Sede
Av. Héroe de Nacozari Núm. 2301 Sur
Fracc. Jardines del Parque, CP 20270
Aguascalientes, Ags.

www.inegi.gob.mx
atencion.usuarios@inegi.gob.mx

Estudio Hidrológico del Estado de Jalisco

Impreso en México
ISBN 970-13-2057-3

Presentación

El **Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI)** presenta la publicación del **Estudio Hidrológico del Estado de Jalisco**. Documento que forma parte de una serie de estudios hidrológicos por entidades federativas estatales.

Esta publicación y la serie de estudios en su conjunto ofrecen información sobre los factores más importantes del Ciclo Hidrológico, la cual permite descender a un detalle particular y adecuado para poder planear estrategias en la optimización del recurso agua, complementándolo con una serie de cuadros, gráficas y planos.

Estos estudios integran y difunden el conocimiento de las aguas superficiales y subterráneas en el país, debido a la necesidad de obtener este vital elemento con una mayor disponibilidad y una mejor calidad, tanto para el consumo doméstico como para el uso industrial y agrícola.

De esta forma el **INEGI** resume, por entidades federativas estatales, el cúmulo de información hidrológica que por 20 años ha elaborado; contando con tres versiones del panorama hidrológico nacional: la cartografía en sus escalas 1:1 000 000 y 1:250 000; y esta serie de Estudios Hidrológicos Estatales.

Esta publicación integra también información de diversas instituciones de gobierno, por lo que se manifiesta un reconocimiento a ellas.

Instituciones que Proporcionaron Información

Siglas Utilizadas

Comisión Nacional del Agua
Gerencia Estatal de Jalisco
Gobierno del Estado de Jalisco

CNA

Índice General

Índice de Cuadros y Figuras	IX
Introducción	XIII
Objetivos	XV
Metodología	XVII
1. Generalidades	1
1.1 Localización, Límites y Extensión	1
1.2 Panorama Demográfico	1
1.3 Las Comunicaciones	1
2. Marco Físico General	3
2.1 Unidades de Relieve	3
2.2 Tipos de Suelos: Características Generales y Grado de Permeabilidad	3
2.3 Características Biogeográficas: Uso del Suelo y Vegetación	6
3. Clima	9
3.1 Distribución y Variación	9
3.2 Temperatura, Precipitación y Evaporación	9
3.3 Consecuencias Hidrológicas del Régimen Climático	10
4. Geología	11
4.1 Geomorfología	11
4.2 Estratigrafía	11
4.2.1 Unidades del Triásico-Jurásico	11
4.2.2 Unidades del Cretácico	12
4.2.3 Unidades del Terciario	13
4.2.4 Unidades del Cuaternario	14
4.3 Geología Histórica	14
4.4 Geología Estructural	15
5. Hidrología Superficial	17
5.1 Panorama General del Agua Superficial en el Estado de Jalisco	17
5.2 Región Hidrológica Lerma-Santiago	17
5.2.1 Cuenca Lago de Chapala (D)	17
5.2.2 Cuenca R. Santiago-Guadalajara (E)	18
5.2.3 Cuenca Río Verde Grande (I)	19
5.2.4 Cuenca Río Lerma-Salamanca (B)	19
5.2.5 Cuenca Río Lerma-Chapala (C)	20
5.2.6 Cuenca Río Juchipila (J)	20
5.2.7 Cuenca Río Santiago-Aguamilpa (F)	20
5.2.8 Cuenca Río Huaynamota (L)	20

5.2.9	Cuenca Río Bolaños (K)	21
5.3	Región Hidrológica 13, Huicicila	21
5.3.1	Cuenca Río Cuale-Pitillal (A)	21
5.4	Región Hidrológica 14, Ameca	22
5.4.1	Cuenca Presa La Vega-Cocula (A)	22
5.4.2	Cuenca Río Ameca-Atenguillo (B)	22
5.4.3	Cuenca Río Ameca-Ixtapa (C)	23
5.5	Región Hidrológica 15, Costa de Jalisco	23
5.5.1	Cuenca Río Chacala-Purificación (A)	23
5.5.2	Cuenca Río San Nicolás-Cuitzmala (B)	24
5.5.3	Cuenca Río Tomatlán-Tecuán (C)	24
5.6	Región Hidrológica 16, Armería-Coahuayana	25
5.6.1	Cuenca Río Coahuayana (A)	25
5.6.2	Cuenca Río Armería (B)	25
5.7	Región Hidrológica 18, Balsas	26
5.7.1	Cuenca Río Tepalcatepec (C)	26
5.8	Región Hidrológica 37, El Salado	26
5.8.1	Cuenca Río San Pablo y Otras (F)	26
5.9	Calidad del Agua en el Estado de Jalisco	27
5.10	El Escurrimiento en el Estado de Jalisco	27
5.10.1	Cálculo del Escurrimiento: Metodología	28
5.10.2	Los Factores: Permeabilidad, Cubierta Vegetal y Precipitación	28
5.10.3	El Coeficiente y las Unidades de Escurrimiento	29
5.10.4	Uso del Agua (para el Sector Urbano, Doméstico y Comercial)	29
6.	Hidrología Subterránea	31
6.1	Panorama General del Agua Subterránea en el Estado de Jalisco	31
6.1.1	Características de la Explotación	31
6.1.2	Características de los Acuíferos: Caracteres Hidrodinámicos y de la Composición del Agua	31
6.2	Análisis de las Características del Agua Subterránea en las Principales Zonas Geohidrológicas	34
6.2.1	Zona Geohidrológica Atemajac-Tesistán	34
6.2.2	Zona Geohidrológica Toluquilla	35
6.2.3	Zona Geohidrológica Ameca	36
6.2.4	Zona Geohidrológica Zocoalco	36
6.2.5	Zona Geohidrológica Ocotlán	37
6.2.6	Zona Geohidrológica La Barca	37
6.2.7	Zona Geohidrológica Lago de Chapala	38
6.2.8	Zonas Geohidrológicas de Cajitlán y Poncitlán	39
6.2.9	Zona Geohidrológica de Ciudad Guzmán	39
6.2.10	Zona Geohidrológica La Huerta	40
6.2.11	Zona Geohidrológica Lagos de Moreno	40
6.2.12	Zona Geohidrológica Altos de Jalisco	40
6.2.13	Zona Geohidrológica Teocaltiche	41
6.2.14	Zona Geohidrológica Puerto Vallarta	41
6.2.15	Zona Geohidrológica Tequila	41

6.2.16 Zonas Geohidrológicas Norte de Jalisco, Mezquitic-San Martín de Bolaños y Colotlán	42
6.2.17 Acuíferos Calcáreos	43
7. Conclusiones y Recomendaciones	45
7.1 Conclusiones	45
7.1.1 Generalidades	45
7.1.2 Marco Físico	45
7.1.3 Clima	46
7.1.4 Geología	47
7.1.5 Hidrología Superficial	47
7.1.6 Hidrología Subterránea	48
7.2 Recomendaciones	49
7.2.1 Geología	49
7.2.2 Hidrología Superficial	49
7.2.3 Hidrología Subterránea	50
Fuentes Cartográficas y Estadísticas	53
Bibliografía	55
Anexos	57
A. Especies más comunes de las Biocenosis del Estado de Jalisco	59
B. Estaciones Metereológicas en el Estado de Jalisco, Promedio de Temperatura y Precipitación Total Anual, Año1985	61

Índice de Cuadros y Figuras

Cuadros

1.1	División Municipal (Político Administrativo)	65
1.2	Población de 12 años y más por condición de actividad, según sexo y porcentaje de participación	68
1.3	Población por sector de actividad y porcentaje de participación, 1995	68
1.4	Población total, población urbana y rural, 1995	68
1.5	Crecimiento de la población por municipio, 1990	69
1.6	Incremento de la población estatal en el período 1960-1990 y porcentaje de participación en el total del estado	70
5.1	Regiones y cuencas hidrológicas	71
5.1.a	Calidad del agua para riego	72
5.1.b	Plantas de tratamiento de aguas residuales en uso, capacidad instalada y volumen tratado, según municipio y tipo de servicio 1995	73
5.1.c	Relación de obras hidráulicas del estado de Jalisco	75
5.1.d	Datos generales de las estaciones hidrométricas en el estado de Jalisco	80
5.1.e	Distritos de riego del estado de Jalisco por región hidrológica y cuenca	81
5.1.f	Estaciones de monitoreo del agua superficial del estado de Jalisco	82
5.1.g	Unidad de escurrimiento	83
6.1	Resumen de datos y condiciones de las zonas geohidrológicas	84
6.2	Datos de las zonas geotérmicas	85
6.3	Zonas artesianas	86
6.4	Datos de los principales manantiales	87

Figuras

1.1	Localización geográfica	91
1.2	División político-administrativa	92
1.3	Crecimiento de la población	93
1.4	Vías de comunicación	94
2.0	Grandes unidades de relieve	95
2.1	Suelos	96
2.2	Grado de permeabilidad de los suelos	97
2.3	Vegetación	98
2.3.1a	Distribución altitudinal de la vegetación (perfil A-A')	99
2.3.1b	Distribución altitudinal de la vegetación (perfil B-B')	100
3.1	Distribución y variación espacial de los climas	101
3.2.1	Temperaturas	102

3.2.2	Precipitación	103
3.2.3	Relación temperatura-precipitación	104
4.1	Geología	105
4.1	(Anexo)-Tabla estratigráfica	106
4.2	Estructuras geológicas y minas	107
	Sección Geológica 1 (Esquema Hipotético)	108
	Sección Geológica 2 (Esquema Hipotético)	109
5.1	División hidrológica	111
5.2	Hidrometría	112
5.3	Aprovechamientos hidráulicos	113
5.4	Región hidrológica 12, Lerma-Santiago	114
5.5	Región hidrológica 13, Huicicila	115
5.6	Región hidrológica 14, Ameca	116
5.7	Región hidrológica 15, Costa de Jalisco	117
5.8	Región hidrológica 16, Armería-Coahuayana	118
5.9	Región hidrológica 18, Balsas	119
5.10	Región hidrológica 37, El Salado	120
5.11	Calidad del agua superficial	121
5.12	Red de monitoreo de calidad del agua superficial	122
5.13	Unidades de escurrimiento	123
6.0	Zonas geohidrológicas	124
6.1	Aprovechamientos con información geohidrológica	125
6.1a	Densidad de aprovechamientos	126
6.1b	Gastos por zona geohidrológica	127
6.1c	Elevación del nivel estático del agua subterránea en la zona Atemajac-Tesistán	128
6.1d	Elevación del nivel estático del agua subterránea en la zona Toluquilla y en la zona Cajititlán	129
6.1e	Elevación del nivel estático del agua subterránea en la zona Altos de Jalisco	130
6.1f	Elevación del nivel estático del agua subterránea en la zona Zacoalco	131
6.1g	Elevación del nivel estático del agua subterránea en la zona Ameca	132
6.1h	Elevación del nivel estático del agua subterránea en la zona Ocotlán y en la zona La Barca	133
6.1i	Temperatura del agua subterránea	134
6.1j	Zonas geotérmicas	135
6.1k	Total de sólidos disueltos en el agua subterránea	136
6.1l	Zonas artesianas	137
6.1m	Distribución esquemática de los manantiales	138
6.1n	Áreas de concentración de pozos y dirección del flujo subterráneo del agua	139
6.1o	Condiciones de explotación del agua subterránea	140
6.2a	Perfil litológico y modelo del comportamiento de los niveles del agua subterránea en los pozos seleccionados de la zona Atemajac-Tesistán	141
6.2b	Perfil litológico y modelo del comportamiento de los niveles del agua subterránea en los pozos seleccionados de la zona Toluquilla	142
6.2c	Perfil litológico y modelo del comportamiento de los niveles del agua subterránea en los pozos seleccionados de la zona de Ocotlán	143

6.2d	Perfil litológico y modelo del comportamiento de los niveles del agua subterránea en los pozos seleccionados de la zona de La Barca	144
6.2e	Perfil litológico y modelo del comportamiento de los niveles del agua subterránea en los pozos seleccionados de la zona de Ciudad Guzmán	145
6.2f	Perfil litológico y modelo del comportamiento de los niveles del agua subterránea en los pozos seleccionados de la zona de Los Altos de Jalisco	146
6.2g	Diagrama para representación gráfica de análisis de agua (zona geohidrológica Atemajac-Tesistán)	147
6.2h	Diagrama para representación gráfica de análisis de agua (zona geohidrológica Toluquilla)	148
6.2i	Diagrama para representación gráfica de análisis de agua (zona geohidrológica Ocotlán)	149
6.2j	Balances geohidrológicos	150
6.2k	Usos del agua subterránea (zonas Atemajac-Tesistán y Toluquilla)	151
6.2l	Usos del agua subterránea (zonas Ciudad Guzmán y Ameca)	152

Introducción

La extensión y diversidad geográfica del Territorio Nacional dan como resultado una distribución restrictiva e irregular del agua; restrictiva porque aproximadamente la mitad norte del país experimenta un déficit constante de precipitaciones, mientras en el sur y sureste, éstas son abundantes. Irregular porque los niveles de concentración demográfica y de los distintos sectores de actividad económica no se corresponden, por lo general, las áreas favorecidas con mayor disponibilidad o facilidad en el aprovechamiento de este recurso.

Un bien indispensable, pero escaso y desigualmente repartido ha propiciado en México una constante y creciente explotación hidráulica, muchas veces en forma incontrolable e incluso perjudicial para la recuperación del equilibrio en el ciclo natural del agua.

La importancia extrema de esta problemática ha motivado la consideración del agua, entre otras, dentro de todo plan de desarrollo, en un apartado específico que responde a la política sectorial tendiente al óptimo aprovechamiento de este recurso.

Se requiere, sin duda, un conocimiento real y estricto del panorama y las condiciones de la mayor parte de los factores que intervienen en el comportamiento del agua y su renovación, así como la perspectiva espacial de todo ello a distintas escalas, de acuerdo con los requerimientos del planteamiento. Por esta razón, si bien es cierto que un estudio hidrológico no debiera circunscribirse a unidades espaciales con límite político-administrativo, porque la naturaleza marca los suyos propios, también es verdad que las necesidades del hombre para la buena gestión de los recursos que el medio ofrece, exigen establecer fronteras que permiten el estudio, conocimiento y toma de decisiones sobre un espacio determinado.

Lo anterior, responde precisamente, la serie de ESTUDIOS HIDROLÓGICOS ESTATALES que tienen la intención de ofrecer, a cualquier lector interesado en la problemática nacional del agua y sus variaciones, un acervo de información, sintetizada e integrada, sobre los elementos más importantes del ciclo y dinámica hidrológica, tanto físicos como humanos en nuestro país.

Un trabajo de esta naturaleza requiere de recopilación, análisis y síntesis de muy variada información que permite contemplar con rigor la situación de un espacio determinado- el Estado - respecto al comportamiento superficial y subterráneo del agua, para culminar en una serie de observaciones y recomendaciones, derivadas de las consecuencias hidrológicas de las particulares características de cada unidad de estudio, a fin de optimizar y buscar la mejor manera

de ejecutar las actividades de aprovechamiento del agua en cada Estado de Federación.

El **INEGI**, como Servicio Cartográfico Nacional, da respuesta, de este modo, a las crecientes necesidades de investigación práctica y producción cartográfica para el mejor conocimiento de los problemas que de forma directa afectan al desarrollo equilibrado de nuestra Patria.

Se concreta, asimismo, en unidades político-administrativas el cúmulo de información hidrológica que a lo largo de casi veinte años ha venido elaborando esta Institución y que cubrirá los tres niveles básicos para el estudio, conocimiento y mejor administración del agua, así como para la concientización real respecto a su problemática: la cartografía 1:250 000 que permite descender al detalle que escapa a la escala 1:1 000 000, cuyo objetivo es la visión globalizante, se complementa ahora con el ESTUDIO HIDROLÓGICO ESTATAL que hace posible la caracterización y consiguiente tipificación de cada espacio, objeto de actuación estratégica, al tiempo que permite ofrecer al ciudadano una guía sintética y accesible respecto a las peculiaridades de cada Estado, dentro del marco de una gran profusión gráfica, como corresponde a una publicación de esta naturaleza.

Objetivos

Se han esbozado, hasta aquí, los objetivos generales de este trabajo, conviene ahora señalar, puntualmente, a los propósitos específicos en que aquellos se concretan, desde dos perspectivas complementarias: la meta de producción y publicación cartográfica de la Dirección General de Geografía (DGG), y la finalidad última de una investigación hidrológica práctica.

Dada la importancia del agua en México y la urgencia de información precisa, a distintos niveles, el INEGI se ha propuesto ofrecer una publicación útil que permita:

Disponer, en un solo estudio, de la información hidrológica, realidades y perspectivas de gestión más importantes del agua en cada Estado.

Suministrar esta información -resultados de recopilación y análisis de manera sintética, accesible y gráfica- para facilitar su comprensión y aplicación.

Proveer así de un compendio hidrológico estatal que satisfaga, en la medida de sus posibilidades, las necesidades del planeamiento, de la toma de decisiones y de concientización respecto a la problemática del agua en cada Estado y la obligada racionalización de su consumo.

Brindar una aportación al conocimiento geográfico del país y cartografía.

Ofrecer un producto de utilidad a estudiantes de nivel medio y superior o a cualquier ciudadano interesado en conocer mejor su región.

En cuanto al estudio hidrológico en sí mismo, este pretende:

Examinar de la manera más detallada posible, las condiciones generales de los factores que inciden de forma directa en el ciclo del agua en cada Estado, esto es, los componentes del medio físico y humano que actúan como variables interdependientes; se consideró de este modo, el crecimiento de la población, la estructura económica, los niveles de concentración y las comunidades (accesibilidad), en razón de la

incidencia que contienen sobre el uso y distribución del recurso; se examinó al tiempo, el impacto del relieve, el suelo, la vegetación, el clima y la geología sobre la disponibilidad del agua.

Analizar en profundidad los elementos responsables del comportamiento, uso y calidades del agua, tanto superficial como subterránea; también se aplicaron los esquemas de análisis de Hidrología Superficial y Subterránea con objeto de:

Definir las condiciones naturales del agua en la superficie a partir del análisis de las cuencas, red hidrográfica, los patrones de avenamiento.

Considerar el aprovechamiento actual, a través de la infraestructura hidráulica existente y en proyecto.

Determinar los rasgos definitivos del escurrimiento a fin de establecer, en conjunto, los niveles de disponibilidad de agua.

Describir las condiciones hidráulicas en el subsuelo respecto a la dirección de flujos, detección de áreas con mayores posibilidades de extracción de agua y caracterización del comportamiento natural e inducido de sus acuíferos.

Analizar el censo de aprovechamientos y con base en los niveles dinámico y estático obtenidos de los pozos de observación, establecer la evolución del balance hidráulico con la finalidad de conocer el grado de explotación de los acuíferos, sus congruencias y tendencia general.

En virtud de las consecuencias hidrológicas que comportan las características analizadas, una vez definido el panorama estatal en cuanto a disponibilidad y explotación, usos actuales y alternativas, así como calidades del agua, proporcionar recomendaciones y observaciones de tipo práctico que contribuyan a fomentar el óptimo aprovechamiento y cuidado de este recurso, ofrezcan opciones válidas ante los problemas existentes o permitan evitar su agravamiento y, en definitiva, prevenir que una gestión reiteradamente inadecuada conduzca a la escasez.

Metodología

Como ha sido costumbre en la elaboración de la cartografía Hidrológica, tanto superficial como subterránea; el estudio Hidrológico Estatal conjuga, a un tiempo, el análisis de gabinete y el reconocimiento de campo, de acuerdo con los objetivos planteados, ambas actividades dieron como resultado un enorme esfuerzo de recopilación, análisis y síntesis de la información disponible, generada por diversas instituciones y fundamentalmente por la propia Dirección General de Geografía.

Esto permitió establecer los tres niveles cognoscitivos que implica un estudio Hidrológico: en primer lugar, una descripción integrada de las condiciones y situación actual; en segundo término, una explicación fundamentada de la realidad, así como de las perspectivas futuras y, finalmente aportar recomendaciones encaminadas a la consecución del óptimo aprovechamiento de un bien escaso e indispensable como el agua.

1. Generalidades

1.1 LOCALIZACIÓN, LÍMITES Y EXTENSIÓN

El estado de Jalisco se localiza en la porción occidental de la república Mexicana; está comprendido en las coordenadas geográficas extremas 22°45' y 18°55' de latitud norte, y 101°28' y 105°42' de longitud oeste (fig. 1.1, cuadro 1.1).

Jalisco colinda al norte con Nayarit, Durango, Zacatecas y Aguascalientes; al este con Zacatecas, Guanajuato, San Luis Potosí y Michoacán de Ocampo, al sur con Michoacán de Ocampo, Colima y el Océano Pacífico, al oeste con el Océano Pacífico y Nayarit. Su extensión territorial es de *79 085 km², que representa 4.0% de la superficie total del territorio nacional.

1.2 PANORAMA DEMOGRÁFICO

La población total del estado de Jalisco, según el Censo de Población y Vivienda de 1995, INEGI, es de 5 991 176 habitantes de los cuales 48.80% (2'923 921) son hombres y 51.20% (3'067 255) son mujeres.

En el aspecto productivo del estado para 1995, la población económicamente activa (PEA) es de 57.32% de la población total mayor de 12 años y a la población económicamente inactiva (PEI) le corresponde 42.65% de la misma (cuadro 1.2), 0.03% no especifica su actividad.

La población ocupada en el estado se encuentra repartida de la siguiente manera: al sector terciario corresponde 54.82%; el secundario se encuentra en segundo lugar en la entidad, al concentrar 28.96% de los trabajadores y el primario 15.88% (cuadro 1.3). El conjunto de los tres grupos descritos suman 99.66%, el resto de los trabajadores (0.34%) se distribuye en un gran número de ocupaciones.

De acuerdo con la división político-administrativa, el estado comprende 124 municipios. (fig. 1.2). Tres de los cuatro municipios que conforman la zona metropolitana de Guadalajara tienen tasas de crecimiento medio anual significativamente elevadas. Destaca Tonalá con la máxima de 12, en seguida Tlaquepaque y Zapopan con 6.7 y 6.2% respectivamente.

Guadalajara presenta una tasa de crecimiento de población de tan sólo 0.15%, esto significa que la zona metropolitana debe su crecimiento sobre todo a los municipios periféricos, situación frecuente dentro del proceso de metropolización de las ciudades, ya que existen cambios en el uso del suelo, esto es, las zonas céntricas que anteriormente servían para uso habitacional se van convirtiendo en zonas comerciales.

En la entidad, la población se distribuye en 12 021 localidades de las cuales 11 854 se consideran rurales y 167 urbanas; se tiene que 1 007 468 habitantes viven en localidades rurales que representan 16.82% de la población total y 83.18% (4 983 708 habitantes), se encuentran en localidades urbanas (cuadro 1.4); esto da como consecuencia el fenómeno de urbanización.

Entre el resto de los municipios de la entidad sobresalen por tener tasa de crecimiento elevada, Puerto Vallarta y El Salto con 6.9 y 6.7% respectivamente, enseguida se encuentran Arandas, Ixtlahuacán de Los Membrillos y Tlajomulco de Zúñiga, con tasas superiores a 3%; otras entidades presentan tasas mayores al 2% como Tomatlán, Acatic, Arenal, San Juan de Los Lagos, Lagos de Moreno, Jocotepec, Juana-catlán, Jalostotitlán, San Julián, Villa Hidalgo, San Martín Hidalgo y Cihuatlán.

En el estado de Jalisco se presentan 29 municipios que crecen a tasas promedio anuales de entre el 1.0 y 1.9%, y 34 aumentaron con tasas de 0.9 a 0.01%. Por otro lado es importante señalar que 40 municipios de Jalisco tienen una tasa de crecimiento medio anual negativa, esto es, que su población está disminuyendo (cuadro 1.5) (fig. 1.4).

Durante el período 1980-1990, la población del estado tuvo una tasa de crecimiento promedio anual de 1.9%. Esto significa que en la última década la población se incrementó en promedio a dos por cada cien habitantes al año (cuadro 1.6).

1.3 LAS COMUNICACIONES

El estado de Jalisco posee infraestructura adecuada, ya que cuenta con vías de comunicación terrestres, marítimas y aéreas. Esto permite crear las condiciones óptimas para el desarrollo económico del estado.

* INEGI-DGG Superficie de la República Mexicana por estados. Inédito, (1998).

La red carretera estatal es de 24 314.33 km, de los que 4 650.73 km son de carretera pavimentada y representa 19.1% del total, 877.70 km de carretera revestida (3.6%), 4 630 km de terracería (19.1%) y 14 155.90 km de brecha (58.2%). Las vías de acceso federales principales son las que tienen los números: 80 Zapotlanejo-Lagos de Moreno, 90 León-Zapotlanejo-Guadalajara, 45 León-Lagos de Moreno-Aguascalientes, 15 Guadalajara-Tepic y 54 Guadalajara-Colima. Las carreteras federales de cuota son: Guadalajara-Cd. de México, Guadalajara-Colima y Guadalajara-Tepic (fig. 1.4).

En lo referente a la infraestructura ferroviaria cuenta con cuatro líneas, la primera que cruza el estado de sureste a norte con ruta León-Lagos de Moreno-Aguascalientes, la segunda es Guadalajara-Zamora,

otra línea parte de Guadalajara y cruza el estado hacia el sur con dirección a Colima y por último la línea ferroviaria que va de Guadalajara en dirección noroeste a Tepic (fig. 1.4).

En infraestructura aérea se cuenta con dos aeropuertos internacionales, uno en Puerto Vallarta y otro en la ciudad de Guadalajara; uno nacional en Lagos de Moreno, y 61 aeródromos que se utilizan para fumigación aérea, transporte de carga y pasaje (fig. 1.4).

En lo referente al transporte marítimo, existen servicios de cabotaje y de altura en Puerto Vallarta. Además, los sistemas masivos de comunicación lo constituyen: teledifusoras, radiodifusoras, teléfono, telex, servicio postal, red telegráfica, red informática y periódicos.

2. Marco Físico General

2.1 UNIDADES DE RELIEVE

En el estado de Jalisco existen diversos elementos orográficos, los cuales constituyen el relieve actual, estos, a su vez, influyen en el comportamiento del clima y la hidrología regional. Las distintas morfoestructuras: sierras, barrancas, valles, llanuras, mesetas, entre otras, forman parte de las cuatro provincias fisiográficas donde se enclava el estado: Eje Neovolcánico, Mesa Central, Sierra Madre Occidental y Sierra Madre del Sur (fig. 2.0).

Así, se describen a continuación las unidades del relieve que destacan:

En la porción este de la entidad en la frontera con Guanajuato, la topografía característica es un amplio llano.

En la parte noreste del estado, se encuentra la región conocida como Altos de Jalisco, se caracteriza por sus mesetas de origen volcánico, y valles profundos de laderas escarpadas. Las topografías más destacadas son: volcanes aislados o en conjunto, mesetas asociadas a lomeríos, cañadas, mesetas escalonadas, lomeríos suaves y valles de laderas escarpadas.

En la parte central del estado, se encuentra el lago de Chapala, el cual alcanza gran magnitud dentro del Eje Neovolcánico, constituye un **graben**, cuyo sistema de fallas son de este-oeste y otras más pequeñas con burda orientación de norte a sur. El resultado en los lugares aledaños es un paisaje de origen unitario pero con morfologías diferentes, con sierras de laderas escarpadas que circundan el lago, sierras afalladas y lomeríos al sur.

En resumen, en esta zona cercana al lago se encuentran diversas topografías tales como: sierras, mesetas, escudo-volcanes, lomeríos con llanos, lomeríos suaves, valles de laderas y ondulados, depresión y gran llano.

En la zona central de la entidad, que corresponde a Guadalajara y sus alrededores afloran rocas piroclásticas, de edad relativamente reciente, que se observa claramente al oeste de Guadalajara en la "sierra La Primavera". Esta es una zona con gran complejidad geomorfológica y geológica. Se encuentran también sierras, mesetas, lomeríos y amplios llanos, de los que se extrae abundante agua del subsuelo.

En el extremo norte de Jalisco, alrededor del municipio de Hostotipaquillo se localizan tres sistemas de topografías: sierra de laderas tendidas, meseta lávica con cañadas y un valle tendido.

En la parte sur del estado, se encuentran las dos geoformas más importantes: el Nevado y el volcán de Fuego de Colima, con 4 240 y 3 820 msnm respectivamente; conjuntamente con estas geoformas se encuentran otras de menores dimensiones como: sierra de laderas abruptas, lomeríos suaves asociados con cañadas y valle de laderas escarpadas. En la misma región, se encuentra un sistema de topografías, representado por meseta lávica asociada con sierras, que en conjunto forman un grupo de mesetas escalonadas que descienden hacia el sur, de 1 500 a 1 000 msnm.

A partir del lago de Chapala nace y se desarrolla hacia el norte el río Grande de Santiago, drenando un buen número de municipios del estado; en su amplio recorrido ha originado cañones, pequeñas mesetas asociadas a lomeríos con valles y algunas terrazas.

En la parte noreste que colinda con Zacatecas se localizan importantes topografías, como sierras altas con mesetas de laderas abruptas cortadas por cañadas, lomeríos suaves y el singular cañón del río Verde.

Finalmente, en la costa de Jalisco cerca del estado de Colima se encuentra una importante sierra formada por rocas ígneas intrusivas y extrusivas, donde más de la mitad es granito; se han formado amplios valles intermontanos, con muy poco relleno aluvial, dentro de la sierra se localizan también algunas otras topografías como mesetas complejas, lomeríos, cañones y llanuras.

2.2 TIPOS DE SUELOS: CARACTERÍSTICAS GENERALES Y GRADO DE PERMEABILIDAD

Como consecuencia de la interacción climática, geológica, de la vegetación y del relieve, esta entidad presenta amplia gama de suelos (figs. 2.1 y 2.2).

En los Altos de Jalisco se encuentra gran variedad de suelos de origen residual y aluvial entre los que predominan:

Feozem háplico: se caracteriza por presentar una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica

y nutrientes, con alta permeabilidad; la susceptibilidad a la erosión está en función de sus condiciones ambientales.

Planosol eútrico: presenta, debajo de la capa superficial, una capa delgada de material claro, de la cual han sido removidos la arcilla o los óxidos de hierro libres; se denomina a éste como horizonte E álbico; por debajo de ella se localiza una capa impermeable. Las capas superficiales son muy susceptibles a la erosión. La permeabilidad de este suelo es baja.

Planosol mólico: tiene características similares al eútrico, sólo que presenta una capa superficial muy oscura y alto contenido de materia orgánica, en este suelo la permeabilidad es baja, de los planosoles es el más fértil.

Planosol dístrico: tiene las características descritas anteriormente y bajo contenido de bases, lo cual lo hace muy ácido, infértil y de permeabilidad baja.

Vertisol pélico: es un suelo muy arcilloso de color negro o gris oscuro, pegajoso cuando se encuentra mojado y muy duro cuando está seco, por lo que al deshidratarse se forman grandes grietas o fisuras; es suelo fértil en el llano, aunque presenta algunas limitantes, tiene permeabilidad baja por su alto contenido de arcilla y por lo general es de susceptibilidad baja a la erosión.

Luvisol crómico: suelo con enriquecimiento destacable de arcilla, con colores amarillentos o rojizos, permeabilidad de media a baja; es de alta susceptibilidad a la erosión.

Regosol eútrico: no presenta capas (estratos) en forma horizontal, se asemeja mucho a la roca de origen por lo que presenta permeabilidad alta; es de susceptibilidad alta a la erosión y su fertilidad es moderada.

Luvisol férrico: de media a baja permeabilidad debido a sus condiciones de textura; presenta manchas rojizas por el alto contenido de hierro y es ácido e infértil.

Feozem lúvico: muestra una capa superficial oscura, rica en materia orgánica y minerales, tiene también alta acumulación de arcilla en el subsuelo por lo que su permeabilidad es media.

Xerosol lúvico: se ubica preferentemente en zonas áridas y semiáridas, secas y semisecas; es de color claro o muy claro, con bajo contenido de materia orgánica y acumulación notable de arcilla que limita la permeabilidad, ésta es media.

En la parte central del estado se encuentra gran variedad de suelos, algunos de los cuales fueron

mencionados en la zona anterior, por lo que no se describirán: Feozem háplico, Planosol eútrico, Vertisol pélico, Luvisol crómico, Luvisol férrico y Feozem lúvico.

Cambisol crómico: suelo que se desarrolla en clima templado y semicálido, con fertilidad moderada, de origen residual, asentado sobre roca ígnea extrusiva ácida. Este es joven poco desarrollado; en el subsuelo presenta una capa que parece más suelo que roca, esto es, en ella se forman terrones y el suelo no está suelto, en particular es rojizo o pardo oscuro y con alta capacidad para retener nutrientes; en general tiene moderada o alta susceptibilidad a la erosión y presenta permeabilidad media.

Vertisol crómico: es muy fértil, de origen residual, presenta alto contenido de arcilla que forma grietas anchas y profundas en época de sequía; es de color pardo o rojizo, pegajoso cuando está mojado y con permeabilidad baja.

Andosol húmico: es un suelo derivado de ceniza volcánica, no muy fértil, muy ligero, fácil de erosionarse, fija fuertemente el fósforo y con permeabilidad alta; asimismo, tiene una capa superficial muy oscura casi negra, rica en contenido de materia orgánica pero muy ácida y de pocos nutrientes.

Andosol ócrico: también derivado de ceniza volcánica; la capa superficial es clara y con bajo contenido de materia orgánica. Presenta permeabilidad alta.

Acrisol órtico: tiene acumulación de arcilla en el subsuelo; es ácido o muy ácido (con menos de 35% de saturación de bases); de color amarillo con manchas rojas, con permeabilidad de media a baja. Es moderadamente susceptible a la erosión.

Solonchak gléyico: se desarrolla bajo clima seco, tiene alto contenido de sales en alguno de sus horizontes o en todo el perfil; el subsuelo tiene una capa en la que se estanca el agua, color gris azulado y al exponerse al aire con manchas rojizas. Presenta permeabilidad baja.

Solonchak órtico: tiene las mismas características que el anterior, sólo que no presenta el color gris con manchas rojizas. Su permeabilidad es de media a baja.

Es importante mencionar que el suelo llamado Litosol se encuentra en todos los sistemas de sierras de el estado y asociado con otros tipos de suelos, es somero con profundidad no mayor a 10 cm y con permeabilidad baja.

En la parte centro-occidente de Jalisco se encuentra una gran sierra volcánica muy compleja, que presenta

también variedad de suelos, algunos previamente descritos, tales como: Litosol, Acrisol órtico, Feozem háplico, Cambisol crómico y Luvisol crómico.

Rendzina: suelo somero con una capa superficial oscura y rica en humus, es muy fértil, descansa directamente sobre roca caliza o algún material rico en cal; tienen origen residual y permeabilidad alta o baja.

Regosol dístrico: de origen residual, joven, poco desarrollado, carece de capas u horizontes distintos, tiene un parecido a la roca subyacente, es de color claro; con muy pocos nutrientes; infértil y ácido, su acidez se debe a su bajo contenido de bases, menos de 50%; presenta permeabilidad alta.

Cambisol húmico: se localiza en las mesetas lávicas de la zona, presenta una capa superficial de color oscuro o negro, rico en materia orgánica, pero demasiado ácida por su bajo contenido de sales, menor al 50%, pobre en nutrientes, presenta permeabilidad de media a alta.

Andosol mólico: Se localiza en las mesetas escalonadas y lomeríos, es de origen residual y coluvial, derivado de cenizas volcánicas, fácil de ser erosionado, muy ligero, con permeabilidad alta. En esta región en particular, presenta una capa superficial oscura o negra, rica en materia orgánica y nutrientes.

En la parte sur de la entidad, cerca del estado de Colima, las características geológicas (rocas ígneas extrusiva e intermedia, arenisca y conglomerado); climáticas (templado, semicálido, templado semicálido subhúmedo, templado subhúmedo y semiseco) aunado a la vegetación y a la topografía abrupta, ofrecen un mosaico edafológico muy importante, los suelos que aquí destacan son los siguientes: Regosol eútrico; presenta la mayor extensión geográfica, Cambisol eútrico, Litosol, Feozem háplico, Vertisol pélico, Andosol húmico, Regosol calcárico y Chernozem háplico.

Regosol calcárico: suelo joven poco desarrollado, no presenta diferentes capas y está formado por material suelto rico en carbonatos, que lo convierte en el más fértil de todos los regosoles; su permeabilidad es alta.

Chernozem háplico: tiene una capa superficial de color negro, rica en materia orgánica y nutrientes, presenta en algunas partes acumulación de carbonato de calcio (caliche) en el perfil o en concreciones que determinan su fertilidad, con permeabilidad media y en algunas partes puede ser alta.

Al noreste del estado sobre los municipios de Ojuelos, Encarnación de Díaz y Lagos de Moreno, hay también diversos tipos de suelos, los principales son:

Feozem háplico, Xerosol háplico, Litosol y en menor escala, Planosol eútrico y Feozem lúvico, de los cuales el único no descrito anteriormente es el Xerosol háplico que presenta una capa superficial de color claro, muy pobre en contenido de materia orgánica (humus) y le subyace una estrato rica en arcilla, lo que determina su permeabilidad baja.

En el norte de Jalisco la extensión del terreno y las variaciones y accidentes topográficos dan como resultado gran variedad de suelos de origen aluvial y residual, tales como: Feozem háplico, Litosol, Regosol eútrico, Cambisol crómico, Cambisol eútrico, Luvisol vértico, Planosol eútrico, Luvisol crómico y Luvisol férrico, a continuación se describen los suelos presentes en esta región del estado que no han sido descritos anteriormente:

Castañozem lúvico: presenta un horizonte superior color pardo o rojizo oscuro, con importante acumulación de arcilla y material calcáreo en el subsuelo, que lo convierte en un suelo con permeabilidad de media a baja.

Chernozem lúvico: el primer estrato es de color negro, rico en materia orgánica y nutrientes, presenta acumulación de arcilla en el subsuelo así como material calcáreo, por lo tanto su permeabilidad es de media a baja.

Acrisol férrico: posee acumulación de arcilla en el subsuelo y una cantidad menor a 35% de saturación de bases, es un suelo ácido o muy ácido, de color café rojizo o amarillo claro y presenta manchas negras o nódulos rojos. En el subsuelo es de color amarillento y con permeabilidad baja.

Luvisol órtico: tiene enriquecimiento de arcilla en el subsuelo, lo que determina una permeabilidad generalmente baja, es de color rojo o claro, la capa superficial puede ser blanda, de color oscuro y rica en materia orgánica, pero baja en el contenido de nutrientes.

Cambisol ferrálico: tiene en el subsuelo manchas rojas o amarillas fácilmente detectables y baja retención de agua y nutrientes, con permeabilidad de media a alta.

Cambisol dístrico: presenta en el subsuelo una capa que parece más suelo que roca, en ella se forman terrones que no permiten esté suelto, es ácido por su bajo contenido de bases menor de 50%, y muy pobre en nutrientes, tiene permeabilidad de media a alta.

Así, en el oeste y suroeste del estado, la complejidad fisiográfica, geológica, la distribución de la vegetación y del clima determinan la impresionante diversidad de suelos en la región.

Los suelos serranos se enlistan a continuación: Luvisol, Cambisol crómico, Regosol eútrico, Feozem háplico, Litosol, Cambisol dístico y Andosol órtico; además, de los ya descritos se encuentran otros tres tipos que se mencionan a continuación.

Fluvisol eútrico: este es un suelo formado por material que ha sido transportado por el agua, carece de estructura definida, presenta alternancia de capas de arena, arcilla o grava, es por su génesis: profundo o somero, fértil, arenoso o arcilloso; generalmente con permeabilidad alta.

En las mesetas los suelos que se encontraron, todos ellos descritos con anterioridad en otros apartados, son: Regosol eútrico y dístico, Cambisol crómico y eútrico, Litosol, Acrisol órtico y Feozem háplico.

En los valles ramificados de la región el suelo de mayor predominio es el Andosol húmico.

2.3 CARACTERÍSTICAS BIOGEOGRÁFICAS: USO DEL SUELO Y VEGETACIÓN

El estado de Jalisco por las características de su relieve presenta gran diversidad de asociaciones vegetales, como: selvas, bosques, matorrales, pastizales; así como pequeñas áreas de vegetación halófila, de dunas costeras y de manglar y palmares. Las características fisonómicas, como la densidad vegetal inciden en el grado de infiltración y escurrimiento del agua (fig. 2.3).

La intervención del hombre sobre la vegetación se manifiesta en las actividades pecuarias, madereras y agrícolas principalmente, ésta última se realiza en terrenos planos o de pendientes muy leves y en áreas de lomerío. En el primer caso se practica la agricultura de riego, la cual es de mayor magnitud en los valles que forman los ríos Ameca, Tomatlán y Chacala en la costa; y en los de Encarnación de Díaz y Lagos de Moreno en el norte, en la Barca, Ocotlán, Atotonilco El Alto, Ayo el Chico, Atequiza, El Salto, Cocula, Ameca, La Vega, Tala, etcétera. En el segundo, se practica la agricultura de temporal en los alrededores de Tolimán, Cd. Guzmán, Tepatitlán, San Juan de los Lagos y Arandas, entre otras zonas temporaleras.

Una consecuencia de la acción directa del hombre sobre el medio natural, es la aparición de las comunidades vegetales secundarias como los pastizales inducidos, arbustivos y arbóreas de selvas, bosques o matorrales; surgen debido al desmonte de la vegetación original, con fines de utilización pecuaria o forestal. El pastizal también se desarrolla en áreas agrícolas abandonadas o que se incendian frecuentemente, esta comunidad se encuentra dispersa en el estado.

Algunas especies de gramíneas representativas son: *Muhlenbergia* sp., *Digitaria* sp., *Bouteloua* spp., *Chloris*

sp., *Eragostis* sp., *Paspalum notatum*, *Setaria geniculata*, *Aristida* sp., *Cenchrus* spp., la cobertura vegetal es menor debido al uso intensivo del recurso suelo, por lo que su densidad es baja.

En el mosaico vegetal que presenta Jalisco existen comunidades de importancia ecológica, y que debido a sus condiciones topográficas han sido menos alteradas por la acción del hombre. Éstas son: selva baja caducifolia, se presenta en zonas con clima cálido de humedad variable; su distribución corresponde particularmente a la vertiente del Pacífico, penetran a lo largo de los cañones de los ríos más importantes como: Atengo, Bolaños, Juchipila, Ameca y por el sur en el río Ayuquila-Armería llegan hasta las faldas de los cerros y volcanes por abajo del paralelo 20° 00'. Altitudinalmente, son asociaciones que se presentan desde la costa hasta los 1 600 m, más de 75% de las especies pierden sus hojas durante el período más seco del año; las representativas son: *Lysiloma* sp., *Caesalpinia* sp., *Bursera excelsa*, *Bursera* sp., *Ceiba* sp., *Spondias purpurea*, *Opuntia* sp. y *Stenocereus* sp., entre otras.

Selva mediana subcaducifolia, se localiza en el estado en la parte oeste y suroeste, en el que prosperan en elevaciones desde 200 hasta 800 msnm, aunque en algunos sitios alcanzan mayores alturas sobre el nivel del mar, circunstancia que la hace colindar con los bosques de encino y pino. Las especies de esta asociación vegetal pierden sus hojas en la época de secas, a pesar de que la humedad atmosférica proveniente del mar influya en el verdor de esta vegetación. Dadas las características ya mencionadas destacan las siguientes: *Bursera simaruba*, *Brosimum alicastrum*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Lysiloma acapulcensis*, *Dendropanax arboreum*, *Hura polyandra*, *Tabebuia* sp., *Coccoloba* sp., *Cochlospermum vitifolium*, *Ficus* sp., *Bursera* spp., *Guazuma* sp., *Cordia* sp., *Caesalpinia* sp., *Acacia cymbispina*, *Hymenaea curbaril*.

