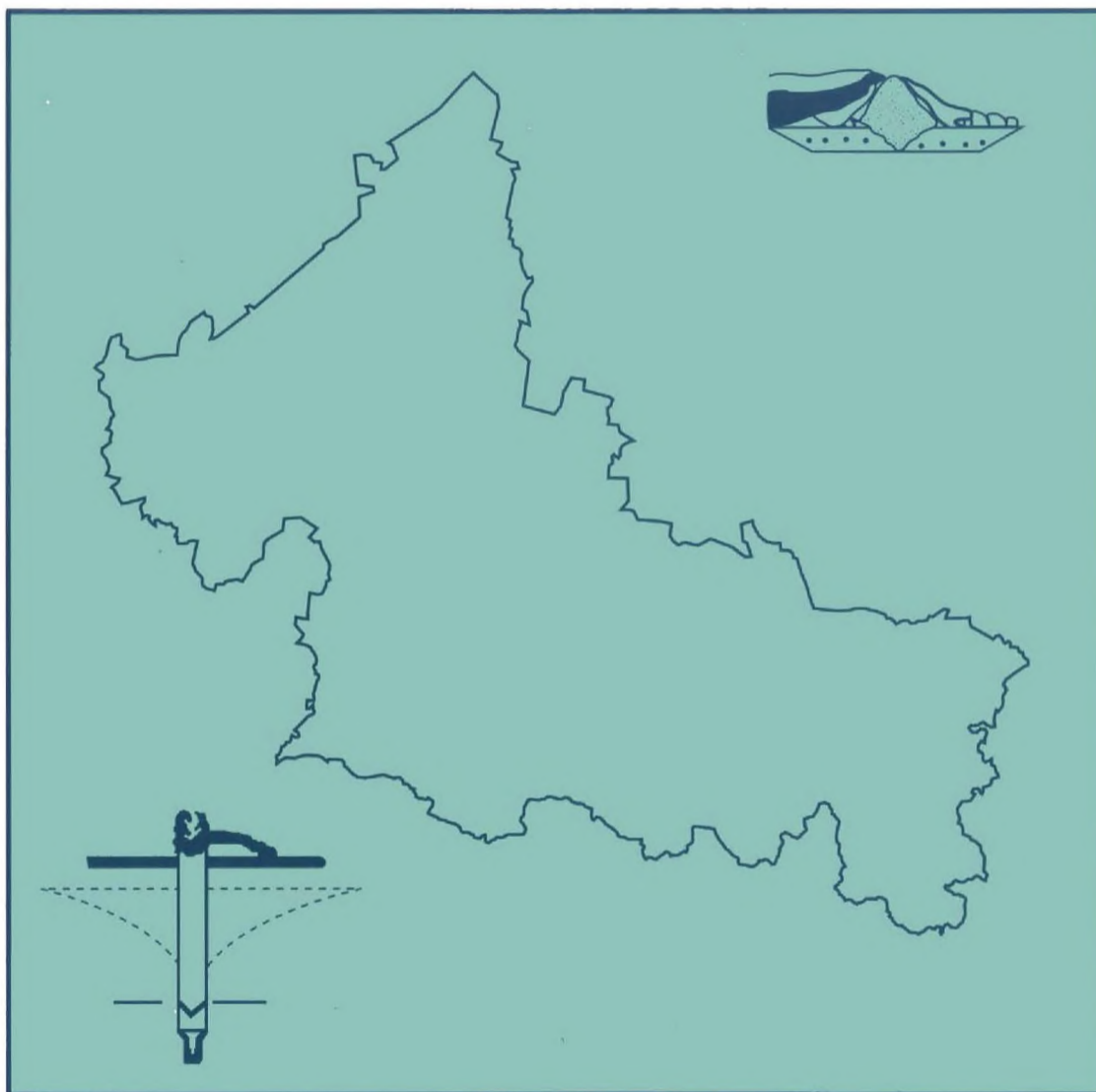


ESTUDIO HIDROLÓGICO DEL ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ

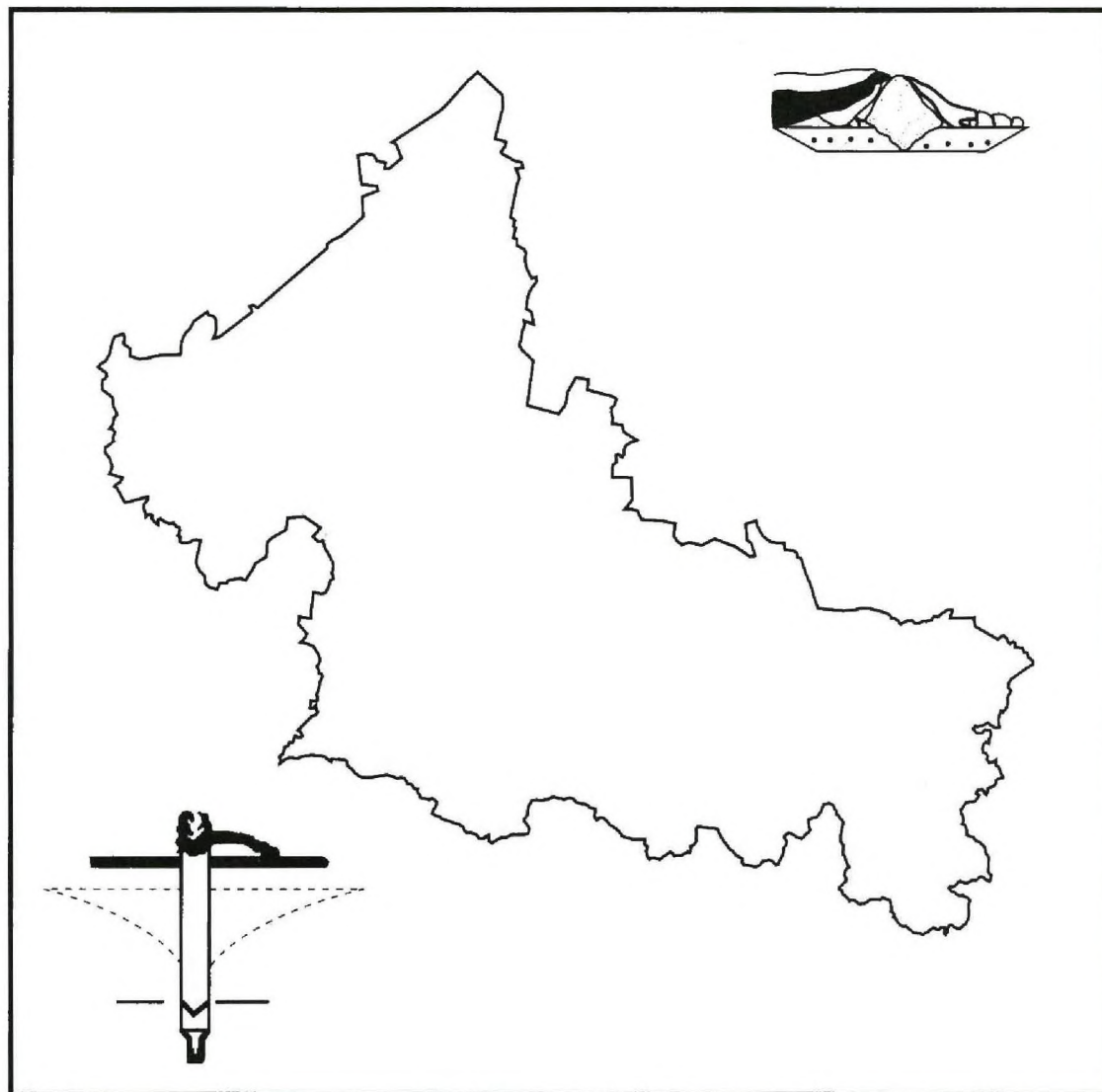


INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA
GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA

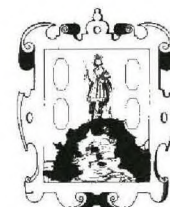


GOBIERNO DEL ESTADO DE
SAN LUIS POTOSÍ

ESTUDIO HIDROLÓGICO DEL ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ



INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA
GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA



GOBIERNO DEL ESTADO DE
SAN LUIS POTOSÍ

Estudio Hidrológico del Estado de San Luis Potosí.

Publicación única. Primera edición. 136 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 INFORMACIÓN MÁS 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

TELÉFONOS: 01 800 674 63 44 Y (449) 918 19 48

www.inegi.gob.mx

atencion.usuarios@inegi.gob.mx

DR © 2002, **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 San Luis Potosi

Impreso en México

ISBN 970-13-3631-3

Presentación

El **Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI)** presenta la publicación del **Estudio Hidrológico del Estado de San Luis Potosí**. 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, figuras 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 nacional: la cartografía en escala 1:1 000 000, la cartografía en escala 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.

Instituciones que Proporcionaron información

	Siglas Utilizadas
Comisión Nacional del Agua Gerencia Regional Noreste Gerencia en el Estado de San Luis Potosí	CNA
Comisión Estatal de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento	CEAPAS
Universidad Autónoma de San Luis Potosí	UASLP
Consejo de Recursos Minerales	CRM

Índice General

Índice de Cuadros, Figuras y Planos	VII
Introducción	XI
Objetivos	XIII
Metodología	XV
1. Generalidades	1
1.1 Localización, Límites y Extensión	1
1.2 Panorama Demográfico	1
1.3 Comunicaciones	1
2. Marco Físico General	3
2.1 Unidades del Relieve	3
2.2 Tipos de Suelo: Características Generales y Grado de Permeabilidad	3
2.3 Características Biogeográficas	4
3. Clima	7
3.1 Distribución y Variación Climática	7
3.2 Heladas	8
3.3 Granizadas	8
4. Geología	9
4.1 Fisiografía	9
4.2 Estratigrafía	9
4.3 Geología Histórica	11
4.4 Geología Estructural	11
5. Hidrología Superficial	13
5.1 Panorama General del Agua Superficial en el Estado	13
5.2 Región Hidrológica 37, El Salado	13
5.2.1 Cuenca Matehuala (B)	13
5.2.2 Cuenca Sierra de Rodríguez (C)	14
5.2.3 Cuenca Camacho - Gruñidora (D)	14
5.2.4 Cuenca Fresnillo - Yesca (E)	14
5.2.5 Cuenca San Pablo y Otras (F)	14
5.2.6 Cuenca Presa San José - Los Pilares y Otras (G)	14
5.2.7 Cuenca Sierra Madre (H)	15
5.3 Balance Hidrológico Superficial de la Región Hidrológica 37, El Salado	15

5.4	Uso del Agua Superficial en la Región Hidrológica 37, El Salado	15
5.5	Contaminación en la Región Hidrológica 37, El Salado	16
5.6	Región Hidrológica 26, Pánuco	16
5.6.1	Cuenca Río Pánuco (A)	16
5.6.2	Cuenca Río Tamesí (B)	16
5.6.3	Cuenca Río Tamuín (C)	17
5.6.4	Cuenca Río Moctezuma (D)	17
5.7	Balance Hidrológico Superficial de la Región Hidrológica 26, Pánuco	18
5.8	Uso del Agua Superficial en la Región Hidrológica 26, Pánuco	18
5.9	Contaminación en la Región Hidrológica 26, Pánuco	18
5.10	Balance Hidrológico Integral del Estado de San Luis Potosí	19
6.	Hidrología Subterránea	21
6.1	Panorama General del Agua Subterránea en el Estado	21
6.2	Zonas Geohidrológicas	22
6.2.1	Valle Vanegas-Catorce	22
6.2.2	Valle Cedral-Matehuala	23
6.2.3	Valle Matehuala-Huizache	24
6.2.4	Valle de Santo Domingo	24
6.2.5	Valle El Barril	25
6.2.6	Valle de Vista de Arista	26
6.2.7	Valle Salinas	27
6.2.8	Valle de Ahualulco	27
6.2.9	Valle de Villa Hidalgo	28
6.2.10	Valle de Buenavista	28
6.2.11	Valle de Cerritos-Villa Juárez	29
6.2.12	Valle de San Luis Potosí	30
6.2.13	Valle de Rioverde	30
6.2.14	Valle de Villa de Arriaga	31
6.2.15	Valle de Villa de Reyes	32
6.2.16	Valle de Guadalcázar	33
6.2.17	Valle de Santa María del Río	33
6.2.18	Valle de San Nicolás Tolentino	34
7.	Conclusiones y Recomendaciones	35
7.1	Conclusiones	35
7.2	Recomendaciones	37
	Fuentes Cartográficas	39
	Fuentes Estadísticas	41
	Bibliografía	43