Los bosques son asociaciones vegetales de pino, encino o una mezcla de ambos que se desarrollan principalmente en las zonas montañosas, sobre elevaciones que varían desde 400 en los pequeños cerros de la llanura costera, hasta por arriba de 4 000 msnm como sucede en el Nevado de Colima. Existen pequeños relictos de bosque mesófilo de montaña en la parte norte del Nevado y en las sierras de Manantlán, Cacoma, El Tuito y en Mascota rumbo al oeste. Los bosques también se localizan en los valles intermontanos. Las especies más frecuentes son *Pinus michoacana*, *Pinus oocarpa*, *Pinus leiophylla*, *Pinus* sp., *Quercus laeta*, *Quercus candicans*, *Quercus arizonica*, *Quercus* spp., *Arbutus xalapensis*, *Juniperus deppeana* y *Alnus arguta* entre otros.

Los matorrales son comunidades que prosperan en las partes altas y planas principalmente donde fluye el Lerma- Santiago desde 1 600 hasta 1 900 msnm aproximadamente. Los matorrales que se desarrollan en Jalisco son: subtropical y crasicaule los dos son de densidad media o baja y las especies más frecuentes son: *Acacia schaffneri*, *Acacia farmesiana*, *Acacia* sp., *Prosopis* sp., *Eysenhardtia polystachya*, *Ipomoea* sp., *Opuntia* spp., *Etenocereus* sp., *Ceiba* sp., *Bursera* sp. y *Acacia pennatula*.

La vegetación de manglar se encuentra presente en las zonas de desembocadura de los ríos al mar. A causa de las condiciones salinas las principales especies representativas de este tipo de vegetación son: *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Typha* sp; por sus características fisonómicas se clasifica dentro del grupo cuya densidad vegetal es alta.

Vegetación halófila, se desarrolla sobre suelos salinos; se localiza en los entornos y dentro del lago de

Sayula y porciones de la costa alrededor del manglar. Se compone de especies arbustivas o herbáceas tales como: *Atriplex* sp., *Batis maritima*, *Limonium californicum*, etc. Estas dos últimas asociaciones vegetales, cuyas características fisonómicas, florísticas y ecológicas son muy disímiles, por su cobertura vegetal se le considera dentro del rango de densidad baja.

En el estado, las condiciones que guardan las asociaciones vegetales juegan un papel importante en el ciclo hidrológico, ya que la conservación o uso de la vegetación influye directamente sobre los fenómenos de infiltración y escurrimiento del agua pluvial, la cual es la fuente básica en la recarga de los mantos acuíferos.

En los terrenos accidentados el escurrimiento es mayor debido a la pendiente abrupta, aunque en ellas la densidad de la cobertura vegetal es alta. En las figuras 2.3.1a y 2.3.1b se muestra un perfil de la distribución y variación altitudinal de la vegetación y en el anexo 1 las especies más comunes de la biocenosis del estado.

3. Clima

3.1 DISTRIBUCIÓN Y VARIACIÓN

El clima en la entidad presenta importantes contrastes debido a la conformación del relieve (altitud y exposición), la latitud y a la influencia de masas de agua tanto marinas como continentales.

Todas estas variantes afectan en diversas formas el desarrollo de las condiciones físicas, tales como las diferentes cubiertas de vegetación, suelos y rocas, así como a las actividades socioeconómicas, que repercuten en los asentamientos humanos e industriales.

Los climas que se presentan en Jalisco son: cálido subhúmedo, semicálido subhúmedo, templado subhúmedo, semiseco muy cálido y cálido, semiseco semicálido y semiseco templado (fig. 3.1).

Clima cálido subhúmedo con lluvias en verano A(w).

Es el más cálido de los tipos que se presentan en el estado, cubre aproximadamente 24.46%, la temperatura promedio tiene un rango de 26°C, la del año más frío se presentó en enero de 1975 con 23.1°C, y el más caluroso ha sido de 29.1°C ocurrida en junio de 1990; la precipitación total anual es de 800 a 900 mm rebasó los 1 200 en los años más lluviosos y es menor de 500 mm en los años secos. Este tipo de clima prevalece en el oeste de Jalisco desde la costa hasta las estribaciones de la sierra, al este y norte del Nevado de Colima y en la barranca de Oblatos.

Clima semicálido subhúmedo con lluvias en verano ACw.

Cubre una extensión aproximada de 45.77%, con temperatura media anual de 18 a 21°C, la temperatura más fría registrada ha sido de 15°C en enero de 1983 y la más cálida en julio de 1980 de 22°C. La precipitación total anual es de 600 a 900 mm; la precipitación del año más seco oscila entre 350 y 650 mm y la del más lluvioso ha sido de 1 000 a 1 500 mm. Este clima es el que se extiende con mayor amplitud en la porción central del estado en la parte plana y menos montañosa. En esta región se asientan las principales ciudades de Jalisco: Guadalajara, Ameca, San Juan de los Lagos y Ciudad Guzmán, entre otras.

Clima templado subhúmedo con lluvias en verano C(w).

Cubre una superficie de 16.29% y la temperatura media anual es del rango de los 16°C. La temperatura del año más caliente se registró en Tapalpa de 19.5°C, fue en junio 1962 y la más baja de 10.9°C en febrero de 1992; respecto a las lluvias la precipitación total anual es de 900 mm aproximadamente y se registran más de 1 500 mm en los años lluviosos y menos de 600 mm en el más seco; impera al sur de San Juan de los Lagos y Colotlán, al norte de Ciudad Guzmán, en los límites con Zacatecas, en el Eje Neovolcánico, en la sierra El Tuito, Loma Blanca y Calcomán.

Clima semiseco muy cálido y cálido BS₁(h').

Cubre una superficie de 2.60%, la temperatura media anual reportada en Bolaños es de 24°C; la temperatura del año más caliente registrada es de 29.7°C en mayo de 1994 y la más baja de 19.4°C en enero de 1984; respecto a la precipitación total anual, es de 600 mm, registrándose más de 700 mm en los años más lluviosos y alrededor de 400 mm en el año más seco.

Clima semicálido BS₁h.

Este tipo de clima impera en 6.74% del total de la superficie estatal y se localiza al norte, noreste y una pequeña área de la costa. La temperatura promedio es del rango de 17.1°C; se registró la más alta en agosto de 1994, de 25.8°C y la más baja de 10.5°C en enero de 1970; se distribuye en la parte norte y noreste del estado.

Clima semiseco templado BS₁k.

Prevalece en la porción norte del estado (al noreste de Colotlán) y en el noreste (en la región de Ojuelos de Jalisco). Cubre 4.14% de la superficie estatal; la temperatura media anual es de 16 a 18°C y la precipitación promedio es de 500 a 600 mm.

3.2 TEMPERATURA, PRECIPITACIÓN Y EVAPORACIÓN

Los principales elementos del clima son temperatura y precipitación, con algunos factores como las formas del relieve, entre otros, se manifiestan de diferentes maneras a lo largo y ancho de todo el estado (figs. 3.2.1, 3.2.2 y 3.2.3).

La temperatura media anual mayor a 26°C se extiende a lo largo de la costa, y va del nivel del mar a 200 msnm, aproximadamente; se presenta en una pequeña área en Bolaños al noroeste de Guadalajara. La precipitación promedio anual es poco variable y va de 600 a 800 mm y la evaporación del orden de 1800 a 2 000 mm.

El rango de temperatura de 26 a 24°C, se manifiesta entre 200 y 500 msnm, forma una franja ancha de cara al Pacífico, con corredores en el río Ameca, Ayuquila-Armería, además de los cañones de Oblatos y Bolaños. La precipitación oscila entre 800 y 1 000 mm.

La temperatura media que va de 24 a 22°C se distribuye de 500 a 1 000 msnm, así que este rango, al igual que el anterior, se localiza de cara a la costa del Pacífico, en los cauces de los ríos más grandes y forma una pequeña isla al oeste del lago de Chapala. La precipitación en esta franja oscila alrededor de 1 000 mm.

Las altitudes donde se registran las temperaturas de 22 a 20°C van de 1 000 a 1 600 msnm en las partes bajas de las grandes montañas jaliscienses. La cantidad de lluvia en estos sitios es de 1 000 a 1 200 mm.

Asimismo, la temperatura que oscila de 20 a 18°C se registra por arriba de los 1 800 msnm en las partes altas de los cañones que forman los principales ríos y por abajo de las grandes montañas; la mayor cobertura en el estado es de 22 a 18°C en las partes altas y planas de Jalisco. El régimen de lluvia oscila entre 800 y 1 000 mm.

Para mejor comprensión de este tema se dividió al estado en las siguientes regiones:

Región Norte y los Altos: el valor promedio de temperatura al año es desde 18°C, bajando hasta 14°C, cerca a los límites de San Luis Potosí y Guanajuato. La precipitación total anual en promedio, registra una oscilación de 500 a 1 000 mm. La evaporación tiene marcadas diferencias en función de la vegetación y el suelo, ya que va de 2 000 a 2 400 mm al año.

Región Oeste: en esta zona montañosa la temperatura oscila entre los 18 y 22° C. La precipitación promedio anual varía de 1 000 a 1 200 mm, la evaporación oscila de 1 800 a 2 000 mm anualmente.

Región Centro: comparte con la parte norte y oeste la temperatura media anual, fluctúa de 18 a 22° C, en donde el año más caluroso promedia 22.1° C y el más frío 17.8° C. La precipitación promedio al año oscila entre 800 y 1 000 mm, puede ser más baja de los 600 mm y presenta una evaporación de 1 800 a 2 000 mm al año.

Región Sur: cercano a los volcanes de Colima y Nevado de Colima, el régimen térmico anual desciende de 18 a 6° C en promedio, y dentro de la cuenca del río Tepalcatepec de 22 a 24°C. El valor promedio anual de precipitación oscila de 700 a 800 mm en el volcán Nevado de Colima y de 1200 a 800 mm en el volcán Tepalcatepec. La evaporación potencial media anual es alrededor de 1 600 mm.

3.3 CONSECUENCIAS HIDROLÓGICAS DEL RÉGIMEN CLIMÁTICO

Por sus dimensiones, climas y conformación orográfica, Jalisco presenta una importante red de drenaje, de aproximadamente 20 corrientes, de las cuales algunas permiten actividades económicas como los ríos Grande de Santiago, Lerma, y Mascota, así como la captación artificial de grandes volúmenes de agua en grandes presas (Santa Rosa, La Vega, Tacotán, Trigomil y Basilio Vadillo) y 5 lagos (Atotonilco, Cajititlán, Sayula, San Marcos y Chapala), así como abundantes manantiales. El abuso del recurso hídrico ha tenido impacto en la fase de evaporación, escurrimiento, infiltración y como consecuencia del régimen climático.

El crecimiento de las zonas urbanas y agrícolas del estado es una consecuencia de la sobreexplotación en los aprovechamientos de agua. Esto hace que exista un incremento de extracción en las partes planas o de ligera pendiente como son los valles y lomeríos de la zona de los lagos, con abatimientos importantes.

4. Geología

4.1 GEOMORFOLOGÍA

El estado de Jalisco está enclavado en las provincias geológicas de la Sierra Madre del Sur, Sierra Madre Occidental, Altiplano Mexicano (Mesa Central) y Eje Neovolcánico (López Ramos, 1978) En dichas provincias la conformación del relieve es el resultado principal de procesos endógenos, modificado por la acción de procesos exógenos.

En el occidente y sur del estado, en la porción correspondiente a la Sierra Madre del Sur, el relieve montañoso muestra varias etapas de deformación, la más evidente es la intrusión de cuerpos graníticos en las rocas metasedimentarias, sedimentarias, ígneas preexistentes y secuencias volcanosedimentarias; la expresión morfológica de los dos primeros tipos de rocas es de sierras plegadas y bloques colgados; la expresión del relieve de las rocas volcanosedimentarias e ígneas, es de sierras complejas con pendientes escarpadas. El relieve de los cuerpos intrusivos es abrupto en zonas poco erosionadas y se exhibe como cerros de topografía suave en zonas erosionadas, asimismo, en algunos sitios presentan intemperismo de tipo esferoidal. En la zona occidental la altitud promedio varía de 0 a 3000 m, y en la zona sur de 300 a 2100 m. La región se encuentra en una etapa de madurez avanzada, dentro del ciclo geomorfológico.

La fracción correspondiente a la Sierra Madre Occidental corresponde al norte y noroeste de Jalisco, que se caracteriza por su topografía montañosa constituida por mesetas escarpadas y cañadas con perfiles en "v". Consiste fundamentalmente en un paquete de rocas ígneas extrusivas de composición ácida (ignimbritas y tobas) y depósitos volcanoclásticos alternados, que cubren parcialmente a rocas ígneas extrusivas intermedias, cuya expresión morfológica es de pequeños cerros erosionados; en la región de Mezquitic y Bolaños se encuentran afloramientos de rocas sedimentarias clásticas, con topografías suaves que conforman cerros de laderas tendidas y en ocasiones rellenan depresiones, como es el caso del graben de Bolaños. La elevación promedio es de 600 a 2400 m. La región se encuentra en una etapa de juventud.

El noreste del estado se sitúa dentro de la provincia Mesa Central; se caracteriza por sus extensas planicies de pendiente escasa, rellenas por depósitos aluviales

y lacustres, alternadas con sierras y mesetas, formadas principalmente por rocas ígneas extrusivas ácidas y suelo residual. Contrastan las topografías de escaso relieve de los pequeños afloramientos de rocas metamórficas que constituyen el basamento de la región. La altitud promedio varía de 1800 a 2100 m. Esta zona se encuentra en una etapa de madurez temprana.

La provincia Eje Neovolcánico, abarca gran extensión del estado y se ubica en la parte central de éste. El relieve característico es de valles y cuencas endorreicas rellenas de ceniza limitadas por sierras, en las que existen abundantes conos volcánicos monogenéticos, estratovolcanes, derrames lávicos, lahares, depósitos de brecha y cineríticos.

Los rasgos más típicos del paisaje son los sistemas de fallas normales escalonadas que originaron a las siguientes morfoestructuras denominadas grabens, asociadas con edificios volcánicos: el graben de Colima-Sayula, asociado con el volcán de Colima y el Nevado de Colima; el graben de Chapala, con numerosos conos volcánicos en las sierras que limitan el lago de Chapala, en dirección al sistema de fallas; y el graben de Tepic-Zacoalco de Torres, con volcanes como el de Tequila, en Jalisco, y los de El Ceboruco, San Juan y Sangangüey en Nayarit; destaca en el estado el volcán Nevado de Colima con altitud de 4240 m. Debido a las características de alta permeabilidad de estos materiales volcánicos, existen pocas corrientes superficiales; el relieve montañoso posee pendientes escarpadas, gargantas (valles en "v") y depósitos aluviales, indicativos de una etapa de juventud.

4.2 ESTRATIGRAFÍA

Las unidades litológicas aflorantes están representadas por secuencias volcanosedimentarias, rocas metamórficas, sedimentarias e ígneas; ubicadas en un rango cronoestratigráfico comprendido entre el Mesozoico y el Cenozoico (fig. 4.1 y anexo fig.4.1).

4.2.1 Unidades del Triásico-Jurásico

En la entidad se presentan dos secuencias metasedimentarias que fueron cartografiadas como esquisto. La primera se sitúa en el noreste de la superficie estatal, al este de la población Lagos de Moreno, dentro de la provincia geológica Altiplano Mexicano (Mesa Central). Esta secuencia es producto

de metamorfismo regional y está representada por esquisto, filita y mármol, López Ramos (1980), las correlaciona con las rocas metamórficas del Triásico, del norte de Zacatecas, porción central-oeste de San Luis Potosí, oriente de Durango y norte de Guanajuato y Querétaro. Se encuentran fracturadas, afalladas e intrusionadas por cuerpos graníticos del Terciario Inferior.

La segunda secuencia se ubica en el occidente de Jalisco (sur de Puerto Vallarta y noroeste de Mascota), dentro de la provincia Sierra Madre del Sur; consiste en un complejo metamórfico, también producto de metamorfismo regional; está constituido por esquisto y gneis cuarzofeldespáticos y en menor proporción filita pelítica. El esquisto y el gneis se derivan de arenisca; las texturas son: del esquisto es esquistosa, y del gneis es granoblástica y de estructura de segregaciones, pliegues y superficies en "s", y de la filita es lepidoblástica; los tres tipos de roca corresponden a facies de esquistos verdes. Se muestran fracturadas y afalladas, lo que propició la intrusión de cuerpos graníticos, que fueron incluidos, de acuerdo con sus relaciones estratigráficas, en el Cretácico indiferenciado. A esta secuencia metamórfica la sitúan desde el Paleozoico (De Cserna, 1965), pero Guerrero (1978) reconoce, mediante estudios radiométricos que el primer evento termal ocurrió en el Jurásico y es probable que corresponda a la prolongación del complejo metamórfico Xolapa.

4.2.2 Unidades del Cretácico

En el suroeste del estado se exhibe la unidad de roca ígnea extrusiva, formada por tobas vítrea y cristalina, ignimbrita ácida; su textura es piroclástica y su estructura es fluidal. Presenta bajo grado de metamorfismo, hidrotermalismo, silicificación y ligero plegamiento ocasionado por los cuerpos intrusivos graníticos del Cretácico; debido a que no guarda una posición fija respecto a la caliza del Cretácico Inferior, se le incluyó en el Cretácico indiferenciado. Probablemente sea la prolongación del cinturón volcánico-volcanosedimentario del Mesozoico, formado en el extremo noroeste de la margen continental de México (Morán, 1984). La unidad en conjunto fue cartografiada como K (Igea).

La unidad volcanosedimentaria del Cretácico Inferior consiste en una secuencia constituida en su base por caliza recristalizada; presenta estratos de 1 a 15 cm de espesor; de textura espática fina con ligera deformación y estructura compacta, fracturada; se alterna con material volcanoclástico de composición intermedia, con derrames andesíticos y toba andesítica. Se encuentra afectada por granito, el cual provocó recristalización y aureolas de metamorfismo de contacto en los horizontes calcáreos; además se observan diques diabásicos que afectan toda la secuencia. Este paquete de rocas

muestra fracturas y fallas normales con dirección noroeste-sureste, así como pliegues cerrados principalmente en los horizontes calcáreos. Representa una zona de arco volcánico insular y es correlacionado con el miembro inferior de la formación Vallecitos (Pantoja, 1986). Campa y Ramírez (1979) consideran a las secuencias volcanosedimentarias mesozoicas como resultado de la actividad magmática relacionada con un límite convergente de placas, desarrollado en el occidente de México. Esta unidad se sitúa principalmente en la localidad Los Achotes, Jalisco, en el oeste del municipio Purificación.

La unidad de caliza del Cretácico Inferior consiste en una roca calcárea marina de ambiente de plataforma, con textura biomicrítica; su estructura es masiva con huellas de disolución, estilolitas, microfallas y vetillas de calcita; en ocasiones se presenta en estratos con espesor promedio de 40 a 80 cm. Contiene fósiles miliólidos del género *Nummoloculina* sp., *Quinqueloculina* sp., fragmentos de pelecípodos, algas *Dasycladaceas* y radiolarios calcificados. El fracturamiento es intenso principalmente en dirección noroeste-sureste; se encuentra afectada por cuerpos intrusivos cretácicos. La unidad es correlacionable litológicamente con la formación Morelos (López, 1983). Aflora sobre todo en la región central del estado (Chiquilistlán), en la zona sureste (al oriente del estado de Colima), y en la porción sur (en la sierra de Manantlán), en la que presenta formas de disolución: dolinas, uvalas y grutas. Conforman zonas de recarga, a excepción de los sitios donde se encuentra recristalizada por efecto de los cuerpos intrusivos.

En el sur de la entidad (al norte del estado de Colima) está expuesta la unidad sedimentaria constituida por una secuencia de arenisca y lutita calcáreas, depositadas en ambiente nerítico. Contiene horizontes de caliza que se encuentra dispuesta en estratos delgados, sumamente fracturados y contienen ammonites no clasificados; la lutita presenta ligeros cambios graduales a fisil, arenosa, y deleznable, en el que también lo es la arenisca, pero en un grado mayor. Debido a su posición estratigráfica y a la presencia de la caliza, se le asignó una edad correspondiente al Cretácico Inferior.

En el extremo norte del estado y en el sureste (al oeste de la población de Ciudad Guzmán y en la región de la costa) se encuentra la unidad formada por la asociación de lutita y arenisca; su ambiente de depósito es el nerítico sublitoral y se presenta tectonizada e intrusionada por rocas de composición ácida; en algunos sitios contiene marga y conglomerado. A esta unidad se le correlaciona con la Formación Mal Paso del Cretácico Superior.

La unidad de roca ígnea intrusiva ácida del Cretácico indiferenciado, K (Igia), aflora en toda la región costera

y en el centro del estado; está constituida por granito, granodiorita y tonalita, es de textura holocristalina, equigranular y alotriomórfica; su estructura es compacta masiva y en ocasiones en forma esferoidal debido al intemperismo; el sistema principal de fracturas es en dirección noroeste-sureste y forma un ángulo promedio de 45° con el sistema secundario cuya dirección es suroeste-noreste. En algunas localidades se observan dentro de esta unidad, diques de composición diorítica con espesores que varían de 2 a 4 m. Esta unidad intrusión a rocas metamórficas del Jurásico, secuencias volcanosedimentarias del Cretácico Inferior, a rocas sedimentarias calcáreas del Cretácico Inferior y arenarcillosas del Cretácico Superior; subyace en discordancia a rocas volcánicas de composición ácida e intermedia y a depósitos areno-conglomeráticos del Terciario, así como a basalto y depósitos continentales del Cuaternario; algunos autores consideran que este plutonismo tiene migración en tiempo y espacio del Cretácico Superior al Terciario Inferior (González, 1986; Negendank, 1986); sin embargo, por sus características físicas y relaciones estratigráficas se le asignó una edad del Cretácico indiferenciado.

4.2.3 Unidades del Terciario

En la región costera sureste del estado está expuesta la unidad de roca andesítica del Terciario Inferior, con variaciones a pórfido andesítico; su textura es holocristalina, inequigranular y porfírica, y su estructura es compacta masiva, en algunos sitios presenta vesículas; su fracturamiento es intenso. Sobreyace en discordancia al granito Cretácico y subyace a rocas de composición ácida del Oligoceno-Mioceno y a depósitos clásticos del Cuaternario, por lo que se le asignó edad del Terciario Inferior. Se correlaciona con el complejo volcánico inferior de la provincia petrológica Sierra Madre Occidental, que constituye un arco magmático insular calco-alcalino (Mc Dowell y Clabaugh, 1979).

En la porción central del estado se encuentra la unidad de roca intrusiva de composición granítica que afecta a la lutita-arenisca del Cretácico Superior y subyace a roca ígnea extrusiva ácida del Terciario Superior. López Ramos (1983) les asigna edad del Terciario Inferior.

La unidad de roca ígnea extrusiva ácida del Terciario Superior, representada como Ts (Igea), es una secuencia constituida principalmente por ignimbrita riódacítica, toba lítica y toba riolítica; su textura es piroclástica y su estructura es fluidal y esferulítica, con fracturas que originan Lajas y la intrusión de diques de composición intermedia; se observan fallas normales que producen escarpes verticales que delimitan a mesetas. Sobreyace en discordancia a rocas sedimentarias e intrusivas ácidas del Cretácico y subyace a rocas volcánicas básicas del Terciario Plioceno-Cuaternario, a rocas sedimentarias lacustres

del Terciario Superior y a depósitos clásticos del Cuaternario. Estudios radiométricos efectuados en la localidad de la presa de Santa Rosa, Jal., por la Universidad de Arizona (Nieto, et. al., 1981) arrojaron una edad de 16.9 ± 0.05 millones de años, correspondiente al Terciario Mioceno. Por su posición estratigráfica, la unidad pertenece a la cubierta ignimbrítica descrita por Mc Dowell y Clabaugh (1979), por lo que se le asigna una edad del Terciario Oligoceno-Mioceno. Se distribuye sobre todo en el noroeste, centro, noreste, oeste y sureste del estado.

La unidad de conglomerado, designada como Ts (cg), está constituida por depósitos clásticos continentales, formados por conglomerado polimíctico de fragmentos subredondeados a redondeados de rocas volcánicas intermedias y ácidas, en una matriz areno-arcillosa medianamente compacta. Sobreyace en posición discordante a rocas volcánicas ácidas del Oligoceno-Mioceno y subyace a depósitos aluviales del Cuaternario, por lo que se le asigna una edad del Terciario Superior. Se exhibe ampliamente en la región norte, noreste y centro de la entidad.

En el extremo sureste del estado (en el límite con el estado de Michoacán) se localiza una secuencia de rocas sedimentarias continentales detríticas, constituidas por arenisca con intercalaciones de conglomerado. La arenisca presenta textura clástica samítica, medianamente compacta, con fracturas rellenas de calcita y estratos de 5 a 20 cm de espesor; el conglomerado es polimíctico extraformacional, compuesto por fragmentos subredondeados de granito, andesita, tobas intermedia y ácida, integrados en una matriz arcillo-arenosa medianamente compacta; los fragmentos de roca son de tamaño de diámetro entre 1 cm y 1 m. Sobreyace en discordancia a granito del Cretácico y subyace a depósitos clásticos del Cuaternario, por lo anterior se le asigna edad del Terciario Superior.

En el sur del estado aflora la unidad de roca ígnea extrusiva intermedia, cuyo intervalo de edad varía del Terciario Superior (Plioceno) al Cuaternario. Está formada por andesita, pórfidos andesíticos, brecha volcánica andesítica y horizontes con carácter volcanoclástico; su textura general es holocristalina, inequigranular y porfírica, con estructura compacta masiva. La toba, brecha volcánica y el volcanoclástico están intercalados con la andesita; presentan fracturamiento intenso originado por la intrusión de diques diabásicos. Sobreyace a rocas volcánicas de composición ácida del Oligoceno-Mioceno y subyace a depósitos clásticos del Cuaternario, por lo cual se le asignó una edad del Terciario Superior al Cuaternario.

Las rocas ígneas extrusivas básicas del Terciario Plioceno-Cuaternario, se presentan ampliamente en la

región central del estado y forman parte al igual que la unidad anterior, de la provincia petrológica Eje Neovolcánico. Consisten en basalto y basalto andesítico; su textura es holocristalina, intergranular y porfírica; su estructura es vesicular, masiva y compacta, con fracturas y fallas normales. Sobreyace en discordancia a granito del Cretácico, toba ácida del Oligoceno-Mioceno y rocas sedimentarias clásticas del Terciario Superior; subyace a depósitos clásticos del Cuaternario. Por lo anterior y de acuerdo con Demant (1978) se la asigna edad del Terciario Plioceno-Cuaternario. Morfológicamente constituye derrames y cascadas lávicas, volcanes monogenéticos y estratovolcanes; dentro de esta unidad se localizan centros eruptivos como el volcán de Fuego de Colima y el Nevado de Colima.

4.2.4 Unidades del Cuaternario

En el Cuaternario se verifica una secuencia volcánica de composición ácida, constituida por lava riolítico-peralcalina, toba, pómez, vidrio volcánico, depósitos lacustres, fluviales y volcanoclásticos. A este paquete de materiales se les dató del Pleistoceno Superior (Mahood, 1982). Aflora en la sierra La Primavera, 15 km al oeste de la ciudad de Guadalajara.

Los principales afloramientos de conglomerado de edad cuaternaria se encuentran en la región costera suroriental del estado; es un conglomerado polimíctico, de fragmentos subredondeados; de composición de ignimbrita, riolacita y basalto, unidos en una matriz areno-arcillosa semicompactada; que varían en tamaño de 4 a 20 cm de diámetro. Sobreyace a todas las unidades descritas anteriormente y subyace a la de suelos.

La unidad de suelos es de edad correspondiente al Cuaternario e incluye los suelos aluvial, litoral residual y lacustre. El aluvial varía en su granulometría de arcilla a grandes bloques, el residual es limo-arcilloso y en el lacustre predomina la arcilla; el aluvial se distribuye por todo el estado, el residual en la región de Los Altos de Jalisco y el lacustre en la región central del estado. El suelo litoral es predominantemente arenoso y se encuentra en las zonas de playa.

4.3 GEOLOGÍA HISTÓRICA

Con base en el análisis de los afloramientos de rocas, de sus relaciones estratigráficas, estructurales y correlaciones con áreas vecinas, apoyado en algunos sitios con dataciones, se interpretan los eventos geológicos ocurridos en la región.

En la porción noreste del estado, correspondiente a la provincia geológica Altiplano Mexicano (Mesa Central), las rocas: esquisto, mármol y filita, de edad triásica, son producto de metamorfismo regional y en el suroeste de la entidad, en la provincia Sierra Madre del

Sur, el complejo metamórfico constituido por esquisto y gneis cuarzofeldespáticos y filita pelítica, también son producto de metamorfismo regional. A estas rocas las sitúan desde el Paleozoico (De Cserna, 1965), sin embargo, Guerrero (1978) reconoce que el primer evento termal ocurrió en el Jurásico y probablemente pertenece a la prolongación del complejo metamórfico Xolapa.

El desarrollo de un arco volcánico insular en el Cretácico Temprano, origina en la región costera (dentro de la Sierra Madre del Sur) un mar marginal y provoca la formación de rocas híbridas: asociación de caliza, derrames andesíticos, depósitos volcanoclásticos y tobas (población Los Achotes). El arco volcánico generó potentes espesores de material volcanoclástico y toba ácida e intermedia que cubren la secuencia anterior. En esta misma época, la línea costera sufrió desplazamientos debido a fluctuaciones en el basamento regional, desarrollándose caliza de ambiente de plataforma (La Huerta y cerro Grande).

Campa, 1979; Ferrusquía, 1978, consideran el desarrollo de un arco volcánico insular calcoalcalino en la zona del Pacífico Mexicano, que probablemente inicia a fines del Jurásico, siendo su máximo desarrollo en el Cretácico Temprano y declinación en el Cretácico Tardío. Las secuencias volcanosedimentarias conforman un dominio paleogeográfico interno, en oposición al desarrollo de facies marina de plataforma, representada por caliza, que constituye un dominio paleogeográfico externo; las rocas del dominio interno se correlacionan con el conjunto Zihuatanejo y las rocas del dominio externo con el conjunto plataforma Guerrero-Morelos. En el Cretácico Temprano ocurre también la entrada a la cuenca de depósito, de clásticos en forma de arcilla y arena, originando la intercalación de caliza con lutita y arenisca.

En el Cretácico Tardío, posterior a un período de calma volcánica, se incrementa la inestabilidad del área, depositándose por oscilaciones en el basamento, sedimentos con dominancia clástica, arcilla y arena, que ocasionan la formación de la unidad litológica constituida por lutita y arenisca. En esta misma época se inició una serie de eventos magmáticos intrusivos de composición calcoalcalina, formados por granito con variaciones granodioríticas, tonalíticas y dioríticas, que afectaron las secuencias anteriores, las deforman, fracturan, afallan y mineralizan (batolito de Jalisco).

En el Terciario Temprano el volcanismo se manifiesta de tipo andesítico y las rocas de esta composición se correlacionan con la secuencia volcánica inferior de la Sierra Madre Occidental (Mc Dowell y Clabaugh, 1979). El evento orogénico ocurrido en el Terciario Inferior (Paleoceno) corresponde a la fase compresiva Laramide, la cual expone a las rocas anteriores a la erosión, depositándose sedimentos clásticos

continentales que originan conglomerado el cual está constituido por fragmentos que van desde el tamaño de cantos rodados hasta gránulos, algunos cementados por calcita y otros con matriz arcillosa y asociación de arenisca-conglomerado, correlacionables con el Grupo Balsas (López, 1983), se hallan en el noroeste y oeste del territorio estatal, pero por sus dimensiones y exposición no fue posible reconocerla cartográficamente. Los episodios intrusivos tuvieron migración en tiempo y espacio del Cretácico Tardío al Terciario Temprano, los de esta última época están representados en el noreste del estado.

En el Terciario Tardío (Oligoceno-Mioceno) se reactiva el volcanismo, que da origen a tobas e ignimbritas de composición riolítico-riodacítica, que pertenecen a la secuencia volcánica superior de la Sierra Madre Occidental.

A finales del Terciario Tardío (Plioceno) y hasta el Cuaternario, se verifica la emisión de derrames y piroclastos de composición basáltico-andesítica, que ocasionan la formación de derrames lávicos, tobas, brechas volcánicas, así como la edificación de volcanes monogenéticos escoriáceos, estratovolcanes y conos cineríticos. Pertenecen al Eje Neovolcánico y afloran en la región central del estado. En esta misma provincia se verificó otra secuencia volcánica de composición ácida, que dio origen a la caldera de la sierra La Primavera.

Asimismo, en el Cuaternario (del Pleistoceno al Reciente), se tiene erosión y depósito de material con carácter conglomerático, derivado principalmente de los edificios volcánicos, así como el depósito de los suelos aluvial, litoral, eólico y lacustre y el desarrollo del suelo residual en tobas y basalto.

4.4 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

Las rocas aflorantes en la superficie estatal y en general en la región centro-occidental del país, muestran diversas etapas de deformación. Forman parte de cadenas montañosas orogénicas, compuestas principalmente por rocas volcánicas que se depositaron sobre un basamento metamórfico; originando elementos estructurales distintivos dentro del marco de la tectónica de placas (fig. 4.2).

Dentro de la provincia Sierra Madre del Sur, las secuencias metamórficas del Jurásico, volcanosedimentarias y sedimentarias del Cretácico fueron comprimidas por efecto de cuerpos graníticos, que las plegaron, fracturaron, afallaron, metamorfixaron y mineralizaron; dichos eventos se han relacionado a la subducción y fusión parcial asociados a uno o más límites convergentes de placas; este fenómeno se desarrolló en el inicio de la apertura del Océano Atlántico y el movimiento de América del Norte hacia el noroeste (Morán, 1984). Los cuerpos intrusivos provocan en las

rocas sedimentarias calcáreas, al igual que en las secuencias volcanosedimentarias y metamórficas, la formación de bloques colgados de diversas dimensiones.

A dichos cuerpos intrusivos les han denominado en conjunto batolito de Jalisco, cuyo ambiente geotectónico es de raíz de arco (Ortega, G. 1992); tienen migración en tiempo del Cretácico al Terciario Inferior y en espacio, de la región costera a las zonas internas continentales; los del Terciario Inferior se muestran en el noreste y centro del estado en forma de troncos y diques.

Las secuencias volcánicas desarrolladas entre el Terciario y el Cuaternario presentan las siguientes características: la primera del Terciario Inferior, se constituye por rocas volcánicas de composición andesítica, que se encuentran ligeramente deformadas e intensamente afalladas y alteradas; por lo general son rocas encajonantes de mineralizaciones en esta región; esta secuencia constituye un arco volcánico calcoalcalino, que se relaciona con una margen continental convergente, en la cual la placa Farallón, en la actualidad extinta, fue subducionada por la corteza continental de México (Mc Dowell y Clabaugh, 1979).

La segunda secuencia volcánica, del Terciario Oligoceno-Mioceno, se forma por rocas con carácter ignimbrítico, en posición horizontal o ligeramente deformadas; su origen se atribuye a volcanismo de zona de rift detrás de un arco andesítico. En conjunto con la secuencia anterior constituyen el paquete volcánico inferior y el complejo volcánico superior de la Sierra Madre Occidental, representada ampliamente en el noroeste y oeste del territorio estatal.

La tercer secuencia, del Terciario Plioceno hasta el Cuaternario, se constituye por volcanismo calcoalcalino; pertenece a la provincia Eje Neovolcánico y cubre la porción central de la entidad; las rocas más representativas son: basalto, andesita, toba y brecha de composiciones básica e intermedia, en ellas se observan tres grandes sistemas de fallas normales escalonadas y fracturas, que originaron el graben de Colima-Sayula (sección geológica 1), con orientación norte-sur, el graben de Chapala (sección geológica 2), con dirección oeste-este y el graben de Tepic-Zacoalco de Torres, de noroeste-sureste los cuales convergen en la misma zona dentro de la superficie estatal; el origen de las rocas que conforman el Eje Neovolcánico se relaciona a la subducción de la placa de Cocos debajo de la corteza continental de México (Mooser, 1975; Demant, 1978). En esta misma provincia se encuentra la secuencia volcánica, de composición ácida, que conforma a la sierra La Primavera. Este complejo volcánico consiste en una caldera que emitió lavas riolítico-peralcalinas, flujos piroclásticos ("ash-flows"), depósitos de pómez (air-fall pumice), depósitos

lacustres, fluviales y volcanoclásticos; se cree que las lavas erupcionaron a lo largo de dos zonas arqueadas formando una serie de domos (Mahood, 1982). El origen

de esta caldera se atribuye a la migración de la cámara magmática que dio origen al volcán de Tequila (CFE, 1985).

5. Hidrología Superficial

En los apartados anteriores se describió el panorama demográfico y el marco físico de la entidad, ambos enlazados en el estudio y comportamiento del recurso hídrico estatal. Corresponde a este capítulo la descripción del comportamiento del agua superficial, el cual consta de dos apartados: en el primero se hace un análisis de la red hidrológica como elemento natural y los componentes principales del escurrimiento: en el segundo se realiza una descripción de las obras y actividades que lleva a cabo el hombre para la utilización del recurso.

A partir del análisis por cuenca, se describen las características hidrológicas del medio y su infraestructura, además de la distribución del agua superficial, la detección de problemas específicos respecto a la dinámica del drenaje, calidad y disponibilidad del recurso agua.

5.1 PANORAMA GENERAL DEL AGUA SUPERFICIAL EN EL ESTADO DE JALISCO

Jalisco presenta alta concentración poblacional, de industrias establecidas y el desarrollo de actividades agrícolas. Todas estas actividades están sustentadas en el uso del recurso agua. Por lo que requieren mayores volúmenes día a día, aumentando costos en el suministro del recurso, así como alteraciones y contaminación de los cuerpos de agua.

Con base en la clasificación de la CNA, la superficie del estado de Jalisco queda comprendida parcialmente en las siguientes regiones hidrológicas: RH12 Lerma-Santiago; RH13 Huicicila; RH14 Ameca; RH15 Costa de Jalisco; RH16 Armería-Coahuayana; RH18 Balsas y RH37 El Salado (fig. 5.1 y cuadro 5.1). La de mayor importancia para el estado es la RH12 Lerma-Santiago, localizada en la parte centro-noreste de Jalisco.

Para el análisis de la disponibilidad del agua se empleó la unidad básica de estudio "La Cuenca". En cada cuenca se analizaron las características hidrológicas, la red hidrográfica, las obras hidráulicas más importantes, los registros hidrométricos, la calidad y usos del agua. Finalmente se calcularon los volúmenes escurridos anualmente, a partir de un método indirecto, empleado por el INEGI, en las cartas hidrológicas de aguas superficiales a escala 1: 250 000, que contiene unidades de escurrimiento homogéneo en función de su coeficiente, del establecimiento de sus

rangos, área de la unidad y la precipitación media anual; así como los volúmenes registrados por medio de las estaciones de aforo, instaladas sobre las principales corrientes (fig. 5.2).

Las corrientes superficiales son de carácter perenne principalmente, algunas son de corto recorrido y desembocan al Océano Pacífico y en pendientes fuertes debido a lo escarpado del relieve de esta vertiente pacífica, en cambio las que provienen de la porción central y norte del estado son de mayor longitud y de pendiente moderada, lo que propicia que los escurrimientos sean de mayor duración.

La infraestructura hidráulica comprende 267 obras donde destacan presas derivadoras y de control de avenidas, bordos y el lago de Chapala que se aprovecha para uso doméstico, industrial, abrevadero y de riego (fig. 5.3). A grandes rasgos, este es el panorama general de la hidrología superficial estatal, se concluye este capítulo con una serie de recomendaciones encaminadas a mejorar el aprovechamiento del recurso agua.

5.2 REGIÓN HIDROLÓGICA 12, LERMA-SANTIAGO

Tiene una extensión de 40 709.57 km² dentro del estado, que representa 50.8% de la superficie, se encuentra entre 19°35' y 22°42' de latitud norte y a los 101°17' a 104°10' de longitud oeste (fig. 5.4).

Los colectores principales son los ríos: Lerma, Grande de Santiago, Verde, Juchipila, Bolaños y Huaynamota, así como el lago de Chapala. Presenta nueve cuencas llamadas: R. Lerma-Salamanca, R. Lerma-Chapala, R. Santiago-Aguamilpa, R. Juchipila, R. Bolaños, R. Huaynamota, L. Chapala, R. Santiago-Guadalajara y R. Verde Grande. Las tres últimas son las de mayor importancia.

5.2.1 Cuenca Lago de Chapala (D)

La cuenca Lago de Chapala se localiza al occidente de la RH 12, y al sur de la ciudad de Guadalajara, con un área aproximada de 4 968.49 km² dentro del estado que equivale a 6.20% de la superficie estatal. Colinda al norte con la cuenca E (R. Santiago-Guadalajara), al este con la cuenca C (R. Lerma-Chapala), al sur con la cuenca J (R. Tepalcatepec) de la RH 18, cuenca A (R. Coahuayana) y cuenca B (R. Armería) de la RH 16,

esta última también colinda al oeste, junto con la cuenca A (Presa la Vega-Cocula) de la RH 14.

En conjunto, la cuenca se integra por cuerpos de agua, de los cuales sobresale el lago de Chapala, y los lagos intermitentes Atotonilco, San Marcos-Zacoalco y Sayula; la pendiente que presenta es moderada, dado que el relieve del área está rodeado por sierras y la más importante El Madroño. Es drenada por corrientes de tipo intermitente y perenne como el río Lerma.

La cuenca L. Chapala, cuenta con varios aprovechamientos; el de mayor importancia es el propio lago de Chapala del que actualmente se extrae el mayor volumen de agua (82.74%) para abastecer a la zona metropolitana de Guadalajara; los usos del agua básicamente son: doméstico, potable, recreativo, riego y abrevadero. Según la clasificación de Wilcox, la calidad del agua para riego en esta cuenca es C2-S1 (agua de salinidad media y baja en sodio), principalmente, y en menor proporción de calidad C3-S4 (agua de salinidad media y muy alta en sodio), en los lagos de Sayula, Atotonilco y San Marcos se tiene la peor calidad, las aguas caen en la clasificación C4-S4 (muy altamente salinas y muy alta en sodio) (cuadro 5.1.A).

El agua de salinidad media puede usarse siempre y cuando haya un grado moderado de lavado, en casi todos los casos y sin necesidad de prácticas especiales de control de salinidad, se pueden producir las plantas moderadamente tolerantes a las sales, así como el agua baja en sodio se usa para el riego de los suelos con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable. El líquido altamente salino no es apropiado para riego bajo condiciones ordinarias pero puede usarse ocasionalmente en circunstancias muy especiales, los suelos deben ser permeables, el drenaje adecuado, debiéndose de aplicar un exceso de agua para lograr un buen lavado; en este caso, se deben seleccionar cultivos altamente tolerantes a sales. Cuando el agua es alta en sodio, es inadecuada para el riego.

La cuantificación del recurso agua para esta cuenca, arrojó un volumen medio precipitado de 4 231.20 Mm³ por año y un coeficiente de escurrimiento de 8.7%, lo que representa un volumen escurrido de 368.11 Mm³. En cuanto a las estimaciones calculadas por la CNA, considerando las demandas de la población, no se tiene una disponibilidad, por lo tanto, su balance hidrológico es de déficit.

En la cuenca se encuentran 11 plantas de tratamiento de aguas residuales las cuales se encuentran distribuidas en los municipios de Chapala, Jocotepec, Tizapán el Alto, Tuxcueca y Zacoalco de Torres (cuadro 5.1.B).