Índice de Cuadros, Figuras y Planos

Cuadros	45
1.2 División Municipal. Cabeceras Municipales	47
1.2.A Principales Localidades por Número de Habitantes y Rango según el Porcentaje de Población que Concentran	48
1.2.B Incremento de Población en el Período 1990-1995 y Porcentaje de Participación en el Total del Estado	49
1.2.C Densidad de Población por Municipio	50
3.1.A Principales Estaciones Climatológicas en el Estado de San Luis Potosí	51
5.1.A Principales Presas de Almacenamiento en el Estado de San Luis Potosí	52
Figuras	55
1.1 Localización Geográfica	57
1.2 División Geoestadística Municipal	58
1.3 Vías de Comunicación	59
2.1 Orografía	60
2.2 Tipos de Suelo	61
2.3 Vegetación y Uso Actual del Suelo	62
3.1 Climas	63
3.2 Isotermas	64
3.3 Isoyetas	65
4.1 Provincias Fisiográficas	66
4.1.A Fisiografía	67
4.2 Geología	68
5.1 Regiones Hidrológicas	69
5.1.A Cuencas	70
5.1.B Hidrografía	71
6.1 Zonas de Veda	72
6.2. Zonas Geohidrológicas	73
Planos	75
6.2.1.A Valle Vanegas - Catorce. (Elevación al Nivel Estático)	77
6.2.1.B Valle Vanegas - Catorce. (Profundidad al Nivel Estático)	78
6.2.1.C Valle Vanegas - Catorce. (Evolución del Nivel Estático 1977-1997)	79
6.2.2.A Valle Cedral - Matehuala. (Elevación al Nivel Estático)	80
6.2.2.B Valle Cedral - Matehuala. (Profundidad al Nivel Estático)	81

6.2.2.C	Valle Cedral - Matehuala. (Evolución del Nivel Estático 1972-1996)	82
6.2.3.A	Valle Matehuala - Huizache. (Elevación al Nivel Estático)	83
6.2.3.B	Valle Matehuala - Huizache. (Profundidad al Nivel Estático)	84
6.2.4.A	Valle de Santo Domingo. (Elevación al Nivel Estático)	85
6.2.4.B	Valle de Santo Domingo. (Profundidad al Nivel Estático)	86
6.2.4.C	Valle de Santo Domingo. Evolución del Nivel Estático 1996-1997)	87
6.2.5.A	Valle El Barril. (Elevación al Nivel Estático)	88
6.2.5.B	Valle El Barril. (Profundidad al Nivel Estático)	89
6.2.5.C	Valle El Barril. (Evolución del Nivel Estático 1996-1997)	90
6.2.6.A	Valle de Villa de Arista. (Elevación al Nivel Estático)	91
6.2.6.B	Valle de Villa de Arista. (Profundidad al Nivel Estático)	92
6.2.6.C	Valle de Villa de Arista. (Evolución del Nivel Estático 1971-1996)	93
6.2.7.A	Valle Salinas. (Elevación al Nivel Estático)	94
6.2.7.B	Valle Salinas. (Profundidad al Nivel Estático)	95
6.2.8.A	Valle de Ahualulco. (Elevación al Nivel Estático)	96
6.2.8.B	Valle de Ahualulco. (Profundidad al Nivel Estático)	97
6.2.9.A	Valle de Villa Hidalgo. (Elevación al Nivel Estático)	98
6.2.9.B	Valle de Villa Hidalgo. (Profundidad al Nivel Estático)	99
6.2.9.C	Valle de Villa Hidalgo. (Evolución del Nivel Estático 1983-1997)	100
6.2.10.A	Valle de Buenavista. (Elevación al Nivel Estático)	101
6.2.10.B	Valle de Buenavista. (Profundidad al Nivel Estático)	102
6.2.11.A	Valle de Cerritos-Villa Juárez. (Elevación al Nivel Estático)	103
6.2.11.B	Valle de Cerritos-Villa Juárez. (Profundidad al Nivel Estático)	104
6.2.12.A	Valle de San Luis Potosí. (Elevación al Nivel Estático)	105
6.2.12.B	Valle de San Luis Potosí. (Profundidad al Nivel Estático)	106
6.2.12.C	Valle de San Luis Potosí. (Evolución del Nivel Estático 1987-1997)	107
6.2.13.A	Valle de Rioverde. (Elevación al Nivel Estático)	108
6.2.13.B	Valle de Rioverde. (Profundidad al Nivel Estático)	109
6.2.13.C	Valle de Rioverde. (Evolución del Nivel Estático 1980-1997)	110
6.2.14.A	Valle de Villa de Arriaga. (Elevación al Nivel Estático)	111
6.2.14.B	Valle de Villa de Arriaga. (Profundidad al Nivel Estático)	112
6.2.15.A	Valle de Villa de Reyes. (Elevación al Nivel Estático)	113

6.2.15.B	Valle de Villa de Reyes. (Profundidad al Nivel Estático)	114
6.2.15.C	Valle de Villa de Reyes. (Evolución del Nivel Estático 1971-1997)	115
6.2.16.A	Valle de Guadalcázar. (Elevación al Nivel Estático)	116
6.2.16.B	Valle de Guadalcázar. (Profundidad al Nivel Estático)	117

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 de 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 incontrolada 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.

A 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, los propósitos específicos en que aquéllos se concretan desde dos perspectivas complementarias: la meta de producción y publicación cartográfica del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) 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:

1. Disponer, en un solo estudio, de la información hidrológica, realidades y perspectivas de gestión y gráfica para facilitar su comprensión y aplicación.
 2. Suministrar esta información-resultados de recopilación y análisis de manera sintética, accesible y gráfica para facilitar su comprensión y aplicación.
 3. 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.
 4. Brindar una aportación al conocimiento geográfico del país y su cartografía.
 5. Ofrecer un producto de utilidad a estudiantes de nivel medio superior o a cualquier ciudadano interesado en conocer mejor su región.
- En cuanto al estudio hidrológico en sí mismo, éste pretende:
1. 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 comunicaciones (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.
 2. 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:
 - 2.1 Definir las condiciones naturales del agua en la superficie a partir del análisis de las cuencas, red hidrográfica y los patrones de avenamiento.
 - 2.2 Considerar el aprovechamiento actual, a través de la infraestructura hidráulica existente y en proyecto.
 - 2.3 Determinar los rangos definitivos del escurrimiento a fin de establecer, en conjunto, los niveles de disponibilidad de agua.
 - 2.4 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.
 - 2.5 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.
 3. 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 el INEGI y diversas instituciones.

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 es el agua.

1. Generalidades

1.1 LOCALIZACIÓN, LÍMITES Y EXTENSIÓN

El estado de San Luis Potosí, se localiza en la porción centro-oriental de la República Mexicana y se sitúa entre las coordenadas extremas 21° 09' 48" a 24° 31' 37" de latitud norte, así como 98° 20' 34" a 102° 17' 13" de longitud oeste del meridiano de Greenwich. Limita al norte con los estados de Zacatecas, Coahuila de Zaragoza, Nuevo León y Tamaulipas; al este con Veracruz-Llave; al sur con Hidalgo, Querétaro de Arteaga y Guanajuato; al oeste con Jalisco y Zacatecas. Cuenta con una superficie de * 63 778 km² y ocupa el decimoquinto lugar por su extensión, la cual representa 3.2% de la superficie del país (figura 1.1).

1.2 PANORAMA DEMOGRÁFICO

De acuerdo con los Resultados Definitivos y Tabulados Básicos del XII Censo General de Población y Vivienda del 2000, el estado de San Luis Potosí cuenta con 2 299 360 habitantes, en donde 48.75% (1 120 837) corresponde a la población masculina y 51.25% (1 178 523) a la población femenina.

El estado cuenta con 7 302 localidades de las cuales 54 se consideran urbanas y 7 248 rurales; se tienen 1 357 631 habitantes en las localidades urbanas, lo que representa 59.04% de la población total del estado, mientras que 941 729 habitantes (40.95%) corresponden a las localidades rurales (cuadro 1.2.A).

En lo referente al aspecto productivo, la población de 12 años o más que corresponde a 1 608 645 habitantes (69.96%) están en edad de laborar. La población económicamente activa es de 723 454 habitantes (44.97%), de los cuales 715 731 están ocupados y 7 723 son desocupados. La población económicamente inactiva es de 879 646 habitantes (54.68%), mientras que el resto, o sea 5 545 habitantes (0.34%) no especifica su ubicación económica.

De acuerdo con las diversas actividades, la población económicamente activa en el rubro de ocupados, se distribuye de la siguiente manera hacia los diferentes sectores productivos: 348 700 habitantes (48.71%) en el sector terciario, con actividades de comercio, servicios, gobierno y transportes; el sector secundario con 193 590 (27.04%) personas empleadas en minería, industria petrolera y manufacturera, electricidad, agua y construcción; el sector primario con población de 152 565 (21.31%) destinada a las actividades agrícola, ganadera, silvicultura, caza y pesca, así como 20 876 (2.91%) que no especifican su actividad.

El estado de San Luis Potosí comprende en su división política-administrativa 58 municipios (figura 1.2), mostrándose en el cuadro 1.2, la clave y nombre del municipio y de la cabecera municipal; la población en cada uno de ellos, la tasa media de crecimiento anual y el porcentaje de población respecto al estado para el período 1990-2000 se muestran en el cuadro 1.2.B., en donde se observa que el municipio Cerro de San Pedro es el de mayor crecimiento poblacional con 4.2% debido al crecimiento acelerado de localidades como El Portezuelo. Les siguen en importancia, los municipios de Soledad de Graciano Sánchez y el municipio que incluye a la capital, los cuales tienen una tasa de crecimiento de 3.1 y 2.5% respectivamente. Debido a que son municipios conurbados, forman inclusive una sola mancha urbana. En 38 municipios la tasa de crecimiento varía de 0.0 a 2.0%, mientras que en los 17 restantes existe un decremento en el crecimiento poblacional debido a la emigración de la población productiva al país del norte o a otras cabeceras municipales con mejores perspectivas de trabajo.

En cuanto a la aportación poblacional de cada municipio para conformar la población total del estado, puede decirse que en tan solo seis de ellos, como son San Luis Potosí (29.16%), Soledad de Graciano Sánchez (7.84%), Ciudad Valles (6.37%), Rioverde (3.87%), Tamazunchale (3.87%) y Matehuala (3.40%), se concentran 54.52% (1 253 684 habitantes) del total de la población estatal, haciéndose la distribución más regular del 45.48% de los habitantes en los 52 municipios restantes.

Dentro del aspecto demográfico es importante mencionar el desglose municipal de la densidad poblacional (habitantes/km²), destacando en este rubro los municipios de Soledad de Graciano Sánchez y San Luis Potosí, aunque este lineamiento lo justifique la extensión superficial de los mismos (cuadro 1.2.C).

1.3 COMUNICACIONES

El estado de San Luis Potosí es una de las entidades mejor comunicadas del país, presenta suficientes vías de comunicación, que sustentan las condiciones para el desarrollo económico estatal y tiene como centros de convergencia principales a la capital de la entidad y la localidad de Ciudad Valles. Se cuenta con una extensa red carretera que cubre una longitud de 8 293 km, de los cuales 3 054 km están pavimentados, 5 199 km revestidos y 40 km de terracería. Las vías de acceso

principales son las carreteras federales Núm. 57 México-Piedras Negras; la Núm. 80 Tampico-Barra de Navidad; la 70 Tampico-Jalpa; reciben la denominación de estas dos últimas en el tramo de la capital estatal a Ojuelos, Jal; la Núm. 85 México-Laredo y la Núm. 49 que parte de San Luis Potosí hasta entroncar con la carretera federal Núm. 45, a 30 km antes de llegar a la ciudad de Zacatecas (figura 1.3).