5.2.2 Cuenca R. Santiago-Guadalajara (E)

La cuenca R. Santiago-Guadalajara se localiza al centro-oeste de la región hidrológica(RH) 12; dentro de la cual queda comprendida la zona metropolitana de Guadalajara; cuenta con una superficie aproximada de 9 536.30 km², del área comprendida del estado, que equivale a 11.90% de la superficie estatal; colinda al norte con el estado de Zacatecas, las cuencas J (R. Juchipila), y la I (R. Verde Grande), al este con las cuencas B (R. Lerma-Salamanca) y la C (R. Lerma-Chapala), al sur con las cuencas C (R. Lerma-Chapala) y la O (L. Chapala), de la misma RH, al oeste con la cuenca A (Presa la Vega-Cocula) de la RH 14, y la cuenca F (R. Santiago-Aguamilpa), de la RH 12 (fig. 5.4). Es drenada por una serie de corrientes pequeñas tales como: La Cañada, El Huracán, Paso del Lobo, San Antonio, A. Grande, Los Tubos, el más importante por su longitud es el río Grande de Santiago.

La corriente río Grande de Santiago tiene su origen al noreste del lago de Chapala. Durante su inicio presenta dirección hacia el norte hasta el poblado de Ocotlán, donde cambia de rumbo hacia el noreste, llegando al poblado de El Salto, continúa su trayecto y al llegar a Zapotlanejo se le unen las corrientes Calderón, Paso del Lobo y Río Verde, cambia de dirección al noroeste; pasando la localidad de San Cristóbal de la Barranca donde se unen las corrientes Los Patitos y Juchipila, cambiando nuevamente hacia el suroeste hasta llegar a la presa Santa Rosa, modificando su orientación con rumbo noroeste hasta salir del estado de Jalisco e ingresar al de Nayarit.

En la cuenca existen cinco estaciones hidrométricas, de éstas se describen las más importantes como: Santa Rosa ubicada sobre el río Grande de Santiago, aforó un volumen medio anual de 152 380.087 Mm³ durante 1995; Experiencia sobre el mismo cauce reporta un volumen medio anual de 8 975.475 Mm³ para 1994; Corona instalada en el río Grande de Santiago en el municipio de Poncitlán, afora un volumen medio anual de 1 352.633 Mm³ (cuadro 5.1.D).

Los principales cuerpos de agua son las presas: Calderón, la cual es la segunda fuente superficial de abastecimiento la zona metropolitana de Guadalajara aporta actualmente 17.26%; Santa Rosa y el lago de Cajititlán (cuadro 5.1.C). El agua se destina a los usos potable, agrícola y en menor escala al doméstico y pecuario.

En cuanto a la calidad del agua en esta cuenca, según la clasificación de Wilcox, para riego es C2-S1 (agua de salinidad media y baja en sodio) principalmente y en menor proporción de calidad C2-S3 (agua de salinidad media y alta en sodio), esta última en la planta de tratamiento de La Barca (cuadro 5.1.A).

El agua de salinidad media puede usarse siempre y cuando haya un grado moderado de lavado, en casi todos los casos y sin necesidad de prácticas especiales de control de la salinidad, se pueden producir las plantas moderadamente tolerantes a las sales. El agua alta en sodio, puede producir niveles tóxicos de sodio intercambiable en la mayor parte de los suelos, por lo que éstos necesitarán prácticas especiales de manejo, buen drenaje, fácil lavado y adiciones de materia orgánica. Puede requerirse el uso de mejoradores químicos para sustituir el sodio intercambiable, sin embargo, tales mejoradores no serán económicos si se usan aguas de muy alta salinidad.

Para esta cuenca se cuantificó un escurrimiento medio anual de 1 120.19 Mm³, procedentes de un volumen medio precipitado de 8 961.58 de Mm³ por año y un coeficiente de escurrimiento de 12.5%. En cuanto a las estimaciones calculadas por la CNA, se tiene una disponibilidad de 1 996.5 Mm³, por lo tanto su balance hidrológico arroja gran disponibilidad.

Dentro de la cuenca se encuentran 25 plantas de tratamiento de aguas residuales distribuidas en los siguientes municipios: Guadalajara, Ixtlahuacán de los Membrillos, Juanacatlán, Ocotlán, Poncitlán, Tlajomulco de Zúñiga, Tototlán y Zapopan (cuadro 5.1.B).

5.2.3 Cuenca Río Verde Grande (I)

Se encuentra en la porción nororiental del estado, de la RH 12, con una superficie aproximada de 12 020.55 km² del área comprendida del estado, lo que equivale al 15% de la superficie estatal. Colinda al norte con los estados de Zacatecas, Aguascalientes, cuenca F (San Pablo y otras), de la región hidrológica 37; al este con el estado de Guanajuato y la cuenca B (R. Lerma-Salamanca), al sur con la cuenca E (R. Santiago-Guadalajara), al oeste con las cuencas E (R. Santiago-Guadalajara), y la cuenca J (R. Juchipila) de la RH 12 (fig. 5.4).

Es drenada por una serie de corrientes pequeñas de carácter perenne sus principales afluentes son: al este El Agostadero, El Cuarenta, Bernalejo, San Juan de los Lagos, Jalostotitlán, San Miguel y El Valle; hacia el oeste, A. Seco y Los Planes; el más importante por su longitud, es el río Verde.

La corriente del río Verde tiene su origen en el estado de Aguascalientes y cruza Jalisco sobre el límite norte y sigue una dirección hacia el sur, al llegar a la población de Ornelas, aguas abajo recibe los afluentes del río Agostadero y cambia de orientación hacia el suroeste hasta converger con el río Grande de Santiago. Actualmente, existe el proyecto de construcción del acueducto que unirá las presas El Salto, del municipio de Valle de Guadalupe con Calderón, del municipio de Zapotlanejo, para incrementar el volumen de

abastecimiento de agua a la zona metropolitana de Guadalajara.

En la cuenca existen siete estaciones hidrométricas, se describen las cuatro más importantes que son: Calerita ubicada sobre el río Teocaltiche reporta un volumen de 899.01 Mm³, La Cuña instalada en el río Verde que reporta un volumen de 39 821.47 Mm³, San Gaspar reporta un volumen de 4 871.708 Mm³ para el período comprendido 1994-1995 (cuadro 5.1.D).

Los principales cuerpos de agua son las presas: La Red, Ajojucar, El Cuarenta, Lagunillas, Valero, La Duquesa y El Jihuete, entre otras (cuadro 5.1.C). El líquido se destina preferentemente para usos agrícola y en menor proporción potable y pecuario.

En la cuenca existen ocho plantas de tratamiento de aguas residuales las cuales se encuentran ubicadas en los siguientes municipios: Lagos de Moreno, Mexxicacán, Ojuelos de Jalisco, San Juan de Los Lagos, Teocaltiche y Tepatitlán (cuadro 5.1.B).

De las muestras que se obtuvieron en las presas La Red y Lagunillas para determinar la calidad del agua para riego, según la clasificación de Wilcox, es C1-S1 (agua de baja salinidad y baja en sodio) (cuadro 5.1.A). El agua de salinidad baja puede usarse para riego de la mayor parte de los cultivos, en casi cualquier tipo de suelo con muy poca probabilidad de que se desarrolle salinidad. El agua baja en sodio: puede usarse para el riego de los suelos con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable. No obstante los cultivos sensibles como algunos frutales y aguacates pueden acumular cantidades perjudiciales de sodio.

Para esta cuenca se cuantificó un escurrimiento medio anual de 897.65 Mm³ procedentes de un volumen medio precipitado de 10 815.15 de Mm³ por año y un coeficiente de escurrimiento de 8.3%. En cuanto a las estimaciones calculadas por la CNA, se tiene una disponibilidad de 649.7 Mm³, por lo tanto su balance hidrológico es de equilibrio-disponibilidad.

5.2.4 Cuenca Río Lerma-Salamanca (B)

La cuenca Río Lerma-Salamanca se ubica al oriente de la entidad, en la RH 12, con una superficie aproximada de 961.64 km² del área comprendida en el estado que equivale al 1.2%; colinda al norte con la cuenca I (Río Verde Grande), al este con el estado de Guanajuato, al sur con la cuenca C (R. Lerma-Chapala) y al oeste con las cuencas (R. Lerma-Chapala), E (R. Santiago-Guadalajara) y la I (R. Verde Grande), de la RH 12 (fig. 5.4); Es drenada por una serie de corrientes perennes pequeñas, así como por intermitentes, la que sobresale es del río Turbio.

El agua superficial se destina preferentemente al uso agrícola, y en menor proporción al doméstico y pecuario.

La cuenca cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales, la cual se encuentra en el municipio de San Diego de Alejandría (cuadro 5.1.B).

Para esta cuenca se cuantificó un escurrimiento medio anual de 59.05 Mm³, procedentes de un volumen medio precipitado de 711.45 de Mm³ por año y un coeficiente de escurrimiento de 8.3%. En cuanto a las estimaciones calculadas por la CNA, no se tiene disponibilidad, por lo tanto, el balance hidrológico arroja déficit.

5.2.5 Cuenca Río Lerma-Chapala (C)

Se ubica en la porción suroriental del estado, con una superficie aproximada de 1 843.15 km² del área comprendida del estado que equivale a 2.3%. Colinda al norte con la cuenca E (R. Santiago-Guadalajara), al este con la cuenca B (R. Lerma-Salamanca) y Guanajuato, al sur con Michoacán, al oeste con las cuencas O (L. Chapala) y la cuenca E (R. Santiago-Guadalajara), todas en la RH 12 (fig. 5.4).

La cuenca es drenada por una serie de corrientes intermitentes pequeñas, así como de perennes como los ríos Huascato y Lerma que sirve de límite político-administrativo con el estado de Michoacán. La corriente del Lerma tiene su origen en el Estado de México pasando por varios estados hasta desembocar sus aguas al lago de Chapala.

En la cuenca existe una estación hidrométrica, Huascato, ubicada sobre el río del mismo nombre, la cual reporta un volumen de 2 828.55 Mm³ para el período comprendido de 1994-1995. (cuadro 5.1.D). Los principales cuerpos de agua son las presas: Palo Verde, El Cerrito y La Arcina. (cuadro 5.1.C). El agua superficial se destina preferentemente para uso agrícola, y en menor escala doméstico y pecuario. En cuanto a la calidad del agua en esta cuenca, según la clasificación de Wilcox para riego, es C2-S1 (agua de salinidad media y baja en sodio) y C2-S3 (agua de salinidad media y alta en sodio) (cuadro 5.1.A).

El agua de salinidad media puede usarse siempre y cuando haya un grado moderado de lavado, en casi todos los casos y sin necesidad de prácticas especiales de control de la salinidad, se pueden producir las plantas moderadamente tolerantes a las sales, así como el agua baja en sodio se usa para el riego de los suelos con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable, pero el agua alta en sodio, puede producir niveles tóxicos de sodio intercambiable en la mayor parte de los suelos, por lo que estos necesitarán prácticas especiales de manejo.

Para esta cuenca se cuantificó un escurrimiento medio anual de 897.65 Mm³ procedentes de un volumen medio precipitado de 10 815.15 Mm³ por año y un

coeficiente de escurrimiento de 8.3%. En cuanto a las estimaciones calculadas por la CNA, no se tiene una disponibilidad, por lo tanto, su balance hidrológico es de déficit

5.2.6 Cuenca Río Juchipila (J)

Ésta se localiza al norte del estado, en la RH 12, con una superficie aproximada de 480.82 km² dentro del estado, que equivale al 0.6%. Colinda al norte con Zacatecas, al sur con la cuenca E (R. Santiago-Guadalajara), al oeste con la cuenca E (R. Santiago-Guadalajara). Todas pertenecen a la RH 12 (fig. 5.4).

El área de la cuenca es drenada por una serie de corrientes tanto intermitentes pequeñas, como por perennes, de la cual sobresale el río Juchipila, el cual tiene su origen en el estado de Aguascalientes, conocido como Calvillo, con una orientación de suroeste, al llegar al poblado de Moyahua, aguas abajo cambia de dirección hacia el oeste hasta confluir con el río Grande de Santiago. El agua superficial se destina preferentemente para usos agrícola y en menor escala pecuario y doméstico.

Para esta cuenca se cuantificó un escurrimiento medio anual de 31.79 Mm³, procedentes de un volumen medio precipitado de 423.96 Mm³ por año y un coeficiente de escurrimiento de 7.5%. En cuanto a las estimaciones calculadas por la CNA, se tiene una disponibilidad de 236 Mm³, por lo tanto su balance hidrológico es positivo.

5.2.7 Cuenca Río Santiago-Aguamilpa (F)

Ésta se ubica al noroeste del estado, con una superficie aproximada de 801.37 km² del área comprendida dentro del estado, que equivale al 1.0% de la superficie estatal. Colinda al norte con el estado de Nayarit, al este con la cuenca E (R. Santiago-Guadalajara), al sur con la cuenca A (Presa La Vega-Cocula) y la B (R. Ameca-Atenguillo), pertenecientes a la RH 14, al oeste la cuenca B (R. Ameca-Atenguillo) de la región hidrológica 14 y el estado de Nayarit (fig. 5.4).

El área de la cuenca es drenada por una serie de corrientes intermitentes, y perennes, sobresale la del río Grande de Santiago, el que a la vez sigue como límite político-administrativo entre Jalisco y Nayarit. Los principales cuerpos de agua son las presas: Palo Verde, El Trigo, Labor de Guadalupe, y Coatepec (cuadro 5.1.C). El agua superficial se destina preferentemente para los usos agrícola y en menor escala doméstico y pecuario.

Para esta cuenca se cuantificó un escurrimiento medio anual de 81.95 Mm³ procedentes de un volumen medio precipitado de 1 490.02 Mm³ por año y un coeficiente de escurrimiento de 5.5%.

5.2.8 Cuenca R. Huaynamota (L)

Ésta se localiza al norte del estado, tiene una superficie aproximada de 3 846.57 km², del área comprendida

dentro del estado, que equivale al 4.80% de la superficie en el estado. Incluye parte de los estados de Zacatecas y Nayarit, hacia la porción noroeste, al este colinda con la cuenca K (R. Bolaños), y al sur con el estado de Nayarit. (fig. 5.4).

El área de la cuenca es drenada por una serie de corrientes intermitentes de menor importancia, y por perennes como los ríos Camotlán, Gavilanes y Atengo. La corriente principal (Atengo) tiene su origen en el estado de Zacatecas, en donde toma el nombre de río Verde, al ingresar, al estado de Jalisco aguas abajo aproximadamente a unos siete kilómetros, confluye con el Gavilanes, y a unos dos kilómetros, antes del límite del estado de Nayarit, confluye con el Camotlán, hasta verter sus aguas al río Grande de Santiago, ya en Nayarit.

En la cuenca existe la estación hidrométrica, El Pinito, ubicada sobre el río Huejuquilla, la cual reporta un volumen anual de 11 349.6 Mm³ para el período comprendido de 1994-1995 (cuadro 5.1.D). El principal cuerpo de agua es la presa Los Mezquites con una capacidad útil de 5.0 Mm³ (cuadro 5.1.C).

Para esta cuenca se cuantificó un escurrimiento medio anual de 220.12 Mm³, procedentes de un volumen medio precipitado de 2 652.05 Mm³ por año y un coeficiente de escurrimiento de 8.3%. En cuanto a las estimaciones calculadas por la CNA, se tiene una disponibilidad de 900.9 Mm³, por lo tanto su balance hidrológico es de gran disponibilidad.

5.2.9 Cuenca Río Bolaños (K)

Se ubica en la porción norte del estado, presenta una superficie aproximada de 6 250.68 km² del área comprendida dentro del estado, que equivale a 7.8%. (fig. 5.4). Colinda al norte y al este con el estado de Zacatecas, al sur con la cuenca E (R. Santiago-Guadalajara) y al oeste con la cuenca L (R. Huaynamota).

En la cuenca existen tres estaciones hidrométricas: Bolaños ubicada sobre el río del mismo nombre, que reporta un volumen medio anual de 72 519.42 Mm³; El Zapote instalada en el río Tlaltenango con un volumen medio anual de 8 407.80 Mm³ y La Gloria que se encuentra en el río Colotlán, la cual consigna un volumen medio anual de 2 560.71 Mm³. Para el período comprendido de 1994-1995 (cuadro 5.1.D). Los principales cuerpos de agua son las presas: Tenasco, Los Pérez, y Villa Guerrero. (cuadro 5.1.C). El agua superficial se destina preferentemente para usos agrícola y en menor grado doméstico y pecuario.

Para esta cuenca se cuantificó un escurrimiento medio anual de 439.39 Mm³, procedentes de un volumen medio precipitado de 5 050.54 Mm³ por año y

un coeficiente de escurrimiento de 8.7%. En cuanto a las estimaciones calculadas por la CNA, se tiene una disponibilidad de 3 866.2 Mm³, por lo tanto su balance hidrológico es de abundancia.

El área de la cuenca es drenada por un conjunto de corrientes perennes como: El Toro, R. Barrotes, R. El Platanito, R. Jerez, sobresale por su extensión el río Bolaños, así también por una serie de corrientes intermitentes. El río Bolaños tiene su origen en el estado de Zacatecas, al sur de la localidad de Jerez, sigue una dirección suroeste hasta la localidad de Colotlán, Jal; ahí cambia de orientación, aguas abajo confluyen las corrientes de Tlaltenango, El Salto, al continuar su camino éste cambia de dirección nuevamente hacia el suroeste, al confluir con la corriente de Toloaque vierte sus aguas al río Grande de Santiago.

5.3 REGIÓN HIDROLÓGICA 13, HUICICILA

La región hidrológica 13, Huicicila, de la vertiente del Pacífico, se localiza entre los estados de Jalisco y Nayarit con una extensión dentro del estado de Jalisco de 1 442.46 km², que representa 1.80% de la superficie del estado. Se encuentra entre los 20°16'54" y los 20°43'05" de latitud norte y los 104°56'34" y los 105°41'08" de longitud oeste. (fig. 5.5).

Sus colectores principales son los ríos: Tecomala, Cuale, Pitillal y el Tuito, los cuales desembocan en el Océano Pacífico. Esta región presenta dos cuencas llamadas: R. Cuale-Pitillal (A) y R. Huicicila-San Blas (B), la primera, está dentro del territorio de Jalisco y se describe a continuación.

5.3.1 Cuenca Río Cuale-Pitillal (A)

La cuenca Río Cuale-Pitillal se localiza al occidente de la entidad, presenta una superficie de 1 442.46 km², que equivale al 1.8% de la superficie estatal. Colinda al norte con el estado de Nayarit, al este con la cuenca C de la RH 14; al sur con la cuenca C (R. Tomatlán-Tecuán), de la RH 15, y al oeste con el Océano Pacífico (fig. 5.5).

Es drenada por un conjunto de corrientes de carácter perenne, sus principales afluentes son los ríos: Tecomala, Cuale y Pitillal. Todos estos descargan sus aguas al Océano Pacífico, así como una serie de corrientes pequeñas de carácter intermitente. El drenaje se define como paralelo y dendrítico.

En la cuenca se hallan 22 plantas de tratamiento de aguas residuales, las cuales se ubican en los municipios de Cabo Corrientes y Puerto Vallarta (cuadro 5.1.B).

Para esta cuenca se cuantificó un escurrimiento medio anual de 305.88 Mm³, procedentes de un volumen medio precipitado de 1 935.96 de Mm³ por año

y un coeficiente de escurrimiento de 15.8%. En cuanto a las estimaciones calculadas por la CNA, se tiene una disponibilidad de 527.9 Mm³, por lo tanto su balance hidrológico es positivo.

5.4 REGIÓN HIDROLÓGICA 14, AMECA

La región hidrológica 14, Ameca, de la vertiente central del Pacífico se localiza entre los estados de Nayarit y Jalisco. Cuenta con una extensión aproximada dentro de la entidad de 9 135.62 km², que representa 11.4% de la superficie del estado. Se encuentra entre los 20°06' y los 20°00' de latitud norte y 103°30' y 105°20' de longitud oeste (fig. 5.6).

Sus principales colectores son los ríos: Cocula, Ameca, Salado, Atenguillo, Ahuacatlán, Talpa, Mascota, Ixtapa, San Sebastián y Los Reyes. Esta región está integrada por tres cuencas: A (P. La Vega-Cocula), B (R. Ameca-Atenguillo) y C (R. Ameca-Ixtapa). El drenaje se define de paralelo a subparalelo y dendrítico, conformado por corrientes intermitentes y perennes, que llegan a desembocar en el Océano Pacífico.

5.4.1 Cuenca Presa La Vega-Cocula (A)

La cuenca Presa La Vega-Cocula, se ubica en la porción central de la entidad, cuenta con una extensión aproximada de 2 243.84 km² del área comprendida de la entidad, que equivale a 2.80% de la superficie estatal. Colinda al norte con la cuenca E (R. Santiago-Guadalajara) y la cuenca F (R. Santiago-Aguamilpa), al este con la cuenca E y la D (L. Chapala), todas de la RH 12; al sur con la cuenca B (R. Armería) de la RH 16 y al oeste con la cuenca B (R. Ameca-Atenguillo) de la RH 14 (fig. 5.6).

Es drenada por dos corrientes perennes, sus principales afluentes son los ríos: Salado y Cocula; el más importante es el río Salado; éste tiene su origen al oeste de la ciudad de Guadalajara, siguiendo una dirección suroeste hasta confluir con la corriente del río Cocula, aguas abajo, descarga al río Ameca.

En la cuenca existen tres estaciones hidrométricas y son: Puente Ferrocarril, ubicada sobre el río Ahualulco consigna un volumen medio anual de 1 499.83 Mm³ durante el período 1994-1995; San Martín Hidalgo localizada sobre el río San Martín, reporta un volumen anual de 130.86 Mm³ y El Salitre sobre el río Cocula reporta un volumen anual de 272.05 Mm³, para el mismo período (cuadro 5.1.D).

Las principales obras hidráulicas son las presas San Juan de los Arcos, ubicada en el municipio de Tala, Ojo de Agua, localizada en el municipio de San Miguel Hidalgo y San Joaquín ubicada en el municipio de Cocula; existen otras de menor capacidad. (cuadro 5.1.C). Además, cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales, ubicada en el municipio de Tala. (cuadro 5.1.B).

El agua superficial se destina preferentemente para usos agrícola y en menor escala doméstico y pecuario. En cuanto a la calidad del agua, de la muestra obtenida de la presa La Vega, en el municipio de Tala, según la clasificación de Wilcox, para riego, es C2-S1 (agua de salinidad media y baja en sodio). El agua de salinidad media puede usarse siempre y cuando haya un grado moderado de lavado, en casi todos los casos y sin necesidad de prácticas especiales de control de salinidad, se pueden producir las plantas moderadamente tolerantes a las sales. Así como el agua baja en sodio se usa para el riego de suelos con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable (cuadro 5.1.A).

Para dicha cuenca se cuantificó un escurrimiento medio anual de 120.04 Mm³ procedentes de un volumen medio precipitado de 1 446.37 de Mm³ por año y un coeficiente de escurrimiento de 8.3%. Esta cuenca cuenta con tres distritos de riego (cuadro 5.1.E).

5.4.2 Cuenca Río Ameca-Atenguillo (B)

Parte de la cuenca Río Ameca-Atenguillo se ubica en la porción occidental de la entidad y, cuenta con una extensión aproximada de 3 686.30 km², que equivale a 4.60% de la superficie estatal. Colinda al norte con el estado de Nayarit, al este con la cuenca F (R. Santiago-Aguamilpa) de la RH 12 y la cuenca A (P. La Vega-Cocula) de la RH 14, al sur con la cuenca B (R. Armería) de la RH 16 y la cuenca B (R. San Nicolás-Cuitzmala) de la RH 15 (fig. 5.6).

Es drenada por una serie de corrientes de carácter perenne, sus principales afluentes son los ríos: Atenguillo, Ahuacatlán, Jolapa, Pijinto y la principal corriente es Ameca. El río Ameca, es una continuación del Salado, presenta una dirección noroeste; aguas abajo de la localidad Los Cerritos confluyen dos corrientes: Atenguillo y Jolapa y, en los límites con la cuenca C (R. Ameca-Ixtapa), la corriente Ahuacatlán vierte sus aguas al río Ameca.

Las principales obras hidráulicas son las presas: Texcalama, ubicada en el municipio de Ameca; Palo Verde en el municipio de Etzatlán y La Playa (Oconahua) localizada en el mismo municipio. (cuadro 5.1.C). Dentro de la cuenca existen cuatro distritos de riego. (cuadro 5.1.E). Se cuenta con dos plantas de tratamiento de aguas residuales, situadas en los municipios de Guachinango y Mixtlán (cuadro 5.1.B).

El agua superficial se destina preferentemente para usos agrícola y en menor escala doméstico y pecuario. Para esta cuenca se cuantificó un escurrimiento medio anual de 310.39 Mm³, procedentes de un volumen medio precipitado de 3 567.78 de Mm³ por año y un coeficiente de escurrimiento de 8.7%. En cuanto a las estimaciones calculadas por la CNA, se tiene una

disponibilidad de 1 451.4 Mm³, por lo tanto su balance hidrológico es positivo.

5.4.3 Cuenca Río Ameca-Ixtapa (C)

Parte de la cuenca Río Ameca-Ixtapa se ubica al occidente de la entidad, tiene una superficie aproximada de 3 205.48 km² y equivale a 4.0% de la superficie estatal. Colinda al norte con el estado de Nayarit, al este con la cuenca B (R. Ameca-Atenguillo) de la RH 14, al sur con la cuenca B (R. San Nicolás-Cuitzmala) y la C (R. Tomatlán-Tecuán) de la RH 15, al oeste con la cuenca A (R. Cuale-Pitillal) de la RH 13 (fig. 5.6).

La cuenca es drenada por una serie de corrientes de carácter perenne, sus principales afluentes son los ríos: Talpa, Mascota, Ixtapa y Ameca. La corriente del río Ameca por su extensión es el de mayor importancia, tiene su origen en la localidad del mismo nombre, con dirección al noroeste; a tres kilómetros aguas abajo de la localidad Los Cerritos la corriente cambia de dirección hacia el suroeste hasta desembocar al Océano Pacífico.

Existen dos estaciones hidrométricas, que son: Corrinchis, ubicada sobre el río Mascota, reporta un volumen medio anual de 5 449.39 Mm³, y La Desembocada, instalada también en el mismo río, consigna un volumen de 1 301.02 Mm³, para el período comprendido 1994-1995 (cuadro 5.1.D). El agua superficial se destina preferentemente para los usos agrícola y en menor escala potable y pecuario.

Se cuenta con tres plantas de tratamiento de aguas residuales ubicadas en los siguientes municipios: Mascota, San Sebastián del Oeste y Talpa de Allende. (cuadro 5.1.B). La principal obra hidráulica de la cuenca es la presa Corrinchis, situada en el municipio de Mascota (cuadro 5.1.C), y además contiene con un distrito de riego.

Se cuantificó un escurrimiento medio anual de 408.78 Mm³, procedentes de un volumen medio precipitado de 3 633.60 Mm³ por año y un coeficiente de escurrimiento de 11.25%. En cuanto a las estimaciones calculadas por la CNA, se tiene una disponibilidad de 471.7 Mm³, por lo tanto su balance hidrológico es de disponibilidad.

5.5 REGIÓN HIDROLÓGICA 15, COSTA DE JALISCO

Una porción de la RH 15, Costa de Jalisco, de la vertiente del Pacífico, se localiza al suroeste del estado; cuenta con una extensión aproximada de 12 020.55 km², y representa 15% de la superficie total del estado. Se sitúa entre los 19°08'10" y los 20°28'21" de latitud norte y a los 103°56'34" y los 105°41'08" de longitud oeste (fig. 5.7).

Esta región se integra por tres cuencas: A (R. Chacala-Purificación), B (R. San Nicolás-Cuitzmala) y

C (R. Tomatlán-Tecuán). Sus principales colectores son los ríos: Chacala, Purificación, San Nicolás, Cuitzmala, Tomatlán y Tecuán.

El drenaje se define como subparalelo y dendrítico, conformado por corrientes intermitentes y perennes de las cuales los ríos Tomatlán, San Nicolás, Cuitzmala, Purificación y Chacala, desembocan en el Océano Pacífico, excepto el río Chacala que constituye el límite entre los estados de Jalisco y Colima.

5.5.1 Cuenca Río Chacala-Purificación (A)

Parte de la cuenca Río Chacala-Purificación se ubica en la porción suroeste de la entidad; cuenta con una extensión aproximada de 4 276.55 km², que equivale al 5.3% de la superficie estatal. Colinda al norte y este con la cuenca B (R. Armería) de la RH 16, al sur con el estado de Colima y el Océano Pacífico y al oeste con la cuenca B (R. San Nicolás-Cuitzmala) de la RH 15 (fig. 5.7).

La cuenca presenta numerosos afluentes intermitentes con cauces bien definidos y perennes; es drenada por los ríos Chacala (Marabasco) y Purificación. El río Marabasco, también conocido como Minatitlán o Cihuatlán, tiene su origen en la sierra de Manantlán, presenta una dirección preferente de sur-suroeste hasta desembocar al Océano Pacífico. Sus afluentes principales dentro del estado, por la margen derecha, son los arroyos Chanquehahuil y Las Compuertas y el río Cuзалapa. El Marabasco sirve de límite político-administrativo entre los estados de Jalisco y Colima. El río Purificación tiene su origen en la sierra de Cacoma, presenta una orientación preferencial de sur-suroeste hasta desembocar al Océano Pacífico. Sus afluentes principales son los arroyos: El Carmesí, La Zopilota y Tecomates.

En la cuenca existen tres estaciones hidrométricas: La Zopilota, instalada sobre el arroyo del mismo nombre, reporta un volumen de 2 533.45 Mm³ medio anual; Tecomates, ubicada en el arroyo Tecomates, reporta un volumen medio anual de 4 495.43 Mm³, y El Chiflón, situada en el río Purificación, reporta un volumen medio anual de 8 054.26 Mm³. (cuadro 5.1.D). En la cuenca se hallan cuatro plantas de tratamiento de aguas residuales, las cuales se encuentran en los municipios de Casimiro Castillo, Cihuatlán y La Huerta. (cuadro 5.1.B).

No existen obras hidráulicas significativas dentro de la cuenca, sin embargo, se cuenta con la presa Las Parotas, que deriva 30 Mm³ a la unidad de riego Cihuatlán. El agua superficial se destina preferentemente para usos agrícola y en menor escala doméstico y pecuario.

Según la clasificación de Wilcox, la calidad del agua para riego es C1-S1 (agua de salinidad baja y baja en

sodio) principalmente y en menor proporción aguas de calidad C2-S1 (agua de salinidad media y baja en sodio). (cuadro 5.1.A). El agua de salinidad media puede usarse siempre y cuando haya un grado moderado de lavado. En casi todos los casos y sin necesidad de prácticas especiales de control de salinidad, se pueden producir las plantas moderadamente tolerantes a las sales, así como el agua baja en sodio se utiliza para el riego de los suelos con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable. No obstante, los cultivos sensibles como algunos frutales y aguacates, pueden acumular cantidades perjudiciales de sodio.

Se cuantificó un escurrimiento medio anual de 745.62 Mm³, procedentes de un volumen medio precipitado de 5 964.98 de Mm³ por año y un coeficiente de escurrimiento de 12.5%. En cuanto a las estimaciones calculadas por la CNA, se tiene una disponibilidad de 1 411.5 Mm³, por lo tanto su balance hidrológico es de abundancia.

5.5.2 Cuenca Río San Nicolás-Cuitzmala (B)

La cuenca Río San Nicolás-Cuitzmala se ubica al suroeste de la entidad; cuenta con una superficie aproximada de 3 892 km², que equivale a 4.9% de la superficie estatal. Colinda al norte con la cuenca C (R. Tomatlán-Tecuán) de la RH 13, la cuenca C (R. Ameca-Ixtapa) y la cuenca B (R. Ameca-Atenguillo) de la RH 14, al este con la cuenca A (R. Chacala-Purificación), al sur con la cuenca A de la RH 15 y el Océano Pacífico y al oeste con la cuenca C (R. Tomatlán-Tecuán) de la RH 15 (fig. 5.7).

Es drenada por numerosos afluentes intermitentes con cauces bien definidos, así como por perennes; los afluentes principales son los ríos San Nicolás y Cuitzmala. El San Nicolás tiene su origen en la sierra Cacoma, que sirve de parteaguas entre las regiones hidrológicas 14 y 15. Presenta dirección preferente suroeste hasta desembocar al Océano Pacífico. El segundo río de importancia es Cuitzmala, nace en la misma sierra y muestra orientación preferente al suroeste hasta desembocar al Océano Pacífico.

En la cuenca existen dos estaciones hidrométricas: Higuera Blanca, instalada en el río San Nicolás, reporta un volumen medio anual de 194 529.12 Mm³, y Cuitzmala, ubicada en el cauce del río del mismo nombre, reporta un volumen medio anual de 58 023.05 Mm³, para el período de 1994-1995 (cuadro 5.1.D). Actualmente, en la cuenca no existen aprovechamientos significativos dentro del estado.

Según la clasificación de Wilcox, la calidad del agua para riego es C1-S1 (agua de salinidad baja y baja en sodio); el agua de baja salinidad puede usarse en la mayor parte de los cultivos, en casi cualquier tipo de suelo con poca probabilidad de que se desarrolle

salinidad. El agua baja en sodio puede utilizarse para el riego de los suelos con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable: no obstante, los cultivos sensibles como algunos frutales y aguacates pueden acumular cantidades perjudiciales de sodio (cuadro 5.1.A).

Se cuantificó un escurrimiento anual de 504.95 Mm³, procedentes de un volumen medio precipitado de 4 488.51 Mm³ por año y un coeficiente de escurrimiento de 11.25%. En cuanto a las estimaciones calculadas por la CNA, se tiene una disponibilidad de 1 737 Mm³, por lo tanto su balance hidrológico es de abundancia.

5.5.3 Cuenca Río Tomatlán-Tecuán (C)

La cuenca Río Tomatlán-Tecuán se ubica en la porción suroeste de la entidad, pertenece a la vertiente del Pacífico; cuenta con una extensión aproximada de 3 852 km², que equivale a 4.8% de la superficie estatal. Colinda al norte con la cuenca A (R. Cuale-Pitillal) de la RH 13 y la cuenca C (R. Ameca-Ixtapa) de la RH 14, al este con la cuenca B (R. San Nicolás-Cuitzmala) de la RH 15 y al sur y oeste con el Océano Pacífico (fig. 5.7).

La cuenca es drenada por numerosos afluentes intermitentes, así como por corrientes perennes de las que sobresalen los ríos: María García, Tomatlán, Los Prietos y Tecuán. El río Tomatlán tiene su origen en la sierra de Cacoma, presenta una dirección preferencial sur-suroeste hasta desembocar al Océano Pacífico; en él se encuentra una estación hidrométrica: Cajón de Peña, que reporta un volumen medio anual de 1 608 Mm³ para el período de 1994-1995 (cuadro 5.1.D).

En la cuenca actualmente no existen muchos aprovechamientos significativos de los escurrimientos, sin embargo, se cuenta con la presa Cañón de Peña. El agua superficial captada se destina preferentemente para usos agrícola y en menor porcentaje doméstico y pecuario (cuadro 5.1.C).

Según la clasificación de Wilcox, la calidad del agua para riego es C1-S1 (agua de salinidad baja y baja en sodio); el agua de baja salinidad puede usarse en la mayor parte de los cultivos, en casi cualquier tipo de suelo con poca probabilidad de que se desarrolle salinidad. Requiere lavado, pero éste no se logra en condiciones normales de riego, excepto en suelos de muy baja permeabilidad. El agua baja en sodio puede utilizarse para el riego de los suelos con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable; no obstante, los cultivos sensibles como algunos frutales y aguacates pueden acumular cantidades perjudiciales de sodio (cuadro 5.1.A).

Se cuantificó un escurrimiento medio anual de 516.00 Mm³, procedentes de un volumen medio precipitado de 4 586.73 Mm³ por año y un coeficiente de

escurrimiento de 11.25%. En cuanto a las estimaciones calculadas por la CNA, se tiene una disponibilidad de 1 684.9 Mm³, por lo tanto su balance hidrológico es positivo.

5.6 REGIÓN HIDROLÓGICA 16, ARMERÍA-COAHUAYANA

La región hidrológica 16, Armería-Coahuayana, de la vertiente del Pacífico, se localiza al sur de la entidad y abarca parte de Colima; cuenta con una extensión estatal aproximada de 12 581.46 km², que representa 15.70% de su superficie. Se encuentra entre los 18°56'43" y los 20°28'21" de latitud norte y a los 102°56' y los 104°36'34" de longitud oeste (fig. 5.8). Sus principales colectores son los ríos Coahuayana, Ayuquila-Armería, Ahuijullo, Tuxpan y Tuxcacuesco, situados dentro del estado de Jalisco.

La región hidrológica está integrada por dos cuencas: A (R. Coahuayana) y B (R. Armería) parcialmente, ya que éstas abarcan parte de los estados de Colima y Michoacán. El drenaje se define como subparalelo y dendrítico, conformado por corrientes intermitentes y perennes, llegan a desembocar al Océano Pacífico.

5.6.1 Cuenca Río Coahuayana (A)

La cuenca Río Coahuayana comprende parte del sur de la entidad y se extiende hacia Colima y Michoacán; cuenta con una superficie estatal aproximada de 4 487.62 km², que equivale al 5.60% de la superficie jalisciense. Colinda al norte con la cuenca D (L. Chapala) de la RH 12, al este con la cuenca J (R. Tepalcatepec) de la RH 18, al sur con Michoacán y al oeste con Colima (fig. 5.8).

Es drenada por tres corrientes perennes que son los ríos: Coahuayana, Ahuijullo y Tuxpan. El río Tuxpan es el colector principal, se origina por la unión de varios arroyos en la sierra del Tigre; su curso es suroeste-sur hasta desembocar en el Océano Pacífico; también recibe el nombre de Tamazula; en el límite del estado de Jalisco y Colima recibe el nombre de El Naranjo; casi al final, entre su confluencia con el Salado hasta su desembocadura, recibe el nombre de Coahuayana. Sus afluentes son, por la margen derecha los ríos: Piedras Negras, Atenquique y Barranca del Muerto y por la margen izquierda, Ahuijullo y Santa Rosa.

En la cuenca existen dos estaciones hidrométricas: Quito, ubicada sobre el río Tuxpan, consigna un volumen anual de 36 469.03 Mm³, y San Gregorio, instalada en el río Covianes, reporta un volumen medio anual de 5 866.98 Mm³, para el período de 1994-1995 (cuadro 5.1.D).

Las principales obras hidráulicas son las presas: Higuera, ubicada en el municipio de Tuxpan; Ejido Pihuamo, localizada en el municipio del mismo nombre; Vidal García Amezcua, en el municipio de Tamazula, y

Pajamán, en el municipio de Pihuamo; además, existen otras de menor capacidad, así como bordos (cuadro 5.1.C). El agua superficial se destina preferentemente para uso agrícola y en menor escala doméstico y pecuario.

Según la clasificación de Wilcox, el agua para riego de las muestras obtenidas en el río Tuxpan es C2-S1 (agua de salinidad media y baja en sodio). El agua de salinidad media debe usarse siempre y cuando haya un grado moderado de lavado; en casi todos los casos y sin necesidad de prácticas especiales de control de salinidad, se pueden producir las plantas moderadamente tolerantes a las sales. Así mismo, el agua baja en sodio se emplea para riego de suelos con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable (cuadro 5.1.A).

Para dicha cuenca se cuantificó un escurrimiento medio anual de 280.78 Mm³, procedentes de un volumen medio precipitado de 3 382.99 Mm³ por año y un coeficiente de escurrimiento de 8.3%. En cuanto a las estimaciones calculadas por la CNA, se tiene una disponibilidad de 981.3 Mm³, por lo tanto su balance hidrológico es de gran disponibilidad.

5.6.2 Cuenca Río Armería (B)

La cuenca Río Armería abarca parte del suroeste de la entidad, cuenta con una extensión aproximada dentro del estado de 8 093.84 km², que equivale al 10.10% de la superficie jalisciense. Colinda al norte con las cuencas A (P. La Vega-Cocula) y B (R. Ameca-Atenguillo) de la RH 14, al este con las cuencas D (L. Chapala) de la RH 12 y A (R. Coahuayana) de la RH 16, al sur con el estado de Colima y la cuenca A (R. Chacala-Purificación) de la RH 15, al oeste con las cuencas A y B (R. San Nicolás-Cuitzmala), ambas de la RH 15 y B (R. Ameca-Atenguillo) de la RH 12 (fig. 5.8).

La cuenca es drenada por una serie de corrientes pequeñas y perennes como son los ríos: Armería, Tuxcacuesco y Ayuquila. La corriente principal dentro de esta cuenca es Armería (aunque el mayor trayecto está dentro del estado de Colima), tiene su origen en las sierras de Cacoma y Quila y por la unión de tres ríos Ayuquila, Tuxcacuesco y Jiquilpan, con dirección al sureste hasta desembocar en el Océano Pacífico. Sus afluentes son, por la margen derecha, los ríos Atengo y San Antonio y por la margen izquierda, Ferrería y Tapalpa.

En la cuenca existen cuatro estaciones hidrométricas, de éstas, El Corcovado, ubicada sobre el río Armería, reporta un volumen medio anual de 19 071.58 Mm³; Canoas, localizada en el mismo río, consigna un volumen medio anual de 34 504.15 Mm³; El Nogal construida sobre el río Tapalpa, reporta un volumen medio anual de 1 271.47 Mm³, y El Rosario, localizada

en el río Tuxcacuesco, consigna un volumen medio anual de 20 391.80 Mm³ (cuadro 5.1.D).

Las principales obras hidráulicas son las presas: El Nogal, edificada, en el municipio de Tapalpa; El Pochote en el municipio de Tecolotlán y Alcaparrosa, Tacotán y Charco Azul en el municipio Unión de Tula. Hay otras obras de menor capacidad (cuadro 5.1.C). El agua superficial se destina para usos agrícola y en menor proporción doméstico y pecuario.

En cuanto a la calidad del agua para riego, según Wilcox, es C1-S1 (agua de baja salinidad y baja en sodio). El agua de baja salinidad puede usarse en la mayor parte de los cultivos, en casi cualquier tipo de suelo con muy poca probabilidad de que se desarrolle salinidad; igualmente el agua baja en sodio puede emplearse en los suelos con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable, no obstante, los cultivos sensibles como algunos frutales y aguacates pueden acumular cantidades perjudiciales de sodio (cuadro 5.1.A).

Para dicha cuenca se cuantificó un escurrimiento medio anual de 482.42 Mm³, procedentes de un volumen precipitado de 5 545.12 de Mm³ por año y un coeficiente de escurrimiento de 8.7%. En cuanto a las estimaciones calculadas por la CNA, se tiene una disponibilidad de 546 Mm³, por lo tanto su balance hidrológico es de equilibrio.

5.7 REGIÓN HIDROLÓGICA 18, BALSAS

La región hidrológica 18, Balsas, de la vertiente del Pacífico, comprende parte del sureste de la entidad, se localiza entre los estados de Jalisco y Michoacán; cuenta con una extensión aproximada de 3 926.71 km², que representa 4.90% de la superficie del estado; se encuentra entre los 18°58'54" y los 20°02'10" de latitud norte y a los 102°32'00" y los 103°16'34" de longitud oeste (fig. 5.9).

Su principal colector es el río Quitupan, así como las corrientes Milpillas, La Higuera, Jilotlán y Los Otates, dentro del estado de Jalisco. Está integrada por 10 cuencas, para este caso sólo compete a la cuenca J (R. Tepalcatepec). El drenaje se define como subparalelo y dendrítico, conformado por corrientes intermitentes y perennes, hasta verter sus aguas a la presa Infiernillo, ya en el estado de Michoacán.

5.7.1 Cuenca Río Tepalcatepec (J)

La cuenca Río Tepalcatepec se ubica en la porción sureste de la entidad entre los estados de Jalisco y Michoacán, cuenta con una superficie aproximada de 3 926.71 km², que equivale a 4.90% de la superficie estatal. Colinda al norte, al este y sur con el estado de Michoacán y al oeste con la cuenca A (R. Coahuayana) de la región hidrológica 16 (fig. 5.9).

Es drenada por la corriente Quitupán que tiene su origen al sur de la localidad de Jiquilpan de Juárez, a la que se le unen una serie de ríos que al llegar al límite con el estado de Michoacán, cambia de nombre al de Tepalcatepec (río Grande); presenta una dirección sureste-sur sureste hasta confluir con la presa Infiernillo en el estado de Michoacán. Sus afluentes son, por la margen derecha los ríos Milpillas, La Higuera, Jilotlán y Otates, y por la margen izquierda El Agostadero y El Jagüey, que funge como división político-administrativa entre los estados de Jalisco y Michoacán.

En la cuenca existen dos estaciones hidrométricas, Los Granjenos, localizada sobre el río Quitupan, que consigna un volumen medio anual de 1 146.36 Mm³ y San Diego también sobre el mismo río, que reporta un volumen de 28.9 Mm³, para el período de 1994-1995 (cuadro 5.1.D). La principal obra hidráulica dentro de la cuenca es la presa Vicente C. Villaseñor, ubicada en el municipio de Valle de Juárez (cuadro 5.1.C). El uso del agua superficial se destina preferentemente al agrícola y en menor escala para uso doméstico y pecuario.

Se cuantificó un escurrimiento medio anual de 283.25 Mm³, procedentes de un volumen medio precipitado de 3 412.66 Mm³ por año y un coeficiente de escurrimiento de 8.3%. En cuanto a las estimaciones calculadas por la CNA, se tiene una disponibilidad de 651.1 Mm³, por lo tanto su balance hidrológico es de equilibrio.

5.8 REGIÓN HIDROLÓGICA 37, EL SALADO

La región hidrológica 37, El Salado, abarca parte del noreste del estado de Jalisco, se encuentra entre los estados de Jalisco y Zacatecas; cuenta con una extensión aproximada dentro del estado de 320.54 km², que representa 0.40% de la superficie del estado. Se encuentra entre los 21°48'32" y los 22°00'32" de latitud norte y a los 101°30'17" y los 101°50'17" de longitud oeste (fig. 5.10).

La región hidrológica está integrada por ocho cuencas, para este caso nos ocuparemos de la cuenca F (San Pablo y Otras). El drenaje se define como subparalelo y dendrítico, conformado por corrientes intermitentes.

5.8.1 Cuenca San Pablo y Otras (F)

La cuenca San Pablo y Otras se ubica en la porción noreste de Jalisco, entre los estados de Jalisco y Zacatecas; cuenta con una superficie aproximada de 320.54 km², que equivale al 0.40% de la estatal. Colinda al norte con el estado de Zacatecas y al este, sur y oeste con la cuenca I (R. Verde Grande) de la región hidrológica 12 (fig. 5.10).

La porción de la cuenca que integra al estado es drenada por una serie de corrientes pequeñas intermitentes, que durante el período de lluvias

proporcionan sus volúmenes de agua a las presas: Juan Vaqueros, ubicada en el municipio de Lagos de Moreno; Guadalupe Matancillas y Guadalupe Vaquerías, localizadas en el municipio de Ojuelos (cuadro 5.1.C).

Para la cuenca se cuantificó un escurrimiento medio anual de 11.59 Mm³, procedentes de un volumen medio precipitado de 154.59 Mm³ por año y un coeficiente de escurrimiento de 7.5%.

5.9 CALIDAD DEL AGUA EN EL ESTADO DE JALISCO

La Comisión Nacional del Agua, para llevar a cabo el monitoreo de la calidad del agua superficial, dentro del estado de Jalisco; cuenta con 47 estaciones localizadas en los ríos de la siguiente manera: 9 en Grande de Santiago, 3 en Lagos, 2 en Bolaños, 2 en el Verde, y una en Lerma, Zula y Calderón, correspondientes a la región hidrológica 12 Lerma-Santiago. Así como 3 en Ameca y 2 en el Salado, localizadas en la región hidrológica 14 Ameca. En la región hidrológica 13 Huicicila hay 8 estaciones. una en los ríos Mascota, Ameca, Pitillal, Cuale; así como 4 localizadas en Bahía de Banderas (Puerto Vallarta). Para la región hidrológica 15 Costa de Jalisco, hay una estación en los ríos, Tomatlán, San Nicolás, Purificación, Cihuatlán y Cuitzmala. En cuanto a la región hidrológica 16 Armería-Coahuayana las estaciones se encuentran distribuidas en los ríos de la siguiente manera: 4 en Ayuquila, 2 en Tuxpan, 2 en el Tamazula, una en Tuxcacuesco y una en Ayutla (fig. 5.11, 5.12 y cuadro 5.1.F).

Las principales fuentes de contaminación son:

La fuente urbana, la gran mayoría de estos centros, no cuentan con sistemas de tratamiento de aguas residuales, de modo que éstas al ser vertidas crudas o parcialmente tratadas a los cuerpos receptores, los contaminan, acentuándose considerablemente en la época de estiaje

La fuente industrial: dentro del estado de Jalisco existen diferentes ramas, entre las que sobresalen la azucarera, textil, química, farmacéutica, papelera y alimenticia. Los parques industriales de Ocotlán, El Salto y la zona sur de la zona metropolitana de Guadalajara son las áreas de mayor incidencia de este tipo de contaminación.

La actividad agropecuaria, con el afán de mejorar en cantidad y calidad la producción de alimentos, contaminan a los cuerpos receptores, con el uso de fertilizantes de origen químico y orgánico.

Con base en los resultados obtenidos por parte de la CNA, se pudo observar que los niveles de contaminación en las principales corrientes superficiales

del estado, varían considerablemente, ya que se encontraron concentraciones de demanda bioquímica de oxígeno (DBO) desde 1-2 mg/l en las zonas de los ríos Ayuquila, Tuxpan, Mascota y Purificación, hasta concentraciones elevadas de 89 mg/l en el río Grande de Santiago, en la estación núm. 6, Planta Hidroeléctrica, ya que en este tramo el río recibe el aporte de aguas residuales de la zona metropolitana de Guadalajara. En el río Lagos, aguas abajo de la población de Lagos de Moreno se detectaron concentraciones de 151 mg/l de DBO, esto debido al aporte de aguas negras de la población y aunado a que el caudal de esta corriente es bajo y no existe una alta dilución. El valor máximo de DBO 231 mg/l se detectó en el río Salado, debido a los aportes que recibe de las descargas de aguas residuales de los ingenios.

En las zonas del río Grande de Santiago y Lagos, se detectó la concentración mínima de oxígeno disuelto (0.0 mg/l) y la concentración más alta de organismos coliformes fecales, lo que nos indica contaminación de origen fecal.

En términos generales se tiene como resultado que la calidad del agua superficial en el estado, varía en forma considerable de una corriente a otra, entre las más contaminadas está el río Grande de Santiago, ya que recibe descargas de tipo industrial, municipal y agropecuario y cuyo principal aporte se da por las descargas de la zona metropolitana de Guadalajara; también se consideran contaminados los ríos Ameca y Salado por ser los receptores de los contaminantes de la industria azucarera, sobre todo se ven afectados durante el período de zafra (diciembre-mayo).

En lo que respecta a los ríos Lagos y Lerma se encuentran contaminados principalmente por la fuente agropecuaria. El resto de las corrientes del estado los resultados del monitoreo presentan mejor calidad de sus aguas.

Por lo tanto, de el agua superficial en el estado, 23% es agua muy contaminada, 15% moderadamente contaminada y 62% se encuentra en condiciones aceptables (CNA, 1994).

5.10 EL ESCURRIMIENTO EN EL ESTADO DE JALISCO

Como se ha descrito en incisos anteriores, el agua superficial contribuye como elemento indispensable para el desarrollo agrícola, industrial, pecuario y urbano, razón que fortalece su estudio y análisis para su mejor aprovechamiento, así como para satisfacer otras necesidades requeridas por la entidad.

El estado de Jalisco, queda comprendido en siete regiones hidrológicas que son los números: 12, Lerma-Santiago; 13, Huicicila; 14, Ameca; 15, Costa de Jalisco;

16, Armería-Coahuayana; 18, Balsas y 37, El Salado; por lo tanto, posee una red hidrográfica en la que destacan los ríos Lerma, Grande de Santiago, Verde, Bolaños, Ameca, Mascota, Ayuquila, Cihuatlán y Naranjo-Tuxpan.

El monitoreo y estudio de los escurrimientos aprovechables ha sido preocupación permanente; para lo cual se cuenta con información hidrométrica, aunque cabe señalar que no todas las estaciones la presentan completa.

5.10.1 Cálculo del Escurrimiento: Metodología

Para evaluar y determinar los volúmenes de escurrimiento en las distintas cuencas de la entidad, es necesario recurrir a información hidrométrica directa de las corrientes principales en sus estaciones de aforo. Así, los métodos directo e indirecto se aplican en forma combinada para obtener resultados que son comparados y determinar el volumen escurrido de las cuencas.

En el INEGI (1983), se elaboró un método indirecto para cuantificar el escurrimiento de una área específica. Éste involucra cuatro elementos fundamentales que intervienen en el ciclo hidrológico superficial: la permeabilidad de suelos y rocas, la densidad de la cubierta vegetal, la distribución de lluvia y la pendiente del terreno; todo ello permite obtener un coeficiente de escurrimiento, que muestra el porcentaje de agua precipitada que escurre o se acumula superficialmente. Las unidades de escurrimiento manejadas en este método se representan porcentualmente y se agrupan en intervalos de 0-5%, 5-10%, 10-20%, 20-30% y mayor de 30% (fig. 5.13 y cuadro 5.1.G).

5.10.2 Los Factores: Permeabilidad, Cubierta Vegetal y Precipitación

PERMEABILIDAD

La permeabilidad es un factor fundamental en el comportamiento del escurrimiento; con base en el análisis de las características físico-químicas de los suelos y rocas, se clasifica según su capacidad de infiltración en cinco rangos de permeabilidad: alta, media alta, media, baja media y baja. Entre las que podemos mencionar:

Se consideran de permeabilidad baja a las rocas ígneas clasificadas como granodiorita y granito; a las rocas extrusivas representadas por riolita, andesita y toba cuya distribución es amplia sobre la Sierra Madre Occidental y Eje Neovolcánico, así como pequeños depósitos de caliza con intercalaciones de lutita-arenisca-caliza localizadas al centro-suroeste del estado y rocas metamórficas representadas por esquisto ubicadas al sureste de la entidad y que constituye una continuación del complejo metamórfico de Guanajuato.

De permeabilidad media se consideran los depósitos detríticos del Terciario, constituidos por conglomerado y arenisca, y las rocas volcánicas por basalto, brecha volcánica y toba, presentan fracturamiento moderado a alto, que se hallan dispersas en toda la entidad.

La permeabilidad alta se le asignó a las unidades del Cuaternario por sus características petrofísicas. Quedan incluidos basaltos del Terciario Superior localizado al sureste de la entidad y pequeños afloramientos del Cuaternario, que se localizan al noreste del estado. Aquí se incluyen los depósitos de materiales detríticos representados por conglomerado.

Los suelos aluviales que rellenan los principales valles intermontanos y planicie costera son de permeabilidad variable, que va de media a alta, debido a que las partículas que los constituyen son principalmente del tamaño de la arena, grava y arcilla.

PRECIPITACIÓN

La precipitación es el factor de mayor interés en los procesos de escurrimiento, pues de su intensidad, frecuencia y distribución depende la rapidez de saturación del suelo con el subsecuente inicio del escurrimiento. En la entidad el régimen de lluvias es en verano; la precipitación más abundante se debe a las tormentas o chubascos; la precipitación media anual varía de 923.7 mm en la estación Guadalajara, a 536.2 mm en la estación Labor de Padilla, en el municipio de Lagos de Moreno.

Por lo tanto, este análisis, permite considerar la incidencia de la concentración estival en cuanto a las avenidas, así como el impacto de los períodos con déficit de agua; la distribución espacial de los promedios de temperatura y precipitación, hace posible reflexionar respecto a la importancia hidrológica que tiene la evapotranspiración real como registro de la pérdida de agua.

CUBIERTA VEGETAL

La cubierta vegetal es un factor considerado en la evaluación de las unidades de escurrimiento, por lo que su correcta clasificación permite obtener resultados confiables en la aplicación del método respectivo; la densidad y tipo de cubierta vegetal intervienen en la cantidad de escurrimiento. La diversidad de vegetación existente en el estado de Jalisco, se encuentra ligada a la variabilidad climática y a los cambios de altitud, en este caso se clasifican en tres rangos de densidad: alta, media y baja.

La vegetación de alta densidad está representada por los bosques de oyamel, pino, encino y pino-encino, distribuidos al centro-suroeste de la entidad, en las sierras de Cacoma, Manantlán, Tapalpa, La Primavera y Volcán de Tequila, principalmente (con elevaciones

que superan los 2 000 msnm). Además, se considera a la cubierta vegetal que corresponde a la selva baja caducifolia, distribuida al suroeste y noroeste de la entidad.

Con densidad media se tiene a la selva baja espinosa, comunidad vegetal dominada por árboles espinosos localizada al noreste de la entidad. El matorral subtropical es el tipo de vegetación que se desarrolla en la zona de transición entre la selva baja caducifolia, bosques templados y los matorrales; se encuentra distribuida al centro noreste del estado.

La densidad baja de cobertura vegetal se registra en áreas de pastizal natural, pastizal natural-huizachal y pastizal inducido; ésta se encuentra distribuida al noreste y norte de la entidad.

Por último, la agricultura de riego y temporal se practica intensamente en el estado de Jalisco, incrementando la deforestación y como consecuencia, la erosión; por lo tanto, se tiene una pérdida de cobertura vegetal y de suelo, cuyo destino de los sedimentos son los valles, azolves de los cuerpos de agua y costas locales.

5.10.3 El Coeficiente y las Unidades de Escurrimiento

La relación de los factores: precipitación, permeabilidad, uso del suelo y topografía, se emplean en la metodología para calcular el coeficiente de escurrimiento promedio por zonas, y posteriormente, calcular el volumen de escurrimiento, con base en las cartas hidrológicas de aguas superficiales 1:250 000 que elabora la Dirección General de Geografía del INEGI, y que muestra unidades con rangos de escurrimiento en por ciento.

5.10.4 Uso del Agua (Para el Sector Urbano, Doméstico y Comercial)

Para 1994, el suministro de agua en la entidad se realizó a través de 941 fuentes de abastecimiento (666 pozos profundos, 200 manantiales y 75 obras entre presas, ríos, galerías, norias y arroyos), con un volumen total de 900.2 Mm³ por día.

Se cuenta con un total de 920 863 tomas domiciliarias que presentan el servicio de agua potable, de las cuales 94.41% (869 397) corresponden a tomas domésticas, 5.31% (44 879) son tomas comerciales y 0.28% (2 587) a tomas industriales; se tienen 113 plantas de tratamiento de aguas residuales.

6. Hidrología Subterránea

A pesar de las abundantes precipitaciones pluviales en algunas regiones del estado y de los elevados volúmenes de agua escurridos, no se cuenta con la suficiente infraestructura hidráulica; asimismo en las regiones norte y noreste domina el grupo de los climas secos. Por consiguiente el agua subterránea se emplea en gran medida en actividades agropecuarias y urbanas de la entidad, lo cual ha provocado que la extracción sea intensiva.

El 27 de junio de 1975 la extinta Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos decretó como zona de veda a la región denominada "Bajo Balsas", la cual comprende parte de los estados de Jalisco y Michoacán de Ocampo y para el 7 de diciembre de 1987 decretó como zona de veda al resto de la superficie correspondiente al estado de Jalisco; ambas vedas están controladas actualmente por la Comisión Nacional del Agua de la SEMARNAP.

Debido a lo anterior, resultó imperioso después de haber realizado el balance hidrológico del agua superficial, la evaluación del recurso hidrológico subterráneo, tanto cualitativo como cuantitativo, que nos permitió visualizar el comportamiento, distribución, almacenamiento, disponibilidad y calidad del agua subterránea, desde la óptica actual, en función de las características del medio y de la influencia del hombre.

En el presente capítulo se llevó a cabo la cuantificación de los volúmenes de recarga y descarga, además del uso a que se destinan; la distribución y la densidad de los aprovechamientos, las configuraciones de la elevación de los niveles estáticos del agua, así como el cálculo del total de sólidos disueltos en partes por millón del contenido iónico del agua, con la finalidad de determinar los flujos subterráneos o direcciones del agua, la magnitud de los abatimientos de los niveles estáticos y la situación hidrológica de los mantos acuíferos.

Posteriormente se analizaron las condiciones del agua subterránea en cada zona geohidrológica (fig. 6.0), ubicándolos en su marco geográfico y destacando las características geohidrológicas de mayor importancia.

Se describen los caracteres físicos y humanos que constituyen e intervienen en la explotación de los acuíferos: tipo de acuíferos, características del agua

(familia, calidad y temperatura), pruebas de bombeo (transmisibilidad y coeficiente de almacenamiento), las recargas, las direcciones del agua subterránea, la densidad y características de los aprovechamientos, el volumen de extracción, el uso del agua y ritmo de explotación y finalmente se llega al balance geohidrológico. La información se complementa con mapas, tablas, correlaciones de perfiles litológicos y anexos.

6.1 PANORAMA GENERAL DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN EL ESTADO DE JALISCO

6.1.1. Características de la explotación

Las zonas geohidrológicas de la entidad, muestran diferentes densidades de obras subterráneas (pozos y norias). La que presenta mayor densidad (entre 1.00 y 1.45 pozos/km²) es Atemajac- Tesistán; otras zonas también de densidad alta (entre 0.50 y 0.99 pozos/km²) son las de Toluquilla, Cajititlán, La Barca y Zacoalco; las consideradas de densidad media (entre 0.10 y 0.49 pozos/km²) son Poncitlán, Ocotlán, Ciudad Guzmán, Ameca, Lagos de Moreno y Lago de Chapala; el resto de las zonas geohidrológicas del estado tienen densidad baja (entre 0.00 y 0.09 pozos/km²). La mayor densidad de obras se encuentra en el radio de influencia de la zona metropolitana de Guadalajara (figs. 6.1 y 6.1a).

El volumen de extracción del agua subterránea en el estado, según la CNA, 1994, es de aproximadamente 1 194 millones de m³, repartidos en los siguientes usos: 86% al de riego y abrevadero, 6.5% público-urbano, 2% doméstico y 5.5% industrial. El volumen de recarga estimado es de 2 117 Mm³, por lo que el volumen disponible es de 923 millones de m³ (cuadro 6.1).

En la figura 6.1b se aprecian los caudales promedio que se obtienen en las diferentes zonas geohidrológicas: superiores a 30 l/seg se extraen de Atemajac-Tesistán, Toluquilla, Cajititlán, Poncitlán y Ocotlán; entre 10 y 19.9 l/seg de Zacoalco; entre 1 y 9.9 l/seg de Ciudad Guzmán, La Barca, Ameca, Lagos de Moreno, Altos de Jalisco, Autlán, Tomatlán, Puerto Vallarta, Lago de Chapala y La Huerta; del resto de las zonas del estado se obtienen gastos entre 0.1 y 0.9 l/seg.

6.1.2. Características de los acuíferos: caracteres hidrodinámicos y de la composición del agua.

TRANSMISIBILIDAD

De las pruebas de bombeo efectuadas por Ariel Consultores, S.A. (1989-1990), en los valles de

Atemajac- Tesistán y Ocotlán, indican que la transmisibilidad de los materiales geológicos es muy variable, entre $40.04 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{seg}$ y $0.13 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{seg}$, debido a la complejidad y heterogeneidad de la geología regional y a la variabilidad de los espesores atravesados.

Otras pruebas llevadas a cabo en la zona metropolitana de Guadalajara por la CNA, 1993, arrojaron transmisibilidades del orden de $1 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{seg}$ para las arenas pumíticas del acuífero somero; éste contiene horizontes de materiales compactos intercalados de reducida o nula transmisibilidad. En el suelo aluvial que subyace a las arenas pumíticas, entre los 30 y 150 m de profundidad aproximadamente, la transmisibilidad registrada es de $5 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{seg}$; dicho suelo es una mezcla de arena, arcilla y grava.

CONFIGURACIONES DE LOS NIVELES ESTÁTICOS

Las curvas piezométricas (de igual elevación del nivel estático referido al nivel medio del mar) muestran las direcciones del flujo subterráneo del agua y los gradientes hidráulicos de cada zona geohidrológica. En general la dirección del flujo subterráneo está condicionada por estructuras geológicas y por la conformación orográfica de cada zona geohidrológica en particular.

En la zona geohidrológica Atemajac-Tesistán, la componente regional del flujo del agua subterránea es en dirección suroeste-noreste, resultante de los flujos locales que convergen hacia el centro del valle y continúan hacia el río Grande de Santiago; en Toluquilla la dirección es de noroeste a sureste; en Ameca la trayectoria preferencial es de noreste a suroeste y en Zacoalco es de suroeste a noreste; en Ocotlán la dirección principal es de oeste a este y los mayores abatimientos se registran en las inmediaciones de la población de Ocotlán; en La Barca es en dirección norte-sur y se modifica por la influencia del río Lerma de este a oeste; flujo que alimenta al lago de Chapala; en la zona de Cajititlán la componente principal del flujo subterráneo es de sur a norte, y el mayor descenso en los niveles estáticos del agua se detectó en el centro del valle, donde se localizan los pozos para uso industrial; en Los Altos de Jalisco se tienen dos direcciones preferenciales en las áreas de: Tepatitlán el sentido es de noreste a suroeste y en Acatic de noroeste a sureste. (figs. 6.1c, 6.1d, 6.1e, 6.1f, 6.1g, 6.1h).

PROFUNDIDAD DEL NIVEL ESTÁTICO

La profundidad de los niveles estáticos del agua tiene notables diferencias en cada una de las zonas geohidrológicas del estado, por lo que resulta determinante la influencia de las diferencias de altitud de los terrenos y la conformación geológica de cada zona.

En la zona geohidrológica Atemajac-Tesistán los pozos y norias censados tienen profundidades promedio de los niveles estáticos del agua de 1.5 a 110 m; en Toluquilla las profundidades son similares. En Ameca la profundidad es de 1 a 60 m, mientras que en Zacoalco varía de 4 a 50 m; en Ocotlán oscila entre 5 y 80 m. En La Barca los niveles tienen profundidad entre 10 y 75 m. En la zona Lago de Chapala en los acuíferos de los valles ribereños del lago, los niveles de los pozos aforados van de 3 a 80 m de profundidad. En Cajititlán y Poncitlán, éstos en los pozos y norias son de 3.3 a 30 m de profundidad en el acuífero somero, que contienen los depósitos aluviales y lacustres; en las rocas volcánicas subyacentes los niveles tienen profundidades muy superiores.

La profundidad de los niveles estáticos de los pozos perforados en material consolidado (basalto, brecha volcánica básica, toba ácida y roca volcanoclástica) es de 15 a 200 m, en la zona Los Altos de Jalisco.

EVOLUCIÓN DEL NIVEL ESTÁTICO

En la zona geohidrológica Atemajac-Tesistán, los niveles estáticos han variado en los últimos 10 años, corresponden a una evolución promedio anual de -0.80 m/año . Se tienen conos de abatimiento en el "Sistema Tesistán de Agua Potable" y en la zona industrial de Guadalajara.

En Toluquilla los niveles estáticos variaron en los últimos 15 años, con una evolución promedio anual de -0.50 m ; se localizan algunos conos de abatimiento donde se ubican concentraciones de pozos para usos agrícola y público urbano.

En la zona de Cajititlán los niveles estáticos del agua cambiaron también en los últimos 15 años; su evolución promedio anual es de -0.40 m ; asimismo en Poncitlán los niveles en este mismo tiempo fluctúa entre 3 y 8 m, con evolución promedio anual de -0.30 m . Los máximos abatimientos se midieron en los alrededores de las poblaciones Cajititlán y Poncitlán.

En La Barca se detectaron conos de abatimiento en las poblaciones La Barca y La Paz de Ordaz.

TEMPERATURA

Dentro del territorio estatal el rango de temperatura del agua en los aprovechamientos monitoreados se muestra por zonas geohidrológicas: en Tomatlán, Ameca y Lago de Chapala (parte sur) el intervalo es de 11 a 20°C ; en Atemajac-Tesistán, Toluquilla, Cajititlán, Poncitlán, Ocotlán, La Barca, Ciudad Guzmán, Altos de Jalisco (partes norte y centro), Autlán, Norte de Jalisco, Quitupán (M. M. Diéguez) y Cuquío, presentan un rango de 21 a 30°C ; las de Zacoalco, Altos de Jalisco (parte sur), Lago de Chapala (parte norte) y La Huerta, la temperatura es superior a 30°C ; del resto de las zonas geohidrológicas no se tienen datos (fig. 6.1i).

GEOTERMIA

Durante los episodios tectónicos a que ha estado sujeto el país, se originaron fracturamientos que crearon fajas de dislocamiento, permitiendo en muchos casos la formación de zonas volcánicas. Al formarse los aparatos volcánicos, lanzan a la atmósfera rocas fundidas, lavas, gases, vapor de agua y cenizas, constituyendo un desprendimiento de energía.

En el estado de Jalisco se conocen 16 zonas que en suma contienen aproximadamente un centenar de manifestaciones termales, entre manantiales, fumarolas, géysers, volcanes de lodo, pozos, etcétera. La mayoría, de estas zonas geotérmicas están localizadas dentro de la provincia denominada Eje Neovolcánico.

De acuerdo con la temperatura de estas manifestaciones, puede decirse que la mayoría son mesotermales (entre 21° y 42°C). Sin embargo, existen seis zonas con focos hipertermales, es decir con temperaturas mayores a 43°C. De estas últimas, la que tiene mayores posibilidades de una explotación económica es la zona 14, La Primavera-Sta. Rita-El Fraile; la Comisión Federal de Electricidad realizó la perforación de pozos geotérmicos sin obtener los resultados deseados, actualmente dicho proyecto está detenido.

Es de notar que la mayoría de las zonas geotérmicas están localizadas en las estribaciones de las estructuras geológicas tales como derrames y aparatos volcánicos o en los bordes de las trazas de fracturas y fallas profundas.

Dentro del estado, las 16 zonas geotérmicas detectadas se distribuyen principalmente en la región central (fig. 6.1j) y sus características se muestran en la tabla descriptiva (cuadro 6.2).

CALIDAD DEL AGUA Y APTITUD PARA EL RIEGO

La calidad del agua para uso potable es en la mayor parte del estado excelente, muy inferior al límite permisible que es de 1 000 partes por millón de sólidos totales disueltos (fig. 6.1k), excepto en áreas localizadas que sobrepasan este límite, como es el caso de algunos sitios de la zona Zacoalco, donde la salinidad de los suelos contamina las aguas o en los acuíferos de la costa cuando se presenta el fenómeno de la intrusión salina, como lo muestra el monitoreo de algunos pozos en Puerto Vallarta.

La calidad del agua para riego, según la clasificación de Wilcox, en la mayor parte del estado es de C2-S1 (mediana en sales y baja en sodio) o C1-S1 (baja en sales y baja en sodio), ocasionalmente C3-S1 (alta en sales y baja en sodio).

Las aguas clasificadas como C2-S1 pueden usarse siempre y cuando haya un grado moderado de lavado del suelo; en casi todos los casos y sin necesidad de prácticas especiales de control de la salinidad se pueden producir plantas moderadamente tolerantes a las sales; asimismo, puede emplearse para el riego de los suelos con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable.

Las aguas C1-S1 pueden ser utilizadas para riego en la mayoría de los cultivos y prácticamente en todos los suelos, con muy pequeño peligro de que se creen niveles de sodio intercambiable.

Las aguas C3-S1 no pueden usarse en suelos cuyo drenaje sea deficiente y aún con el adecuado se pueden necesitar prácticas especiales de control de la salinidad. Este tipo de aguas es común encontrarlas en los acuíferos costeros y en los localizados en cuencas endorréicas como es el caso de la zona Zacoalco, en las inmediaciones de los lagos de Sayula y Zacoalco.

CONTAMINACIÓN DEL AGUA

No se tienen indicios en ninguno de los acuíferos de la entidad, de que las aguas se encuentren contaminadas por descargas de aguas residuales o infiltración de las corrientes superficiales.

Posterior a las explosiones ocurridas el 22 de abril de 1992 en el sector Reforma de la ciudad de Guadalajara, se detectó una fuga de gasolina en el poliducto Salamanca-Guadalajara, en la colonia Alamo Industrial, lo cual provocó infiltraciones de gasolina en el subsuelo.

Técnicos de la Comisión Nacional del Agua (CNA), Petróleos Mexicanos (PEMEX), Sistema Intermunicipal de Agua Potable y Alcantarillado (SIAPA) y el apoyo de los cuerpos de bomberos de los Ángeles, California, Houston, Texas y Portland, Oregon, llevaron a cabo una serie de acciones encaminadas a evaluar los daños en la zona al detectar altos índices de explosividad; se procedió a la ejecución de acciones de protección de los habitantes de la zona y el saneamiento del acuífero, que consistió en: censo de pozos, norias y pozos de absorción establecidos en la zona de fuga del combustible; recopilación de las características constructivas, niveles estáticos y cortes litológicos de los pozos; recopilación de planos topográficos anteriores a la urbanización de la zona y en especial de la colonia Alamo Industrial; monitoreo de pozos y norias localizadas a lo largo de los colectores siniestrados y elaboración de planos de evolución de niveles piezométricos.

La etapa de saneamiento definitivo consistió en la extracción simultánea de agua-gasolina-vapores; los vapores, dada su baja concentración, se vertieron a la

atmósfera del área cercana a los pozos; para el agua extraída de los pozos se establecieron dos parámetros de manejo: si se descargaban a un cuerpo superficial (drenaje, canal, etc.) el límite máximo sería de 25 partes por millón de hidrocarburos; o bien si se descargaban al suelo para recargar los mantos freáticos, el límite extremo sería de 5 partes por millón.

Se desconoce cual fue el destino final del agua extraída, pues inicialmente la almacenaron en los tanques de la planta satélite de PEMEX (CNA, 1992).

En 1993 se detectó la contaminación de las aguas del acuífero de Atemajac, en el subsuelo de la colonia La Moderna de Guadalajara; se encontró y delimitó una mancha de hidrocarburos tanto líquidos como volátiles, que se extiende por una superficie de 280 000 m², a partir de los patios de servicio, a las locomotoras de FERRONALES. Se realizó la prospección de hidrocarburos mediante la perforación de 237 pozos de monitoreo. El riesgo por explosión o incendio fue bajo, sin embargo, existía la posibilidad de que el hidrocarburo volátil se introdujera en la infraestructura del subsuelo donde podría alcanzar condiciones de mayor riesgo.

Asimismo, se elaboró un preproyecto para el saneamiento del subsuelo que consiste en: la extracción de hidrocarburos volátiles a través de pozos (ventilación forzada); extracción de hidrocarburos líquidos en la zona poniente a través del cárcamo de la estación Mexicaltzingo del tren ligero, acelerada mediante la inyección de agua en pozos; y bombeo de los hidrocarburos líquidos en la zona oriente, a través de pozos (Lesser y Asociados, S.A. de C.V., 1993). Se desconoce el resultado final y tampoco se sabe si los pozos se continúan monitoreando.

ARTESIANISMO

En varias localidades del estado se presenta el fenómeno del artesianismo indicativo de la presencia de acuíferos confinados; en la fig. 6.1l se representa su ubicación y en la tabla anexa (cuadro 6.3) se indica el lugar específico donde se encuentran los pozos, el municipio al que pertenecen y el gasto que producen en litros por segundo.

MANANTIALISMO

Otra de las fuentes de agua subterránea en la entidad es la gran cantidad de manantiales distribuidos en toda su superficie; los hay de régimen perenne e intermitente, de buena calidad para uso potable generalmente, aunque también los hay impotables, algunos de excelentes caudales y otros más raquíuticos. La mayoría se aprovechan para satisfacer de agua a numerosas poblaciones con fines domésticos o para el desarrollo de actividades agropecuarias; sin embargo, muchos manantiales carecen de uso, sobre todo en la región

de la costa, donde alimentan a corrientes superficiales y finalmente terminan en el océano. En la figura 6.1m se muestra la distribución esquemática de la mayoría de los manantiales del estado y en la tabla anexa (cuadro 6.4) se proporcionan datos de los principales, tales como: nombre, altitud, gasto promedio, calidad y temperatura del agua, uso y litología (tipo de material geológico del que brota el agua en forma natural).

RITMO DE EXPLOTACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA

En las principales poblaciones del estado, sobre todo las que se encuentran en el radio de influencia de la zona metropolitana de Guadalajara, se ha abusado en el número de perforaciones autorizadas y clandestinas, que ha traído como consecuencia abatimiento en los niveles estáticos del agua.

En la fig. 6.1n se representan las principales áreas de concentración de pozos y la dirección del flujo regional del agua subterránea. De la misma forma, en la fig. 6.1o y en el cuadro 6.1 se indican las condiciones de explotación del agua subterránea por zonas geohidrológicas (subexplotada, en equilibrio o sobreexplotada), así como el balance de cada zona en particular (recarga, extracción y disponibilidad).

6.2 ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN LAS PRINCIPALES ZONAS GEOHIDROLÓGICAS

Después de analizar las condiciones generales del agua subterránea a nivel estatal, corresponde ahora describir las características particulares de las principales zonas geohidrológicas: marco geográfico, rasgos físicos, potencial geohidrológico, tipo de acuíferos y comportamiento en función de la explotación.

Aunado a lo anterior se analizará la conformación orográfica y litológica de cada zona, profundidad de los niveles estáticos y dinámicos, la dirección del flujo del agua, los caudales y profundidades de los pozos, que permitan seguir zonas de mayor conveniencia para la explotación de las aguas subterráneas o proponer medidas que ayuden a su racionalización y aprovechamiento óptimo.

6.2.1. Zona Geohidrológica Atemajac-Tesistán

Se localiza en la porción central del estado; comprende el valle de Atemajac-Tesistán. Se forma de roca volcanoclástica y suelo aluvial del Cuaternario. Fisiográficamente se encuentra en la provincia Eje Neovolcánico

La geología regional está representada principalmente por rocas ígneas extrusivas ácidas (toba, dacita e ignimbrita) del Terciario Superior (Oligoceno-Mioceno); rocas ígneas extrusivas básicas (basalto, toba y brecha volcánica) del Terciario Superior (Plioceno) al Cuaternario;

rocas ígneas extrusivas ácidas (riolita, toba, ignimbrita y vidrio volcánico) también del Terciario Plioceno y del Cuaternario; además de roca volcanoclástica (secuencia lacustre) y suelo aluvial del Cuaternario.

En este valle aflora un paquete de arena pumicítica de origen volcanoclástico, con espesores que alcanzan los 30 m, sobreyacen a material aluvial areno-gravoso con horizontes arcillosos, presenta un espesor promedio de 120 m. El material aluvial muestra intercalaciones de roca volcánica ácida y de derrames basálticos, estos últimos subyacen la secuencia de materiales de la zona. Todos los materiales en conjunto constituyen acuíferos de tipo libre y localmente semiconfinados.

En la figura 6.2a en los cortes litológicos de los pozos Agua Azul 17, Tesistán 67 y Miramar 1, se observa que están emplazados en un sistema acuífero, constituido por los siguientes materiales geológicos: arena mezclada con pumicita, conglomerado, brecha volcánica básica, basalto, toba básica, basalto alterado, andesita, arcilla y riolita. El pozo Agua Azul explota las aguas del acuífero somero (arena y pumicita) y los pozos Tesistán 67 y Miramar 1 extraen el agua, contenido en el de composición brecha volcánica básica.

En los cortes litológicos se aprecia también que el valle de Atemajac-Tesistán constituye un sistema acuífero heterogéneo, y aunque la mayoría de los materiales presentan buena permeabilidad se tienen horizontes confinantes o semiconfinantes de arcilla o rocas volcánicas con variaciones en su permeabilidad. En términos generales los materiales no consolidados que afloran en éste, están interconectados con los materiales consolidados intercalados o subyacentes, lo cual se refleja en buenos caudales en los aprovechamientos.

Los pozos y norias censados en esta zona tienen niveles estáticos entre 1.5 y 110 m y profundidades de 8 a 500 m; los caudales son muy variables, de 2 a 83 l/seg, con predominio superior a 40 l/seg; la transmisibilidad en las arenas pumicíticas es de 1×10^{-3} m²/seg y del suelo aluvial que las subyace es de 5×10^{-4} m²/seg (CNA 1993, SIAPA 1995).

La mayor parte del valle es área de concentración de pozos y se extiende hacia el norte del valle de Toluquilla, esto provoca abatimientos de los niveles estáticos en algunas localidades como es el caso de la zona industrial de la ciudad de Guadalajara. La componente regional del flujo del agua subterránea es en dirección del suroeste al noreste, resultante de los flujos locales que convergen hacia su centro.

La alta permeabilidad de los materiales aflorantes facilita la recarga de los acuíferos, ésta se realiza por la infiltración directa en el valle y principalmente por el

aporte lateral de la sierra La Primavera; la descarga natural es por medio de manantiales en éste y en la margen izquierda del río Santiago.

La Comisión Nacional del Agua (CNA) considera un acuífero somero de espesor variable entre 4 y 250 m y un acuífero profundo regional de 200 a 300 m. En la figura 6.2j la recarga estimada en el valle es del orden de 130 Mm³. Actualmente se extraen del sistema acuífero somero por medio de 1 109 aprovechamientos (entre pozos y norias) un volumen de 131 Mm³ aproximadamente, lo que conlleva a una sobreexplotación de 1.02 Mm³. El volumen extraído se destina a los siguientes usos: 76.8% al riego y abrevadero, 14.8% industrial, 4.6% público-urbano y 3.6% doméstico. (fig. 6.2k)

Los niveles estáticos han variado en los últimos 10 años, lo que corresponde a una evolución promedio de -0.80 m/año. El mayor cono de abatimiento se ubica sobre el "Sistema Tesistán de Agua Potable" y actualmente los niveles estáticos se ubican a una profundidad de 40 a 80 m. En conclusión, en esta zona geohidrológica la mayor parte se encuentra en estado de sobreexplotación.

La calidad del agua para riego es baja en sales y baja en sodio (C1-S1) y para uso potable se considera dulce (menos de 1 000 partes por millón de sólidos totales disueltos); las familias dominantes a las que pertenece el agua son sódica-bicarbonatada y la sódica, mixta-bicarbonatada; se refleja la influencia de las rocas basálticas. (fig. 6.2g)

6.2.2. Zona Geohidrológica Toluquilla

Se sitúa en la porción central del estado, dentro de la provincia fisiográfica Eje Neovolcánico.

En el valle de Toluquilla las condiciones geológicas son similares a las encontradas al de Atemajac-Tesistán, aunque el comportamiento hidrológico es independiente, pues existe una barrera geológica que los separa; en dicho valle la dirección del flujo del agua subterránea es de noroeste a sureste. En los pozos seleccionados (fig. 6.2b) se cortó un sistema acuífero, formado por uno somero en arena mezclada con pumicita, clastos gruesos y arenisca deleznable; le subyacen otros horizontes acuíferos en basalto, basalto alterado y fracturado, toba básica y pequeños espesores de arcilla; se perforaron 300 m. El acuífero somero es el que se explota en estos pozos representados.

La CNA considera un sistema acuífero que corresponde a un relleno granular formado por arena y pumicita, así como rocas volcánicas fracturadas; distingue un acuífero somero de espesor variable, del orden de 6 a 90 m; mientras que el espesor del acuífero profundo conocido a la fecha es de 30 a 100 m.

En los pozos censados los niveles estáticos del agua van de 2 a 50 m; la profundidad total de 20 a 300 m y los caudales de 5 a 80 l/seg. Este valle de origen tectónico recibe recarga de las sierras que lo enmarcan, principalmente de La Primavera. En la figura 6.2j se observa que la recarga estimada por la CNA es del orden de 100.08 Mm³ y la extracción total de 103 Mm³ mediante 553 pozos y norias; 85% de la extracción corresponde al acuífero somero y 15% restante al profundo. El volumen explotado se divide en los siguientes usos: 65% riego, 20% público-urbano, 5% abrevadero y 10% industrial.

Los niveles estáticos variaron en los últimos 15 años, correspondiendo a una evolución promedio de -0.50 m/año; se localizan algunos conos de abatimiento, principalmente donde se ubican concentraciones de pozos para usos agrícola y público-urbano.

La familia a la que pertenece al agua del acuífero somero es la sódica-bicarbonatada, (fig. 6.2h) mientras que el líquido del acuífero profundo tiene además, altas concentraciones de magnesio. La calidad del agua para riego es baja en sales y baja en sodio (C1-S1) y para uso potable se considera dulce (menos de 1 000 partes por millón de sólidos totales disueltos).

Del análisis de la información existente se determinó que esta zona geohidrológica presenta signos de sobreexplotación en varias localidades.

6.2.3 Zona Geohidrológica Ameca

Se localiza al occidente de la ciudad de Guadalajara, dentro de la provincia fisiográfica Eje Neovolcánico. Las principales rocas aflorantes en la región son: granito de edad correspondiente al Terciario Inferior; toba ácida, dacita e ignimbrita ácida del Terciario Superior (Oligoceno-Mioceno); conglomerado también del Terciario Superior; basalto, andesita, toba básica y brecha volcánica básica del Terciario Plioceno-Cuaternario; toba ácida, riolita y dacita también del Terciario Plioceno-Cuaternario.

La litología que favorece como zona de recarga la constituyen principalmente la rocas basáltica y toba ácida del Terciario Plioceno-Cuaternario. Las unidades permeables de la zona de explotación son rellenos continentales de arena y grava, que descansan sobre derrames basálticos fracturados. La recarga en la zona se ha estimado en 290 Mm³ y la extracción en 230 Mm³, lo que reporta un balance de subexplotación (fig. 6.2j). Los usos del agua se destinan a: 97.5% al riego, 1.5% al doméstico y abrevadero, y 1% al público urbano e industrial (fig. 6.2l). El total de aprovechamientos registrados es de 390, entre pozos y norias; la profundidad de los niveles estáticos varía de 1 a 60 m con evolución de -0.40 m/año; los caudales oscilan entre 5 y 35 l/seg.

La configuración de las curvas de igual elevación del nivel estático muestran una trayectoria preferencial del flujo subterráneo del agua de noreste-suroeste. En general la calidad del agua para uso potable es dulce, debido a la concentración de sólidos totales disueltos, 561 partes por millón en promedio; por lo que se considera que es de excelente calidad; la clasificación del agua para riego dominante es la de salinidad media y sodicidad baja (C2-S1) y en menor proporción de salinidad baja y sodicidad baja (C1-S1). Las familias principales a las que pertenece el agua son: mixta-bicarbonatada, sódica-bicarbonatada.

La recarga se efectúa primordialmente en el volcán de Tequila y las sierras La Primavera y La Laja.

6.2.4 Zona Geohidrológica Zacoalco

Forma parte de las regiones centro y sur del estado y se ubica en la provincia fisiográfica Eje Neovolcánico. Las rocas más antiguas de la región son de origen sedimentario y consisten en caliza del Cretácico Inferior y lutita intercalada con arenisca del Cretácico Superior; sobreyace a las rocas anteriores un paquete de rocas ígneas extrusivas: ácidas (toba, ignimbrita y dacita) del Terciario Superior (Oligoceno-Mioceno), intermedias (andesita, brecha volcánica) y básicas (basalto, brecha volcánica y toba) del Terciario Superior (Plioceno)-Cuaternario; estas últimas están asociadas con la formación de estructuras geológicas denominadas grabens o fosas tectónicas, que se encuentran rellenas de ceniza y derrames volcánicos, alternados con depósitos lacustres (diatomita) del Terciario (Mioceno-Plioceno) y cubiertos por depósitos aluviales y lacustres del Cuaternario.