Se tienen además, diversas carreteras estatales y caminos vecinales que comunican a las principales localidades entre sí y con las carreteras federales.

En lo que se refiere a comunicación ferroviaria, el estado cuenta con 1 197 km de vías férreas y cruzan el territorio dos líneas importantes: México-Laredo en dirección sur a norte y Aguascalientes - San Luis Potosí- Tampico en dirección al este, pasando por la capital de la entidad. Como ramales de interés se tienen los que conectan a las localidades de Matehuala y Charcas con la vía México-Laredo y los que comunican a la ciudad de Rioverde-Ciudad Mante con la línea Aguascalientes- San Luis Potosí-Tampico, además del

ramal que conecta a ambas líneas entre Salinas de Hidalgo y la Laborcilla, al sureste de Charcas.

En cuanto a infraestructura aérea, el estado tiene dos aeropuertos que se ubican en la capital estatal y en Tamuín. El primero se califica como de largo alcance ya que proporciona servicio internacional; el de Tamuín es de mediano alcance pues sólo proporciona servicio nacional.

En Ciudad Valles, Matehuala y Ébano cuenta con aeropistas asfaltadas y restricciones en su uso, como es el caso de Ébano, en donde se proporciona servicio solamente durante el día. Cabe mencionar que en algunas localidades como Salinas, Charcas, Cárdenas y Rioverde entre otras, se tienen pequeñas aeropistas que son utilizadas en forma particular tanto por empresas mineras como para fumigación agrícola.

Complementan a los medios de comunicación, los sistemas masivos, como televisoras, teléfono, fax, correo postal y electrónico, red telegráfica, radio y prensa, que contribuyen a la optimización del servicio de comunicación, tanto interna como con el resto del país.

2. Marco Físico General

2.1 UNIDADES DEL RELIEVE

Las características orográficas en el estado de San Luis Potosí están representadas primordialmente por tres áreas que distinguen a la Altiplanicie o Mesa Central en el occidente de la entidad, a la Sierra Madre Oriental en la porción central y la Llanura Costera del Golfo Norte en la parte oriente.

Hacia la Mesa Central se tienen amplias llanuras con mesetas, sierras y lomeríos de suaves pendientes; en la Sierra Madre Oriental se presentan las máximas elevaciones de laderas abruptas y pequeños valles intermontanos; la Llanura Costera del Golfo Norte es una extensa planicie de suave pendiente, con escasos lomeríos aislados.

Las elevaciones topográficas varían desde los 15 msnm en la Llanura Costera del Golfo Norte, sobre la ribera del río Moctezuma, hasta los 3 180 msnm, elevación máxima del Cerro Grande, sobre la sierra de Catorce, dentro de la Sierra Madre Oriental (figura 2.1).

2.2 TIPOS DE SUELO: CARACTERÍSTICAS GENERALES Y GRADO DE PERMEABILIDAD

La diversidad climática que existe en el estado es la principal causa de la formación de los suelos, conjuntamente con el sustrato geológico, relieve y vegetación.

Los suelos de mayor abundancia en el estado son los xerosoles, que se distribuyen en las zonas áridas y semiáridas de la entidad, son moderadamente profundos, aunque existen pequeñas áreas en que son profundos, de textura media y bajo contenido de materia orgánica, por lo que manifiestan permeabilidad de media a alta. Los que presentan acumulaciones de carbonato de calcio y sulfato de calcio son llamados xerosoles cálcicos y xerosoles gypsicos respectivamente, pero además existe otro tipo que no manifiesta alguna característica distintiva llamados háplicos. La mayoría sobreyacen a limitantes físicas de tipo petrocálcica y petrogypsica, las cuales se encuentran a menos de 100 cm de profundidad (figura 2.2).

La asociación más común de los xerosoles es con regosoles, fluvisoles y en algunas ocasiones con yermosoles.

En orden de importancia de acuerdo con su cobertura sigue el suelo de tipo Litosol, el cual se distribuye

ampliamente en las partes altas de las sierras, lomeríos y algunas veces en bajadas. Son muy someros, con menos de 10 cm de profundidad; subyacen directamente a la roca o a una fase continua dura y coherente que presenta bastantes afloramientos rocosos. El suelo Litosol es de textura media y su permeabilidad varía de alta a media, dependiendo de su contenido de materia orgánica y de arcilla. La asociación de litosoles es con Regosol, Rendzina y Feozem.

Los vertisoles siguen en importancia, distribuyéndose casi en su totalidad en la provincia Llanura Costera del Golfo Norte, al este y sureste del estado, aunque también se localizan en menor proporción en valles y pequeñas llanuras intermontanas de la provincia Sierra Madre Oriental. Son suelos profundos de textura fina, con alto contenido de arcilla; debido a esto su permeabilidad es baja, ya que cuando están húmedos se expanden provocando inundaciones. Los vertisoles más oscuros son llamados "pélicos" y los de color pardo o amarillento se les denomina "crómicos"; ambos se encuentran asociados con Feozem, Rendzina y Regosol.

Las rendzinas son suelos de menor cobertura que se distribuyen en las partes altas y bajas de las sierras, en la provincia de la Sierra Madre Oriental y en menor proporción en la provincia Mesa del Centro. Son suelos poco profundos que sobreyacen directamente a material calcáreo, presentan limitantes físicas de tipo lítico y/o cementación (caliche) a menos de 50 cm de profundidad. Las rendzinas son principalmente de textura fina, aunque se encuentran de textura media en menor proporción y tienen alto contenido de materia orgánica, por lo que su permeabilidad es de baja a media. La asociación de las rendzinas es generalmente con Feozem, Litosol, Regosol y algunas ocasiones con Vertisol.

Los Feozem se distribuyen al mismo nivel de cobertura que las rendzinas. Los suelos de este tipo se localizan dispersos principalmente en la parte sur, suroeste y centro de la entidad. Son de textura media y con buen contenido de materia orgánica y una permeabilidad media. Son más o menos profundos, aunque en la mayoría se presenta limitante física lítica a menos de 100 cm de profundidad; en algunas áreas existe alto porcentaje de arcilla en el horizonte subyacente, llamado Feozem lúvico; otros presentan carbonatos dentro de los 50 cm superficiales y son los Feozem calcáricos;

otros no tienen característica definida, denominados Feozem háplicos.

La asociación de los Feozem es con Litosol, Regosol, Rendzina y menos frecuente, con Vertisol y Fluvisol.

Los suelos tipo Regosol son de poca cobertura en la entidad, sin embargo, se encuentran en áreas dispersas en todo el estado, en las partes altas y bajas de las sierras, lo mismo que en lomeríos, bajadas y pie de monte.

Los regosoles son poco profundos, generalmente con menos de 50 cm y presentan limitante física lítica en su mayoría, son de textura media, por lo que tienen permeabilidad media debido a los contenidos de materia orgánica y arcilla; también los hay con permeabilidad alta. Algunos regosoles muestran presencia de carbonatos dentro de los 50 cm del suelo y son denominados calcáricos y otros no manifiestan ninguna característica distintiva, por lo que se les llama eútricos. La asociación de estos suelos es con Rendzina, Litosol y esporádicamente, con Feozem y Vertisol.

Los castañozems son suelos que cubren aproximadamente 1.5% de la superficie total de la entidad, se hallan en áreas intermontanas de las provincias Mesa del Centro y Sierra Madre Oriental, presentan textura media y buen contenido de materia orgánica, por lo que su permeabilidad es media. Los tipos de castañozems que se encuentran son: castañozems cálcico, lúvico y háplico, que se asocian con feozems y xerosoles principalmente.

Los solonchaks son suelos que se localizan principalmente en la porción norte del estado y en mínima parte en el centro de éste; se ubican en climas áridos y semiáridos, son de textura media y fina, cuya permeabilidad oscila entre media y baja; presentan afloramientos de sales, además de su limitante sálica dentro del perfil. Este suelo tiene colores claros, denominado por esto Solonchak órtico, el cual se asocia con Xerosol, Vertisol y Regosol.

Los suelos de tipo Luvisol se encuentran muy localizados dentro del estado debido a las condiciones ecológicas en que se desarrollan; se distribuyen en las partes altas y bajas de la Sierra Madre Oriental en el sur del estado. Son suelos de textura fina y alto contenido de materia orgánica, lo que provoca que tengan una baja permeabilidad; además sobreyacen a limitante física de tipo lítica, por lo que son poco profundos y de color pardo rojizo y rojizo intenso, denominados Luvisol órtico y crómico, respectivamente; se les encuentra en asociación con Litosol, Rendzina y Regosol.

Existen otros tipos de suelos que ocupan cada uno menos de 0.5% de la superficie estatal, tales como:

planosoles, de textura media y baja permeabilidad; chernozems, de textura fina y baja permeabilidad; yermosoles, de textura media y alta permeabilidad; fluvisoles, de textura media y gruesa con alta permeabilidad y cambisoles, de textura y permeabilidad media.

2.3 CARACTERÍSTICAS BIOGEOGRÁFICAS

Uso del Suelo y Vegetación

Debido a la gran variación climática existente en el estado, se presenta una marcada diversidad de vegetación, ya que cuenta tanto con climas secos y semisecos en el altiplano, hasta los semicálidos húmedos de la zona huasteca. Las comunidades vegetales que sobresalen son: Matorral (M), en sus tipos: Desértico Micrófilo, Desértico Rosetófilo, Crasicaule y Submontano; Pastizal (P), Natural y Cultivado; Bosque (B), en sus variedades de Pino, de Pino-Encino, de Encino-Pino, de Encino, Mesófilo de Montaña y de Tásate; Selva (S), en los tipos Baja Caducifolia, Mediana Subperennifolia y Alta Perennifolia, además de otros (O), como son Chaparral, Mezquital, Vegetación Halófila, Tular y Palmar (figura 2.3).

MATORRAL (M)

DESÉRTICO MICRÓFILO

Esta comunidad es la que tiene mayor distribución en la zona altiplano, en donde prevalece el clima seco, semiseco y muy seco templado. Se establecen principalmente sobre suelos de origen aluvial y profundos, las especies más representativas son: *Larrea tridentata* (Gobernadora), *Flourensia cernua* (Hojasén), *Prosopis laevigata* (Mezquite), *Opuntia leucotricha* (Nopal duraznillo), *Opuntia streptacantha* (Nopal cardón), *Opuntia* sp. (Nopal), *Acacia* sp. (Huizache).

DESÉRTICO ROSETÓFILO

Este tipo de vegetación se localiza en las laderas de los cerros calizos y margosos del altiplano. En las sierras La Trinidad, Catorce, Los Picachos del Tunalillo y Taponá. Las especies con mayor presencia son: *Agave lechuguilla* (Lechuguilla), *Agave striata* var. *falcata* (Espadín), *Hechtia glomerata* (Guapilla), *Dasyllirion* sp. (Sotol) y *Agave* sp. (Maguey).

CRASICAULE

Vegetación presente en el sur del estado, dentro de los límites de los municipios de Villa de Zaragoza, Santa María del Río y Tierra Nueva. La característica principal de este tipo de matorral es la dominancia de grandes cactáceas de los géneros *Opuntia* y *Myrtillocactus*. Se distribuye a partir de las partes altas de sierras y lomeríos de pie de monte, a las porciones más bajas; llegan en ocasiones a cubrir áreas de llanuras. Las especies dominantes son: *Myrtillocactus geometrizans* (Garambullo), *Opuntia streptacantha* (Nopal cardón), *Opuntia*

leucotricha (Nopal duraznillo), *Prosopis laevigata* (Mezquite), *Opuntia robusta* (Nopal tapón), *Opuntia imbricata* (Cardenche), *Flourensia cernua* (Hojasén), *Acacia farnesiana* (Huizache), *Mimosa biuncifera* (Uña de gato) y *Agave* sp. (Maguey).

SUBMONTANO

Se presenta bajo un clima semiseco-semicálido. Se distribuye en la zona centro-sur del estado. Es una comunidad vegetal conformada por arbustos altos; los elementos que más comúnmente encontramos son: *Celtis pallida* (Granjeno), *Cordia boissieri* (Trompillo), *Helietta parvifolia* (Barrieta o palo blanco), *Stenocereus* sp. (Pitayo), *Neopringlea integrifolia* (Corva gallina), *Gochnatia hypoleuca* (Ocotillo), *Flourensia laurifolia* (Hoja ancha) y *Pithecellobium brevifolium* (Tenaza).