El acuífero está constituido por material aluvial conformado por arena y grava poco compactadas, así como suelo lacustre arcilloso, ambos del Cuaternario; es de tipo libre y es explotado mediante pozos y norias. El número de aprovechamientos para esta zona es de 537, donde el gasto oscila de 4 a 30 l/seg y la profundidad de los niveles estáticos varía de 1 a 50 m.

La configuración de las curvas de igual elevación del nivel estático del agua muestran una trayectoria preferencial del flujo de suroeste a noreste. Se identificó un área de concentración de pozos próxima a la población Zacoalco de Torres y otra entre las poblaciones Sayula y Usmajac.

En general la calidad del agua para uso potable es dulce, debido a que la concentración de sólidos totales disueltos es menor de 1 000 miligramos por litro, por lo que se considera que el agua subterránea extraída es de buena calidad; con excepción de la localidad de San Marcos, donde es tolerable, debido a que sobrepasa las 1 000 partes por millón de sólidos totales disueltos permisibles; en algunas localidades próximas a los lagos

de Zacoalco y Sayula, se detectaron valores hasta de 6 161 partes por millón de sólidos totales disueltos.

De 25 muestras de agua tomadas en pozos y norias del lago de Sayula (Medina R., J.M. y Hernández G., E., 1991), 12 resultaron impotables, debido fundamentalmente a dos causas: la contaminación natural de la materia orgánica descompuesta en antiguas zonas lacustres y el alto contenido de cloruro de sodio y otras sales en los sedimentos, como resultado de la evaporación del agua en las zonas lacustres y la precipitación de dichas sales.

Referente a la calidad del agua para riego, la que predomina es la de salinidad media y baja en sodio (C2-S1), y el agua de salinidad baja y baja en sodio (C1-S1). Su temperatura oscila entre los 21 y los 34°C.

El agua en general es agresiva, con tendencia a disolver el CaCO_3 ; en los extremos oriente y poniente de la zona de Zacoalco, su tendencia es incrustante y tiende a depositar CaCO_3 .

Las muestras representativas de los aprovechamientos, permitieron determinar la siguiente familia: mixta-bicarbonatada y magnésica, sódica-bicarbonatada. La recarga se efectúa en la sierra de Tapalpa y de las elevaciones que se localizan al oriente del valle, como los cerros El Tajo y El Chivato. En la CNA se calculó un volumen de recarga de 126 Mm^3 y uno de extracción de 85 Mm^3 , por lo que esta zona se encuentra subexplotada, excepto en las partes donde existe alta densidad de pozos, como es el caso del área comprendida entre las poblaciones de Sayula y Usmajac; aquí se han registrado abatimientos en los niveles estáticos del agua de -0.5 m/año. En la mayor parte de esta zona geohidrológica el abatimiento de dichos niveles es de 0.30 m/año.

6.2.5 Zona Geohidrológica Ocotlán

Se sitúa en la porción oriental de la entidad, dentro de la provincia fisiográfica Eje Neovolcánico; su origen se debe a fallamientos normales que produjeron fosas tectónicas, rellenadas posteriormente. La geología que enmarca la región se conforma por toba ácida arenosa del Terciario Superior (Oligoceno-Mioceno); basalto-andesítico del Terciario (Plioceno)-Cuaternario; depósitos lacustres (limolita-arenisca, diatomita, arcilla) del Terciario Superior; y suelo aluvial y lacustre del Cuaternario.

La zona consiste también en un sistema acuífero que corresponde a un primer acuífero en material granular lacustre del Terciario Superior y aluvial del Cuaternario; le subyace uno en basalto fracturado del Terciario Plioceno-Cuaternario; el primero se clasifica como libre de confinamientos locales y el segundo confinado. La recarga se presenta en los depósitos de pie de monte

de las sierras de la parte norte y nororiental del valle; la descarga se tiene en los ríos: Zula y parte del Santiago.

En la figura 6.2c donde se representan los cortes litológicos de los pozos Ocotlán 1 y Ocotlán 2, se observa la presencia de un acuífero libre en arena mezclada con arcilla, arenisca semicompacta, lutita y clastos gruesos; en algunos sitios el acuífero se encuentra confinado por toba arcillosa. A mayor profundidad se tiene otro, en basalto alterado y fracturado.

El espesor del acuífero somero es de 10 a 120 m, mientras que el espesor probable del acuífero profundo es de 100 a 300 m. La CNA estima que la recarga del acuífero es del orden de 64.82 Mm^3 y la extracción de 54.50 Mm^3 (mediante 368 pozos y norias) alojados en los dos tipos de acuíferos. El volumen explotado se destina a los usos: 49% riego, 15% público-urbano, 5% abrevadero y 31% industrial.

Los niveles estáticos varían de 5 a 80 m con abatimiento anual de 0.50 m; la profundidad total de los pozos es de 80 a 250 m y los caudales oscilan entre 5 y 45 l/seg. Se localiza un cono de abatimiento en las inmediaciones de Ocotlán debido a la concentración de pozos, con profundidades en los niveles estáticos entre 3 y 80 m. La explotación de los acuíferos se encuentra en equilibrio a excepción de la zona de concentración de pozos, clasificada como sobreexplotada.

La calidad del agua para uso potable es buena (menos de 1 000 partes por millón de sólidos totales disueltos), 431 partes por millón en promedio; la calidad del agua para riego es de mediana salinidad y baja en sodio (C2-S1), agresiva. La familia a la que pertenece el agua es la sódica-bicarbonatada (fig. 6.2i).

6.2.6 Zona Geohidrológica La Barca

La Barca, zona que se localiza al este de Jalisco, en la provincia fisiográfica Eje Neovolcánico; las rocas expuestas en la región son principalmente: ígneas extrusivas ácidas (toba, ignimbrita) del Terciario Superior (Oligoceno-Mioceno); ígneas extrusivas básicas (basalto, brecha volcánica) e ígneas extrusivas ácidas (toba, dacita), ambas del Terciario Plioceno-Cuaternario. Rellenan el valle los depósitos lacustres terciarios (limolita-arenisca) y conglomeráticos, aluviales y lacustres del Cuaternario.

Morfológicamente es un área casi plana, que fue parte del fondo del lago de Chapala, la cual se prolonga en el estado de Michoacán; se encuentra rodeada por elevaciones topográficas constituidas principalmente por conos volcánicos y mesetas que son límites del graben de Chapala, producto de fallas normales regionales.

En los cortes litológicos de los pozos seleccionados se aprecia la existencia de varios acuíferos, en diferentes niveles, libres, confinados o semiconfinados por toba, arcilla y ceniza volcánica.

El primero (somero) es de tipo libre y se aloja en arena con arcilla, clastos y grava con arena; los subyacentes se encuentran en basalto fracturado, conglomerado y toba ácida con arena (fig. 6.2d).

La litología que genera una importante recarga es la roca basáltica del Plioceno-Cuaternario, depósitos lacustres de Terciario Superior y aluviales del Cuaternario; constituidos por material clástico, arcilla, limo, arena fina y grava que en conjunto favorecen la alta permeabilidad. En esta zona se ha estimado una recarga de 123.20 Mm³ y una descarga de 92.70 Mm³ lo que permite considerarla como subexplotada, presenta una disponibilidad de 30.50 Mm³ al año.

En algunos lugares del valle el rendimiento del acuífero disminuye, principalmente por la presencia de arcilla, lo que determina que se encuentre parcialmente semiconfinado, su espesor tiene un rango de 150 a 300 m, el cual está siendo explotado por un total de 1 299 aprovechamientos. El volumen explotado corresponde a los siguientes usos: 94.6% riego, equivalente a 87.70 Mm³ anuales; 3.95% potable, equivalente a 3.60 Mm³ al año; 0.15% abrevadero, equivalente a 0.20 Mm³ al año y finalmente 1.3% industrial, equivalente a 1.20 Mm³ al año (CNA).

Los niveles estáticos del acuífero en los últimos 15 años han descendido 1 m/año en promedio; se han detectado conos de abatimiento muy locales, como ocurre en los poblados de La Barca y La Paz de Ordaz; en general la profundidad de los niveles estáticos en todo el valle oscilan entre los 6 y 75 m, encontrando los valores menos bajos en la parte norte del valle por ser la zona en donde la topografía sufre algunos cambios de altitud.

La dirección del flujo subterráneo en la unidad es con orientación preferencial de norte a sur, pero con la ubicación de los aprovechamientos, altitud de los niveles estáticos de los mismos y la determinación del gradiente hidráulico, se detectó en el norte del valle un flujo de noroeste a sureste que es modificado finalmente por la influencia del río Lerma y cambia de dirección hacia el lago de Chapala.

El agua subterránea se agrupa en diferentes familias, sin embargo, la que más repetidamente se observó fue la cálcica, sódica-bicarbonatada. Otras que se detectaron son sódica-clorurada, mixta-bicarbonatada, sódica-sulfatada bicarbonatada, y sódica-carbonatada; estos resultados permiten señalar que el agua es agresiva (corrosiva), con tendencia a disolver el CaCO₃ ya que tiene exceso de gas carbónico que tiende a

favorecer la solución, características que son evidentes en las obras dentro de esta zona.

Buena parte del agua subterránea que se obtiene se utiliza para la agricultura, por lo tanto se determinó la calidad del agua para riego; se clasificó en su mayoría como de salinidad media y sodicidad baja (C2-S1). Existen también algunas otras clasificaciones de las familias del agua como la C3-S1 y C3-S4 principalmente y son aguas con las que se debe tener mayor cuidado en los cultivos; no pueden usarse en suelos con deficiente drenaje y aún con buen drenaje puede necesitar prácticas de control de salinidad, por tanto se recomienda usar únicamente en vegetales altamente tolerantes a la sal como betabel, romero, costilla de vaca y árboles como la *Casuarina* sp. entre otros.

Finalmente es importante destacar que las temperaturas del agua subterránea, en los diferentes aprovechamientos de esta zona que más se repiten son de 24 a 27 °C.

6.2.7 Zona Geohidrológica Lago de Chapala

Se localiza en la región central del estado, al sureste de la ciudad de Guadalajara, dentro de la provincia fisiográfica Eje Neovolcánico; comprende los valles ribereños y las serranías que bordean el lago de Chapala, excepto en la parte sureste donde limita con el estado de Michoacán.

Las sierras que se encuentran alrededor del lago de Chapala son de origen volcánico (basalto, brecha volcánica y toba) y en menor proporción sedimentario (depósitos lacustres: arenisca fina, limolita, caliza y arcilla), ambos tipos son del Terciario Plioceno-Cuaternario; están cubiertas parcialmente, en los valles ribereños por depósitos aluviales y lacustres del Cuaternario.

El graben de Chapala es una estructura geológica (fosa tectónica) de 20 km de ancho y 110 km de longitud; las sierras que limitan el lago hacia el norte, son una serie de bloques basculados y fallados, con características morfotectónicas diferentes a las del lado sur. El sistema de fallas normales regionales de la parte norte del lago, corta al basalto y a la brecha volcánica y pone en contacto a los depósitos de talud y lacustres. El espesor de los materiales de relleno de la cuenca del lago, de los que forma parte por lo menos los 50 m de depósitos de talud, alcanzan en algunos sitios los 800 m; por debajo de estos materiales se encuentran el basalto y la brecha volcánica.

Se identificó un sistema acuífero constituido de tres acuíferos: el somero es de tipo libre o semiconfinado, con agua fría y es captado por medio de norias, se encuentra en sedimentos aluviales y lacustres cuaternarios; el segundo está a 100 m de profundidad,

confinado, con agua fría y la roca encajonante es arena fina del Terciario Plioceno-Cuaternario; y el tercero es profundo, de tipo confinado, de características termales, conformado por rocas andesítico-basálticas también del Terciario Plioceno-Cuaternario y materiales granulares, su permeabilidad es por fracturas (U de G CCT, 1995).

Los aprovechamientos censados son 259, en los cuales los niveles estáticos del agua van de 5 a 45 m de profundidad, con abatimiento medio anual de 0.20 m; en la parte norte del lago la dirección del flujo subterráneo es hacia el suroeste. El agua es químicamente potable, contiene en promedio 689 partes por millón de sólidos totales disueltos.

La recarga del acuífero, según cálculos de la CNA, es de 25 Mm³ y el volumen de extracción de 11.20 Mm³, por lo tanto está subexplotado; 80% del volumen de agua explotado se utiliza en la agricultura, 10% en el uso público-urbano y 10% para fines domésticos y recreativos.

El hidrotermalismo se presenta tanto en algunos pozos como en manantiales, con temperaturas que oscilan entre 30 y 62 °C; caso excepcional es el pozo ubicado en San Juan Cosalá, que registra 81.4°C.

6.2.8 Zonas Geohidrológicas de Cajititlán y Poncitlán

Se localizan al sureste de la ciudad de Guadalajara y quedan dentro de la provincia fisiográfica Eje Neovolcánico. Son valles intermontanos que se conforman de limolita-arenisca del Terciario Superior, suelo aluvial, lacustre y material volcanoclástico, todos ellos de edad cuaternaria; les subyacen rocas volcánicas del Terciario Plioceno-Cuaternario.

Los pozos y norias mediante los que se explota la unidad, tienen niveles estáticos del agua de 3.3 a 30 m; profundidad total de las obras de 4 a 95 m y caudales de 3 a 8 l/seg en promedio; en la unidad se ubican pozos con profundidades y caudales muy superiores a los señalados, éstos provienen de las rocas volcánicas subyacentes.

La calidad del agua es buena para uso potable, en todas las muestras resultaron concentraciones de sólidos totales disueltos menores a 1 000 partes por millón; y para riego es principalmente de mediana salinidad y baja en sodio (C2-S1).

La zona geohidrológica de Cajititlán debe su origen a fallamiento tectónico que originó fosas, las cuales fueron rellenadas por sedimentos lacustres y piroclastos. El sistema acuífero se forma de depósitos

lacustres que constituyen el principal acuífero, de tipo libre y semiconfinado localmente. Le subyace uno formado de rocas volcánicas fracturadas. Existe recarga directa en el valle y lateral a través de los depósitos de pie de monte.

La CNA calcula que el espesor del acuífero somero es variable, entre 30 y 200 m; mientras que el espesor probable del profundo es de 100 a 200 m (no explotado actualmente). La recarga del acuífero estimada es del orden de 85.30 Mm³ y la extracción total de 46.60 Mm³ mediante 410 pozos y norias; el volumen extraído se divide en los siguientes usos: 50% riego, 20% público-urbano, 4% abrevadero y 26% industrial.

Los niveles estáticos del agua variaron en los últimos 15 años, presentaron una evolución promedio de -0.40 m/año. El mayor descenso en los niveles estáticos del agua se detectó en el centro del valle, debido a que los pozos para uso industrial se ubican en esa porción. a excepción de esta zona, el resto del valle está subexplotado.

En la zona geohidrológica de Poncitlán, de origen similar al de Cajititlán, las principales formaciones acuíferas se encuentran en depósitos lacustres y derrames de basalto alterado de mediana permeabilidad. Los dos acuíferos constituyen un sistema. La recarga principal es a través de los depósitos de pie de monte y la descarga natural por medio del río Grande de Santiago, por ambas márgenes.

El espesor del acuífero somero es variable, la CNA calculó de 10 a 40 m; del profundo de 50 a 200 m. La recarga del acuífero calculada por dicha Comisión es del orden de 30 Mm³ y la extracción del sistema de 17.40 Mm³ mediante 106 pozos y norias. El volumen explotado se destina a los siguientes usos: 35% riego, 18% público-urbano, 6% abrevadero y 21% industrial.

Los niveles estáticos del agua en los últimos 15 años han descendido y corresponden a una evolución anual promedio de -0.30 m; el mayor descenso en los niveles estáticos se registra en la parte suroeste del valle. De la información recabada se deduce que esta zona geohidrológica se encuentra subexplotada.

6.2.9 Zona Geohidrológica Ciudad Guzmán

Se sitúa en la porción sur del estado de Jalisco, en el límite entre las provincias fisiográficas Sierra Madre del Sur y Eje Neovolcánico. La geología regional se constituye de caliza, secuencia volcanosedimentaria y lutita-arenisca del Cretácico Inferior; lutita-arenisca del Cretácico Superior; granito del Cretácico Indiferenciado, andesita de Terciario Inferior y; arenisca conglomerado del Terciario Superior. Esta zona, estructuralmente consiste en un graben o fosa tectónica, rellenada por sedimentos terciarios y cuaternarios.

La litología que aloja al acuífero consiste en una serie de materiales aluviales y lacustres de buena permeabilidad, que contienen algunos horizontes intercalados de menor permeabilidad por su alto contenido de arcilla, derrames lávicos y depósitos piroclásticos. El espesor atravesado de estos materiales, en la zona del lago de Zapotlán es de 250 m y en los alrededores al lago, de 300 m.

En la figura 6.2e donde se representan los cortes litológicos de 3 pozos, se muestra que el primer acuífero se emplaza en un paquete potente de materiales geológicos (entre 170 y 300 m) que consisten en arena, grava con arena y grava con arcilla y clastos, que en ocasiones presentan variaciones laterales y confinamiento debido a ceniza intercalada, en otros sitios se alcanzó un segundo, aproximadamente a los 170 m, en roca basáltica fracturada y alterada.

La CNA tiene censados 500 aprovechamientos, de los cuales 370 son pozos, 128 norias y 2 manantiales. El sector agrícola es el que utiliza mayor volumen 90%, la industria con 6.5%, público-urbano 3% y las actividades doméstica y de abrevadero con 0.5% (fig. 6.2l).

La profundidad de los niveles estáticos del agua es de 1 a 106 m, con abatimiento anual de 0.50 m; la CNA estima una recarga de 250 Mm³, extracción de 190 Mm³ (fig. 6.2j), por lo que se considera al acuífero subexplotado. La calidad química del agua para uso potable está clasificada como buena, tiene en promedio 279 partes por millón de sólidos totales disueltos.

Cabe señalar que en esta zona geohidrológica, por encontrarse en un área tectónicamente activa, se han manifestado sismos que afectan las construcciones del área urbana y la infraestructura en general; esto provoca infiltraciones del agua del drenaje al acuífero

6.2.10 Zona Geohidrológica La Huerta

Se ubica en la porción sureste del estado; fisiográficamente corresponde a la provincia Sierra Madre del Sur. La Geología regional consiste en caliza del Cretácico Inferior; toba e ignimbrita ácidas y dacita del Cretácico Indiferenciado, intrusionadas por granito de la misma edad; toba ácida e ignimbrita del Terciario Superior y suelo aluvial del Cuaternario; este último material clástico producto del intemperismo y erosión de las rocas mencionadas, conforma el acuífero, el cual tiene un espesor aproximado de 75 m.

En esta zona se inventariaron 90 aprovechamientos: 58 pozos y 32 norias, en los que los niveles estáticos fluctúan entre 4 y 30 m de profundidad, con abatimiento medio anual de 0.10 m. Es excelente la calidad química del agua para uso potable, inferior a 278 partes por millón de sólidos totales disueltos.

La recarga estimada por la CNA es de 57 Mm³, la extracción mediante bombeo es de 11 Mm³, por lo cual el acuífero se encuentra en estado de subexplotación. Del volumen extraído, 91% se destina a la agricultura, 6% al uso público-urbano y 3% en actividades industrial, doméstica y de abrevadero. En esta zona se tiene la presencia de acuíferos confinados.

6.2.11 Zona Geohidrológica Lagos de Moreno

Se localiza en la fracción nororiental del estado, en la provincia fisiográfica Mesa Central o Altiplano Mexicano. La geología en esta zona es muy variada, se tienen pequeños afloramientos de rocas metamórficas (esquisto principalmente) del Triásico-Jurásico, toba ácida y arenisca-conglomerado del Terciario Superior, basalto del Terciario Plioceno-Cuaternario y suelo aluvial del Cuaternario.

El conjunto litológico que contiene al acuífero se conforma por sedimentos aluviales: guijarro, grava, arena, limo y arcilla; rocas volcánicas: riolita, basalto y ceniza volcánica; y rocas sedimentarias: conglomerado intercalado con arenisca poco consolidada. Se clasifica como tipo libre.

Se tienen censados 699 aprovechamientos, de los que 580 son pozos y 119 norias; de éstos se extraen 93 Mm³ y la recarga del acuífero es de 230 Mm³, según estimaciones de la CNA. La situación hidrológica de esta zona es de subexplotación. La profundidad de los niveles estáticos del agua oscila entre 3 y 40 m, con abatimiento medio anual de 0.40 m.

El agua se clasifica como de buena calidad química para uso potable, de acuerdo con su bajo contenido de sólidos totales disueltos (menos de 350 partes por millón). El volumen extraído se destina a los siguientes usos: agrícola 91%, público-urbano 5%, en la industria 3% y para doméstico y abrevadero 1%.

6.2.12 Zona Geohidrológica Altos de Jalisco

Se sitúa en el noreste del estado, en la transición entre las provincias fisiográficas Eje Neovolcánico y Mesa Central. La geología de la región está compuesta principalmente por rocas ígneas extrusivas ácidas del Terciario Superior, arenisca asociada a conglomerado de esta misma época; rocas ígneas extrusivas básicas del Terciario Plioceno-Cuaternario y suelo aluvial y residual del Cuaternario.

Los cortes litológicos de los pozos seleccionados muestran que el principal acuífero se encuentran rocas de basalto alterado y fracturado, brecha volcánica y toba básicas, alternado con paquetes de arena y aglomerado; presenta también horizontes confinantes de rocas metamórficas de contacto y de andesita (fig. 6.2f).

En la zona de Tepatitlán, en los 16 pozos que se utilizan con fines potables, la profundidad total de las

obras varía entre 100 y 530 m; los niveles estáticos del agua entre 10 y 112 m; los dinámicos entre 75 y 185 m y los caudales entre 6 y 30 l/seg. En la zona de Acatic los pozos se perforan entre 270 y 350 m; los niveles estáticos del agua se encuentran entre los 122 y 140 m de profundidad, los dinámicos entre 236 y 270 m, y los caudales oscilan de 4 a 20 l/seg. En la zona de Arandas se cortaron los primeros 18 m de grava y arena empacadas en arcilla y posteriormente se cortaron 162 m de basalto (rancho El Carmen). En toda la zona geohidrológica se inventariaron 231 aprovechamientos, cuya profundidad de los niveles estáticos fluctúa desde 10 hasta 190 m, con abatimiento medio anual de 0.30 m.

La calidad química del agua para uso potable en la mayoría de los aprovechamientos es excelente, su contenido de sólidos totales disueltos es inferior a 250 partes por millón. La calidad del agua para riego dominante es la C2-S1 (media en sales y baja en sodio) y en menor proporción C1-S1 (baja en sales y baja en sodio); generalmente agresiva (corrosiva). Los empleos primordiales son el agrícola y el público-urbano.

El balance geohidrológico de la CNA arrojó los siguientes resultados: 45 Mm³ de recarga y 22 Mm³ de extracción, por lo que la disponibilidad es de 23 Mm³ y la condición que guarda el acuífero es de subexplotación.

6.2.13 Zona Geohidrológica Teocaltiche

Se ubica en el extremo noreste del estado, dentro de la provincia fisiográfica Mesa Central. Las principales rocas aflorantes en esta región son: ígneas extrusivas ácidas (toba, ignimbrita y dacita) y sedimentarias (arenisca-conglomerado), ambos tipos corresponden al Terciario Superior; ígneas extrusivas básicas (basalto, brecha volcánica) del Terciario Plioceno-Cuaternario y suelos aluvial y residual del Cuaternario. En esta región, durante la revolución Laramide se produjeron grandes fallamientos que originaron estructuras tipo horsts y grabens; estas últimas fueron rellenadas por materiales aluviales y lacustres, terciarios y cuaternarios, generalmente permeables, aunque algunos horizontes arcillosos son impermeables y confinan localmente al sistema acuífero.

Se tienen censados 250 aprovechamientos, de los cuales 221 son pozos y 29 norias; la profundidad de los niveles estáticos del agua varía de 7 a 70 m, con abatimiento medio anual de 0.40 m. La calidad química del agua para uso potable es buena (inferior a 280 partes por millón de sólidos totales disueltos).

La recarga del acuífero es de 90 Mm³ y la extracción de 39 Mm³, por lo tanto se tiene disponible un volumen de 51 Mm³; se encuentra subexplotado (CNA, 1994). El agua extraída se emplea en los siguientes usos: 91% a la agricultura, 5% al público-urbano, 3.5% doméstico y abrevadero, y 0.5% en la industria.

6.2.14 Zona Geohidrológica Puerto Vallarta

Se localiza al oeste del estado, en la provincia fisiográfica Sierra Madre del Sur; a esta zona se le conoce también como valle de Banderas. La región se constituye geológicamente por: esquistos del Triásico-Jurásico y secuencias volcanosedimentarias del Cretácico Inferior, ambas intrusionadas por granito del Cretácico Indiferenciado. Del Terciario Superior se tiene la presencia de rocas ígneas extrusivas ácidas, en esta misma época se originan las rocas sedimentarias arenisca asociada con conglomerado, producto del intemperismo y erosión de las rocas antes mencionadas; estos mismos procesos producen el suelo aluvial.

El área de mayor interés geohidrológico consiste en una extensa planicie costera rodeada por terrazas fluviales de gran altura, constituidas por guijarro, grava, arena y arcilla, con algunas intercalaciones de lentes arenosos compactos. El espesor de este material de relleno es de aproximadamente 300 m.

La extracción del agua se efectúa a través de 39 aprovechamientos: 27 son pozos y 12 norias; en estas obras, los niveles estáticos del agua fluctúan entre 2 y 30 m de profundidad, con abatimiento medio anual de 0.10 m.

En la mayor parte de esta zona geohidrológica la calidad química del agua para uso potable es excelente (menor de 250 partes por millón de sólidos totales disueltos), a excepción de las obras próximas a la costa, donde se ha detectado la presencia de la intrusión salina.

La evaluación de la situación hidrológica llevada a cabo por la CNA, estima que la recarga del acuífero es de 120 Mm³ y la extracción de 30 Mm³, por lo tanto se tiene una disponibilidad de 90 Mm³; con base en lo anterior, esta zona se encuentra subexplotada. Del volumen de agua extraído, 98% se destina al uso público-urbano, 1% para el agrícola y 1% restante para doméstico y abrevadero.

6.2.15 Zona Geohidrológica Tequila

Se sitúa al noroeste de la ciudad de Guadalajara en la porción central del estado; se encuentra en la transición entre las provincias fisiográficas Sierra Madre Occidental y Eje Neovolcánico. Las principales rocas que se exhiben en la región, son de orígenes: ígneo extrusivo ácido (toba, riolita, ignimbrita) y básico (basalto, brecha volcánica) de edades terciaria y cuaternaria, y sedimentario continental (arenisca, conglomerado) también de edad terciaria, así como suelos aluvial y lacustre del Cuaternario.

Las rocas que conforman el acuífero son basalto, andesita y rocas piroclásticas; tienen buena permeabilidad y el espesor inferido es de 300 m. El número de aprovechamientos censados es de 57, 43

son pozos y 14 norias; en ellos, los niveles estáticos del agua medidos son de 10 a 40 m de profundidad, con un abatimiento medio anual de 0.10 m.

El contenido de sólidos totales disueltos en el agua es menor a 991 partes por millón, por lo que la calidad se clasifica como dulce o potable. El agua extraída se emplea en: agricultura 50%, industrial 29%, en actividades domésticas y de abrevadero 19 % y público-urbano 2%.

Según el balance realizado por la CNA, la recarga del acuífero es de 17.52 Mm³ y la descarga por bombeo de 6 Mm³, por lo cual se encuentra subexplotado y contiene un volumen disponible de 11.52 Mm³.

6.2.16 Zonas Geohidrológicas Norte de Jalisco, Mezquitic-San Martín de Bolaños y Colotlán

Estas tres zonas geohidrológicas conforman la región norte del estado y se encuentran dentro de la provincia fisiográfica Sierra Madre Occidental. El sistema de topoformas que predomina es el cañón, orientado norte-sur, en donde el desnivel máximo del terreno es de 700 m (poblados Bolaños y Alqueltán); en segundo término domina el valle de superficie de gran meseta; posteriormente el valle intermontano con lomerío, sitio donde se asientan los poblados Mezquitic y Nostic; asimismo, se encuentran mesetas escalonadas y con valles, donde se ubica la cabecera municipal de Villa Guerrero; también está presente el lomerío con valles y la llanura aluvial.

La posición geográfica y la conformación orográfica de esta región, determinan la dominancia de los climas secos en las depresiones y templados en las zonas montañosas, lo cual repercute en el escurrimiento e infiltración del agua en esta zona.

Las rocas y sedimentos que afloran en estas áreas, corresponden a las eras Mesozoica y Cenozoica; esta última se caracteriza por el desarrollo de eventos volcánicos y volcanoclásticos. Éstas son lutita-arenisca del Cretácico Superior; andesita y toba intermedia del Terciario Inferior; toba ácida, dacita, ignimbrita y roca volcanoclástica del Terciario Superior; rocas sedimentarias (arenisca y conglomerado) también del Terciario Superior; basalto del Terciario Plioceno-Cuaternario y conglomerado, suelo aluvial y residual del Cuaternario. El rasgo estructural más sobresaliente de esta región es el graben de Bolaños, formado por un sistema de fallas normales de orientación noreste-suroeste.

Las condiciones geológicas de la región, determinan que el aprovechamiento del agua superficial y de los manantiales sea más propicio que la explotación del agua subterránea, salvo en contadas localidades; los materiales geológicos presentan las siguientes características generales: la lutita-arenisca es

impermeable y confinante; la andesita se encuentra alterada y mineralizada, tiene permeabilidad baja; las rocas volcanoclástica, brecha volcánica y toba lítica, ácidas fracturadas, forman en conjunto un acuífero de potencial variable; la ignimbrita contiene horizontes confinantes, excepto cuando está fracturada. La arenisca-conglomerado es permeable y forma acuíferos libres o semiconfinados de potencial medio por su regular espesor. El basalto es permeable y por su posición estratigráfica constituye áreas de recarga. El conglomerado reciente y el suelo aluvial, forman acuíferos de tipo libre de potencial bajo por su delgado espesor; y el suelo residual, por su posición y delgado espesor no forma acuíferos.

La dinámica del agua en estos materiales la determinan en gran medida las estructuras geológicas, la topografía y la permeabilidad. De los acuíferos que presentan mayor potencial es el de Mezquitic y lo conforman arenisca y conglomerado del Terciario Superior, así como depósitos aluviales y conglomerado del Cuaternario. En esta zona se muestrearon 5 norias y 2 pozos, estos últimos se localizan en el poblado de Mezquitic y de ellos se extraen 7 y 19 l/seg, el acuífero es de tipo libre y el agua se utiliza para uso doméstico, la fuente de recarga es el río Bolaños. La dirección del flujo subterráneo es al sur.

Otro ejemplo de acuífero se localiza en los alrededores de los poblados Villa Guerrero y Temastián; en esta zona se censaron 14 norias, 3 pozos y 3 manantiales; es de tipo libre y se emplaza en roca volcanoclástica y toba lítica ácida, con permeabilidad por fracturas; de cada pozo se extraen en promedio 7 l/seg, que se utilizan para consumo doméstico. El flujo o movilidad del agua está condicionado a las fracturas.

En algunas zonas, la única fuente de agua subterránea son los manantiales, como es el caso del área cercana a la población Bajío del Tule, donde se muestrearon tres manantiales que brotan de las fracturas de las brecha volcánica y toba ácidas; de ellos se obtiene de 1 a 1.6 l/seg, caudal que es aprovechado por la comunidad Huichol del Bajío del Tule (U de G, CCT; 1992).

En toda la región norte, se inventarió un total de 34 aprovechamientos (entre pozos y norias), 18 corresponden a la zona geohidrológica "Mezquitic-San Martín de Bolaños" y 16 a la zona geohidrológica "Colotlán"; la zona geohidrológica "Norte de Jalisco" cuenta únicamente con manantiales. En toda la región, la profundidad de los niveles estáticos en pozos y norias oscila de 20 a 110 m de profundidad, con abatimiento medio anual entre 0.20 y 0.25 m.

El contenido iónico del agua, en promedio, es 300 partes por millón de sólidos totales disueltos, por lo cual se le

clasifica como dulce. El balance geohidrológico estimado por CNA, muestra las siguientes cifras: 8.90 Mm³ de recarga y 2.67 Mm³ de extracción para la zona Mezquitic-San Martín de Bolaños; 2.70 Mm³ de recarga y 1.33 Mm³ de extracción para la zona Colotlán; y 7.84 Mm³ de recarga, sin extracción, para la zona Norte de Jalisco. Las tres están subexplotadas.

6.2.17 Acuíferos Calcáreos

En la región de la costa se tienen detectados acuíferos en calizas. En la zona geohidrológica La Huerta, dentro del municipio “Villa Purificación”, al norte de la población Los Achotes, aflora un paquete de secuencias volcano-sedimentarias, de las cuales brota un manantial de aproximadamente 36 l/seg; el caudal es constante, perenne y brota en forma de borbollón a través de una fractura en la roca andesítica confinante y alimenta al río San Miguel; el acuífero se encuentra en caliza del Cretácico Inferior y la principal área de recarga la constituyen los cerros Tres Picachos, expuestos al oeste de la población San Miguel (Medina R., J.M., 1992). En la figura 6.1m se ubica el manantial con el número 18 y en la cuadro 6.4 se muestran sus características.

El potencial acuífero calcáreo más evidente se encuentra en la zona geohidrológica “Autlán”, en la porción oriental de la sierra de Manantlán (zona conocida como Cerro Grande); comprende parte del municipio Tolimán, Jalisco y continúa en el estado de Colima.

El agua de lluvia se infiltra hasta encontrar en la base del cerro un piso impermeable. Este proceso ha producido en gran escala el fenómeno de la cársticidad, manifestado por la presencia de grutas, resumideros, simas, dolinas, lapiaz, torres cársticas y uvalas, en las rocas calcáreas del Cretácico Inferior, correlacionables con la formación Morelos del centro del país.

Se encuentran corrientes subterráneas de excelentes caudales; asimismo, en los pozos o resumideros y en algunas cavidades horizontales se acumula bastante agua. Por ejemplo, la cavidad conocida como “La Taza”, del municipio Tolimán, Jalisco, es horizontal, de 50 m de longitud y 5 m de profundidad, resurgente y está completamente inundada; desagua buena parte de Cerro Grande. La parte explorada se desarrolló en arenisca y conglomerado del Terciario Superior, cerca del contacto con la caliza del Cretácico Inferior. Arroja 300 l/seg de agua en promedio, y se le utiliza, por la comunidad de San Pedro Toxín, Colima, con fines agrícolas y de consumo humano.

El intenso fracturamiento y la disolución que presentan las calizas, ha contribuido a que en éstas el drenaje sea subterráneo, aporta volúmenes considerables a los ríos más importantes del área, por medio de manantiales u ojos de agua (resurgencias); sobre todo al conjunto de corrientes recogidas por el río Armería, que pertenecen a la cuenca hidrológica del mismo nombre (Lazcano S., C., 1988).

7. Conclusiones y Recomendaciones

El desarrollo de este estudio, que describe los factores físicos y humanos que directa o indirectamente tienen relación con el ciclo hidrológico, nos permite concluir y recomendar lo siguiente:

7.1 CONCLUSIONES

7.1.1 Generalidades

- El estado de Jalisco se localiza en el occidente de la República Mexicana, posee una superficie de 79 085 km², lo que representa 4.0% del total nacional.
- De acuerdo con el XI Censo General de Población y Vivienda de 1990, el estado cuenta con 5 302 689 habitantes, corresponde 48.37% a la población masculina (2 564 892) y 51.63% (2 737 797) a la población femenina. En el período comprendido entre 1990 y 1995 (según el Censo de Pob. y Viv. 1990 y el Conteo de Población y Vivienda de 1995, INEGI), la entidad presentó un incremento de 688 487 habitantes. Actualmente el estado tiene una población total de 5 991 170 habitantes, 48.80% son hombres (2 923 921) y 51.20% son mujeres (3 067 255).
- En el grupo de la población económicamente activa, el sector terciario concentra 54.82%, en el primario 15.88% y el secundario 28.96%.
- El estado de Jalisco cuenta con 12 021 localidades, de las cuales 11 854 se consideran como rurales, allí se distribuye 16.82% de la población del estado y 83.18% se concentra tan solo en 167 localidades urbanas.
- En materia de comunicación, el estado de Jalisco presenta condiciones óptimas, ya que cuenta con vías terrestres federales libres, federales de cuota y estatales de gran importancia, así como el sistema de FFCC, además, de dos aeropuertos internacionales, un aeropuerto nacional y un puerto marítimo de altura y cabotaje.

7.1.2 Marco Físico

- El estado de Jalisco se enclava en las provincias fisiográficas: Eje Neovolcánico, Mesa Central, Sierra Madre Occidental y Sierra Madre del Sur, las cuales influyen en la distribución de los suelos, de la vegetación y en la hidrología regional.

- Las unidades del relieve más características de la entidad son:

- a) La porción noreste conocida como región de Los Altos de Jalisco, se caracteriza por sus mesetas de origen volcánico y valles de laderas escarpadas.
- b) En la parte central los rasgos más sobresalientes son: la depresión tectónica o graben que conforma al lago de Chapala; el cañón del río Grande de Santiago y la caldera de la sierra La Primavera, al oeste de la ciudad de Guadalajara.
- c) En la región centro-sur destaca la serie de lagos intermitentes alineados, también de origen tectónico: Atotonilco, San Marcos-Zacoalco, Sayula y Zapotlán del Rey; asimismo, en el sur sobresalen los edificios volcánicos conocidos como Nevado de Colima y Volcán de Colima.

TIPOS DE SUELOS:

- Como consecuencia de la interacción climática, geológica, de la vegetación y del relieve, esta entidad presenta amplia gama de suelos.
- En la región de Los Altos de Jalisco los suelos dominantes son de origen residual y aluvial como: Feozem, Planosol, Vertisol, Luvisol, Regosol, Xerosol, Cambisol, Andosol, Acrisol, Solonchak y Litosol.
- En la parte centro-occidente se encuentra gran variedad de suelos: Litosol, Acrisol, Feozem, Cambisol, Luvisol, Rendzina, Regosol y Andosol.
- En la parte sur, en la región limitante con el estado de Colima, ofrece un mosaico edafológico: Regosol, Cambisol, Litosol, Feozem, Vertisol, Andosol y Chernozem.
- Al noreste del estado hay también diversos tipos de suelos: Feozem, Xerosol, Litosol y en menor escala Planosol.
- En el norte los suelos también son de origen residual y aluvial: Feozem, Litosol, Regosol, Cambisol, Luvisol, Planosol, Castañozem, Chernozem y Acrisol.

- Los suelos serranos son los siguientes: Luvisol, Cambisol, Regosol, Feozem, Litosol, Andosol, Acrisol y Fluvisol.
- La permeabilidad de los suelos mencionados es muy heterogénea, por lo cual se recomienda observar el mapa de permeabilidades, donde se aprecia que varían de alta a baja, sin dominio alguno.

TIPOS DE VEGETACIÓN:

- El estado de Jalisco, dada su diversidad orográfica, geológica y climática, presenta numerosas asociaciones vegetales que inciden de acuerdo con su densidad, en el escurrimiento o en la infiltración del agua pluvial.
- La selva baja caducifolia se presenta en zonas con clima cálido de humedad variable; su distribución corresponde a la vertiente del Pacífico, penetra a lo largo de los cañones de los ríos: Atengo, Bolaños, Juchipila, Ameca y Ayuquila-Armería, llega hasta las faldas de los cerros y volcanes por abajo del paralelo 20° 00' . Altitudinalmente son asociaciones que se presentan desde la costa hasta los 1600 m. La densidad vegetal es alta.
- La selva mediana subcaducifolia, se encuentra en la parte suroeste y oeste del estado; en el suroeste prosperan desde los 200 hasta los 8 000 msnm (colinda con los bosques de encino y pino). La densidad vegetal es alta.
- Los bosques son asociaciones vegetales de pino, encino o una mezcla de ambos, que se desarrollan principalmente en las zonas montañosas, sobre elevaciones que varían desde los 400 en los pequeños cerros de la llanura costera, hasta por arriba de los 4 000 msnm como sucede en el Nevado de Colima. Existen pequeños relictos de bosque mesófilo de montaña en la parte norte del Nevado y en las sierras de Manantlán, Cacoma, El Tuito y en Mascota. La densidad vegetal es alta.
- Los matorrales son comunidades que prosperan en las partes altas y planas, principalmente donde drena el río Lerma-Santiago, de 1 600 a 1 900 msnm aproximadamente. Los matorrales que se desarrollan en Jalisco son: matorral subtropical y crasicaule, ambos de densidad media o baja.
- La vegetación de manglar se encuentra presente en las zonas de desembocadura de los ríos al mar. Por sus características fisonómicas se clasifica dentro del grupo cuya densidad vegetal es alta.
- La vegetación halófila se desarrolla sobre suelos salinos, en los entornos y dentro del lago de Sayula y porciones de la costa alrededor del manglar. Por su

cobertura vegetal se le considera dentro del rango de densidad baja.

- La agricultura de riego se practica en los valles que forman los ríos Ameca, Tomatlán y Chacala, en la costa; en los valles de Encarnación de Díaz y Lagos de Moreno en el norte; en la Barca, Ocotlán, Atotonilco el Alto, Ayo el Chico, Atequiza, El Salto, Cocula, Ameca, La Vega, Tala, etc.; la densidad vegetal es baja.

- La agricultura de temporal se desarrolla en los alrededores de Toluca, Ciudad. Guzmán, Tepatitlán, San Juan de los Lagos y Arandas, entre otras zonas. Se le considera de densidad vegetal baja.

- Las comunidades vegetales secundarias como los pastizales inducidos y vegetaciones secundarias arbustivas y arbóreas, se encuentran dispersos en todo el estado. Su densidad vegetal es baja.

7.1.3 Clima

- Los climas que se presentan en Jalisco son: cálido subhúmedo, semicálido subhúmedo, templado subhúmedo, semiseco muy cálido, cálido y templado.
- El clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, es el más cálido de los tipos que se presentan en el estado, cubre aproximadamente 24.46%; la temperatura promedio anual es del rango de los 26°C y la precipitación total anual va de 800 a 900 mm. Prevalece en el oeste del estado, desde la costa hasta las estribaciones de la sierra; al este y norte del Nevado de Colima y en la barranca de Oblatos.
- El clima semicálido subhúmedo con lluvias en verano, cubre una extensión aproximada de 45.77%; la temperatura media anual es de 18 a 21°C y la precipitación total anual es de 600 a 900 mm. Es el tipo climático que se extiende con mayor amplitud en la porción central del estado, en las zonas planas o menos montañosas. En esta región se asientan las ciudades de Guadalajara, Ameca, San Juan de los Lagos y Ciudad. Guzmán, entre otras.
- El clima templado subhúmedo con lluvias en verano, cubre una superficie de 16.29%; la temperatura media anual es de 16°C y la precipitación total anual promedio es de 900 mm. Impera al sur de San Juan de los Lagos, al norte de Ciudad. Guzmán, al sur de Colotlán, en el Eje Neovolcánico, en la sierra El Tuito, Loma Blanca y Calcomán.
- El clima semiseco muy cálido y cálido, cubre una superficie de 2.60% aproximadamente; la temperatura media anual es de 24°C y la precipitación total anual de 600 mm. Prevalece en la región de Bolaños.
- El clima semiseco semicálido impera en 6.74% del total de la superficie estatal y se localiza al norte,

noreste y hacia la costa. La temperatura promedio es de 17.1°C.

- El clima semiseco templado prevalece en la porción norte del estado (al noreste de Colotlán) y en el noreste (en la región de Ojuelos de Jalisco). Cubre 4.14% de la superficie estatal; la temperatura media anual es de 16 a 18°C y la precipitación promedio es de 500 a 600 mm.