PASTIZAL (P)

NATURAL

Formación vegetal de plantas herbáceas de tipo graminiforme. Se desarrolla sobre sierras y bajadas con lomeríos de la parte sur (cerro El Sombrero) y suroeste (sierra de San Miguelito), del estado. Las especies más sobresalientes son: *Bouteloua hirsuta* (Navajita velloso), *Bouteloua gracilis* (Navajita), *Andropogon* sp. (Zacate amarillo), *Lycurus* sp. (Cola de zorra), *Erioneuron pulchellum* (zacate borreguero) y *Buchloe dactyloides* (Zacate chino).

CULTIVADO

En este tipo de cubierta vegetal se realizan algunas labores de cultivo y manejo. Se localiza al este de la entidad, en las zonas aledañas de Ciudad Valles, Tamuín y Ébano. Estas gramíneas requieren de buen manejo y cuidado para su conservación; entre ellas se distinguen *Digitaria decumbens* (Pangola), *Panicum maximum* (Guinea) y *Cynodon plectostachyum* (Estrella de África).

BOSQUE (B)

PINO

Comunidad arborea con elementos altos; su distribución en la entidad es al sureste de la sierra de Catorce, al suroeste de la ciudad de San Luis Potosí y en las sierras de Álvarez y San Miguelito. Los elementos presentes son: *Pinus nelsonii* (Pino duro), *Pinus cembroides* (Pino piñonero), *Juniperus monosperma* (Cedro blanco) y *Quercus* sp. (Encino).

PINO-ENCINO

Comunidad vegetal compuesta de la mezcla de pino (*Pinus* spp.) y encino (*Quercus* spp.) en donde el primero de éstos es el de mayor cobertura. Se localiza en el sur del estado en la sierra El Camarón y el cordón Mesa Larga. Florísticamente se compone por una dominancia de *Pinus nelsonii* (Pino duro), *Pinus cembroides*

(Pino piñonero), *Pinus* sp. (Pino), *Quercus mexicana* (encino), *Quercus laeta* (Encino) y *Juniperus flaccida* (Cedro).

ENCINO-PINO

Comunidad arborea que se conforma por elementos de *Quercus* sp. (Encino) y *Pinus* sp. (Pino) con la dominancia del Encino. En el estado se distribuye al norte en la sierra de Catorce, al sureste en una porción de la Sierra Madre Oriental, específicamente al oeste de Xilitla, y por último al sur, en la sierra El Camarón y el cordón Mesa Larga. Las especies que predominan son: *Quercus microphylla* (Encino), *Quercus laeta* (Encino prieto), *Quercus conspersa* (Encino blanco), *Quercus castanea* (Encino blanco), *Quercus* sp. (Encino), *Pinus pseudostrobus* (Pino), *Pinus teocote* (Pino), *Pinus cembroides* (Pino piñonero) y *Pinus* sp. (Pino).

ENCINO

Compuesto por la dominancia de especies arbóreas de *Quercus* sp. (Encino). Se ubican en el sur de la entidad, en la sierra de Álvarez y al este en las sierras Baltazar, El Algodón y El Carrizal. Se forma con las siguientes especies: *Quercus rysophylla* (Encino colorado), *Quercus graciliformis* (Encino), *Quercus polymorpha* (Encino), *Quercus mexicana* (Encino), *Quercus laeta* (Encino) y *Juniperus flaccida* (Cedro).

MESÓFILO DE MONTAÑA

Este bosque se desarrolla en las laderas de las montañas donde casi todo el año está cubierto por neblina, como es el caso de una porción de las sierras El Pino, El Algodón y El Carrizal, ubicadas en el oriente del estado. Los elementos presentes son: *Liquidambar styraciflua* (Copalillo), *Quercus rysophylla* (Encino colorado), *Quercus polymorpha* (Encino), *Quercus graciliformis* (Encino), *Quercus* sp. (Encino), *Pinus* sp. (Pino) y *Magnolia grandiflora* (Magnolia).

TÁSCATE

Este tipo de comunidad vegetal está compuesto por árboles escuamifolios (hojas en forma de escamas) del género *Juniperus* (Táscate, Enebro o Cedro). Se localiza en el norte del estado, en una porción de la Sierra de Catorce; se compone principalmente por *Juniperus monosperma* (cedro blanco).

SELVA (S)

BAJA CADUCIFOLIA

Tipo de vegetación que se presenta en la ladera este de la Sierra Madre Oriental, en las porciones montañosas de las sierras La Colmena y El Abra-Tanchipa. Se forma con la dominancia de especies como: *Bursera simaruba* (Palo mulato), *Lysiloma acapulcensis* (Tepehuaje), *Lysiloma divaricata* (Rajador), *Ficus cotinifolia*

(Chiguerón), *Cedrela mexicana* (Cedro), *Pithecellobium flexicaule* (Ébano), *Pithecellobium brevifolium* (Palo de arco), *Piscidia communis* (Chijol), *Pithecellobium dulce* (Pichihumo) y *Guazuma ulmifolia* (Guácima).

MEDIANA SUBPERENNIFOLIA

Comunidad presente en la vertiente este de la Sierra Madre Oriental, en lo que corresponde a las sierras Capuchinas, La Pila, Anonas, Oxholon, Las Anonas y El Botanero. Entre las especies de mayor dominancia se encuentran: *Dendropanox arboreus* (Palo santo), *Bursera simaruba* (Chaca), *Zuelania guidonia* (Volantín), *Guazuma ulmifolia* (Aguiche-Guácima), *Cedrela odorata* (Cedro).

ALTA PERENNIFOLIA

Se presenta un pequeño manchón de esta comunidad en la sierra Punta de Palo, en las inmediaciones de Xilitla y Tamazunchale. Está constituida por la dominancia de *Brosimum alicastrum* (Ojite), *Bursera simaruba* (Chaca), *Piscidia communis* (Chijol), *Parmentiera edulis*, *Heliocarpus velutinus* (Junote), *Mirandaceltis monoica* (Rosadillo) y *Cedrela* sp. (Cedro).

OTROS (O)

CHAPARRAL

Esta comunidad vegetal está constituida por una asociación de encinos bajos (*Quercus* spp.). Se distribuyen al norte en la sierra de Catorce, al este en la sierra de La

Trinidad y al sur en una porción de la sierra de San Miguelito.

MEZQUITAL

Comunidad dominada por mezquites (*Prosopis laevigata*), especie que desarrolla un fuste bien definido. Se distribuye en la parte central del estado, en las inmediaciones de Rioverde, Villa Juárez y San Bartolo.

VEGETACIÓN HALÓFILA

Se forman agrupaciones vegetales que se desarrollan sobre suelos con alto contenido de sales, se encuentra en las partes bajas, al norte de la Estación Vanegas, en donde existe una asociación de las especies de *Atriplex* spp. (Chamizo) y *Suaeda* sp. (Saladillo).

TULAR

Se localiza en el este del estado, en la laguna Cerro del Pez. Este tipo de vegetación se adapta a condiciones pantanosas, zanjas, ríos, esteros, etc. En esta laguna se forma una agrupación de Tule (*Typha* sp.).

PALMAR

Comunidad vegetal compuesta con plantas monopódicas (un tallo), conocidas como palmas. Se encuentran en la parte este del estado, en áreas intercaladas entre las inmediaciones de la Selva Baja Caducifolia y el Bosque de Encino. Florísticamente está compuesta por una especie dominante *Sabal* sp. (Palma o Guano).

3. Clima

Dentro de un estudio hidrológico, el clima junto con otros aspectos del medio físico, juegan un papel relevante en los procesos y sistemas naturales, al producir efectos notables sobre la vegetación, el drenaje, la humedad del suelo y la disponibilidad o no del recurso agua, al provocar la variación de las características propias del ambiente y establecer los parámetros de temperatura, precipitación y evaporación, de gran importancia dentro del ciclo hidrológico.

3.1 DISTRIBUCIÓN Y VARIACIÓN CLIMÁTICA

Por su posición geográfica, en la entidad se pueden apreciar tres zonas climáticas bien definidas; la porción oriental, desde el declive de la Sierra Madre Oriental hasta la planicie costera, en donde el clima predominante es cálido húmedo y subhúmedo; la región central con climas de semicálidos subhúmedos, a los secos templados y la región occidental en donde impera un clima de tipo seco (figura 3.1., 3.2. y 3.3).

CLIMAS CÁLIDOS A

Subhúmedo con lluvias en verano de humedad alta Aw_2 .
En el estado se localiza en la vertiente este de la Sierra Madre Oriental, iniciando en los alrededores de la localidad de Chantol hasta Mitilija, La Cebadilla y San Nicolás. Registra una temperatura media anual de 24.5° a 25.5° C. La precipitación total anual va de 1 404.7 a 1 541.5 mm. El mes con mayor incidencia de lluvia es septiembre con 406.3 mm en Lomas del Mirador.

Subhúmedo con lluvias en verano de humedad media Aw_1 .

En las zonas de Ciudad Valles y San Vicente Tancuayalab se manifiesta este clima, el cual se caracteriza por contar con una temperatura media anual que va de 24.8° a 25.5° C y una precipitación total anual de 1 119.1 a 1 341 mm. Septiembre y junio presentan mayor acumulación de agua de lluvia con 240 y 226.4 mm.

Subhúmedo con lluvias en verano de menor humedad Aw_0 .

Este clima registra una temperatura media anual entre los 24.5° y los 26.8° C y una precipitación total anual de 848.2 a 1 044 mm. Los meses de junio y septiembre son los que registran la mayor cantidad de lluvia con 166.5 y 207.8 mm respectivamente. La planicie de Tamuín y Ébano presenta este tipo de clima.

CLIMAS SEMICÁLIDOS (A)C

Húmedo con lluvias todo el año (A)C(fm).

Se presenta al oeste de las localidades de Xilitla y

Tamazunchale, tiene una temperatura media anual de 18° a 24° C y una precipitación total anual de 1 200 a 2 500 mm. La precipitación mensual más elevada es en septiembre y diciembre, con 457.8 mm.

Húmedo con abundantes lluvias en verano (A)C(m)(w).
Clima que prevalece en el este de la entidad, sobre una gran parte de la Sierra Madre Oriental.

Inicia en El Salto de Agua y continúa hasta el Zocohuite, Tamasopo, Coxcatlán, Tampamolón y Tamazunchale. Se caracteriza por tener una temperatura media anual entre los 15° y los 23.5° C, registra una precipitación total anual de 1 539.2 a los 1 919.7 mm. Los meses de junio y septiembre son los que presentan mayor cantidad de precipitación con 206.7 mm y 373.8 mm, respectivamente.

Subhúmedo con lluvias en verano (A)C(W_0)w

Tipo de clima característico de la vertiente oeste de la Sierra Madre Oriental, específicamente en las zonas de San Juan del Mico, Cañada, Tortugas, Lagunillas y Calabazas, además de las sierras La Colmena e Ignacio Zaragoza. Cuenta con una temperatura media anual entre los 18° y 22° C, con una precipitación total anual de 700 a 1 200 mm. En septiembre es donde se acumula mayor cantidad de lluvia con 212.8 mm.

CLIMAS TEMPLADOS C

Húmedo con abundantes lluvias en verano C(m)(w)

Clima presente en las partes más elevadas de las sierras El Pinal, El Pino y El Camarón (en el noreste del estado), la temperatura media anual va de los 16° a 18° C y la precipitación total anual es de 1 200 a 1 500 mm.

Subhúmedo con lluvias en verano C(w_0)(x')

Se manifiesta este clima básicamente en las partes aledañas a Real de Catorce, ubicado en el norte del estado. Registra una temperatura media anual entre los 12° y 16° C y la precipitación total anual es de 500 a 700 mm.

CLIMA SEMIFRÍO C(E)

Semifrío subhúmedo con lluvias en verano C(E)(W_1)

En la entidad sólo se presenta este tipo de clima en la parte norte, hacia la porción más elevada de la sierra de

Catorce. Registra una temperatura media anual menor a los 0° C y la precipitación total anual varía de 600 a 700 mm.

CLIMAS SEMISECOS BS₁

Muy cálido y cálido BS₁(h')hw

Este clima tiene un cubrimiento de 0.25% del territorio estatal. Se localiza al noreste de Pedro Montoya. Se tiene registrada una temperatura media anual entre los 22° y 24° C y una precipitación total anual de 600 a 800 mm.

Semicálido BS₁hw

Clima que se presenta en la parte central del estado, en las zonas que comprenden Santa Catarina, Rioverde, Cárdenas, Alaquines y Pedro Montoya. Cuenta con una temperatura media anual entre los 18.8° y 21.7° C, con una precipitación total anual de 495 a 644.9 mm.

Templado BS₁kw

Clima que se manifiesta en el sur del estado, en las áreas de Armadillo de los Infante, El Cincuenta y Ocho y la Salitrera, al suroeste en los valles de Villa de Arriaga, El Mezquital y Mexquitic, las sierras de San Miguelito, Ahualulco, El Jacalón, El Picacho y Las Hendiduras; al oeste en una porción de Villa de Ramos y Salitral de Carrera. La temperatura media anual promedio está dentro de los rangos de 16.1° a 17.6° C y la precipitación total anual es de los 350.5 a 577.7 mm.

CLIMAS SECOS BS

Semicálido con lluvias en verano BS₀hw

Se caracteriza este tipo de clima en gran parte de Villa de Arista y Villa Hidalgo, alcanza a extenderse hasta Matehuala, así como en las Negritas, Palomas, La Libertad y San Francisco, el cual registra una temperatura media anual de 18.7° a 21.8° C y una precipitación total anual de 328 a 422 mm.

Templado con lluvias en verano BS₀kw

Clima que se distribuye hacia la porción este y noroeste de Salinas de Hidalgo, El Barril, Tanque de Dolores y hacia el sur con Santa María del Refugio. La temperatura media anual promedio es de los 16.3° a 17.8° C y con una precipitación total anual de 319.9 mm.

Templado con lluvias escasas todo el año BS₀kx'

Clima presente desde Cedral hasta San Vicente en el norte del estado, con una temperatura media anual promedio de 16° a 18° C y una precipitación total anual de 300 a 400 mm.

CLIMAS MUY SECOS BW

Semicálido con lluvias en verano BW_hhw

Clima que se registra en el valle de Arista, en Zamorilla, El Amparo, Salsipuedes, Murillos, Corazón de Jesús y

al este de Moctezuma; cuenta con una temperatura media anual de 18° a 22° C y una precipitación total anual entre los 300 a 400 mm. Junio presenta el mayor registro de lluvia con 88.4 mm.

Templado con lluvias en verano BW_{kw}

Este tipo de clima se localiza en las localidades de El Peñasco, Ojo de Zarco y Los Vázquez; se extiende hasta San Luis Potosí y Soledad de Graciano Sánchez, en donde tiene una temperatura media anual de 16° a 20° C y una precipitación total anual de 100 a 400 mm; en junio, con 52.2 mm es cuando se presenta el mayor registro de lluvia.

3.2 HELADAS

Las heladas se presentan de acuerdo con los tipos de clima, esto es en función de la latitud y su cercanía al mar; se desarrollan únicamente si se cuenta con un cielo despejado, una atmósfera relativamente seca y sin la presencia de vientos.

En la entidad se distribuyen de la siguiente manera: En las partes más orientales, en donde el clima que prevalece es de semicálido subhúmedo y húmedo, se tiene registrado de 0 a 5 días con heladas al año. Mientras que en las zonas más húmedas de la sierra no ocurren.

En la porción central de la Sierra Madre Oriental, en donde los climas son secos, semisecos y semicálidos, se tiene una frecuencia de heladas entre 5 y 10 días al año. En las porciones norte, oeste y central del estado el clima es más seco y más frío, motivo por el cual se registra entre 10 y 20 días al año con este fenómeno y en las partes más elevadas son de 20 a 40 días; este mismo rango de 20 a 40 días también se presenta en la parte occidental del estado y aumentan de 40 a 60 días en pequeñas áreas de la región de Santo Domingo y en los límites con el vecino estado de Zacatecas se presentan de 60 a 80 días con heladas al año.

3.3 GRANIZADAS

Las granizadas no presentan un comportamiento bien definido, ya que generalmente se producen por los movimientos abundantes de aire en la estación más caliente del año.

En general, en el estado las granizadas ocurren un día al año, aunque hay áreas en la Mesa Central en donde se tienen rangos que van de 1 a 2 días al año, como es el caso de Soledad de Graciano Sánchez, Ahualulco, Cerritos y al norte de Cedral; en las zonas de Villa de Arriaga, Santa María del Río y Charcas se cuenta con un rango de 2 a 3 días al año; por último en el cerro de El Sombrero, al sur de Santa María del Río este fenómeno se presenta de 3 a 4 días al año.

4. Geología

En el estado de San Luis Potosí se tiene una gran diversidad de unidades litológicas aflorantes de origen ígneo, sedimentario y metamórfico, cuyo rango de edad varía desde el Triásico hasta el Cuaternario o Reciente. Las características estructurales y formacionales indican una serie de eventos geológico-orogénicos, asociados con actividad volcánica, aunado a la acción intensa de los agentes erosivos, los cuales han delineado el perfil actual de los relieves en la entidad.

4.1 FISIOGRAFÍA

De acuerdo con la clasificación de provincias fisiográficas elaborada por la Dirección General de Geografía del INEGI (figura 4.1), el estado de San Luis Potosí corresponde a tres provincias fisiográficas (figura 4.1.A) que son: Mesa del Centro, Sierra Madre Oriental y Llanura Costera del Golfo Norte.

La provincia de la Mesa del Centro cubre la porción occidental de la entidad, con elevaciones que varían de 1 610 a 2 870 msnm. Se caracteriza por amplias llanuras en donde sobresalen sierras, mesetas y lomeríos constituidos por rocas ígneas, sedimentarias y algunas metamórficas. Las sierras y lomeríos son de pendientes suaves y tienen una orientación general norte-sur, mientras que las llanuras son de pendiente plana y afectadas por fases petrocálcica y salina.

La provincia de la Sierra Madre Oriental comprende toda la parte central del estado y su máxima elevación, de 3 180 msnm se presenta en la sierra de Catorce. Su característica principal es el plegamiento de estratos de rocas sedimentarias marinas, en ondulaciones fuertes y alargadas que forman estructuras anticlinales y sinclinales con orientación general noroeste-sureste. Hacia las partes topográficamente bajas se hallan llanuras y valles intermontanos de origen fluvial y aluvial limitados por sierras altas de laderas abruptas.

La provincia conocida como Llanura Costera del Golfo Norte abarca la porción oriental del estado, con elevaciones de 15 a 100 msnm. Se caracteriza por extensas llanuras y valles, en donde la topografía es monótona, con suave pendiente hacia la costa del Golfo, interrumpida ocasionalmente por lomeríos de materiales arcillosos y arenosos que destacan entre las llanuras y valles de origen fluvial y aluvial.

4.2 ESTRATIGRAFÍA

En la entidad se tiene una gran diversidad de unidades litológicas aflorantes de origen ígneo, sedimentario y metamórfico; de edad Triásico, Jurásico, Cretácico, Terciario y Cuaternario (figura 4.2); las características más importantes de las unidades se describen a continuación en orden geocronológico, del más antiguo al reciente.

TRIÁSICO TR(S), TR(M)

Le corresponde una unidad metamórfica(M) y otra sedimentaria(S). La roca metamórfica es un esquisto producto de metamorfismo regional, de color verde oscuro con tonos rojizos por la oxidación, fracturado y alterado en lajas lustrosas; aflora en la región occidental del estado, al suroeste de la localidad Santo Domingo. Subyace discordantemente a calizas del Jurásico Superior y a rocas volcánicas del Terciario. Se correlaciona con la formación Zacatecas del Triásico Superior. La unidad sedimentaria es una alternancia de estratos de lutita y arenisca de color gris verdoso y gris oscuro que intemperiza en tonos óxido o pardo. La arenisca presenta estratos medianos a gruesos, mientras que la lutita es de capas delgadas y muy físil. Aflora extensamente en la sierra de Catorce y al oeste de la localidad de Charcas; es intrusionada por diques de composición dacítica. Subyace discordantemente a rocas del Jurásico y Cretácico. Se relaciona estratigráficamente con la formación Huizachal de edad Triásico Superior.

JURÁSICO J(S)

A este período corresponden dos unidades sedimentarias de origen marino. La primera es una caliza de color gris claro que intemperiza en tono crema, en estratos gruesos y masivos, con vetillas de calcita, concreciones de pedernal y abundantes fósiles; aflora al sur de la localidad Huertecillas, en el municipio de Vanegas y en el núcleo de algunos anticlinales en la sierra de Catorce. Subyace en concordancia a las formaciones La Caja y La Casita; se correlaciona estratigráficamente con la formación La Gloria. La segunda unidad consiste de caliza y lutita interestratificadas, de color gris claro a oscuro y rojizo. La caliza es de capas delgadas con nódulos y bandas de pedernal. La lutita tiene concreciones calcáreas, algunas de ellas, con fósiles; aflora en la sierra de Catorce

y al norte del poblado Ignacio Zaragoza, en el municipio de Vanegas. Subyace en concordancia a caliza-lutita de la formación Taraises y se relaciona estratigráficamente con la formación La Caja.

CRETÁCICO K(S)

A las unidades de este período se les asigna edad del Cretácico Inferior y Cretácico Superior; al primero corresponden yeso evaporítico y caliza marina. El yeso se presenta en capas medianas y gruesas con huellas de disolución y fracturamiento moderado. Aflora al sur y este de la localidad Villa Juárez; subyace en concordancia a la formación El Doctor. Se correlaciona con las formaciones Otates y Tamaulipas Superior. La caliza es color gris oscuro que intemperiza en pardo y crema; sus estratos son medianos a gruesos y masivos con abundancia de fósiles; presenta vetillas de calcita y bandas o nódulos de pedernal; aflora en la mayor parte de la entidad y forma las estructuras (pliegues), características de la Sierra Madre Oriental. Sobreyace en concordancia a los yesos de la formación Soyatal. Se correlaciona estratigráficamente con las formaciones Abra y Tamabra de la cuenca Tampico-Misantla.

De edad Cretácico Superior se tienen tres unidades clasificadas como caliza - lutita, lutita y lutita - arenisca. En la primera de ellas la caliza es de color gris claro a gris oscuro, de grano fino, con algunos fósiles y lentes o capas de pedernal negro. La lutita se presenta en estratos delgados de tono pardo con alta fisilidad; aflora al norte y oeste de Matehuala, en la sierra de Álvarez e inmediaciones de las localidades de Tamasopo y Tamazunchale. Sobreyace de manera discordante a rocas calizas de la formación Doctor y subyace en concordancia a la formación Méndez.

La unidad clasificada como lutita, es de color gris con tonos verdes, en estratos medianos o gruesos, de composición calcárea, físil y ocasionalmente con capas de bentonita y margas. Aflora al este de la localidad Cerritos y ampliamente en los flancos orientales de las sierras Tanchipa y La Colmena, a inmediaciones de Ciudad Valles. Subyace en discordancia a rocas calcáreas de la formación Doctor y subyace en forma concordante a las formaciones Velasco y Chicontepec del Terciario Inferior. Estratigráficamente se correlaciona con la formación Cárdenas.

Por último, se tiene a la unidad constituida por una alternancia de lutitas y areniscas. La lutita es de color gris claro a verde con intemperismo a café o pardo, arenosa y dispuesta en capas medianas a gruesas. La arenisca es de color café amarillento, de grano fino a medio, calcárea, fuertemente plegada y fosilífera, en capas delgadas a medianas; aflora en las cercanías de las localidades de Matehuala, Villa de Ramos, Santo Domingo, Aqualulco, Lagunillas, Rayón y Cárdenas, así

como en las estructuras sinclinales de la Sierra Madre Oriental; sobreyace en concordancia a la unidad de caliza-lutita y subyace discordantemente a conglomerados del Terciario Superior y basaltos del Cuaternario.