7.1.4 Geología

- El estado queda comprendido en las provincias geológicas Sierra Madre del Sur, Sierra Madre Occidental, Mesa Central (Altiplano Mexicano) y Eje Neovolcánico.
- Las edades de las rocas abarcan desde el Mesozoico hasta el Cenozoico; las más antiguas pertenecen al Triásico-Jurásico y las más jóvenes al Cuaternario; predominan las de origen ígneo extrusivo e intrusivo, posteriormente las sedimentarias, secuencias volcanosedimentarias y finalmente las metamórficas.
- Los principales acuíferos se emplazan en sedimentos aluviales, lacustres y volcanoclásticos del Terciario y Cuaternario, los cuales constituyen el relleno de valles y cuencas, muchos originados por las diversas etapas tectónicas a que ha estado sujeta la región, que comenzó con la formación de grabens (fosas tectónicas).
- En las mencionadas fosas tectónicas se verificaron varios procesos geológicos: la emisión de derrames y piroclastos volcánicos, alternado con períodos de calma volcánica donde el intemperismo y la erosión provocaron la acumulación y el desarrollo de suelos aluviales y lacustres. Los materiales geológicos anteriores forman en conjunto un sistema acuífero: las rocas volcánicas generalmente están fracturadas y son permeables, aunque presentan horizontes impermeables que confinan los acuíferos; asimismo, los depósitos aluviales y lacustres normalmente son permeables; sin embargo, también contienen espesores arcillosos que sirven de confinantes.
- Las principales rocas ígneas acuíferas son: basalto, toba y brecha volcánica básicas y andesita del Terciario Plioceno-Cuaternario; las rocas sedimentarias que conforman acuíferos son: conglomerado y asociación de arenisca con conglomerado del Terciario Superior y conglomerado del Cuaternario: el primero está semicompactado, su matriz es areno-arcillosa y la permeabilidad varía de media a alta; el segundo está inconsolidado y su permeabilidad es alta.
- Caso especial es el de la caliza y la secuencia volcanosedimentaria (caliza alternada con derrames y piroclastos), ambas del Cretácico Inferior, en las

cuales el intenso fracturamiento y el avanzado desarrollo de la disolución en la caliza, les confieren la alta permeabilidad y la capacidad de constituir acuíferos.

7.1.5 Hidrología Superficial

- En el estado de Jalisco se localizan las regiones hidrológicas: 12 Lerma-Santiago, 13 Huicicila, 14 Ameca, 15 Costa de Jalisco, 16 Armería-Coahuayana, 18 Balsas y 37 El Salado.
- La región hidrológica 12 se divide en nueve cuencas: R. Lerma-Salamanca, R. Lerma-Chapala, L. Chapala, R. Santiago-Guadalajara, R. Santiago-Aguamilpa, R. Verde Grande, R. Juchipila, R. Bolaños y R. Huaynamota. Comprende la porción centro-noreste de la entidad; le corresponde, aproximadamente, 50.8% de la superficie de la entidad.
- La región hidrológica 13 cuenta con la cuenca R. Cuale-Pitillal, localizada al occidente del estado y comprende aproximadamente 1.80% de la superficie.
- La región hidrológica 14 se divide en tres cuencas: Presa La Vega-Cocula, R. Ameca-Atenguillo y R. Ameca-Ixtapa. Se encuentra al occidente del estado y le corresponde, aproximadamente 11.4% de la superficie estatal.
- La región hidrológica 15 se dividió en tres cuencas: R. Chapala-Purificación, R. San Nicolás-Cuitzmala y R. Tomatlán-Tecuán; se localiza al suroeste del estado, le corresponde aproximadamente 15% de la superficie de la entidad.
- La región hidrológica 16 está integrada por dos cuencas: R. Coahuayana y R. Armería, se ubica al sur del estado y comprende aproximadamente 15.70% de la superficie estatal.
- La región hidrológica 18 se integra por la cuenca R. Tepalcatepec, se localiza al sureste y comprende aproximadamente 4.9% de la superficie estatal.
- La región hidrológica 37 se conforma por la cuenca San Pablo y Otras, se ubica al noreste y comprende aproximadamente 0.40% de la superficie de la entidad.
- Las corrientes de mayor importancia para el estado son los ríos Lerma y Grande de Santiago, que drenan junto con sus afluentes la porción centro-noreste del estado. Estos son los colectores principales de la región hidrológica Lerma-Santiago.
- Otros colectores de gran importancia son los ríos Ameca, Ayuquila, Armería, Purificación, Marabasco Minatitlán, y Naranjo-Tuxpan, que constituyen los límites estatales entre Jalisco y Colima, además de los ríos Verde, Calderón y Bolaños.

- En cuanto a la calidad de agua para riego predominan la clase C1-S1 (agua de baja salinidad y baja en sodio) y C2-S1 (agua de salinidad media y baja en sodio).
- Otros aprovechamientos que reportan valores altos de salinidad son:

El lago de San Marcos-Zacoalco y los lagos de Atotonilco, donde la calidad del agua para riego es C4-S1 (agua muy altamente salina y baja en sodio); el de Sayula, cuya calidad del agua es C3-S4 (agua altamente salina y muy alta en sodio); la calidad del agua que presenta el de Zapotlán es C3-S1 (agua altamente salina y baja en sodio); y la planta de tratamiento de La Barca reporta una calidad de C2-S3 (agua de salinidad media y alta en sodio).

- Para el tratamiento de las aguas residuales, el estado de Jalisco cuenta, con una infraestructura de 113 plantas, de las cuales 10 corresponden a lagunas facultativas, 25 a plantas de lodos activados, 19 a lagunas de oxidación, 23 plantas de sedimentación y 36 plantas a otros (comprende lagunas aireadas, tanque primario, tanque imhoff, discos biológicos, reciclado de lodos, aeración, sedimentación, cloración y rehidratación, oxidación biológica, laguna de estabilización, pretratamiento fosa séptica y tratamiento primario y secundario. Presenta una capacidad instalada de 2 957.3 l/seg y un volumen tratado de 61.02 Mm³ por año.
- Las principales obras hidráulicas en el estado por su capacidad de almacenamiento son las presas: Cajón de Peña, ubicada en el municipio de Tomatlán, con capacidad de 707 Mm³, beneficia 33 300 hectáreas. Ramón Corona M. (Trigomil), localizada en el municipio de Unión de Tula, con una capacidad de 250 Mm³, dicha obra beneficia a la zona de riego de El Grullo. Tacotán, construida en el municipio de Unión de Tula, con una capacidad de 150.80 Mm³, favorece a 14 000 ha. Basilio Vadillo (Las Piedras), ubicada en el municipio de Ejutla, con una capacidad de almacenamiento de 150.00 Mm³, da servicio a 2 500 ha, y la presa Ing. Elías Ch. Calderón, en el municipio de Zapotlanejo, con capacidad de 82 Mm³, la cual actualmente es el segundo aprovechamiento superficial que abastece agua potable a la zona metropolitana de Guadalajara.
- Las demandas ciudadanas más frecuentes están enfocadas a la dotación de agua potable y alcantarillado, lo mismo se presenta para los sistemas de tratamiento de aguas residuales.
- La calidad del agua en el estado varía en forma considerable, entre las más contaminadas está la del río Grande de Santiago, ya que recibe descargas de tipo industrial, municipal y agropecuario, cuyo aporte principal está dado por las descargas de la zona metropolitana de Guadalajara.

- La industria que más contamina es la azucarera, algunos tramos de los ríos Ameca y Salado se ven afectados durante el período de zafra (diciembre-mayo).
- Los ríos Lerma y Lagos se encuentran contaminados principalmente por la fuente agropecuaria, por estar localizados en zonas ganaderas y agrícolas.
- En lo que se refiere al resto de las corrientes del estado, presentan una mejor calidad del agua; lo anterior significa que el estado de Jalisco cuenta con 23% de agua muy contaminada, 15% de agua moderadamente contaminada y 62% se encuentra en condiciones aceptables.
- El lago de Chapala presenta un alarmante índice de contaminación.

7.1.6 Hidrología Subterránea

- La precipitación pluvial en la superficie estatal es irregular y carece de la suficiente infraestructura hidráulica, por lo cual el agua subterránea se emplea intensamente en actividades agropecuarias y urbanas.
- En la actualidad la totalidad del estado se encuentra vedado para la explotación del agua subterránea, según decretos mencionados.
- Las zonas geohidrológicas con mayor densidad de obras son las de Atemajac-Tesistán, Toluquilla, Cajititlán, La Barca y Zacoalco.
- En el estado se tienen inventariadas 16 zonas geotérmicas, de las cuales la que tiene mayores posibilidades de una explotación económica es "La Primavera-Sta. Rita-El Fraile."
- La calidad del agua en la mayor parte del estado, para fines potables, es dulce (inferior a 1 000 partes por millón de sólidos totales disueltos), excepto en zonas localizadas como es el caso de Zacoalco y Puerto Vallarta. En la primera existe la contaminación natural de las aguas y suelos debido a los depósitos lacustres evaporíticos. En la segunda se presenta el fenómeno de la intrusión salina (avance del agua de mar en las áreas continentales).
- La calidad del agua para riego en la mayor parte del territorio estatal es C2-S1 (mediana en sales y baja en sodio) y en menor proporción C1-S1 (baja en sales y baja en sodio).
- Respecto a la contaminación de las aguas subterráneas, debido a las explosiones ocurridas el 22 de abril de 1992, en el sector Reforma de la ciudad de Guadalajara, que provocaron una fuga en el poliducto Salamanca-Guadalajara, se desconoce cual fue el resultado de las medidas adoptadas.

- Asimismo, la contaminación del acuífero en la colonia La Moderna de Guadalajara, a partir de los patios de servicio a locomotoras de FERRONALES, en 1993, también se desconoce el resultado final de las acciones de saneamiento.
- La existencia de acuíferos confinados en el estado, se manifiesta con la presencia del artesianismo en diversas zonas.
- Una de las fuentes de agua subterránea de importancia son los caudales provenientes de los numerosos manantiales que se distribuyen prácticamente en toda la superficie estatal.
- En la zona geohidrológica Atemajac-Tesistán, los niveles estáticos del agua han variado en los últimos años, con una evolución promedio de -0.80 m/año. El mayor abatimiento se ubica sobre el "Sistema Tesistán de Agua Potable", donde los niveles estáticos se encuentran a profundidades de 40 a 80 m.
- El valle de Toluquilla presenta manifestaciones de sobreexplotación en varias localidades, sobre todo donde se ubican concentraciones de pozos para usos agrícola y público-urbano; aquí la evolución promedio de los niveles estáticos es de -0.50 m/año.
- La zona geohidrológica Ameca se encuentra subexplotada.
- La mayor parte de la zona geohidrológica Zacoalco se encuentra subexplotada, excepto donde existe alta densidad de pozos, como es el caso del área comprendida entre las poblaciones de Sayula y Usmajac, en la que el abatimiento del nivel estático del agua es de 0.50 m/año.
- La zona geohidrológica Ocotlán se encuentra en equilibrio; el único signo de sobreexplotación es el área donde se localiza la población de Ocotlán, en ella existe gran concentración de pozos y abatimiento progresivo de los niveles estáticos de 0.50 m/año.
- En la zona geohidrológica La Barca, los acuíferos están subexplotados, excepto en sitios muy locales, como ocurre en los poblados de La Barca y La Paz de Ordaz, que muestran los signos de la sobreexplotación.
- La zona geohidrológica Lago de Chapala se encuentra subexplotada. Se tienen acuíferos de características termales.
- La zona geohidrológica Cajititlán en su mayor parte está subexplotada, el máximo descenso de los niveles estáticos está en el centro del valle.
- En la zona geohidrológica Poncitlán, su porción suroeste está sobreexplotada y la mayor parte se encuentra subexplotada.
- La zona geohidrológica Ciudad Guzmán está subexplotada, aunque el abatimiento medio anual de los niveles estáticos del agua es ya de 0.50 m. Los sismos que se manifiestan en esta zona, son la causa de roturas en el drenaje que propician la infiltración de aguas negras en los acuíferos.
- La zona geohidrológica La Huerta está subexplotada, con abatimiento medio anual de los niveles estáticos del agua, pequeño (de 0.10 m).
- La zona geohidrológica Lagos de Moreno, muestra abatimiento medio anual de los niveles estáticos del agua de 0.40 m, pero aún se encuentra subexplotada.
- En la zona geohidrológica Altos de Jalisco, en los valles de Tepatitlán, Acatic y Arandas, la situación hidrológica es de subexplotación.
- La zona geohidrológica Teocaltiche también se encuentra subexplotada.
- La zona geohidrológica Puerto Vallarta está subexplotada, el abatimiento medio anual de los niveles estáticos, es pequeño (de 0.10 m). El problema principal es la presencia de la intrusión salina en el área cercana a la costa.
- La zona geohidrológica Tequila se encuentra claramente subexplotada.
- En la zona geohidrológica La Huerta se detectó la existencia de un acuífero en caliza, que forma parte de un paquete de secuencias volcanosedimentarias.
- En la zona geohidrológica Autlán, en la sierra de Manantlán (conocida como Cerro Grande), en el municipio de Tolimán, se localizan acuíferos en caliza, gracias al desarrollo avanzado de la carsticidad, que originó en esta zona: grutas, dolinas, uvalas, pozos, resumideros, etc., acompañados de corrientes subterráneas que descargan en forma de manantiales.

7.2 RECOMENDACIONES

7.2.1 Geología

- Efectuar estudios geológicos a escalas grandes, que nos permita tener un mayor control estratigráfico y estructural del estado, lo cual repercutirá favorablemente en un mayor conocimiento de la hidrología subterránea y servirá de apoyo en la prospección de nuevas fuentes acuíferas.

7.2.2 Hidrología Superficial

- impulsar acciones orientadas a modificar la conducta en el uso del recurso agua, evitar el desperdicio y su derroche por parte de los usuarios.

- Instalar mayor número de plantas de tratamiento de las aguas residuales, en las principales fuentes de contaminación.
- Captar mediante la construcción de presas y bordos, el escurrimiento de corrientes que presenten disponibilidad.
- Establecer mayor número de estaciones hidrométricas, en la mayoría de las corrientes, para conocer el comportamiento del escurrimiento de manera directa.
- Monitorear en forma más rigurosa el curso de los ríos Lerma y Grande de Santiago, y detectar los focos contaminantes, para tomar medidas que eviten la degradación de las aguas.
- Revisar los convenios interestatales relativos al aprovechamiento del agua en la cuenca del río Lerma, con la finalidad de que llegue a Chapala mayor volumen y en mejores condiciones de calidad.
- Agilizar la construcción del acueducto que unirá las presas El Salto del municipio de Valle de Guadalupe con Calderón, del municipio de Zapotlanejo, para incrementar el volumen de abastecimiento de agua a la zona metropolitana de Guadalajara.
- Aprovechar el agua de escurrimiento que actualmente transita hacia el mar; en la estación Cihuatlán II se aforó un volumen medio anual de 899.1 Mm³.
- Desazolvar el lago de Chapala, eliminando el lirio acuático y los sedimentos que se acumulan principalmente en la desembocadura del río Lerma, con la intención de incrementar la captación del vaso lacustre.
- Establecer convenios interestatales para aprovechar conjuntamente el agua de escurrimiento de las cuencas que se prolonguen hacia otras entidades.
- Usar los volúmenes de agua superficial disponibles en conjunto con los del agua subterránea, para administrar y racionar su uso.
- Aplicar estrictamente las infracciones y sanciones administrativas que marca el artículo 119 de la "Ley de Aguas Nacionales".

7.2.3 Hidrología Subterránea

- Emplear en forma alterna los volúmenes de agua subterránea y los del agua superficial, no se deben manejar por separado.
- Respetar estrictamente los decretos de veda en las zonas sobreexplotadas y en equilibrio, y que se revisen

y manejen más elásticamente en las zonas subexplotadas.

- Considerar estrictamente la veda en las zonas geohidrológicas que muestran sobreexplotación, como es el caso de las de Atemajac-Tesistán, Toluquilla, Zacoalco, Ocotlán, La Barca, Cajititlán y Poncitlán, dichas áreas que es donde existe una alta densidad de pozos y norias; es necesario que se explore y perfore en zonas de baja densidad de obras y se respete la distancia que debe existir entre pozo y pozo.
- Tomar en cuenta de acuerdo con sus características geológicas, geofísicas e hidrológicas, la zona de La Primavera-Sta. Rita-El Fraile, ya que ofrece gran potencial geotérmico y económico, sin embargo, deberán considerarse las medidas necesarias para no afectar el ecosistema del bosque "La Primavera" y demostrar que es posible la comunión de los intereses ecológicos con los económicos.
- Evitar en la zona geohidrológica Zacoalco, la contaminación de las aguas del acuífero somero, explotar los acuíferos subyacentes en rocas volcánicas y suelo aluvial, utilizando ademe ciego en los pozos al atravesar los sedimentos lacustres suprayacentes.
- Ejecutar un monitoreo permanente en los acuíferos de las colonias Moderna y Alamo Industrial de Guadalajara, debido a que las fugas de combustible señaladas dañaron intensamente la calidad del agua y se desconoce el tiempo de duración de dichas fugas.
- Realizar en la zona geohidrológica Ciudad Guzmán un monitoreo de la calidad fisico-química del agua, en el acuífero que subyace la zona urbana, debido a las infiltraciones de aguas negras del drenaje, cuando éste ha sido afectado por los frecuentes sismos.
- Considerar que en la zona geohidrológica Altos de Jalisco, en el área de Tepatitlán, ya existe elevada concentración de pozos por lo que se debe perforar en áreas vecinas y trasladar el agua.
- Prohibir la perforación de pozos en las áreas cercanas a la costa, en la zona geohidrológica Puerto Vallarta, para evitar que siga avanzando la intrusión salina.
- Explotar el acuífero en la secuencia volcanosedimentaria de la zona geohidrológica La Huerta.
- Aprovechar en la mayor medida, dentro del estado de Jalisco, el acuífero calcáreo de Cerro Grande.
- Utilizar los manantiales de la región de la costa que drenan al mar y los manantiales de la región norte del estado.

- Tomar en cuenta los balances geohidrológicos realizados por la CNA, que tienen volúmenes considerables de agua provenientes de los manantiales (aquéllos que representen descarga de acuíferos) para que dichos balances sean más reales.
- Hacer un censo integral de aprovechamientos subterráneos (pozos, norias, manantiales, galerías) que nos permita cuantificar los volúmenes de agua reales y realizar balances geohidrológicos confiables.
- Monitorear periódicamente la calidad del agua en las obras subterráneas y verificar la posible contaminación derivada de la infiltración de las aguas superficiales, sobre todo a través del curso de los ríos Lerma y Grande de Santiago, así como de sus afluentes.
- Aplicar infracciones y sanciones administrativas, conforme a lo previsto por la ley, en el artículo 119 de la "Ley de Aguas Nacionales", sin concesión alguna.
- Actualmente manejan información geohidrológica del estado (estudios, censos, inventario de cortes litológicos, etc.) varias instituciones: la Comisión Nacional del Agua (CNA), el Sistema Intermunicipal de Agua Potable y Alcantarillado (SIAPA), el Sistema para los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado en Jalisco (SAPAJAL) y diversos municipios. Consideramos que la CNA debe asumir su papel rector para que se tenga un inventario único de aprovechamientos y que exista mayor coordinación entre estas dependencias gubernamentales, con la finalidad de evitar que los intereses particulares de tales dependencias actúe en detrimento de una buena política de explotación del agua subterránea.

Fuentes Cartográficas y Estadísticas

INEGI. Carta Hidrológica, 1: 250 000 de Aguas Subterráneas, F13-12 Guadalajara, versión actualizada, 1996.

INEGI. Carta Tectónica escala 1: 2 000 000

CGSNEGI. Cartas Fisiográficas escala 1: 1 000 000

CGSNEGI. Cartas Geológicas escala 1: 1 000 000

CGSNEGI. Cartas Geológicas escala 1: 250 000

CGSNEGI. Cartas Hidrológicas escala 1: 1 000 000 de "Aguas Subterráneas"

CGSNEGI. Cartas Hidrológicas escala 1: 250 000 de "Aguas Subterráneas"

CGSNEGI. Cartas Hidrológicas escala 1: 250 000 de "Aguas Superficiales"

CGSNEGI. Cartas Topográficas escala 1: 1 000 000

CGSNEGI. Cartas Topográficas escala 1: 250 000

CGSNEGI. Cartas Topográficas escala 1: 50 000

Bibliografía

- CFE.** *Campo Geotérmico La Primavera, Jal.* 1985.
- CFE.** *Proyecto Geotermoeléctrico La Primavera, México.* 1991.
- CNA.** *Condiciones Geohidrológicas de Jalisco.* 1994.
- CNA.** *Informe del Saneamiento del Acuífero de la Colonia Alamo Industrial de Guadalajara, Jalisco.* 1992.
- CNA.** *Recursos Hidráulicos Subterráneos del Estado de Jalisco.* 1994.
- CNA-SARH.** *Ley de Aguas Nacionales.* 1992.
- INEGI.** *Anuario Estadístico del Estado de Jalisco.* 1997.
- INEGI-Dirección Regional Occidente.** *Los Manantiales de la Costa de Jalisco: Bases para su Aprovechamiento Pecuario.* 1985-1986.
- SARH.** *Atlas Geohidrológico.* 1977.
- SPP-CGSNEGI.** *Síntesis Geográfica del Estado de Jalisco.* 1981.
- Ariel Consultores, S.A.** *Estudio Geohidrológico en la Zona de Atemajac-Tesistán, Estado de Jalisco, Tomo I.* 1989-1990.
- Campa, Ma. F.** *La Evolución Geológica y la Metalogénesis del Noroccidente de Guerrero.* 1979.
- De Cserna, Z.** *Reconocimiento Geológico de la Sierra Madre del Sur de México, entre Chilpancingo y Acapulco, Estado de Guerrero.* Boletín del Instituto de Geología, UNAM. 1965.
- Demant, A.** *Vulcanología y Petrografía del Sector Occidental del Eje Neovolcánico.* 1979.
- Ferrusquía.** *Rocas Volcanosedimentarias Mesozoicas y Huellas de Dinosaurios en la Región Suroccidental Pacífica de México.* 1978.
- González, P. E. y Negendak.** *Características Químicas Cronológicas y Afinidad Metálica del Magmatismo Intrusivo, aflorante entre Puerto Vallarta y el Río Santiago, Edo. de Jalisco.* Resúmenes de la VIII Convención Geológica Nacional de la Soc. Geol. Méx. 1986.
- Guerrero, C.J.; Silver, T. L. y Anderson, T. H.** *Estudios Geocronológicos en el Complejo Xolapa.* Resúmenes de la IV Convención Geológica Nacional de la Soc. Geol. Méx. 1978.
- Lascano S., C.** *Las Cavernas de Cerro Grande.* 1988.
- Lesser y Asociados, S.A. de C.V.** *Evaluación de Riesgos y Diagnóstico para el Saneamiento de la Colonia. La Moderna (oriente) de Guadalajara, Jal.* 1993.

- López R., E.** *Geología General, México D.F. Tomo I.* 1978.
- López R., E.** *Geología de México, 3ª edición, México D. F. Tomo III.* 1983.
- Mahood, G. A., y Drake, R. E.** *K-Ar Dating Young Rhyolitic Rocks, a Case Study of the Sierra La Primavera, Jalisco, México.* Geol. Soc. of Am. 1982.
- McDowell, F. W., and Clabaugh.** *Ignimbrites of the Sierra Madre Occidental and the Relation to the Tectonic History of Western México.* 1979.
- Medina R., J. M.** *El Manantial "Los Achotes" Evidencia de Acuíferos Calcáreos en la Región de la Costa de Jalisco.* Revista de Geografía núm. 5, INEGI. 1992.
- Medina R., J. M. y Hernández G., E.** *Evaluación Hidrogeológica de la Subcuenca "Lago de Sayula".* Memorias del Congreso Valentín Gómez Farías, Tomo I, Sociedad de Geografía y Estadística de Jalisco, 1991.
- Mooser, F.; Demant, A.** *Historia Geológica de la Cuenca de México.* 1975, 1978.
- Morán Z., D. J.** *Geología de la República Mexicana 2ª Edición, México D.F., SPP, INEGI-UNAM.* 1984.
- Negendank, J. F. W.** *Granitoid Rocks of the Sierra Madre del Sur.* Resúmenes de la VIII Convención Geológica Nacional de la Soc. Geol. Méx. 1986.
- Nieto, O. J. et al.** *Relaciones Petrológicas y Geocronológicas del Magmatismo de la Sierra Madre Occidental y el Eje Neovolcánico en Nayarit, Jalisco y Zacatecas.* Memoria de la XIV Convención Nacional de la A I M M G M. 1981.
- Ortega G., F.** *Texto Explicativo de la Quinta Edición de la Carta Geológica de la República Mexicana, Escala 1:2 000 000.* 1992.
- Pantoja, J. A. y Estrada, B. S.** *Estratigrafía de los alrededores de la Mina de Fierro de El Encino, Jalisco.* Boletín de la Soc. Geol. Mex., Tomo XLVII. 1986.
- Pérez R., G.; Medina R., J. M.** *Estudio Hidrogeológico Preliminar de la Subcuenca de la Región de Bolaños en el Estado de Jalisco. U de G, CCT.* 1992.
- Pérez R., G. y Mondragón T., J.** *Estudio Geológico, Geofísico e Hidrogeológico del Área del Hotel Montecarlo en el Municipio de Chapala, Jalisco. U de G, CCT.* 1995.

Anexos

1.- Selva

Selva Baja Caducifolia:

Lysiloma sp. (tepemezquite, guaje)

Stenocereus sp. (pitaya)

Acacia pennatula (tepame)

Myrtillocactus sp.

Caesalpinia sp. (guaje)

Opuntia sp. (nopal)

Acacia farnesiana (huizache)

Pithecellobium sp.

Spondias purpurea (ciruelo)

Baccharis sp. (jarilla)

Bursera excelsa (copal)

Croton sp.

Muhlenbergia sp.

Setaria geniculata

Croton ciliatoglandulosus

Selva Mediana Subcaducifolia:

Bursera simaruba

Brosimum alicastrum (capomo)

Enterolobium cyclocarpum (parota)

Lysiloma acapulcensis (tepeguaje),

Dendropanax arboreum

Hura polyandra (habilla)

Tabebuia sp. (primavera)

Coccoloba sp.

Cochlospermum vitifolium (huevas de burro)

Ficus sp.

Andira inermis (catispa)

Chrysophyllum mexicanum (capulín chancho)

Bursera spp. (copal chino o copal de goma)

Guazuma sp. (guácima)

Cordia sp.

Caesalpinia sp.

Tabebuia sp. (palo blanco)

Acacia cymbispina (huizcalote)

Acacia sp.

Spondias purpurea (ciruelo),

Verbesina sp. (capitaneja),

Eugenia sp.

Muhlenbergia sp.

Panicum sp.

Chloris sp.

Rhynchelytrum sp.

2.- Bosque

Bosque de Pino:

Pinus michoacana

P. oocarpa (ocote trompillo)

P. sp. (ocote o pino)

Pinus leiophylla

Quercus laeta (encino) *Quercus* spp.

Arbutus xalapensis (madroño)

Juniperus deppeana

Buddleia sessiliflora (tepozan)

Bosque de Encino:

Quercus candicans (encino)

Quercus arizonica (encino)

Quercus laeta

Quercus sp.

Arbutus xalapensis (madroño)

Alnus arguta

Clethra macrophylla

Acacia pennatula (Tepame)

Arbutus sp. (madroño)

Bosque de Encino - Pino:

Quercus arizonica (encino)

Quercus laeta (encino)

Quercus eduardii (encino)

Quercus sp. (encino)

Pinus michoacana (pino real)

P. oocarpa (pino trompillo)

Arbutus sp. (madroño)

Arctostaphylos sp.

Acacia pennatula (tepame)

Aristida sp.

3.- Pastizal

Lycurus sp. (pasto cola de zorra)

Muhlenbergia sp. (pasto liendrilla)

Digitaria sp.

Bouteloua spp. (pasto navajita y banderita)

Chloris sp. (Zacate palo de gallo)

Eragostis sp. (pasto)

Setaria geniculata

Setaria sp. (pasto)

Sporobolus sp.

Rhynchelytrum roseum (pasto rosado)

Cynodon plectostachyum (estrella africana)

Prosopis sp. (mezquite)

Acacia sp. (huizache)

Acacia schaffneri (huizache chino)

Opuntia spp. (Nopal)

<p>4.- Matorral</p> <p>Matorral Subtropical: <i>Acacia</i> sp. (huizache) <i>Prosopis</i> sp. (mezquite) <i>Acacia pennatula</i> (tepame) <i>Stenocereus</i> sp. (cardón) <i>Acacia schaffneri</i> (huizache chino) <i>Acacia farnesiana</i> <i>Eysenhardtia polystachya</i>. (vara dulce) <i>Acacia</i> sp. (huizache) <i>Opuntia</i> spp. (nopal) <i>Bursera</i> sp. (copal, papelillo) <i>Ipomoea</i> sp. (casahuate) <i>Opuntia</i> spp (nopal) <i>Verbesina</i> sp. (capitaneja) <i>Croton</i> spp. <i>Bouteloua</i> sp. (pasto) <i>Muhlenbergia</i> sp. (pasto) <i>Aristida</i> sp. (pasto) <i>Rhynchelitrum</i> sp.(pasto rosado) <i>Aristida</i> sp. <i>Sporobolus</i> sp. (pasto)</p> <p>Matorral Crasicaule: <i>Acacia schaffneri</i> (huizache chino) (mezquite) <i>Prosopis laevigata</i> <i>Hyptis</i> sp. <i>Mammillaria</i> sp. <i>Aristida</i> sp. (pasto)</p>	<p>5.- Otros Tipos de Vegetación</p> <p>Palmar: <i>Orbignya cohune</i> <i>Brosimum alicastrum</i> (capomo) <i>Bursera simaruba</i></p> <p>Tular: <i>Typha</i> sp. (tule) <i>Scirpus</i> sp. (tule) <i>Eichhornia crassipes</i> (lirio)</p> <p>Vegetación de Dunas Costeras: <i>Acacia</i> sp. <i>Prosopis</i> sp. <i>Opuntia</i> sp. (nopal) <i>Cassia cinerea</i> <i>Ipomoea pes-caprae</i> <i>Senecio</i> sp. <i>Cyperus</i> sp. <i>Distichlis spicata</i></p> <p>Manglar: <i>Rhizophora mangle</i> (mangle rojo) <i>Avicennia germinans</i> (mangle bobo o blanco) <i>Laguncularia racemosa</i> <i>Typha</i> sp. (tule) <i>Arundo donax</i> (carrizo)</p>
--	--

B. ESTACIONES METEOROLÓGICAS EN EL ESTADO DE JALISCO, PROMEDIO DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN TOTAL ANUAL AÑO 1985

NUMERO	NOMBRE DE LA ESTACIÓN	MUNICIPIO	T(°C)	P mm)
1	Cihuatlán	Cihuatlán	26.37	651.60
2	Seguaya	Cuautitlán	25.41	835.90
3	Cuixtla	Sn. Cristóbal de la Barranca	24.73	815.40
4	La Huerta	La Huerta	24.82	827.90
5	La Desembocada	Puerto Vallarta	25.91	1 405.50
6	Tecomates	Casimiro Castillo	25.96	1 514.20
7	Puerto Vallarta	Puerto Vallarta	25.15	1 354.20
8	Llano Grande	Tomatlán	25.19	1 280.90
9	Manantlán	Autlán de Navarro	18.82	1 164.30
10	San Sebastián	San Sebastián del Oeste	19.87	1 247.10
11	Corrinchis	La Manzanilla de la Paz	17.63	1 425.50
12	Acatlán de Juárez	Acatlán de Juárez	19.71	748.00
13	Unión de Tula	Unión de Tula	20.56	623.60
14	Tolimán	Tolimán	24.95	583.30
15	Juchitlán	Juchitlán	22.98	739.50
16	Paso de la Yesca	Hostotipaquillo	27.76	776.10
17	Atenguillo	Atenguillo	18.90	796.40
18	Huascato	Degollado	20.42	868.70
19	Guadalajara	Guadalajara	19.72	874.10
20	El Tule	Arandas	16.81	1 017.50
21	Concepción de Buenos Aires	Concepción de Buenos Aires	14.00	931.40
22	Mascota	Mascota	20.50	1 183.90
23	Mazamitla	Mazamitla	15.96	969.60
24	Jesús María	Jesús María	18.04	1 015.80
25	Jocotepec	Jocotepec	18.77	607.30
26	Tapalpa	Tapalpa	16.66	1 150.30
27	Tomatlán	Tomatlán	26.61	1 954.20
28	Unión de San Antonio	Unión de San Antonio	16.41	499.30
29	Bolaños	Bolaños	24.24	641.90
30	Lagos de Moreno	Lagos de Moreno	16.76	617.80
31	La Yerbabuena	Atotonilco el alto	19.42	1 004.50

Cuadros

CLAVE	MUNICIPIO	CABECERA MUNICIPAL
001	Acatic	Acatic
002	Acatlán de Juárez	Acatlán de Juárez-Santa Ana Acatlán-
003	Ahualulco de Mercado	Ahualulco de Mercado
004	Amacueca	Amacueca
005	Amatitán	Amatitán
006	Ameca	Ameca
007	Antonio Escobedo	Antonio Escobedo
008	Arandas	Arandas
009	Arenal	Arenal, El
010	Atemajac de Brizuela	Atemajac de Brizuela
011	Atengo	Atengo
012	Atenguillo	Atenguillo
013	Atotonilco el Alto	Atotonilco el Alto
014	Atoyac	Atoyac
015	Autlán de Navarro	Autlán de Navarro
016	Ayotlán	Ayotlán
017	Ayutla	Ayutla
018	Barca, La	Barca, La
019	Bolaños	Bolaños
020	Cabo Corrientes	Tuito, El
021	Casimiro Castillo	Casimiro Castillo-La Resolana-
022	Cihuatlán	Cihuatlán
023	Zapotlán el Grande	Ciudad Guzmán
024	Cocula	Cocula
025	Colotlán	Colotlán
026	Concepción de Buenos Aires	Concepción de Buenos Aires
027	Cuautitlán de García Barragán	Cuautitlán
028	Cuautla	Cuautla
029	Cuquío	Cuquío
030	Chapala	Chapala
031	Chimaltitán	Chimaltitán
032	Chiquilistlán	Chiquilistlán
033	Degollado	Degollado
034	Ejutla	Ejutla
035	Encarnación de Díaz	Encarnación de Díaz
036	Etzatlán	Etzatlán
037	Grullo, El	Grullo, El
038	Guachinango	Guachinango
039	Guadalajara	Guadalajara
040	Hostotipaquillo	Hostotipaquillo
041	Huejúcar	Huejúcar
042	Huejuquilla el Alto	Huejuquilla el Alto
043	Huerta, La	Huerta, La
044	Ixtlahuacán de los Membrillos	Ixtlahuacán de los Membrillos
045	Ixtlahuacán del Río	Ixtlahuacán del Río
046	Jalostotitlán	Jalostotitlán

CLAVE	MUNICIPIO	CABECERA MUNICIPAL
047	Jamay	Jamay
048	Jesús María	Jesús María
049	Jilotlán de los Dolores	Jilotlán de los Dolores
050	Jocotepec	Jocotepec
051	Juanacatlán	Juanacatlán
052	Juchitlán	Juchitlán
053	Lagos de Moreno	Lagos de Moreno
054	Limón, El	Limón, El
055	Magdalena	Magdalena
056	Manuel M. Diéguez	Santa María del Oro
057	Manzanilla de la Paz, La	Manzanilla de la Paz, La
058	Mascota	Mascota
059	Mazamitla	Mazamitla
060	Mexticacán	Mexticacán
061	Mezquitic	Mezquitic
062	Mixtlán	Mixtlán
063	Ocotlán	Ocotlán
064	Ojuelos de Jalisco	Ojuelos de Jalisco
065	Pihuamo	Pihuamo
066	Poncitlán	Poncitlán
067	Puerto Vallarta	Puerto Vallarta
068	Villa Purificación	Villa Purificación
069	Quitupan	Quitupan
070	Salto, El	Salto, El
071	San Cristóbal de la Barranca	San Cristóbal de la Barranca
072	San Diego de Alejandría	San Diego de Alejandría
073	San Juan de los Lagos	San Juan de los Lagos
074	San Julián	San Julián
075	San Marcos	San Marcos
076	San Martín Bolaños	San Martín Bolaños
077	San Martín Hidalgo	San Martín Hidalgo
078	San Miguel el Alto	San Miguel el Alto
079	Gómez Farías	Gómez Farías-San Sebastián-
080	San Sebastián del Oeste	San Sebastián del Oeste
081	Santa María de los Angeles	Santa María de los Angeles
082	Sayula	Sayula
083	Tala	Tala
084	Talpa de Allende	Talpa de Allende
085	Tamazula de Gordiano	Tamazula de Gordiano
086	Tapalpa	Tapalpa
087	Tecalitlán	Tecalitlán
088	Tecolotlán	Tecolotlán
089	Techaluta de Montenegro	Techaluta de Montenegro
090	Tenamaxtlán	Tenamaxtlán
091	Teocaltiche	Teocaltiche
092	Teocuitatlán de Corona	Teocuitatlán de Corona
093	Tepatitlán de Morelos	Tepatitlán de Morelos
094	Tequila	Tequila-Santiago de Tequila-
095	Teuchitlán	Teuchitlán
096	Tizapán el Alto	Tizapán el Alto-Tizapán-
097	Tlajomulco de Zúñiga	Tlajomulco de Zúñiga-Tlajomulco-

CLAVE	MUNICIPIO	CABECERA MUNICIPAL
098	Tlaquepaque	Tlaquepaque-San Pedro-
099	Tolimán	Tolimán
100	Tomatlán	Tomatlán
101	Tonalá	Tonalá
102	Tonaya	Tonaya
103	Tonila	Tonila
104	Totatiche	Totatiche
105	Tototlán	Tototlán
106	Tuxcacuesco	Tuxcacuesco
107	Tuxcueca	Tuxcueca
108	Tuxpan	Tuxpan
109	Unión de San Antonio	Unión de San Antonio
110	Unión de Tula	Unión de Tula
111	Valle de Guadalupe	Valle de Guadalupe
112	Valle de Juárez	Valle de Juárez
113	San Gabriel	San Gabriel
114	Villa Corona	Villa Corona
115	Villa Guerrero	Villa Guerrero
116	Villa Hidalgo	Villa Hidalgo
117	Cañadas de Obregón	Cañadas de Obregón-Villa Obregón-
118	Yahualica de González Gallo	Yahualica de González Gallo-Yahualica-
119	Zacoalco de Torres	Zacoalco de Torres
120	Zapopan	Zapopan
121	Zapotiltic	Zapotiltic
122	Zapotitlán de Vadillo	Zapotitlán de Vadillo
123	Zapotlán del Rey	Zapotlán del Rey
123	Zapotlanejo	Zapotlanejo

FUENTE: INEGI Jalisco. Censo de Población y Vivienda 1995. Resultados Definitivos. Tabulados Básicos. GOBIERNO DEL ESTADO DE JALISCO. Decreto No. 16475 (1997) y 16474 (1977) del Congreso del Estado.

POBLACIÓN DE 12 AÑOS Y MÁS POR CONDICIÓN DE ACTIVIDAD SEGÚN SEXO Y PORCENTAJE DE PARTICIPACIÓN

Cuadro 1.2

ACTIVIDAD	POBLACIÓN TOTAL 1995 %	HOMBRES %	MUJERES %
PEA	57.32	77.31	38.95
PEI	42.65	22.69	60.99
No especificado	0.03	0.00	0.06
JALISCO	100.00	100.00	100.00

FUENTE: INEGI. Resultados Definitivos, Tabulados Básicos, 1995, Jalisco, Censo de Población y Vivienda.

POBLACIÓN POR SECTOR DE ACTIVIDAD Y PORCENTAJE DE PARTICIPACIÓN, 1995

Cuadro 1.3

SECTOR	POBLACIÓN TOTAL 1995 %	HOMBRES %	MUJERES %
Primario	15.88	20.99	6.71
Secundario	28.96	32.77	22.10
Terciario	54.82	46.07	70.54
No especificado	0.34	0.17	0.65
JALISCO	100.00	100.00	100.00

FUENTE: INEGI. Resultados Definitivos, Tabulados Básicos, 1995, Jalisco, Censo de Población y Vivienda.

POBLACIÓN TOTAL, POBLACIÓN URBANA Y RURAL 1995

Cuadro 1.4

TAMAÑO DE LOCALIDAD	1995		1995			
	POBLACION TOTAL a/	%	POBLACION RURAL b/	%		
1-99 HAB	208 985	3.49	1 007 468	16.82		
100-499 HAB	315 571	5.27				
500-999 HAB	174 803	2.92				
1 000-1 999 HAB	232 852	3.88				
2 000-2 499 HAB	75 257	1.26				
2 500-4 999 HAB	246 013	4.11				
5 000-9 999 HAB	263 465	4.40	4 983 708	83.18		
10 000-14 999 HAB	303 095	5.06				
15 000-19 999 HAB	135 805	2.27				
20 000-49 999 HAB	451 943	7.54				
50 000-99 999 HAB	293 407	4.89				
100 000-499 999 HAB	806 612	13.46				
500 000-999 999 HAB	850 315	14.19				
1 000 000- Y MAS HAB	1 633 053	27.26				
JALISCO	5 991 176	100				100

FUENTE: INEGI. Resultados Definitivos, Tabulados Básicos 1995, Censo de Población y Vivienda.

a/ Población Urbana localidades mayores de 2 500 habitantes.

b/ Población Rural localidades menores a 2 500 habitantes.

CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN POR MUNICIPIO, 1990

Cuadro 1.5

ESTADO	TASA DE CRECIMIENTO	MUNICIPIO	TASA DE CRECIMIENTO	MUNICIPIO	TASA DE CRECIMIENTO
Jalisco	1.98	Guachinango	-0.41	Sayula	1.30
		Hostotipaquillo	0.40	Tala	1.16
Guadalajara	0.15	Huejucar	-0.88	Talpa de Allende	-0.36
Zapopan	6.19	Huejuquilla el Alto	0.36	Tamazula de Gordiano	0.46
Tlaquepaque	6.65	La Huerta	0.71	Tapalpa	0.57
Tonalá	12.01	Ixtlahuacán de Los Membrillos	3.71	Tecalitlán	0.41
Acatic	2.49	Ixtlahuacán del Río	0.37	Tecolotlán	0.38
Acatlán de Juárez	0.34	Jalostotitlán	2.23	Techaluta de Montenegro	0.01
Ahualulco de Mercado	0.32	Jamay	1.31	Tenamaxtlán	-1.70
Amacueca	0.70	Jesús María	0.70	Teocaltiche	0.94
Amatitán	1.41	Jilotlán de los Dolores	-2.14	Teocuitatlán de Corona	-0.20
Ameca	1.26	Jocotepec	2.28	Tepatitlán de Morelos	1.69
Antonio Escobedo	0.12	Juanacatlán	2.25	Tequila	0.51
Arandas	3.31	Juchitlán	-0.47	Teuchitlán	0.22
El Arenal	2.46	Lagos de Moreno	2.36	Tizapán el Alto	1.14
Atemajac de Brizuela	-0.85	El Limón	-1.14	Tlajomulco de Zúñiga	3.07
Atengo	0.19	Magdalena	0.82	Tolimán	0.66
Antenguillo	-0.47	Manuel M. Diéguez	-2.64	Tomatlán	2.71
Atotonilco el Alto	1.39	La Manzanilla de la Paz	-0.47	Tonaya	-0.27
Atoyac	-1.05	Mascota	-0.72	Tonila	0.02
Autlán de Navarro	1.22	Mazamitla	1.58	Totatiche	-1.68
Ayotlán	1.30	Mexticacán	-1.30	Tototlán	0.74
Ayutla	-0.38	Mezquitic	-0.68	Tuxcacuesco	0.13
La Barca	1.27	Mixtlán	0.13	Tuxcueca	-0.10
Bolaños	-0.21	Ocotlán	1.66	Tuxpan	1.75
Cabo Corrientes	1.87	Ojuelos de Jalisco	1.50	Unión de San Antonio	1.32
Casimiro Castillo	1.36	Pihuamo	-0.68	Unión de Tula	0.59
Cihuatlán	2.00	Poncitlán	1.86	Valle de Guadalupe	-0.71
Ciudad Guzmán	1.76	Puerto Vallarta	6.86	Valle de Juárez	-1.15
Cocula	0.57	Purificación	1.66	San Gabriel (Venustiano Carranza)	-0.12
Colotlán	0.55	Quitupan	-1.42	Villa Corona	0.14
Concepción de Buenos Aires	-1.88	El Salto	6.70	Villa Guerrero	-2.06
Cuautitlán	0.17	San Cristóbal de la Barranca	-0.39	Villa Hidalgo	2.08
Cuautla	-0.87	San Diego de Alejandría	-0.54	Villa Obregón	-1.48
Cuquío	-0.57	San Juan de Los Lagos	2.44	Yahualica de González Gallo	-0.74
Chapala	1.53	San Julián	2.18	Zacoalco de Torres	0.31
Chimaltitán	-2.09	San Marcos	1.24	Zapotiltic	1.08
Chiquilistlán	0.35	San Martín de Bolaños	-2.55	Zapotitlán de Vadillo	-1.22
Degollado	1.14	San Martín Hidalgo	2.01	Zapotlán del Rey	1.72
Ejutla	-1.42	San Miguel el Alto	0.24	Zapotlanejo	1.17
Encarnación de Díaz	1.78	Gómez Farías	0.99		
Etzatlán	0.71	San Sebastián del Oeste	-1.43		
El Grullo	0.66	Santa María de los Angeles	-1.72		

FUENTE: INEGI. Perfil Sociodemográfico, 1990. Jalisco, VI Censo General de Población y Vivienda.