TERCIARIO T(S), T(li), T(le)

A este período corresponden una serie de unidades rocosas de origen sedimentario(S) e ígneo, (intrusivas(li) y extrusivas(le)).

Las rocas sedimentarias consisten de lutita, lutita-arenisca, arenisca-conglomerado y conglomerado.

La lutita es de color gris con tonos verdes, calcárea, en estratos delgados y medianos; muy localmente se intercala con capas delgadas de arenisca. Aflora ampliamente en la porción oriental del estado. Sobreyace en forma discordante a las unidades del Cretácico Superior y de igual manera a la unidad arcillo-arenosa del Eoceno.

La unidad lutita-arenisca es de origen marino, en estratos que varían de delgados a gruesos en alternancia areno-arcillosa. La arenisca es de color gris que intemperiza en amarillo ocre, de grano fino a medio. Las lutitas son predominantemente calcáreas y de alta fisilidad. Aflora ampliamente en el oriente del estado, al norte de la localidad Tamazunchale. Sobreyace discordantemente a las unidades arcillosas del Cretácico Superior y subyace de igual forma a sedimentos areno-arcillosos del Eoceno.

La unidad formada por arenisca-conglomerado es de origen continental, de color café claro, pobremente consolidada, en donde la arenisca que es de grano fino a grueso, cambia gradualmente a conglomerado con fragmentos de caliza, riolita, toba y basalto, mal clasificados, y de angulosos a subredondeados. Aflora principalmente al norte de Alaquines, al suroeste de Rayón y al sureste de Villa de Reyes. Sobreyace en discordancia a las unidades del Mesozoico y subyace por igual a las rocas volcánicas del Terciario.

El conglomerado es de origen continental, constituido por fragmentos de caliza, arenisca y basalto, bien redondeados, mal clasificados e implantados en matriz areno-arcillosa débilmente cementada. Aflora ampliamente en las inmediaciones de la localidad Venado, en promontorios aislados en la Mesa del Centro y como pie de monte en algunas sierras. En la región oriente del estado aflora en la margen derecha del río Moctezuma. Sobreyace discordantemente a las unidades del Mesozoico y subyace a algunas unidades volcánicas del Terciario.

Las rocas de origen ígneo tanto intrusivas (granito, granodiorita y diorita) como extrusivas (riolita-toba

ácida, riolita y basalto), varían en su composición desde ácida hasta básica. En las intrusivas las dos primeras representan una unidad calcoalcalina de color gris claro que intemperiza en café rojizo y pardo, de textura holocristalina, con fenocristales de plagioclasa. Su estructura es masiva y compacta con fracturamiento en bloques aunque ocasionalmente se presenta en troncos con intemperismo esferoidal. Aflora en las inmediaciones de la localidad Guadalcázar, al este de Charcas, al sureste de Salinas de Hidalgo y al norte y este de Tierra Nueva, provocando en algunos lugares mineralización de oro, plata, mercurio y estaño. La otra unidad intrusiva, clasificada como diorita es de composición intermedia, de color pardo a gris claro, de textura holocristalina. Aflora al oeste de la localidad Villa de la Paz, en forma de troncos que al intrusionar a rocas calcáreas del Cretácico provocaron la mineralización de sulfuros.

En lo que respecta a las rocas ígneas extrusivas, las de composición ácida, como riolitas y tobas, son de color gris rosado a rojizo y café claro, de textura afanítica y porfídica, estructura fluidal en la riolita que tiene aspecto masivo y fracturamiento moderado. Se presenta en extensos afloramientos en la región sur del estado, al norte de la localidad Aqualulco y en forma aislada en la zona altiplano. La unidad extrusiva de composición básica es de color negro, de aspecto masivo, de textura vesicular y amigdaloides con relleno de calcita; ocasionalmente se presenta en bloques acordonados con intemperismo esferoidal. Aflora en mesetas hacia la zona altiplano y en los flancos de algunos anticlinales de la Sierra Madre Oriental. Cubre en forma de derrames a unidades del Cretácico y Terciario Inferior.

CUATERNARIO Q(1e), Q(S), Q(Su)

Al período reciente corresponden unidades de roca ígnea extrusiva (basalto), sedimentaria (conglomerado) y de material granular que rellena a las partes bajas (aluvión). La roca ígnea extrusiva es de composición básica, de color negro, textura holocristalina, de estructura masiva y vesicular, con fracturamiento moderado; aflora en forma de coladas lávicas y en promontorios aislados en la zona central y occidental del estado.

La unidad sedimentaria es de origen continental, polimíctico, con fragmentos de subangulosos a subredondeados, mal clasificados y pobremente consolidados en matriz arcillosa o calcárea. Se distribuye ampliamente en la zona norte del estado y en forma de abanicos aluviales y piamonte hacia los flancos de las sierras.

Finalmente la unidad de material granular, constituida por arcilla, limo, arena, grava y cantos o bloques, se encuentra relleno de los valles, las partes topográficamente bajas y los cauces de los ríos y arroyos, con espesor que varía desde unos metros hasta más de 500 m, como sucede en los valles de San Luis Potosí y Villa de Reyes.

4.3 GEOLOGÍA HISTÓRICA

Durante el Mesozoico, al inicio del Jurásico Superior, se originó la transgresión marina que cubrió parcialmente la plataforma Valles-San Luis Potosí, permaneciendo algunas áreas emergidas durante todo este período, en donde es característico el depósito de abundantes clastos gruesos de composición calcárea - arcillosa que dieron origen a la formación de rocas del tipo caliza y lutita.

En el Cretácico Inferior (Neocomiano-Aptiano) se generan depósitos de mar abierto en la Cuenca Mesozoica de México y el antiguo Golfo de México, con sedimentos calcáreo-arcillosos, en tanto que sobre la plataforma Valles-San Luis Potosí se depositó una secuencia principalmente evaporítica. En el Aptiano Superior se llevó a cabo un levantamiento que provocó el acarreo de suelos y depositó sedimentos calcáreos. A mediados del Cretácico se acentuó una transgresión marina que cubrió las tierras emergidas y generó en el perímetro de la plataforma Valles-San Luis Potosí, una franja arrecifal flanqueada por depósitos post-arrecifales y pre-arrecifales eminentemente calcáreos.

Al inicio del Cretácico Superior, el aporte de sedimentos detríticos provenientes del occidente es muy intenso, al retirarse paulatinamente los mares hacia el oriente, con deltas progradantes que desarrollan en el área de la Cuenca Mesozoica de México el depósito de sedimentos arenosos, calcáreos y arcillosos.

Al final del Cretácico, el período de máxima deformación orogénica conocido como Revolución Laramide, formó la Sierra Madre Oriental, delimitando al occidente una gran llanura que posteriormente se transformó en la altiplanicie de la Mesa del Centro al asentarse en ella depósitos conglomeráticos.

A principios del Cenozoico continúan los levantamientos y el retiro de los mares, con esfuerzos de compresión y tensión que originaron fracturas y fallas a través de las cuales las intrusiones ígneas causaron el metamorfismo y mineralización de la región.

Durante el período Terciario, después de la Revolución Laramide, comienza una etapa de erosión que pone al descubierto algunos cuerpos intrusivos, además de presentarse una intensa actividad volcánica de tipo ácido, seguida de otro volcanismo de tipo básico, para finalmente depositarse los sedimentos cuaternarios del tipo aluvial y de talud que rellenan las partes bajas y forman los extensos valles en la actualidad.

4.4 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

Los rasgos estructurales en la entidad, presentan una marcada diferencia, basada principalmente en las

características morfológicas que originan la división fisiográfica. En la región de la Mesa del Centro existen evidencias de tres episodios tectónicos; el primero de ellos es el metamorfismo regional de las rocas sedimentarias del Triásico, que originó los esquistos aflorantes al suroeste de la localidad El Barril. El segundo, ocurrido durante la Orogenia Laramide, se manifestó por esfuerzos de compresión que formaron pliegues estrechos en el oriente y más suaves y abiertos en el occidente del estado, destacando los anticlinorios de Catorce y de Charcas, con una orientación general norte-sur. El tercero obedece a esfuerzos de tensión ocurridos en el Terciario (Plioceno), que originaron sistemas de fracturas y fallas con orientación predominante norte-sur y noroeste-sureste, que afectaron las estructuras mencionadas para posteriormente ser cubiertas por eventos volcánicos cuyos afloramientos más extensos se presentan en la porción sur del estado.

En la Sierra Madre Oriental los esfuerzos de compresión deformaron fuertemente la secuencia Mesozoica,

principalmente en pliegues anticlinales y sinclinales, ocasionando también un sistema de fallas inversas o cabalgaduras alineadas en dirección noroeste-sureste. Posteriormente los esfuerzos de carácter distensivo originaron la formación de un sistema de fracturas y fallas normales de igual orientación, que provocaron las fosas tectónicas o graben. De manera simultánea se inició un período de actividad ígnea representada por estructuras de cuerpos intrusivos (diques, mantos y lacolitos entre otros), además de conos volcánicos y coladas de lava que se presentan al suroeste y sureste de la ciudad de San Luis Potosí.

En lo que constituye la Llanura Costera del Golfo de México, las unidades sedimentarias aflorantes presentan fracturas y estructuras producto de esfuerzos de compresión, aunque de pequeñas dimensiones, en pliegues anticlinales y sinclinales amplios y suaves que no son cartografiados, sobre los cuales se depositaron por efecto de la regresión, las formaciones del Terciario Marino de México.

5. Hidrología Superficial

En el estado de San Luis Potosí, la hidrografía presenta fuertes contrastes, en donde influye de manera importante lo accidentado de la configuración orográfica y diferencias climatológicas abruptas, generando por un lado escasez del recurso agua como limitante principal en el desarrollo futuro de la región y por otra parte abundantes precipitaciones y escurrimientos que forman una amplia red fluvial con ríos caudalosos y régimen perenne.

En el presente capítulo se describe en forma general la situación hidrológica del estado, su ubicación y cuencas que incluye la entidad. Posteriormente, se muestra un balance hidrológico superficial por cada región, la utilidad principal a que se destina el agua superficial y grado de contaminación por efectos municipales e industriales.

Finalmente se define un balance hidrológico integral de la entidad y se hace una proyección a partir de ciertas hipótesis relativas a la demanda y disponibilidad del agua.

5.1 PANORAMA GENERAL DEL AGUA SUPERFICIAL EN EL ESTADO

La entidad se encuentra comprendida dentro de las regiones hidrológicas (RH) núm. 37, El Salado, que cubre la porción noroccidental y la núm. 26 Pánuco, que ocupa la porción suroriental (figura 5.1). En la primera de ellas el clima es seco y semiseco, con corrientes de poca importancia y curso reducido ya que sólo aparecen en épocas de lluvias y rápidamente se infiltran o evaporan. En contraste, la región del Pánuco es de clima cálido a subhúmedo, con abundantes precipitaciones que generan una importante red fluvial con ríos de régimen permanente.

La RH 37 El Salado, comprende dentro de territorio potosino a las cuencas denominadas Matehuala, Sierra de Rodríguez, Camacho-Gruñidora, Fresnillo-Yesca, San Pablo y Otras, Presa San José-Los Pilares y Otras y Sierra Madre; las corrientes superficiales de mayor importancia en esta región son: San Antonio, Las Pilas, El Astillero, Las Magdalenas, El Tule, Justino - Bocas, Cabras, Mexquitic y Santiago (figuras 5.1.A y 5.1.B).

En la RH 26 Pánuco, se localizan dentro de la jurisdicción estatal, las cuencas conocidas como Río

Pánuco, Río Tamesí, Río Tamuín y Río Moctezuma, en donde las corrientes superficiales más importantes son los ríos: Armadillo, Jofre, Santa María, Verde, Valles y desde luego los que dan el nombre a las cuencas mencionadas (figuras 5.1.A y 5.1.B).

Para el aprovechamiento del agua superficial se tiene en el estado una infraestructura de 54 presas con capacidad mayor a 0.5 Mm³ de las cuales 40 se utilizan en riego; 3 en uso doméstico; 2 en riego - doméstico - potable; 3 para abrevadero; 1 en uso recreativo y 5 no definen su empleo (cuadro 5.1.A).

5.2 REGIÓN HIDROLÓGICA 37, EL SALADO

Constituye una de las vertientes interiores más importantes del país y ocupa parte de la altiplanicie septentrional en donde cubre la porción noroccidental del estado, con una extensión de 58.29% de la superficie total estatal. Se caracteriza por una serie de cuencas cerradas en donde la topografía es monótona, con pocas elevaciones importantes y por consiguiente carece de grandes corrientes superficiales.

Dentro de la entidad se tiene parte de siete cuencas que corresponden a esta región, las cuales se describen a continuación.

5.2.1 Cuenca Matehuala (B)

Esta cuenca se ubica en la porción norte del estado y en la zona centro-oriental de la región hidrológica 37, El Salado. Ocupa en la entidad una superficie de 14.79% respecto al total estatal. Limita al sur con las cuencas Presa San José-Los Pilares y Otras (G), al sureste con la cuenca San Pablo y Otras (F), al oeste con la cuenca Camacho-Gruñidora (D) y al noroeste con la cuenca Sierra de Rodríguez (C). La temperatura media anual es de 16 a 18° C y la precipitación total anual es de 400 mm, aunque en las partes altas de la sierra de Catorce se registran 12° C y 600 mm respectivamente. Los escurrimientos principales son de carácter intermitente, en donde destacan los arroyos Mezquitil, Matanzas, El Astillero, Las Pilas, El Mimbres y El Salto, los cuales se originan en las sierras de Catorce, San Bartolo y el Azul.

En esta zona no existen obras hidráulicas importantes, a excepción de aljibes y bordos que se secan en época de estiaje, dado que el rango de escurrimiento es

menor a 10 mm, por lo que sólo se usan con fines domésticos y abrevadero. La calidad del agua es predominantemente salobre por lo que su aprovechamiento en riego se restringe a cultivos que sean tolerables a las sales.

Esta cuenca integra en la entidad a las subcuencas Matehuala (a), Huertecillas (b) y Catorce (c).

5.2.2 Cuenca Sierra de Rodríguez (C)

Se localiza en el noroeste del estado entre las sierras El Fraile y San Bartolo y en la zona centro-norte de la región hidrológica 37, El Salado, con una superficie correspondiente a 1.29% del territorio estatal. Limita al este y sur con la cuenca Matehuala (B) y al suroeste con la cuenca Camacho-Gruñidora (D). La temperatura media anual es de 18° C, mientras que la precipitación total anual es de 400 mm. Los escasos escurrimientos son de carácter intermitente, en donde sobresalen los arroyos El Pato y Calabacillas.

Debido a que la mayor superficie de la cuenca pertenece al estado de Zacatecas, no existe en la entidad infraestructura hidráulica, excepto algunos bordos que se secan en época de estiaje y que se utilizan con fines doméstico y de abrevadero, en donde la calidad del agua es de salinidad media.

En la entidad, esta cuenca sólo presenta la porción sureste de la subcuenca conocida como San Tiburcio (a).

5.2.3 Cuenca Camacho-Gruñidora (D)

Se encuentra ocupando una pequeña porción en el noroeste del estado entre la sierra El Bozal y los cerros El Cabrero y La Calera, se ubica en la zona centro-norte de la región hidrológica 37, El Salado. Presenta una superficie de 0.41% respecto al área estatal y limita en la entidad con la cuenca Sierra de Rodríguez (C) al noreste; con la cuenca Matehuala (B) al este y con la cuenca San Pablo y Otras (F) al sur. La temperatura media anual es de 16° C y la precipitación total anual es de 400 mm, lo cual provoca escurrimientos de carácter intermitente, como los arroyos El Encino y Los Fierros.

No existen en esta región obras hidráulicas importantes, pues el rango de escurrimiento es menor de 10 mm y sólo se tienen algunos pequeños bordos y aljibes que almacenan agua en época de lluvia, la cual se emplea con fines domésticos y de abrevadero, ya que la calidad del agua es de salinidad media.

En el estado sólo se presenta una porción de la subcuenca Gruñidora (a).

5.2.4 Cuenca Fresnillo-Yesca (E)

Ocupa la porción occidental del estado y se localiza en la zona occidental de la región hidrológica 37, El Salado; cubre una superficie de 4.64% del total estatal y limita en la entidad con la cuenca San Pablo y Otras (F) al este y sur y con la cuenca Camacho-Gruñidora (D) al norte. La temperatura media anual es de 16°C, mientras que el registro de precipitación total anual es de 350 mm, lo que origina escurrimientos de régimen intermitente destacando los arroyos Palma Verde, La Gallina, Charco, El Caballo y el río Illescas.

No existe en la región infraestructura hidráulica para el aprovechamiento del agua superficial, salvo algunos bordos y lagunas como El Barril, Hernández, José Caligüey, Catarina y Santa Clara, cuyas aguas se utilizan con fines domésticos y de abrevadera. La calidad del agua es de salinidad media a muy alta y con altas concentraciones de sodio.

Esta cuenca integra en territorio estatal a una porción de la subcuenca Yesca (a).

5.2.5 Cuenca San Pablo y Otras (F)

Se localiza al occidente y suroccidente del estado y hacia la porción sur de la región hidrológica 37, El Salado. Ocupa una superficie de 12.72% del territorio potosino y limita con la cuenca Camacho - Gruñidora (D) al norte; con la cuenca Matehuala (B) al noreste; con la cuenca Presa San José - Los Pilares y Otras (G) al sureste y con la cuenca Fresnillo - Yesca (E) al oeste. La temperatura media anual que impera en esta zona es de 16°C, mientras que la precipitación total anual es de 400 mm; existe un buen número de corrientes de régimen intermitente entre las que sobresalen los arroyos Sandoval, La Barranca, Gavilanes, La Peñita, Santa Rosa, Los Encinos y Belén, algunos de los cuales alimentan algunas lagunas conocidas como El Perdido, Conejo, La Mesilla y La Salinera.

El rango de escurrimiento es de 10 a 20 mm y no se tiene infraestructura hidráulica de importancia para su aprovechamiento, se utilizan sólo algunos bordos y lagunas con fines domésticos y de abrevadero. La calidad del agua en los bordos es de salinidad media y baja en sodio, mientras que en las lagunas es de salinidad alta y alto contenido de sodio.

En la entidad esta cuenca cuenta con dos subcuencas conocidas como Presa San Pablo (a) y Mesa Chiquihuitillo (b).

5.2.6 Cuenca Presa San José-Los Pilares y Otras (G)

Se ubica en la porción centro - occidental del estado y en la zona sureste de la región hidrológica 37. Cubre una

superficie de 17.48% del territorio potosino y limita al norte con la cuenca Matehuala (B); al este con la cuenca Sierra Madre (H); al sur y sureste, con la región hidrológica 26, Pánuco, y al oeste y suroeste con la cuenca San Pablo y Otras (F). La temperatura media anual en la región es de 18° C y la precipitación total anual es de 400 mm al norte de la cuenca y de 300 mm al sur de la misma, observándose innumerables corrientes intermitentes como los arroyos Magdalenas, Cañada Verde, Palomas, Potrerillos, Ojo de Agua, El Laurel, El Tepozan, El Tule Bocas, Calabacillas, San Pedro e Independencia, mientras que en la porción sur de la cuenca, donde se asienta la ciudad de San Luis Potosí, son importantes los ríos Mexquitic, Paisanos, Santiago, Española y San Antonio.

El rango de escurrimiento es menor de 10 mm y se tiene como infraestructura hidráulica importante a las presas: Álvaro Obregón en el municipio de Mexquitic de Carmona, con una capacidad de 4.9 Mm³ (Millones de metros cúbicos); Gonzalo N. Santos (El Peaje) con capacidad de 8.0 Mm³ y San José con capacidad de 7.3 Mm³, las cuales se utilizan en riego y abastecimiento de agua potable, además de algunos bordos cuyas aguas se emplean en servicio doméstico y abrevadero. La calidad del agua varía desde salinidad media y alta en la parte norte de la cuenca, hasta de salinidad media y baja en la porción sur.

En el estado esta cuenca incluye las subcuencas Presa Los Pilares (a) y Presa San José (b).

5.2.7 Cuenca Sierra Madre (H)

Cuenca localizada en la parte norte-central del estado y en la porción oriental de la región hidrológica 37, El Salado. Cubre una superficie de 6.96% del territorio estatal y limita al este y sur con la región hidrológica 26, Pánuco, y al oeste con la cuenca conocida como Presa San José-Los Pilares y Otras (G). El clima predominante en esta región indica una temperatura media anual de 20°C y una precipitación total anual de 400 mm, lo que aunado a las condiciones de vegetación y permeabilidad del terreno, genera un rango de escurrimiento de 20 a 50 mm, en donde destacan los arroyos Paso Blanco, El Salto, Ciudad del Maíz, Rayo de Puerto y Rincón el Sotolar.

La infraestructura hidráulica en esta cuenca constituye algunos bordos utilizados con fines domésticos y pecuarios, así como las presas de almacenamiento Álvaro Obregón (Palomas), situada en el municipio de Alaquines, con capacidad útil de 4.0 Mm³, empleada principalmente con fines de riego, y Guadalupe, construida en el municipio de Guadalcázar, con capacidad de 6.5 Mm³, usada para riego y abastecimiento de agua potable. La calidad del agua es predominantemente de salinidad media, aunque localmente presenta índices de salinidad alta.

En la entidad, en esta cuenca se integran dos subcuencas, conocidas como Tula (a) y Bustamante (b).

5.3 BALANCE HIDROLÓGICO SUPERFICIAL DE LA REGIÓN HIDROLÓGICA 37, EL SALADO

Como ya se mencionó, en esta región las corrientes son de muy poca importancia, por lo regular se forman inicialmente en época de lluvias y su curso es sumamente reducido, ya que el agua que conducen desaparece en las llanuras en corto tiempo, debido a la infiltración y la evaporación que actúa en las mismas, o directamente sobre la infraestructura hidráulica existente.

La RH 37, El Salado, conocida también como zona de cuencas cerradas por la serie de conjuntos orográficos que la circundan, recibe en la porción que comprende el estado de San Luis Potosí, una precipitación media de 400 mm, lo que genera un volumen de lluvia anual de 15 144 Mm³; sin embargo, las características climatológicas no permiten su aprovechamiento en gran escala ya que 97.7% retorna a la atmósfera por evaporación.

En lo que respecta al reuso de aguas residuales su desarrollo es incipiente, pues sólo se aprovechan las descargas residuales producidas en las ciudades de San Luis Potosí y Soledad de Graciano Sánchez, en donde el volumen de agua residual generado o de reuso, asciende a 72 Mm³ y está concesionado a varias sociedades de agricultores y ejidatarios de ambos municipios, para el riego de 1 255 ha en Soledad de Graciano Sánchez y 894 ha en San Luis Potosí.

El volumen de evapotranspiración anual es de 14 796 Mm³, mientras que el escurrimiento superficial se estima en 135 Mm³; el que se usa o es aprovechado en esta región, es de 29 Mm³ y los 106 Mm³ restantes forman lagunas que finalmente se pierden por la evaporación.

De acuerdo con el volumen de lluvia y considerando los de evapotranspiración y escurrimiento, se llega a un volumen infiltrado en esta región de 213 Mm³.

Si se tiene en cuenta el volumen de precipitación y el uso de agua residual, alcanza una entrada superficial general de 15 216 Mm³, por el contrario si se consideran los volúmenes de evapotranspiración, infiltración y el volumen usado o aprovechado, se obtiene una salida superficial general de 15 038 Mm³, por lo que la disponibilidad en la región El Salado es de 178 Mm³.

5.4 USO DEL AGUA SUPERFICIAL EN LA REGIÓN HIDROLÓGICA 37, EL SALADO

En esta región es natural que la infraestructura hidráulica existente para el aprovechamiento del agua superficial sea modesta, ya que sólo existen 19 presas

cuya capacidad rebasa 0.5 Mm³; las de mayor magnitud son las presas Gonzalo N. Santos (El Peaje), San José y Álvaro Obregón (Mexquitic), cuya capacidad es de 8.0, 7.3 y 4.9 Mm³, respectivamente.