**INCREMENTO DE LA POBLACIÓN ESTATAL EN EL PERÍODO 1960-1990
Y PORCENTAJE DE PARTICIPACIÓN EN EL TOTAL DEL ESTADO**

Cuadro 1.6

AÑO	POBLACION	INCREMENTO	TASA DE CRECIMIENTO
1960	2 443 261	696 484	3.35
1970	3 296 586	853 325	3.20
1980	4 371 998	1 075 412	2.73
1990	5 302 689	930 691	1.98
1995	5 991 176	688 487	

FUENTE: INEGI. Perfil Sociodemográfico, 1990. Jalisco, XI Censo General de Población y Vivienda.
INEGI. Resultados Definitivos Tabulados Básicos, 1995. Jalisco, Censo de Población y Vivienda.

REGION		CUENCA		% DE LA SUPERFICIE
CLAVE	NOMBRE	CLAVE	NOMBRE	ESTATAL
RH12	Lerma-Santiago	B	R. Lerma-Salamanca	1.20
		C	R. Lerma-Chapala	2.30
		D	L. Chapala	6.20
		E	R. Santiago-Guadalajara	11.90
		F	R. Santiago-Aguamilpa	1.00
		I	R. Verde-Grande	15.00
		J	R. Juchipila	0.60
		K	R. Bolaños	7.80
L	R. Huaynamota	4.80		
RH13	Huicicila	A	R. Cuale-Pitillal	1.80
RH14	Ameca	A	Presas La Vega-Cocula	2.80
		B	R. Ameca-Atenguillo	4.60
		C	R. Ameca-Ixtapa	4.00
RH15	Costa de Jalisco	A	R. Chapala-Purificación	5.03
		B	R. San Nicolás-Cuitzmala	4.90
		C	R. Tomatlán-Tecuán	4.80
RH16	Armería-Coahuayana	A	R. Coahuayana	5.60
		B	R. Armería	10.10
RH18	Balsas	J	R. Tepalcatepec	4.90
RH37	El Salado	F	San Pablo y otras	0.40

FUENTE: CGSNEGI. Carta Hidrológica de Aguas Superficiales, 1: 1 000 000.

APROVECHAMIENTO	NOMBRE	LOCALIDAD	CONDUCTIVIDAD mmhos/cm ²	RAS	CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO	COORDENADAS
PRESA	STA. ROSA	STA. ROSA	0.3167	1.77	C2-S1	20°50' 103°42'
PRESA	LA VEGA	TALA	0.3294	4.09	C2-S1	20°39' 103°50'
RIO	SANTIAGO	PUENTE GRANDE	0.6081	3.15	C2-S1	20°35' 103°09'
PRESA	LA ZURDA	ZAPOTLANEJO	0.2280	0.69	C1-S1	20°41' 102°59'
PRESA	LAGUNILLAS	ACATIC	0.3420	1.39	C2-S1	20°47' 102°52'
PRESA	LA RED	TEPATITLAN	0.1393	0.65	C1-S1	20°43' 102°48'
LAGO	CAJITITLAN	CAJITITLAN	0.6588	3.87	C2-S1	20°25' 103°20'
RIO	SANTIAGO	OCOTLAN	0.3801	1.22	C2-S1	20°19' 102°47'
P. DE TRATAMIENTO	LA BARCA	LA BARCA	0.5448	9.43	C2-S3	20°16' 102°33'
RIO	LERMA	LA BARCA	0.3927	2.31	C2-S1	20°15' 102°33'
LAGO	CHAPALA	CHAPALA	0.7221	2.39	C2-S1	20°17' 103°12'
LAGO	SAN MARCOS- ZACOALCO	SAN MARCOS	6.7151	195.60	C4-S1	20°19' 103°32'
LAGO	SAYULA	SAYULA	1.0769	27.83	C3-S4	20°04' 103°32'
PRESA	EL NOGAL	TAPALPA	0.0760	0.60	C1-S1	19°54' 103°47'
LAGO	ZAPOTLAN	CD. GUZMAN	0.8488	2.93	C3-S1	19°46' 103°28'
RIO	TUXPAN	TUXPAN	0.5068	1.59	C2-S1	19°36' 103°19'
RIO	TAMAZULA	TAMAZULA	0.2407	0.62	C1-S1	19°41' 103°15'
PRESA	VALLE DE JUAREZ	VALLE DE JUAREZ	0.1723	0.67	C1-S1	19°56' 102°58'
RIO	CIHUATLAN	CIHUATLAN	0.1723	0.32	C1-S1	19°14' 104°33'
RIO	PURIFICACION	AGUA CALIENTE	0.5448	1.45	C2-S1	19°21' 104°53'
RIO	CUITZMALA	RESERVA DE LA BIOSFERA	0.0962	0.37	C1-S1	19°25' 104°58'
RIO	SAN NICOLAS	PUENTE QUEMADO	0.0709	0.51	C1-S1	19°39' 105°11'
PRESA	CAJON DE PEÑA	TOMATLAN	0.1114	0.82	C1-S1	19°59' 105°12'
RIO	PURIFICACION	PURIFICACION	0.1114	0.61	C1-S1	19°38' 104°33'
RIO	AYUQUILA MARGEN DERECHA	INGENIO EL GRULLO	0.3040	0.94	C2-S1	19°48' 104°14'
RIO-CANAL	AYUQUILLA MARGEN IZQUIERDA	EL GRULLO	0.2153	0.59	C1-S1	19°48' 104°12'
PRESA	LAS PIEDRAS	EL LIMON	0.4054	0.92	C2-S1	19°54' 104°03'
PRESA	TRIGOMIL	UNION DE TULA	0.2229	0.65	C1-S1	19°58' 104°22'
PRESA	TACOTAN	TACOTAN	0.1368	0.59	C1-S1	20°02' 104°19'
LAGO	ATOTONILCO	VILLA CORONA	6.9680	136.83	C4-S1	20°24' 103°39'
MANANTIAL	COLOMOS	GUADALAJARA	0.2280	2.51	C1-S1	20°43' 103°20'

PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN USO, CAPACIDAD INSTALADA Y VOLUMEN TRATADO SEGÚN MUNICIPIO Y TIPO DE SERVICIO 1995

Cuadro 5.1.b
Continúa

MUNICIPIO Y TIPO DE SERVICIO	PLANTAS DE TRATAMIENTO a/						CAPACIDAD INSTALADA a/ (Litros por segundo)	VOLUMEN TRATADO (metros cúbicos por año)
	TOTAL	LAGUNA FACULTATIVA	LODOS ACTIVADOS	LAGUNAS DE OXIDACION	SEDIMENTACION	OTROS b/		
ESTADO	113	10	25	19	23	36	2 957.3	61 023 610.7
PUBLICO	60	10	15	15	5	15	2 957.3	44 768 505.6
PRIVADO	53		10	4	18	21	ND	16 255 105.1
ANTONIO ESCOBEDO	1	1					10.4	315 360.0
PUBLICO	1	1					10.4	315 360.0
ATOYAC	1			1			30.0	630 720.0
PUBLICO	1			1			30.0	630 720.0
CABO CORRIENTES	1	1					3.0	94 608.0
PUBLICO	1	1					3.0	94 608.0
CASIMIRO CASTILLO	2	2					4.0	63 072.0
PUBLICO	2	2					4.0	63 072.0
CHAPALA	4		2	1		1	ND	2 492 605.4
PUBLICO	3		2	1			93.0	2 459 808.0
PRIVADO	1					1	ND	32 797.4
CIHUATLAN	1			1			10.0	315 360.0
PUBLICO	1			1			10.0	315 360.0
EL SALTO	25		2	1	9	13	ND	2 685 511.2
PUBLICO	1		1				50.0	788 400.0
PRIVADO	24		1	1	9	13	ND	1 897 111.2
GUACHINANGO	1					1	5.0	126 144.0
PUBLICO	1					1	5.0	126 144.0
GUADALAJARA	1					1	20.0	283 824.0
PUBLICO	1					1	20.0	283 824.0
IXTLAHUACAN DE LOS MEMBRILLOS	3			1	1	1	ND	1 836 972.0
PUBLICO	1		21X			1	22.0	693 792.0
PRIVADO	2		1	1			ND	1 143 180.0
JAMAY	1			1			40.0	1 261 440.0
PUBLICO	1			1			40.0	1 261 440.0
JOCOTEPEC	3		1	2			85.0	2 254 824.0
PUBLICO	3		1	2			85.0	2 254 824.0
JUANACATLAN	1			1			40.0	630 720.0
PUBLICO	1			1			40.0	630 720.0
LA BARCA	1			1			60.0	1 892 160.0
PUBLICO	1			1			60.0	1 892 160.0
LA HUERTA	1	1					20.0	264 902.4
PUBLICO	1	1					20.0	264 902.4
LAGOS DE MORENO	2		2				ND	552 826.1
PRIVADO	2		2				ND	552 826.1
MASCOTA	1	1					15.0	268 056.0
PUBLICO	1	1					15.0	268 056.0
MEXTICACAN	1	1					10.0	283 824.0
PUBLICO	1	1					10.0	283 824.0
MIXTLAN	1	1					2.0	63 072.0
PUBLICO	1	1					2.0	63 072.0
OCOTLAN	2		1	1			ND	4 143 199.7
PUBLICO	1			1			130.0	4 099 680.0
PRIVADO	1		1				ND	43 519.7
OJUELOS DE JALISCO	1		1				ND	6 622.6
PRIVADO	1		1				ND	6 622.6
PONCITLAN	3		1			2	ND	2 349 432.0
PUBLICO	1					1	35.0	819 936.0
PRIVADO	2		1			1	ND	1 529 496.0
PUERTO VALLARTA	21		7	3	4	7	2 047.4	20 955 672.0
PUBLICO	21		7	3	4	7	2 047.4	20 955 672.0
SAN DIEGO DE	1	1					6.0	148 219.2

PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN USO, CAPACIDAD INSTALADA Y VOLUMEN TRATADO SEGÚN MUNICIPIO Y TIPO DE SERVICIO 1995

Cuadro 5.1.b
Conclusión

ALEJANDRIA									
PUBLICO	1	1						6.0	148 219.2
SAN JUAN DE LOS LAGOS	1		1					ND	19 867.7
PRIVADO	1		1					ND	19 867.7
SAN SEBASTIAN DEL OESTE	1	1						5.0	157 680.0
PUBLICO	1	1						5.0	157 680.0
TALA	1					1		40.0	1 261 440.0
PUBLICO	1					1		40.0	1 261 440.0
TALPA DE ALLENDE	1			1				10.0	315 360.0
PUBLICO	1			1				10.0	315 360.0
TEOCALTICHE	1		1					ND	11 668.3
PRIVADO	1		1					ND	11 668.3
TEPATITLAN	1			1				ND	38 473.9
PRIVADO	1			1				ND	38 473.9
TIZAPAN EL ALTO	1		1					28.0	883 008.0
PUBLICO	1		1					28.0	883 008.0
TLAJOMULCO DE ZUÑIGA	8		1		5	2		ND	1 988 975.5
PUBLICO	3		1		1	1		55.0	1 561 032.0
PRIVADO	5				4	1		ND	427 943.5
TLAQUEPAQUE	5				3	2		ND	329 551.2
PRIVADO	5				3	2		ND	329 551.2
TONALA	1					1		ND	599.18
PRIVADO	1					1		ND	599.18
TOTOTLAN	1			1				ND	91 454.4
PRIVADO	1			1				ND	91 454.4
TUXCUECA	2		2					36.0	473 040.0
PUBLICO	2		2					36.0	473 040.0
TUXPAN	1				1			ND	10 100 980.8
PRIVADO	1				1			ND	10 100 980.8
VILLA CORONA	1			1				9.0	283 824.0
PUBLICO	1			1				9.0	283 824.0
ZACOALCO DE TORRES	1					1		17.0	630 720.0
PUBLICO	1					1		17.0	630 720.0
ZAPOPAN	6		1	1	1	3		ND	517 821.1
PUBLICO	2			1		1		19.5	488 808.0
PRIVADO	4		1		1	2		ND	29 013.1

FUENTE: Comisión Nacional del Agua, Gerencia Estatal, Subgerencia de Operación Técnica, 1996.

a) Comprende lagunas aeradas, tanque primario, tanque IMHOFF, discos biológicos, reciclado de lodos, aeración, sedimentación, cloración, y rehidratación, oxidación biológica, laguna de estabilización, pretratamiento fosa séptica, tratamiento primario y secundario.

RELACIÓN DE OBRAS HIDRÁULICAS DEL ESTADO DE JALISCO

Cuadro 5.1.c

Continúa

CLAVE	NOMBRE	MUNICIPIO	CAP. UTIL (Millones m ³)
1	P. La Cantera	Lagos de Moreno	1.07
2	B. Corrales	Lagos de Moreno	0.9
3	B. San Luis Gonzaga	Lagos de Moreno	0.1
4	B. El Saucito	Ojuelos	0.7
5	P. Dolores	Ojuelos	1.4
6	P. Los Pollos	Zapotlanejo	0.711
7	P. Guadalupe Matancillas	Ojuelos	1.18
8	P. Carricillo	Acatic	
9	P. La Guaracha	Ocotlán	4.7
10	P. El Trigo	Magdalena	2.4
11	Laguna Colorada	Antonio Escobedo	19.8
12	P. La Yerbabuena	Teocuitatlán de Corona	5.65
13	B. Tanque Nuevo	Ojuelos	0.2
14	P. El Cuarenta	Lagos de Moreno	29.0
15	P. Partidas	Zapotlanejo	2.6
16	P. La Joya	Zapotlanejo	5.0
17	B. San Jacinto	Atotonilco	0.45
18	B. Pretil Grande	Atotonilco	2.0
19	P. La Arcina	La Barca	7.2
20	P. La Mina	La Barca	0.93
21	P. La Grulla	Ocotlán	3.2
22	P. Los Sabinos	Chapala	2.2
23	P. La Higuera	Ayutla	0.08
24	P. Ojo de Agua	San Martín Hidalgo	2.6
25	P. Cerro Blanco	San Miguel El Alto	0.922
26	P. San Antonio	Cocula	0.77
27	P. San Isidro	Jalostotitlán	0.63
28	P. Las Tortugas	Jalostotitlán	0.929
29	P. Los Laureles	San Juan de Los Lagos	0.832
30	P. La Noria	Zapotlán del Rey	0.696
31	P. La Colonia	Zapotlán del Rey	5.77
32	P. Chila	Zapotlán del Rey	0.625
33	P. La Cañada	Zapotlán del Rey	0.5
34	P. El Sauz	Zapotlán del Rey	0.5
35	P. El Volantín	Tizapán el Alto	13.4
36	P. Huejotitlán	Teocuitatlán de Corona	6.73
37	P. Miraplanes	Tenamaxtlán	3.5
38	P. Don Gil o Copales	Tenamaxtlán	3.25
39	P. Los Organos	Tenamaxtlán	0.75
40	P. Montenegro	Cocula	1.5
41	P. San Joaquín	Cocula	2.4
42	P. Casa Blanca	Cocula	0.5
43	P. El Verde	Cocula	0.9
44	B. San José de La Saucedá	Cocula	3.55
45	B. El Molino	Cocula	0.5
46	P. Santa Teresa	Cocula	0.5
47	P. El Tecuán	Villa Dorada	0.85
48	P. Las Tuzas	Villa Corona	5.0
49	P. La Ciénega	Villa Corona	1.2
50	P. Alcaparrosa	Unión de Tula	5.68
51	P. San Joaquín	Atotonilco El Alto	3.1
52	P. Pajaritos	Atotonilco El Alto	1.7
53	P. Charco Azul	Unión de Tula	5.67
54	P. El Castillo	Unión de Tula	0.340
55	P. La Calera	Zacoalco de Torres	5.0
56	B. Guanajuatillo	Ayo El Chico	1.7
57	B. La Fundición	Hostotipaquillo	0.147
58	P. Labor de Guadalupe	Hostotipaquillo	1.8
59	B. Las Moras	Tecalitlán	0.36
60	B. Puentecitas o Gorupo	Tecalitlán	0.13
61	P. La Concha	Tecalitlán	1.7
62	P. Huitzilacates	Tecalitlán	0.700

RELACIÓN DE OBRAS HIDRÁULICAS DEL ESTADO DE JALISCO

Cuadro 5.1.c
Continuación

63	P. Los Gigantes	Cuquilo	7.000
64	P. Santa Rosalía	Etzatlán	0.325
65	P. Coatepec	Etzatlán	1.5
66	P. Palo Verde	Etzatlán	4.3
67	P. El Nogal	Tapalpa	18.1
68	P. El Ahogado	El Salto	4.2
69	P. Hurtado	Acatlán de Juárez	22.008
70	P. La Paz o Saucillo	Lagos de Moreno	6.850
71	P. Poncitlán	Poncitlán	4.773
72	P. La Merced	Lagos de Moreno	2.0
73	P. La Cruz	Lagos de Moreno	2.0
74	P. La Duqueza	Lagos de Moreno	6.0
75	P. El Estribón	Yahualica	6.1
76	P. Municipio (Nueva)	Villa Hidalgo	0.5
77	P. La Tinaja	Poncitlán	2.1
78	P. Valerio	Lagos de Moreno	9.0
79	P. Huaxtla	Arenal	1.8
80	P. Cuxpala	Tala	2.75
81	P. Agua Prieta	Tala	1.9
82	B. El Carrizo	Tala	0.3
83	B. Bellavista	Ojuelos	0.654
84	B. El Portugués	Ojuelos	0.06
85	P. Guadalupe Vaquerías	Ojuelos	1.0
86	B. El Rosario	Ojuelos	0.37
87	B. San Pedro	Tecalitlán	0.900
88	P. El Pasamán	Pihuamo	2.94
89	P. Ejido Pihuamo	Pihuamo	5.5
90	P. El Rincón	Zapotiltic	2.3
91	P. La Higuera	Tuxpan	6.3
92	P. Los Mezquites	Hueriquilla	5.0
93	P. González Gallo	Villa Hidalgo	2.4
94	P. Los Mimbres	Villa Hidalgo	0.394
95	P. La Tinaja	Villa Hidalgo	0.091
96	B. San Juan de Los Arcos	Tala	4.0
97	B. Chicamilpa	Tala	0.36
98	B. La Tinaja	Etzatlán	0.237
99	P. El Llano	Ixtlahuacán de Los Membrillos	0.97
100	B. El Saucillo	Lagos de Moreno	0.9
101	P. Juan Vaqueros	Lagos de Moreno	3.3
102	B. Nana Dolores	Lagos de Moreno	0.63
103	B. Pozo Hondo	Lagos de Moreno	0.18
104	B. El Saltito	Cocula	0.225
105	B. San Agustín	Unión de Tula	0.65
106	P. El Cuervo	Tlajomulco de Zúñiga	0.8
107	B. Magdalena o Lázaro	Tlajomulco de Zúñiga	0.2
108	P. Los Pérez	Colotlán	2.5
109	P. Guadalupe	Encarnación de Díaz	4.2
110	P. El Chayote	Jocotepec	0.22
111	P. El Aniego (El Amigo)	Ixtlahuacán de Los Membrillos	0.5
112	B. San José (Santa Lucía)	Zapopan	0.5
113	P. Santa Cruz de La Soledad	Chapala	1.018
114	P. El Molino	Tlajomulco de Zúñiga	1.200
115	P. El Guayabo	Tlajomulco de Zúñiga	1.300
116	P. La Aurora	Ojuelos	1.54
117	P. La Cebolleta	Ojuelos	1.20
118	B. La Purísima (Chinampas)	Ojuelos	0.2
119	B. Purísima de Encinillas	Ojuelos	0.3
120	P. Vidal García Amezcua	Tamazula de Gordiano	3.5
121	P. Coina	Tototlán	3.0
122	P. Ojo de Agua	San Martín Hidalgo	2.6
123	P. Santa Elena	San Julián	2.73
124	P. Peñas Blancas	San Diego de Alejandría	1.50

RELACIÓN DE OBRAS HIDRÁULICAS DEL ESTADO DE JALISCO

Cuadro 5.1.c
Continuación

125	P. Las Palmas	Teocaltiche	0.309
126	B. El Patojo	Degollado	0.75
127	P. Peñas de León	San Juan de Los Lagos	2.10
128	P. Tenasco	Santa María de Los Angeles	10.0
129	P. La Vega	Ameca	44.0
130	P. Villa Guerrero (La Boquilla)	Villa Guerrero	2.35
131	P. El Tule	Arandas	28.9
132	B. Castro Urdiales	Tala	0.16
133	P. La Estancia	Pihuamo	0.5
134	P. La Calera	Teocaltiche	1.8
135	P. El Llano	Magdalena	1.45
136	B. La Higuera	Antonio Escobedo	0.050
137	P. San Miguel	San Miguel El Alto	2.7
138	D. Del Carmen	Ahualulco de Mercado	
139	D. Citalapa	Ahualulco de Mercado	
140	D. El Taray	Ahualulco de Mercado	
141	P. Derv. Corona	Poncitlán	
142	P. Bellavista	Acatlán de Juárez	0.5
143	P. Ramón Corona (Trigomil)	Unión de Tula	250.0 (cap. almac.)
144	P. Puente Grande	Tonalá	
145	P. Palo Verde	Degollado	1.100
146	P. Cruz Blanca	Tlajomulco de Zúñiga	1.6
147	P. Ajojuar	Teocaltiche	2.9
148	P. San Nicolás	Acatlán de Juárez	0.5
149	P. Heraclio Quezada	Degollado	2.82
150	P. Vicente C. Villaseñor	Valle de Juárez	16.0
151	B. María Luisa (El Cajón)	Ojuelos	0.20
152	B. Sabinilla	Ayotlán	0.120
153	P. El Cerrito	Ayotlán	18.0
154	P. San Ignacio	Lagos de Moreno	1.4
155	P. San Isidro (San Pedro)	Lagos de Moreno	0.6
156	P. Los Mimbres	Ojuelos	0.9
157	B. El Refugio	Unión de San Antonio	0.5
158	Laguna de Cajititlán	Tlajomulco de Zúñiga	45.0
159	P. Las Amapolas	San Diego de Alejandria	1.0
160	P. Mexicacán	Mexicacán	1.3
161	P. Guadalupe	San Diego de Alejandria	0.5
162	P. Plan de Mezcala	Tepatitlán	0.7
163	P. Tacotán	Unión de Tula	145.0
164	P. San Antonio	Teocaltiche	4.9
165	P. Estanzuela (Presidio)	Cocula	0.75
166	P. La Red	Tepatitlán	13.5
167	P. La Playa (Oconahua)	Etzatlán	0.6
168	P. Lagunillas	Acatic	10.7
169	P. El Gato	San Miguel El Alto	0.55
170	P. San Ignacio	Villa Hidalgo	1.46
171	P. Juiquinaque	Villa Hidalgo	6.55
172	P. Corrinchis	Mascota	16.5
173	B. San Fernando	San Diego de Alejandria	
174	P. San Pedro	Encarnación de Díaz	
175	P. San Agustín	Lagos de Moreno	1.7
176	B. La Azucena	San Diego de Alejandria	
177	P. El Rayo	Lagos de Moreno	0.6
178	P. El Pochote	Tecolotlán	6.30
179	B. Santa Rita	Unión de San Antonio	
180	P. Santa Genoveva	Unión de San Antonio	
181	P. Las Rusias	Tonalá	Fuera de Servicio
182	P. Helizondo	Tlajomulco de Zúñiga	5.0
183	P. Cajón de Peña	Tomatlán	360.0
184	P. Santa Rosa (M. M. Diéguez)	Amatitlán	290.0
185	P. B. Vadillo (Las Piedras)	Ejutla	120.0
186	P. Los Sauces	Ixtlahuacán del Río	9.95

RELACIÓN DE OBRAS HIDRÁULICAS DEL ESTADO DE JALISCO

Cuadro 5.1.c
Continuación

187	P. El Jihuite	Tepatitlán	5.0
188	P. La Saucedá	Lagos de Moreno	14.0
189	B. Temastlán	Totatiche	0.12
190	P. La Joya (27 de Marzo)	Atoyac	18.3
191	P. Cuacuala	Cuquio	6.0
192	B. Palos Altos	Ixtlahuacán del Río	
193	P. Colimilla	Tonalá	
194	P. Intermedia	Tonalá	
195	P. Jalostotitlán	Jalostotitlán	
196	B. Los Azules	Tepatitlán	
197	P. El Rey	Lagos de Moreno	
198	P. Dominguillo	Ixtlahuacán del Río	5.0
199	P. Agua Caliente	Lagos de Moreno	
200	P. San José	Lagos de Moreno	
201	P. San Nicolás	Lagos de Moreno	
202	P. Las Trancas	Ixtlahuacán del Río	10.23
203	B. Las Pilas	Tecolotlán	
204	B. La Charca	Tenamaxtlán	
205	P. Cuisillo	La Barca	
206	B. Los Nopales	La Barca	No Almacena
207	P. Los Ramlrez	Ixtlahuacán del Río	138.0
208	P. La Calzada	La Barca	No Almacena
209	B. Los Cuartos	Tizapán El Alto	
210	B. El Horno	Tototlán	
211	B. La Yerbabuena	Tototlán	
212	B. La Cañada	Tuxcueca	
213	B. El Mirador	Zapotlán El Rey	
214	P. Santa Rosa	Teocuitatlán de Corona	
215	B. El Rincón	Zacoalco de Torres	
216	P. San Pablo	Ixtlahuacán del Río	5.4
217	B. El Chayán 1	Tonila	
218	B. El Chayán 2	Tonila	
219	B. La Esperanza	Tonila	
220	P. El Chilar	Acatlán de Juárez	
221	P. El Bajío	Juanacatlán	
222	P. El Encino	Juanacatlán	
223	P. Seca	Juanacatlán	
224	P. Santa Cruz de La Loma	Tlajomulco de Zúñiga	0.102
225	P. La Calera	Encarnación de Díaz	1.350
226	P. Santa Rosa	Tepatitlán	3.300
227	B. El Tutillo	Yahualica	0.300
228	P. Mosquillo	Yahualica	4.000
229	P. El Cajuelín	Lagos de Moreno	1.200
230	B. Potrero del Bajío	Lagos de Moreno	0.350
231	B. Santa Rita	Lagos de Moreno	0.250
232	B. Los Torreones	Ojuelos	0.160
233	P. San Juan	San Juan de Los Lagos	1.000
234	P. San Martín	Tequila	1.000
235	P. El Barro	Villa Corona	0.240
236	P. San Martín	Villa Corona	1.000
237	P. Sociedad San Patricio	Cihuatlán	0.259
238	P. Agua Caliente	La Huerta	1.231
239	P. Cuitzala	La Huerta	9.266
240	B. Las Boyas	Tecolotlán	0.155
241	P. Bajo Mascota	Puerto Vallarta	4.000
242	P. Campamento	Puerto Vallarta	0.800
243	P. Cuapinole (1-2)	Puerto Vallarta	4.400
244	P. Cuapinole Pitillal	Puerto Vallarta	2.200
245	P. Del Valle	Atotonilco	1.000
246	P. Mezquite Gacho	Atotonilco	1.000
247	P. Los Sabinos	Atotonilco	2.200
248	P. Los Gatos	La Barca	2.000

RELACIÓN DE OBRAS HIDRÁULICAS DEL ESTADO DE JALISCO

Cuadro 5.1.c
Conclusión

249	P. Ojo de Agua	La Barca	2.600
250	P. San Carlos	La Barca	1.000
251	P. Tarengo	La Barca	1.000
252	P. Ixtlahuacán	Ixtlahuacán de Los Membrillos	1.000
253	P. Palo Alto	Ocotlán	0.600
254	P. Oso Blanco	Tototlán	2.800
255	B. San Isidro	Tototlán	0.151
256	P. Las Cebollas	Tuxcueca	0.500
257	P. Las Bayas	Teocuitatlán de Corona	0.145
258	P. Catarina	Zacoalco de Torres	2.426
259	P. Los Nanytos	Tonila	
260	P. Achimec	Huejucar	9.000
261	P. La Soledad	Huejuquilla	0.200
262	P. El Pueblo	Totatiche	0.300
263	P. Tecalitlán	Villa Guerrero	3.000
264	P. Colotitlán	Tenamaxtlán	0.350
265	P. Texcalame	Ameca	2.470
266	P. Agua Zarca	Totatiche	1.350

FUENTE: Comisión Nacional del Agua, Subgerencia de Operación Técnica, 1996.

DATOS GENERALES DE LAS ESTACIONES HIDROMÉTRICAS EN EL ESTADO DE JALISCO

Cuadro 5.1.d

No.	NOMBRE	CORRIENTE	CUENCA	AREA DRENADA Km ²	V. MEDIO ANUAL Mm ³	GASTO MEDIO ANUAL m ³ /Seg	MAXIMO m ³ /Seg	MINIMO m ³ /Seg	PERIODO	APARATO
1	Ajojuar	R. Aguascalientes	R. Verde	6 597	33 465.9	1.056	13.896	0.040	1994	EML
2	Atequiza II	Canal Atequiza	R. Santiago		8 705.23	3.329	8.143	0.056	1994	
3	Bolaños	R. Bolaños	R. Santiago	11 900	72 519.42	27.282	607.866	0.610	1995	EML
4	Cajón de Peña	R. Tomatlán	R. Tomatlán	1 102	1 608.649	0.609	1.207	0.177	1995	EML
5	Calerita	R. Teocaltiche	R. Verde	284	899.013	0.341	10.773	0.042	1995	EM
6	Canoas	R. Armería	R. Armería	3 523	34 504.156	13.135	59.763	3.950	1995	EML
7	Corona	R. Santiago	R. Santiago	47 382	1 352.633	0.516	3.007	0.157	1994	EML
8	Corronchis II	R. Mascota	R. Ameca	495	5 449.397	2.059	8.145	0.033	1995	EML
9	Cuixtla	R. Cuixtla	R. Santiago	854	7 463.922	2.814	58.225	0.165	1995	EM
10	El Chiflón	R. Purificación	R. Purificación	324	8 054.266	3.050	19.157	0.033	1994	EML
11	El Corcovado	R. Armería	R. Armería	2 406	19 071.588	7.254	23.421	0.188	1995	EML
12	El Cuale	R. Cuale	R. Cuale		12 735.439	4.830	72.479	0.147	1995	
13	San Diego	R. Quitupan	R. Tepalcatepec	227	28.9					
14	El Nogal	R. Tatalpa	R. Tuxcacuesco	220	1 271.476	0.485	1.640	0.023	1995	EML
15	El Rosario	R. Tuxcacuesco	R. Armería	3 486	20 391.804	7.764	101.338	2.408	1995	EML
16	El Salitre	R. Cocula	R. Ameca	643	272.05	0.103	2.679	0.000	1994	EML
17	El Zapote	R. Tlaltenango	R. Bolaños	2 553	8 407.808	3.194	90.637	1.050	1994	EML
18	Huascato	R. Huastaco	R. Lerma	312	2 828.555	1.078	31.389	0.062	1995	EML
19	La Cuña	R. Verde	R. Santiago	19 097	39 821.478	15.089	365.939	0.497	1995	EML
20	La Desembocada	R. Mascota	R. Ameca	2 056	13 021.027	4.944	26.636	0.384	1995	EML
21	La Experiencia	R. San Juan de Dios	R. Santiago	217	8 975.475	3.410	55.827	1.612	1994	EML
22	La Gloria	R. Colotlán	R. Tlaltenango	3 105	2 560.715	0.970	24.475	0.134	1995	EML
23	Lagos	R. Lagos	R. Verde	2 397	1 586.685	0.607	31.908	0.015	1995	EML
24	Paso del Sabino	R. Aguascalientes	R. Verde	10 559	6 599.548	2.504	57.933	0.032	1995	EML
25	Pte. Ferrocarril	R. Ahualulco	R. Ameca	243	1 499.835	0.569	13.732	0.009	1995	EML
26	Quito	R. Tuxpan	R. Coahuayana		36 469.036	13.794	116.966	0.494	1995	
27	San Cristóbal	R. Santiago	R. Santiago	80 336	75 608.558	27.393	485.955	5.856	1994	EML
28	San Gaspar	R. Lagos	R. Verde	4 390	4 871.708	2.446	109.432	0.090	1994	EML
29	Santa Rosa	R. Santiago	R. Santiago	82 352	152 380.087	57.798	505.996	6.360	1995	EML
30	Tecomates	R. Tecomates	R. Purificación	117	4 495.435	1.707	16.288	0.017	1995	EML
31	Yerécuaro	R. Lerma	R. Lerma		31 513.060	11.945	214.679	0.065	1995	
32	El Pinito	R. Huejuquilla	R. San Juan	140	11 349.6	1.636	12.800	0.226	1994	EML
33	San Martín Hidalgo	R. San Martín Hidalgo	R. Ameca	120	130.86	0.049	0.461	0.004	1994	EML
34	La Zopilota	A. La Zopilota	R. Purificación	99	2 533.45	0.960	7.068	0.016	1995	EML
35	Cuitzamala	R. Cuitzamala	R. Cuitzamala	1 080	58 023.054	22.094	161.049	2.025	1995	EML
36	Higuera Blanca	R. San Nicolás	R. San Nicolás	2 315	194 529.12	73.720	347.914	4.344	1995	EML
37	San Gregorio	R. Covianes	R. Tuxpan	187	5 866.98	2.228	48.663	0.068	1995	EML
38	Los Granjenos	Juitupán	R. Tepalcaltepec	171	1 146.36	0.437	2.053	0.028	1995	EML

FUENTE: Comisión Nacional del Agua, Subgerencia de Operación Técnica, 1996.

Leyenda: E=Escala
M=Molinete
L=Limnigrafo

**DISTRITOS DE RIEGO DEL ESTADO DE JALISCO POR REGIÓN
HIDROLÓGICA Y CUENCA**

Cuadro 5.1.e

R-H		CUENCA		DISTRITO DE RIEGO		
CLAVE	NOMBRE	CLAVE	NOMBRE	CLAVE	NOMBRE	
12	Lerma-Santiago	C	R. Lerma-Chapala	DR13a	Aprovechamiento río Lerma	
		D	L. Chapala	DR13n	El Fuerte	
				DR13ñ	Jamay	
				DR13l	Ejido Emiliano Zapata	
				DR135	Tizapán El Alto	
				DR13v	Acatlán de Juárez	
				DR13x	Amatitlán	
		E	R. Santiago-Guadalajara	DR13c	Aprovechamiento río Zula	
				DR13b	Aprovechamiento río Santiago	
					DR13e	Cajitlán
					DR13f	Canal Atequiza
					DR13g	Canal Aurora
					DR13h	Canal Las Pintas
					DR13i	Canal Zapotlanejo
					DR13j	Cuitzeo
					DR13o	La Colonia
					DR13k	Chila
		F	R. Santiago-Aguamilpa	DR13B	Magdalena	
		I	R. Verde-Grande	DR13d	Belén del Refugio	
				DR13m	El Cuarenta	
DR13p	Mexticacán					
DR13p	San Miguel El Alto					
Dr13u	Yahualica					
K	R. Bolaños	DR13t	Villa Guerrero			
		DR13v	Tenasco			
14	Ameca	A	Presa La Vega-Cocula	DR13c	Teuchitlán	
				DR13w	Ahualulco	
				DR13y	Ameca	
				DR13z	Baja río Ameca	
16	Armeria-Coahuayana	B	R. Armería	DR13z	Bajo río Ameca	
				DR15A	El Grullo-Autlán	

FUENTE: CGSNEGI. Carta Hidrológica de Aguas Superficiales, 1: 1 000 000.

ESTACIONES DE MONITOREO DEL AGUA SUPERFICIAL DEL ESTADO DE JALISCO

Cuadro 5.1.f

CLAVE	ZONA	DESCRIPCION DE LA ESTACION
E-1		Ocotlán, río Grande de Santiago
E-2		Poncitlán, río Grande de Santiago
E-3		Derivadora Corona
E-4		El Salto de Juanacatlán, río Grande de Santiago
E-5		Puente Grande, río Grande de Santiago
E-6		Planta Hidroeléctrica Las Juntas, río Grande de Santiago
E-7		Río Verde antes de su confluencia con río Grande de Santiago
E-8		Puente Arcediano, río Grande de Santiago
E-9	Centro	Puente Guadalupe, río Grande de Santiago
E-10		Presa Santa Rosa, río Grande de Santiago
E-11		Aguas abajo poblado de Ameca, río Ameca
E-30		Puente de la Comunidad, río Zula
E-31		Puente carretero Guadalajara-Ameca, río Salado
E-32		Aguas abajo de los ingenios Refugio y Tala, río Salado
E-33		Aguas arriba del poblado de Ameca, río Ameca
E-47		Puente Briseño, río Lerma.
E-34		Puente Carretero Ayutla-Talpa, río Ayutla
E-35		Puente el Corcovado, río Ayutla
E-36	Sureste	Aguas abajo del poblado de el Grullo, río Ayutla
E-37		Antes de su confluencia con el río Armería, río Ayuquila
E-38		Antes de su confluencia con el río Armería, río Tuxcacuesco
E-39		Después de su confluencia con el río Tuxcacuesco, río Ayuquila
E-24		Aguas arriba población de Lagos, río Lagos
E-25		Aguas abajo población de Lagos, río Lagos
E-26		Antes de su confluencia con el río Verde, río Lagos
E-27	Altos	Antes de su confluencia con el río Lagos, río Verde
E-28		Después de su confluencia con el río Lagos, río Verde
E-29		Puente Calderón, río Calderón
E-45	Norte	Aguas arriba Cía. Minera Bolaños, río Bolaños
E-46		Aguas abajo Cía. Minera Bolaños, río Bolaños
E-12		Puente Ixtapa, río Mascota
E-13		Puente Manuel López de la Vega, río Ameca
E-14		Playa las Glorias, margen derecha del emisor submarino
E-15		Playa las Glorias, junto al emisor submarino
E-16		Playa las Glorias, margen izquierda del emisor submarino
E-17		Playa los muertos
E-18		Río Purificación, antes de desembocar al mar
E-19		Río Cihuatlán, antes de desembocar al mar
E-20	Costa	Puente el Platanar, río Tuxpan
E-21		Puente San Rafael, río Tuxpan
E-22		Antes del poblado de Tamazula, río Tamazula
E-23		Después del poblado de Tamazula, río Tamazula
E-40		Antes de desembocar al mar, río Cuale
E-41		Puente carretero Melaque-Puerto Vallarta, río Cuitzmala
E-42		Puente carretero Tepic-Puerto Vallarta, río Pitillal
E-43		Puente carretero Melaque-Puerto Vallarta, río San Nicolás
E-44		Puente carretero Melaque-Puerto Vallarta, río Tomatlán

FUENTE: Comisión Nacional del Agua, Subgerencia de Administración del Agua, Gerencia Estatal de Jalisco, 1996.

NOTA: La clave corresponde a la asignada por la CNA.

PERMEABILIDAD	COBERTURA VEGETAL	PRECIPITACION MEDIA ANUAL (mm)	LOCALIZACION Y TOPOGRAFIA
Baja	Densa	600/800 700/2000 800/1200	Sierra los Huicholes Sierra Manantlán, Sierra Cacoma Sierra Lalo Flancos este y oeste de la Sierra los Huicholes
	Intermedia (Moderada)	600/800	
	Densa	2000 1000	Al noroeste de Jalostotitlán Al este de Tala Al este de Ayo el Chico
Media	Intermedia (Moderada)	800/1000	
	Escasa	600 600/700 800/1000	El flanco noroeste de la Sierra San Isidro Áreas cercanas a Teocaltiche Áreas cercanas a la Zona Metropolitana de Guadalajara
Alta	Densa	1200/1500 1000	Pequeñas áreas de la Sierra de Manantlán Volcán de Tequila
	Intermedia (Moderada)	800/1000 800	Sierra los Guajolotes Márgenes del Lago de Chapala
	Escasa	500/600 600/700 800/1000	Al oeste de Ojuelos Áreas cercanas a Santa Bárbara Poblados cerca de San Julián, San Miguel El Alto, San José de los Reynoso

FUENTE: CGSNEGI, Carta Hidrológica de Aguas Superficiales 1: 250 000

ZONA GEOHIDR.	ÁREA Km ²	APROV. CENSADOS	PROF. DEL NIVEL ESTÁTICO (en metros)	ABATIMIENTO MEDIO ANUAL (metros)	STD (ppm)	VOLÚMENES ANUALES (en millones de metros cúbicos)			CONDICIONES DE EXPLOTACIÓN		
						RECARGA	EXTRACCIÓN	DISPONIBILIDAD	SUBEXPLOTADO	EQUILIBRIO	SOBREEXPLOTADO
1	766.250	1109	1.5 a 110	.80	400	130.00	131.02	-1.02			✓
2	587.100	553	2 a 50	.50	317	100.80	103.00	-2.20			✓
3	576.500	410	3.3 a 30	.40	352	85.30	46.60	38.70	✓		
4	560.850	106	6 a 35	.30	277	30.00	17.40	12.60	✓		
5	2098.000	368	5 a 80	.50	431	64.82	54.50	10.32	✓		
6	3850.800	500	1 a 106	.50	279	250.00	190.00	60.00	✓		
7	1850.000	1299	6 a 75	1.00	690	123.20	92.70	30.50	✓		
8	3855.500	390	1 a 60	.40	561	290.00	230.00	60.00	✓		
9	3660.700	699	3 a 40	.40	350	230.00	93.00	137.00	✓		
10	4190.300	231	10 a 190	.30	223	45.00	22.00	23.00	✓		
11	7900.900	183	6 a 50	.20	344	132.00	24.00	108.00	✓		
12	4212.800	250	7 a 70	.40	280	90.00	39.00	51.00	✓		
13	7393.700	4	10 a 40	.20	200	50.00	0.60	49.40	✓		
14	1409.200	39	2 a 30	.10	250	120.00	30.00	90.00	✓		
15	1744.100	259	5 a 45	.20	689	25.00	11.20	13.80	✓		
16	4662.600	90	4 a 30	.10	278	57.00	11.00	46.00	✓		
17	4192.500	0	-----	.00	-----	7.84	0.00	7.84	✓		
18	3329.000	57	10 a 40	.10	991	17.52	6.00	11.52	✓		
19	4820.000	25	30 a 90	.20	300	45.00	5.00	40.00	✓		
20	3184.700	6	10 a 60	.10	300	41.61	0.40	41.21	✓		
21	1399.300	4	s/d	.10	200	5.00	0.30	4.70	✓		
22	1981.300	10	25 a 80	.10	154	6.55	1.00	5.54	✓		
23	314.800	3	110 a 180	.40	150	1.00	0.20	0.80	✓	✓	
24	2627.200	537	1 a 50	.30	6161	126.00	81.00	45.00	✓		
25	440.000	0	-----	.00	-----	1.45	0.00	1.45	✓		
26	4758.900	18	20 a 110	.20	300	8.90	2.67	6.23	✓		
27	1442.500	16	20 a 110	.25	300	2.70	1.33	1.36	✓		
28	2327.500	0	-----	.00	-----	30.41	0.00	30.41	✓		
TOTAL	80 137.000	7166				2117.12	1193.92	923.199			

FUENTE: Comisión Nacional del Agua. Gerencia Estatal Jalisco. 1994. modificada por INEGI, 1997.

ZONA	LOCALIZACIÓN	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS
1	Atoyac-Cacaluta	No. de manifestaciones: 6; Tipo: manantial mesotermal; Temperatura en °C: 26-40; Gasto en litros por segundo: 1; Composición: bicarbonatada sódica; pH: 7.2-8.1
2	San Marcos Evangelista-El Pantano	No. de manifestaciones: 8; Tipo: manantial hipertermal; Temperatura en °C: 43-92; Gasto en litros por segundo: 1; Composición: sulfato clorurada y bicarbonatada sódica; pH: 7.1-8.0
3	Los Pozos	No. de manifestaciones: 3; Tipo: manantial mesotermal; Temperatura en °C: 30-32; Gasto en litros por segundo: 10 a 50; Composición: bicarbonatada sódica; pH: 8.2-8.3
4	Acatlán de Juárez	No. de manifestaciones: 3; Tipo: mesotermal; Temperatura en °C: 30-31; Gasto en litros por segundo: 3 a 60; Composición: bicarbonatada sódica; pH: 7.8-8.2
5	Villa Corona	No. de manifestaciones: 12; Tipo: mesotermal; Temperatura en °C: 30-42; Gasto en litros por segundo: 5 a 20; Composición: bicarbonatada sódica; pH: 7.2-8.4
6	Atotonilco El Bajo	No. de manifestaciones: 2; Tipo: mesotermal; Temperatura en °C: 34-39; Gasto en litros por segundo: 1; Composición: bicarbonatada sódica; pH: 8.0-8.1
7	Estipac	No. de manifestaciones: 3; Tipo: manantial mesotermal; Temperatura en °C: 29; Gasto en litros por segundo: 3; Composición: bicarbonatada sódica; pH: 7.7-8.0
8	San Miguel Mazatepec	No. de manifestaciones: 5; Tipo: manantial hipertermal y mesotermal; Temperatura en °C: 32-67; Gasto en litros por segundo: 4-40; Composición: bicarbonatada sódica; pH: 7.8-8.4
9	Chapala Sur	No. de manifestaciones: 5; Tipo: manantial mesotermal; Temperatura en °C: 25-33; Gasto en litros por segundo: 5 a 20; Composición: bicarbonatada sódica; pH: 8.1-8.6
10	Jocotepec	No. de manifestaciones: 2; Tipo: mesotermal; Temperatura en °C: s/d; Gasto en litros por segundo: 1; Composición: bicarbonatada sódica; pH: 7.9-8.2
11	Chapala Norte	No. de manifestaciones: 6; Tipo: hipertermal; Temperatura en °C: 64-85; Gasto en litros por segundo: 2 a 4; Composición: bicarbonatada sódica; pH: 7.9-8.2
12	Poncitlán-Zapotlán del Rey	No. de manifestaciones: 7; Tipo: mesotermal; Temperatura en °C: 23-35; Gasto en litros por segundo: 1 a 3; Composición: bicarbonatada sódica; pH: 7.5-8.8
13	Agua Caliente	No. de manifestaciones: 14; Tipo: hipertermal y mesotermal; Temperatura en °C: 25-78; Gasto en litros por segundo: 1 a 64; Composición: bicarbonatada cálcica y bicarbonatada sódica; pH: 7.3-8.6
14	La Primavera-Sta. Rita-El Frayle	No. de manifestaciones: 7; Tipo: hipertermal y mesotermal; Temperatura en °C: 26-93; Gasto en litros por segundo: 40 a 60; Composición: bicarbonatada sódica; pH: 6.8-7.8
15	La Soledad	No. de manifestaciones: 9; Tipo: hipertermal y mesotermal; Temperatura en °C: 29-95; Gasto en litros por segundo: 5 a 30; Composición: bicarbonatada sódica; pH: 6.6-8.4
16	Colimilla	No. de manifestaciones: 3; Tipo: hipertermal; Temperatura en °C: 46-48; Gasto en litros por segundo: 10 a 40; Composición: bicarbonatada sódica; pH: 7.6-8.4

FUENTE: SEMARNAP. Comisión Nacional del Agua, 1996.

Nº	LUGAR	MUNICIPIO	GASTO litros por segundo
1	El Verde	Zacoalco de Torres	2
2	Soyatlán del Oro	Atengo	6
3	San José de Ornelas	Zapotlán del Rey	1
4	Santa Rosa	Ixtlahuacán de los Membrillos	1
5	Mezquitic	San Juan de los Lagos	0.5
6	Usmajac	Sayula	15
7	Sayula	Sayula	4
8	Ejido Ayotlán El Grande	Jesús María	10
9	Los Pozos	Acatlán de Juárez	8

FUENTE: Comisión Nacional del Agua, 1991.

NÚMERO	NOMBRE	ALTITUD (msnm)	GASTO PROMEDIO (lt / seg.)	CALIDAD DEL AGUA (STD en ppm)	TEMPERATURA (°C)	USO	LITOLOGÍA
1	COLOMOS	1600	216.0	130.0	22.4	POTABLE	ALUVIAL
2	ACHICHILCO	1600	15.0	150.0	19.1	ABREVADERO	ALUVIAL
3	EL CHIQUIHUITILLO	1840	S/D	123.0	25.3	DOMÉSTICO Y ABREVADERO	BASALTO
4	AGUA CALIENTE	1560	3.0	109.0	30.2	RECREATIVO Y DOMÉSTICO	BASALTO
5	SANTA FÉ	1900	0.5	121.0	23.8	RECREATIVO	VOLCANOCLÁSTICO
6	COYULA	1510	S/D	111.0	20.0	DOMÉSTICO	VOLCANOCLÁSTICO
7	EL REFUGIO	1730	S/D	90.7	21.7	POTABLE	BASALTO
8	EL AGUAJE	1820	S/D	54.7	18.4	ABREVADERO	BASALTO
9	SALTO DE COYOTES	1860	S/D	104.0	22.7	POTABLE	BASALTO
10	OJO DE AGUA	1920	2.0	53.3	25.7	DOMÉSTICO Y POTABLE	BRECHA VOLCÁNICA BÁSICA
11	ZAPOTLÁN DEL REY	1920	2.0	79.9	25.5	RECREATIVO Y DOMÉSTICO	TOBA ÁCIDA
12	LA MANZANILLA DE LA PAZ	2130	10.0	80.6	18.2	POTABLE	BASALTO ANDESÍTICO
13	TOLUQUILLA	1460	17.0	132.0	18.9	DOMÉSTICO Y RECREATIVO	BASALTO
14	TEPEHUAJE	1460	6.0	195.0	26.8	POTABLE Y ABREVADERO	BASALTO
15	SAN JUAN COSALÁ	1580	2.0	688.0	67.0	RECREATIVO	ALUVIAL
16	SOYATLÁN DEL ORO	1500	S/D	6636.0	S/D	DOMÉSTICO	BASALTO
17	MIXTLÁN	1800	S/D	1620.0	S/D	DOMÉSTICO	BASALTO
18	LOS ACHOTES	1500	36.0	289.0	18.0	DOMÉSTICO Y ABREVADERO	ANDESITA

msnm= metros sobre el nivel del mar; lt/seg.= litros por segundo; STD= sólidos totales disueltos; ppm= partes por millón; °C= grados centígrados

S/D= sin datos

FUENTE: SEMARNAP. Comisión Nacional del Agua, 1995.
 INEGI. Carta Hidrológica de Aguas Subterráneas F13-12, Inédita.
 INEGI. Proyecto Manantiales de la Costa de Jalisco, 1986.

Figuras

LOCALIZACION GEOGRAFICA

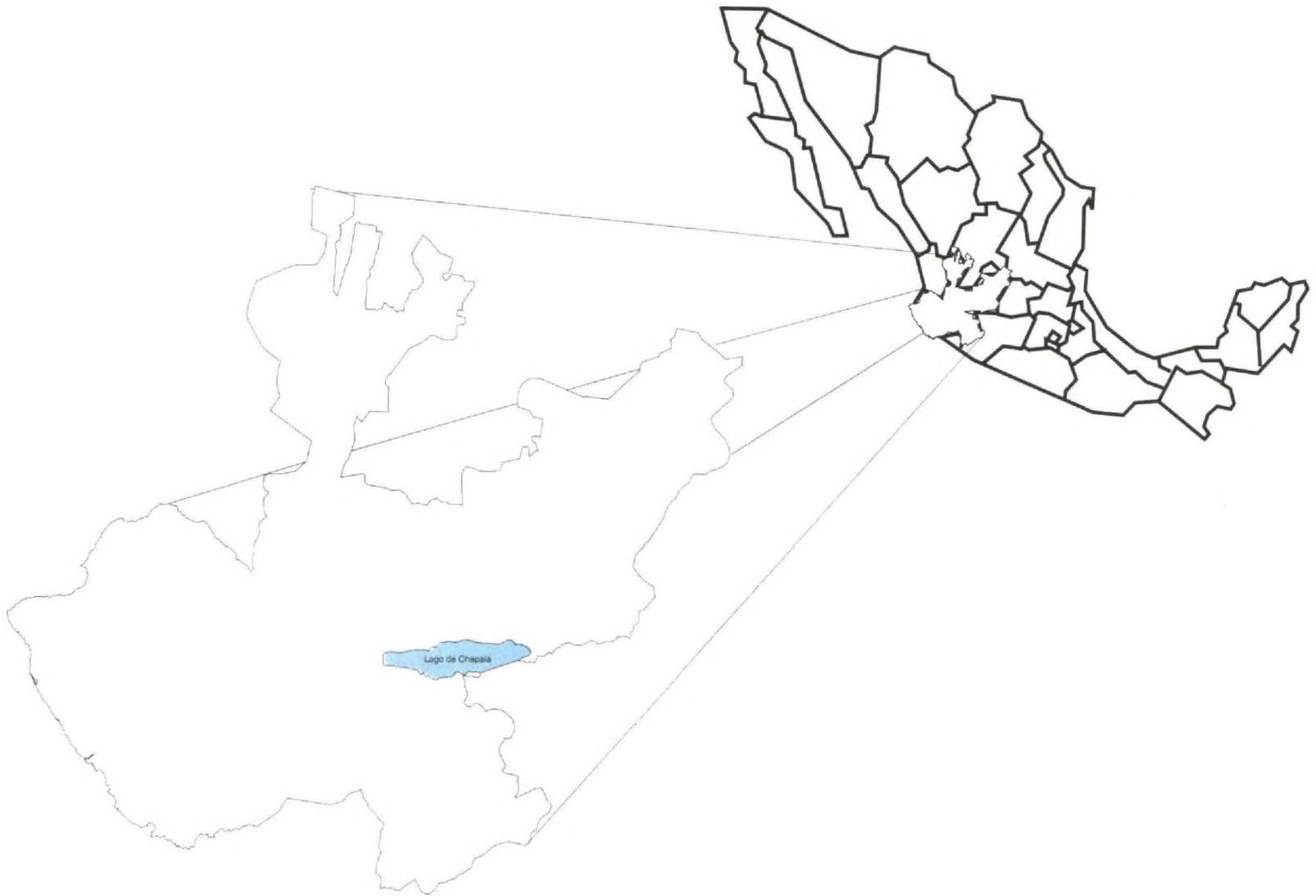
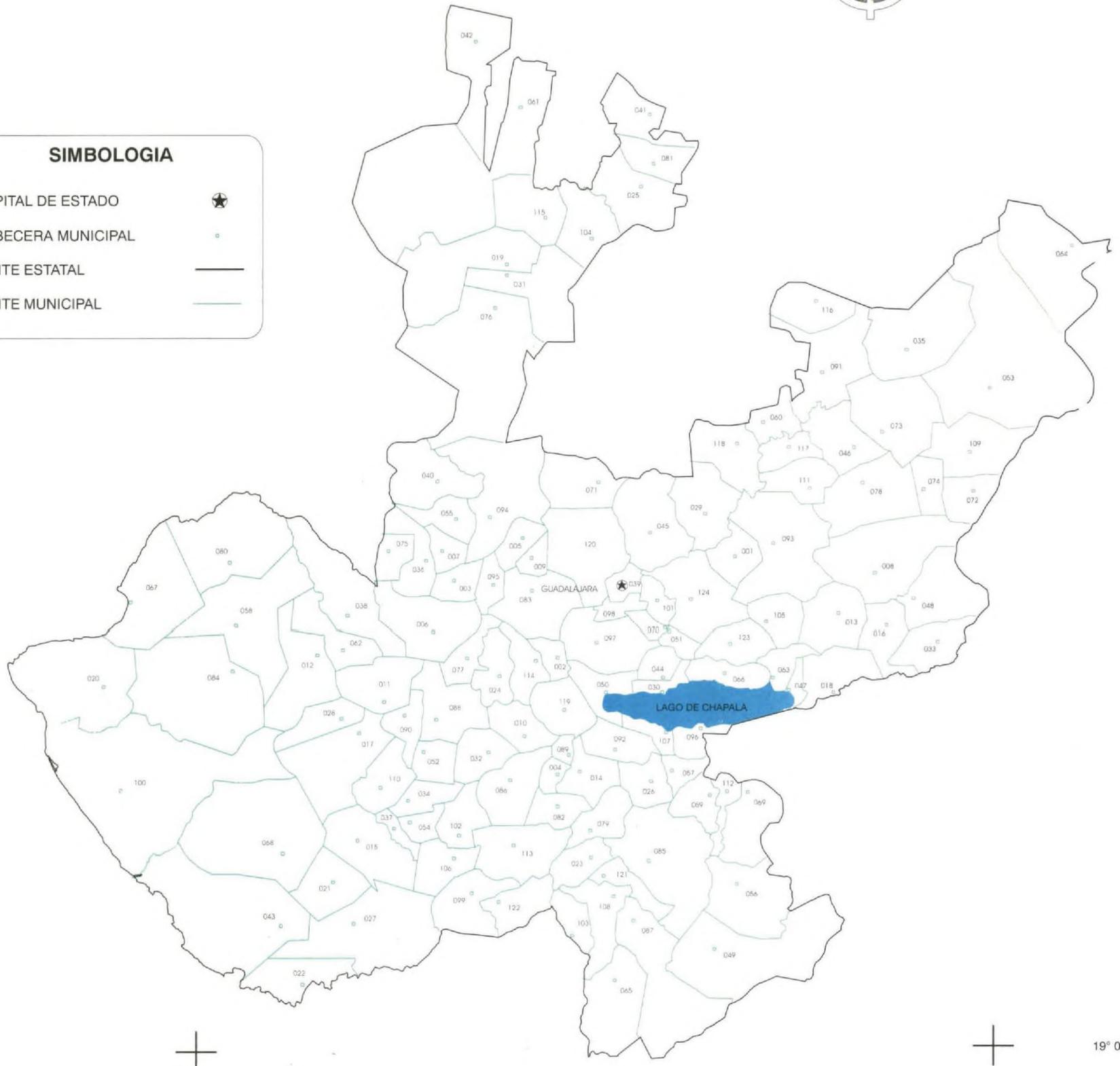


Fig. 1.1

DIVISIÓN POLÍTICO-ADMINISTRATIVA

SIMBOLOGIA

CAPITAL DE ESTADO	★
CABECERA MUNICIPAL	•
LIMITE ESTATAL	—
LIMITE MUNICIPAL	—



NOTA: Los números que aquí aparecen corresponden al listado anexo.

Fig. 1.2

CRECIMIENTO DE LA POBLACION

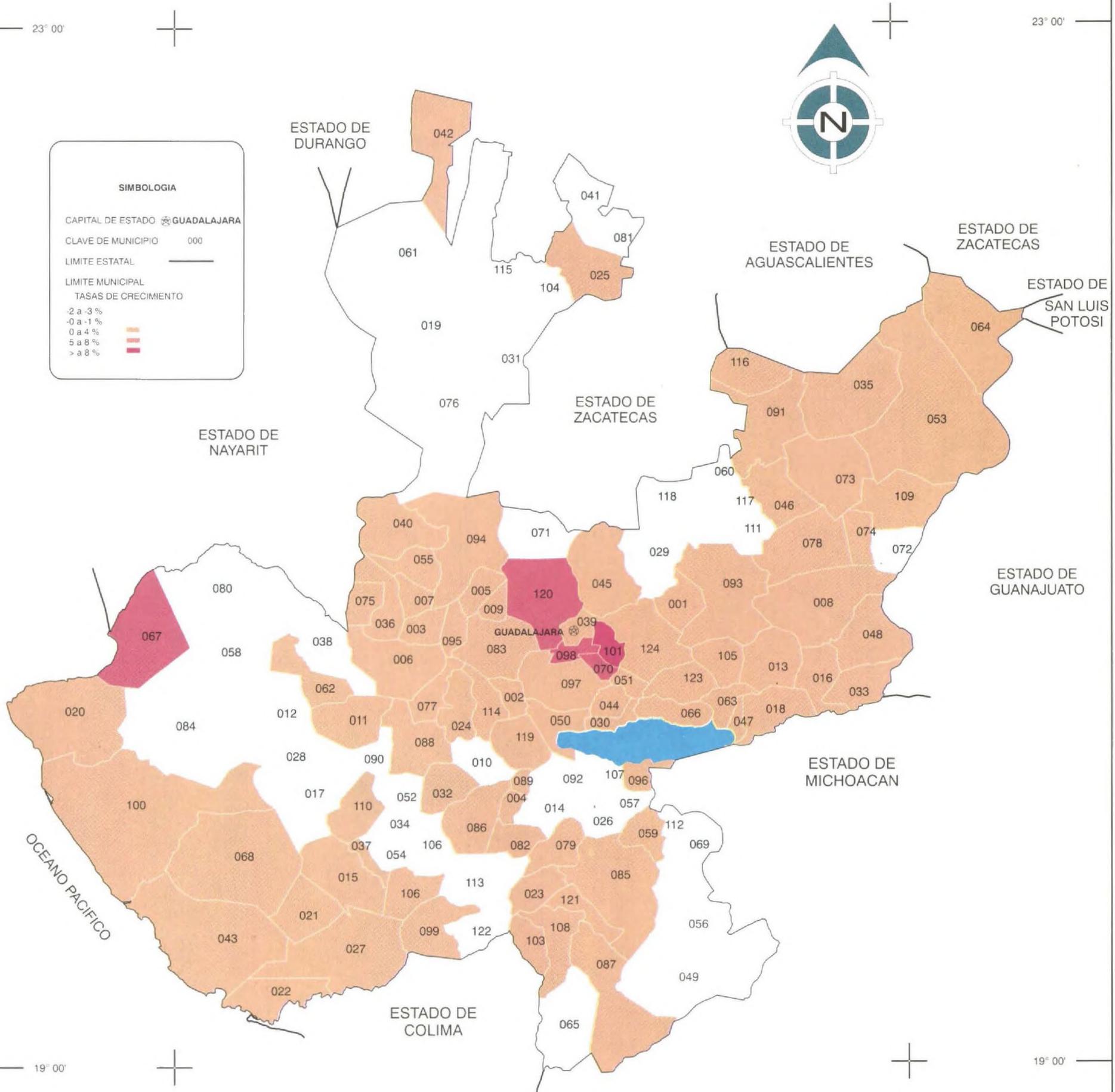


FIG. 1.3

NOTA: VER, TABLA 1.4, CRECIMIENTO DE LA POBLACION POR MUNICIPIO, 1990

VÍAS DE COMUNICACIÓN

105 00

102 00

23 00

23 00

SIMBOLOGIA

LIMITE ESTATAL

CARRETERA DE MAS DE DOS CARRILES

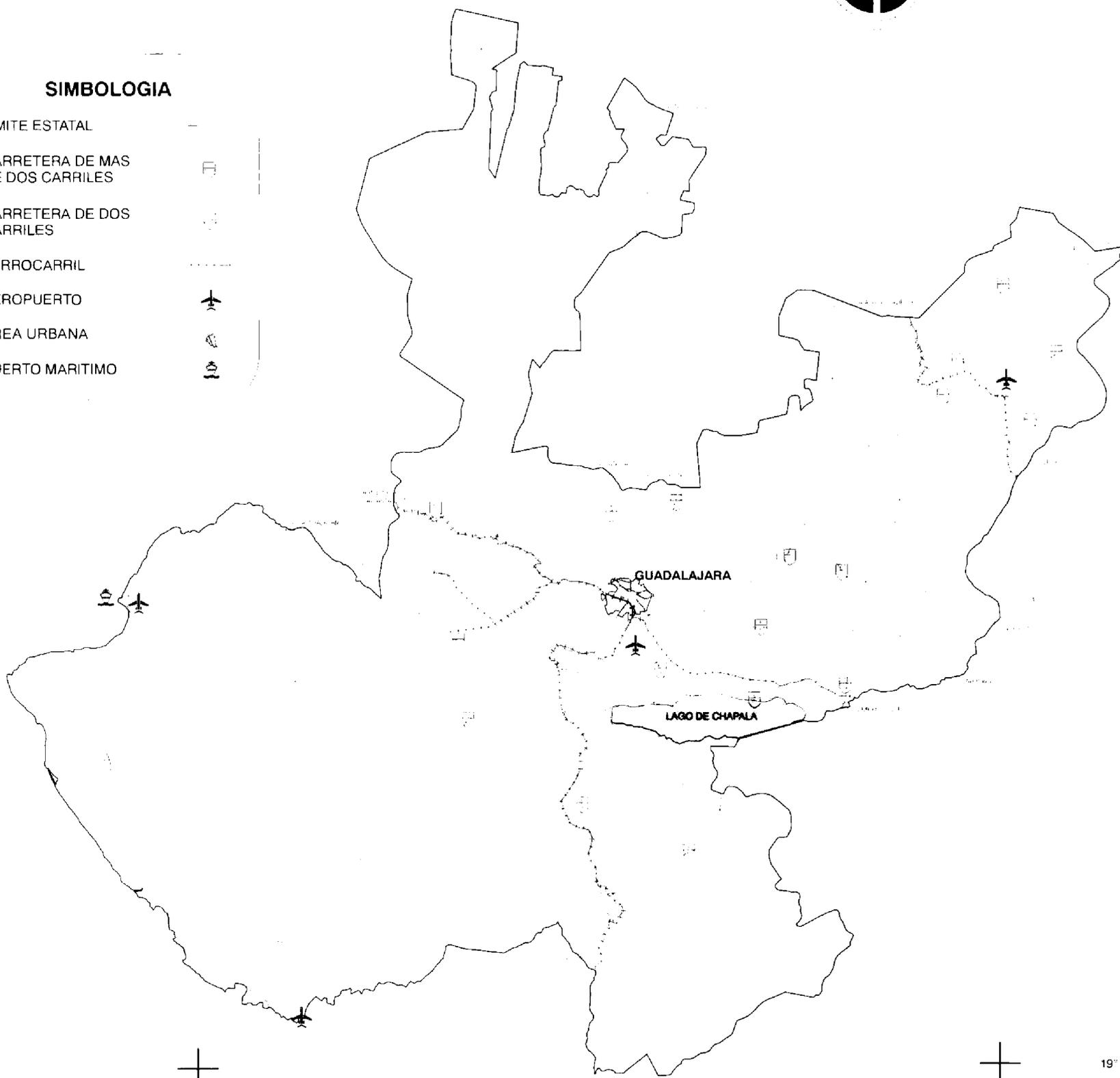
CARRETERA DE DOS CARRILES

FERROCARRIL

AEROPUERTO

AREA URBANA

PUERTO MARITIMO



19 00

19 00

105 00

102 00

Fig. 1.4

GRANDES UNIDADES DEL RELIEVE

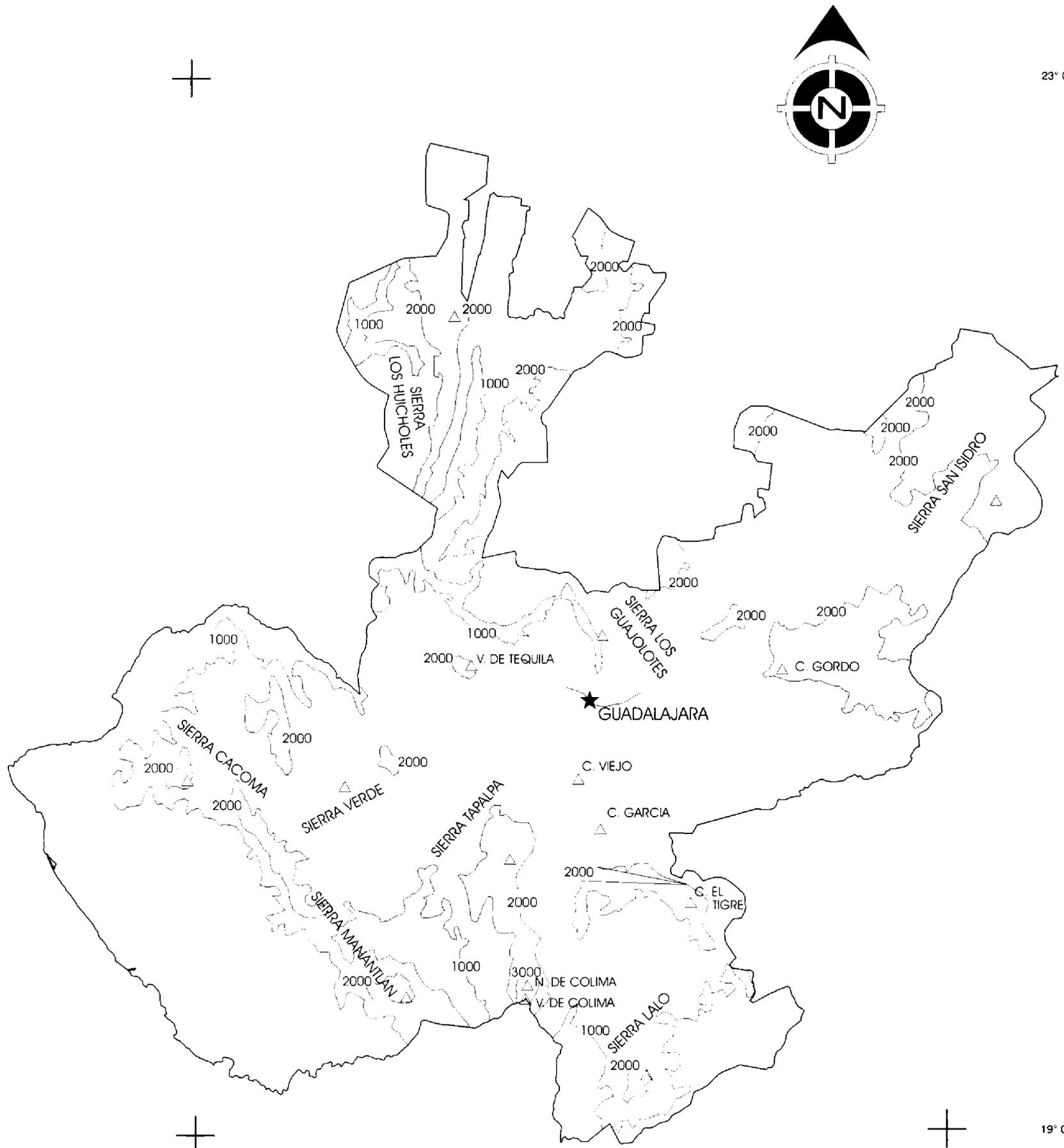


Fig. 2.0

SUELOS

TIPO DE SUELO

T	ANDOSOL
B	CAMBISOL
KI	CASTAÑOZEM LÚVICO
Hh	FEOZEM HÁPLICO
I	LITOSOL
Lf	LUVISOL FÉRRICO
We	PLANOSOL EÚTRICO
Re	REGOSOL EÚTRICO
Vp	VERTISOL PÉLICO
Xh	XEROSOL HÁPLICO

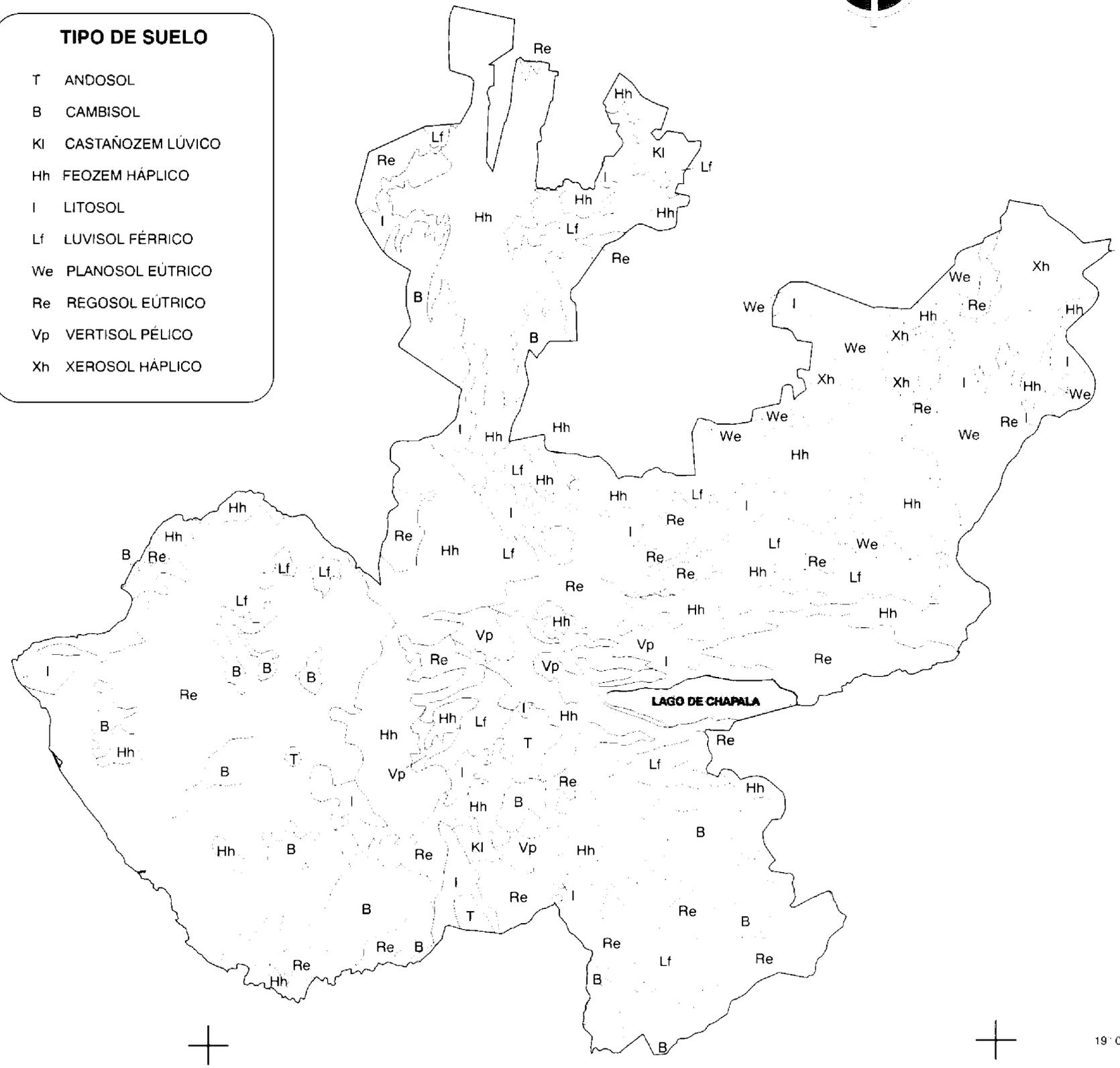


Fig. 2.1

NOTA: Para mayor detalle en la información de estas unidades, consulte los apartados 2.1 y 2.2 del capítulo 2.

105° 00'

102° 00'

GRADO DE PERMEABILIDAD DE LOS SUELOS

23° 00'

23° 00'



GRADO DE PERMEABILIDAD DE LOS SUELOS

- A ALTA
- AM ALTA A MEDIA
- M MEDIA
- MB MEDIA A BAJA
- B BAJA

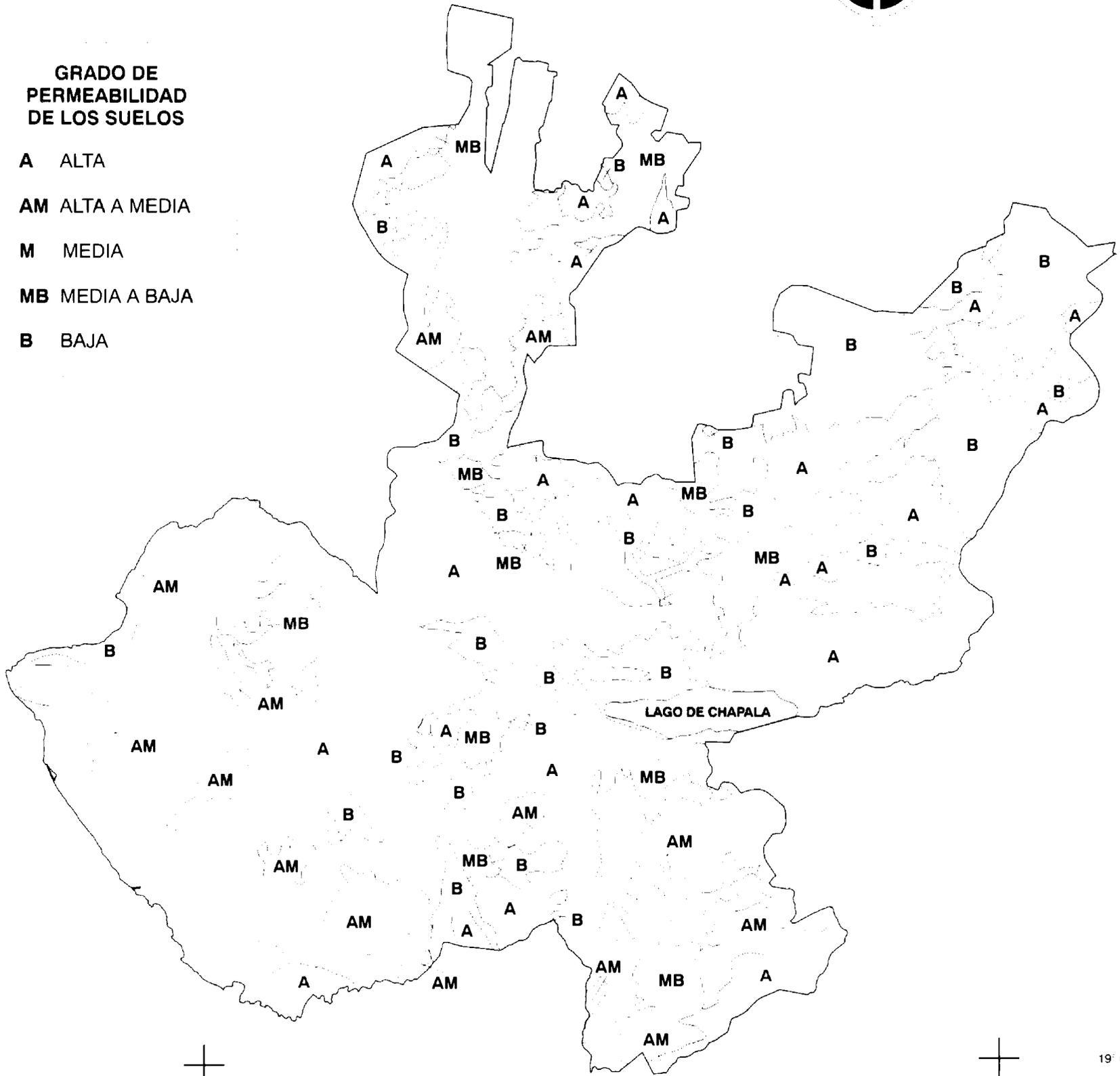


Fig. 2.2

NOTA: Para mayor detalle en la información de estas unidades, consulte los apartados 2.1 y 2.2 del capítulo 2.

105° 00'

102° 00'

VEGETACIÓN

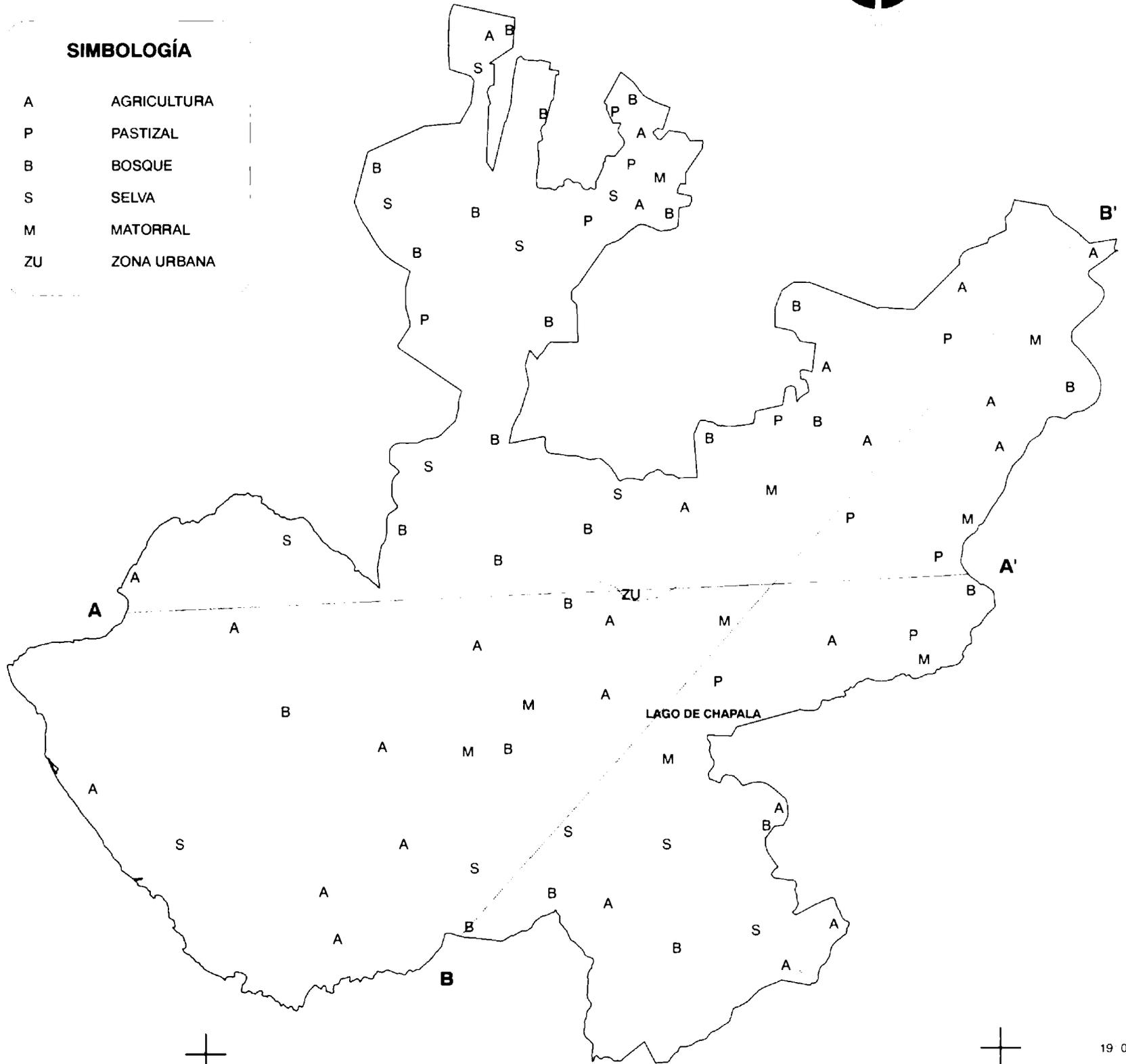


Fig. 2.3

DISTRIBUCIÓN ALTITUDINAL DE LA VEGETACIÓN



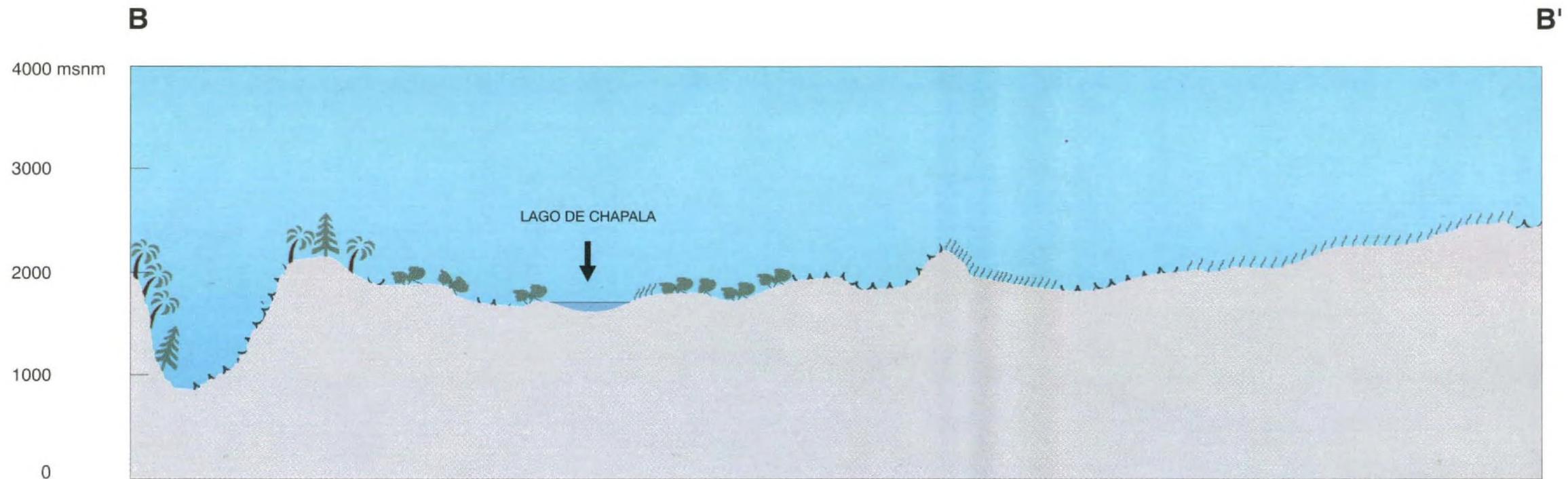
SIMBOLOGÍA	
	selva
	bosque
	pastizal
	matorral
	agricultura
	zona urbana

escala vertical aproximada = 1: 500 000

escala horizontal aproximada = 1: 3 500 000

Fig. 2.3.1a

DISTRIBUCIÓN ALTITUDINAL DE LA VEGETACIÓN



SIMBOLOGÍA	
	selva
	bosque
	pastizal
	matorral
	agricultura
	zona urbana

escala vertical aproximada = 1: 500 000

escala horizontal aproximada = 1: 3 500 000

Fig. 2.3.1b