El uso principal del agua superficial es doméstico, abrevadero, pecuario, agrícola y para abastecimiento de agua potable, como en el caso de las presas El Peaje y San José que suministran 10 Mm³/año a la ciudad de San Luis Potosí.

5.5 CONTAMINACIÓN EN LA REGIÓN HIDROLÓGICA 37, EL SALADO

En esta región, la contaminación por aporte de desechos contaminantes ocurre a nivel industrial y municipal, principalmente en las localidades de San Luis Potosí, Soledad de Graciano Sánchez, Matehuala, Venado, Cerritos, Cedral, Villa de Zaragoza y Charcas. Los elementos contaminantes importantes a nivel industrial son sustancias químicas, sólidos, metales y basura, mientras que a nivel municipal son grasas, aceites, detergentes y organismos coliformes. Los mayores aportadores son las ciudades de San Luis Potosí, con volúmenes de 147 945 m³/día y 59 645 m³/día de desechos industriales y residuales, y Soledad de Graciano Sánchez con 55 284 m³/día de agua de desechos industriales y 6 700 m³/día de aguas residuales.

Para el tratamiento de aguas residuales mediante los procesos de lagunas de estabilización o lodos activados, se tiene en operación dos plantas de tratamiento localizadas en la ciudad de San Luis Potosí (Parque Tangamanga II) y Soledad de Graciano Sánchez; además de tres plantas que requieren rehabilitación para su operación, localizadas en San Luis Potosí (Parque Tangamanga I) y en los municipios de Cedral y Salinas de Hidalgo.

En proceso de construcción se tiene una planta de tratamiento en el municipio de Villa de Ramos (El Barril), mientras que en proyecto de construcción se tiene a tres más, en los municipios de Soledad de Graciano Sánchez (El Morro) y San Luis Potosí (Tanque Tenorio y San Luis Norte).

Respecto a las aguas de desecho industrial se cuenta con 13 plantas para tratamiento primario y/o secundario, ubicadas 12 de ellas en plantas industriales de la región y la restante en un hotel de primera categoría de la ciudad de San Luis Potosí.

5.6 REGIÓN HIDROLÓGICA 26, PÁNUCO

Se divide en dos zonas conocidas como Alto Pánuco y Bajo Pánuco; ocupa toda la porción suroriental del estado y cubre una extensión de 41.71% respecto a la superficie total estatal. Se caracteriza por una topogra-

fía abrupta que desciende en forma escalonada hacia la costa del Golfo de México, originando una extensa red fluvial.

En el estado de San Luis Potosí, se integran parte de cuatro cuencas que corresponden a esta región, las cuales se describen a continuación.

5.6.1 Cuenca Río Pánuco (A)

La cuenca se ubica en la porción oriental, tanto en el estado de San Luis Potosí como de la región hidrológica 26, Pánuco, cubriendo una superficie de 1.12% del territorio estatal. Limita en la entidad con la cuenca Río Tamesí al norte (B) y al occidente con la cuenca Río Tamuín (C). La temperatura media anual registrada en esta zona es de 25° C mientras que la precipitación total anual es de 1 000 mm.

El rango de escurrimiento es de 100 - 200 mm por lo que existen infinidad de arroyos de carácter intermitente que descargan a la laguna Chajil, desde donde se tiene como infraestructura hidráulica principal, una serie de canales que se utilizan para irrigación en el Distrito de Riego Núm. 92 (Pujal-Coy). La calidad del agua es considerada como de salinidad media y bajo contenido de sodio.

En la entidad, esta cuenca sólo incluye una porción de la subcuenca del mismo nombre llamada R. Pánuco (a).

5.6.2 Cuenca Río Tamesí (B)

Al igual que la cuenca anterior, la cuenca Río Tamesí se ubica en la porción oriental del estado y hacia la zona nororiental de la región hidrológica 26, Pánuco. Cubre una extensión de 0.85% de territorio potosino, en donde limita al sur con la cuenca Río Pánuco (A) y al suroeste con la cuenca Río Tamuín (C). La temperatura media anual registrada es de 25°C, mientras que la precipitación total anual varía predominantemente de 1 000 a 1 200 mm, incrementándose hacia la sierra Cucharas, al occidente de la cuenca. La corriente principal es el río Tantoán, de régimen perenne, que es alimentado por infinidad de afluentes, el cual sigue un curso hacia el noreste, donde posteriormente son aprovechadas sus aguas en el estado de Tamaulipas.

El rango de escurrimiento es de 200 a 500 mm y existen como infraestructura hidráulica para su aprovechamiento algunos bordos, que son empleados con fines de riego, doméstico y pecuario, así como una serie de canales que se utilizan para irrigar otra porción del Distrito de Riego Núm. 92. La calidad del agua es de salinidad media en los bordos que captan los escurrimientos, no así en el río Tantoán en donde la salinidad se incrementa hasta calificarse como alta.

En el estado, esta cuenca presenta sólo una porción de la subcuenca denominada R. Tamesí (a).

5.6.3 Cuenca Río Tamuín (C)

Es la cuenca de mayor extensión en la entidad, se localiza en la porción sur y oriental del estado y en la zona noroccidental de la región hidrológica 26, Pánuco; cubre una superficie de 35.43% del total estatal. Limita al norte y noroeste con la región hidrológica 37, El Salado y al este con las cuencas R. Tamesí (B), R. Pánuco (A) y R. Moctezuma (D). La temperatura media anual tiene variaciones notables debido a lo extenso de esta cuenca, presentando 16°C en la porción occidental y 24°C en la oriental, de igual manera la precipitación total anual oscila de 400 a 2 000 mm.

Debido a la extensión de la red fluvial de la cuenca, es ésta la que más aportación de agua superficial ofrece, presenta varias corrientes importantes entre las que destacan los ríos: Verde y Santa María. El río Verde se forma en la sierra de Álvarez y sigue su curso hacia el este, cruzando los municipios de Ciudad Fernández, Rioverde, San Cirio de Acosta, Rayón y Lagunillas, en donde recibe innumerables afluentes para finalmente unirse al río Santa María, al sureste de la localidad Santa Catarina. El río Santa María nace en el estado de Guanajuato y en parte de su recorrido constituye el límite natural con el estado de Querétaro. Al unirse al río Verde sigue un curso hacia el noreste en donde recibe como afluentes a los ríos Frío o Gallinas, Tamasopo y Valles para cambiar al nombre de Tampaón, aunque al cruzar el municipio de Tamuín toma este nombre, para finalmente unirse al Moctezuma en los límites con el estado de Veracruz - Llave.

El rango de escurrimiento va de 200 a 500 mm y se tiene para su aprovechamiento suficiente infraestructura hidráulica con diversos bordos de tierra y enrocamiento, que son utilizados con fines de riego, pecuario, doméstico y abrevadero, así como algunas presas de almacenamiento en donde destacan por su importancia las presas San Francisco (capacidad de 5.72 Mm³) en el municipio de Villa de Reyes; Valentín Gama (capacidad de 10.0 Mm³) en el municipio de Santa María del Río; La Muñeca (capacidad de 25.0 Mm³) en el municipio de Tierranueva; Golondrinas (capacidad de 30.0 Mm³) en el municipio de San Nicolás Tolentino y Las Lajillas (capacidad de 41.5 Mm³) en el municipio de Ciudad Valles. Todas ellas se utilizan principalmente con fines agrícolas y para abastecimiento doméstico.

En la región central de esta cuenca se localiza el Distrito de Riego Núm. 49 (Rioverde) que se abastece a través de canales que conectan con el manantial de la Media Luna, así como con agua de los afluentes importantes y el propio río Verde.

Como se mencionó anteriormente, la topografía escalonada y accidentada de la región huasteca origina saltos de agua o cascadas en el curso de los escurrimientos, siendo las más importantes las cascadas de Tamúl en el municipio de Aquismón; la de El Salto en el municipio de El Naranjo; las de Micos en Ciudad Valles; la de Puente de Dios en Tamasopo y la de Pinihuan en Rayón. Las caídas de agua de El Salto y de Micos son aprovechadas para la generación de energía eléctrica.

La calidad del agua superficial en esta cuenca es en general de salinidad baja al occidente de la misma y de salinidad media en la porción oriental.

Debido a lo extenso de la cuenca, en esta zona se integran las subcuencas R. Tamuín o Tampaón (a), R. Valles (b), R. Puerco (c), R. Mesillas (d), R. de los Naranjos (e), Drenaje Subterráneo (f), Drenaje Subterráneo (f'), R. Gallinas (g), R. Verde (h), R. Santa María Alto (i), R. Santa María Bajo (j) y Drenaje Subterráneo (k).

5.6.4 Cuenca Río Moctezuma (D)

Se localiza en la porción suroriental del estado y ocupa toda la parte sur de la región hidrológica 26, Pánuco. Cubre 4.31% respecto al área total estatal, en donde limita al noroeste con la cuenca llamada R. Tamuín (C). La temperatura media anual en esta región varía desde 18° C registrados al oeste de Xilitla, hasta 24° C al norte de Tamazunchale. La precipitación total anual es de 1 200 mm en la parte noreste de la cuenca, incrementándose en dirección al suroeste donde registra 3 000 mm en la sierra de Xilitla.

El escurrimiento principal en esta cuenca es el río Moctezuma, el cual presenta importantes afluentes de régimen perenne entre los que destacan los ríos Amajac, Axtla y Florido. El río Moctezuma se origina en el estado de México y en su curso hacia el noreste penetra en el estado de San Luis Potosí por el valle de Tamán, siendo en una parte de su recorrido el límite natural con el estado de Veracruz-Llave. Luego de cruzar los municipios de Tampamolón y Tanquían de Escobedo se une al río Tamuín, a partir de donde toma el nombre de río Pánuco para internarse en el estado de Veracruz-Llave.

El rango de escurrimiento es de 100 a 200 mm y como infraestructura hidráulica para su aprovechamiento, se tienen canales de irrigación que utilizan aguas del río Moctezuma y de las lagunas El Olivo, Larga y Guajolote que realmente son meandros del cauce original.

En territorio estatal, esta cuenca integra a las subcuencas R. Moctezuma (a), R. Axtla (b) y R. San Pedro (z).

5.7 BALANCE HIDROLÓGICO SUPERFICIAL DE LA REGIÓN HIDROLÓGICA 26, PÁNUCO

Debido a lo interesante de esta región por sus abundantes precipitaciones y su extensa red fluvial constituida por caudalosos ríos de régimen perenne, es importante considerar en el balance hidrológico el drenado natural hacia el río Pánuco durante los períodos de lluvia y el aporte de agua superficial procedente de los estados de Querétaro de Arteaga e Hidalgo.

La precipitación media anual varía desde 400 mm en la parte central del estado hasta 2 000 mm sobre la Sierra Madre Oriental, por lo que se tiene un volumen de lluvia anual de 29 675 Mm³, de los cuales 77.7% retornan a la atmósfera por evapotranspiración.

Respecto al reuso de agua residual, en esta región sólo en la zona de Villa de Reyes se aprovecha un volumen anual de 11 Mm³.

El volumen anual correspondiente a la evapotranspiración es de 23 061 Mm³ y los escurrimientos generados que constituyen la mayoría del estado, son de 3 116 Mm³, mientras que el volumen aprovechado en esta región es de 686 Mm³, formando la diferencia junto con el aportado por los estados de Querétaro de Arteaga e Hidalgo (2 968 Mm³), una salida natural superficial de 5 398 Mm³.

Se considera al volumen de precipitación pluvial, al disminuir de éste los volúmenes de evapotranspiración y escurrimiento para determinar el infiltrado, de 3 498 Mm³ anuales.

Al tomar en cuenta el volumen de lluvia, el aporte de otros estados y el reuso de agua residual, se obtiene una entrada superficial general de 32 654 Mm³. El volumen de salida superficial general se conoce al integrar los de evapotranspiración, de escurrimiento, de infiltración y el aporte de otros estados, ya que este sale casi inmediatamente, lo que hace un total de 32 643 Mm³, por lo cual la disponibilidad en la región del Pánuco es solamente de 11 Mm³.

5.8 USO DEL AGUA SUPERFICIAL EN LA REGIÓN HIDROLÓGICA 26, PÁNUCO

En esta región, la diversidad de la red fluvial y lo caudaloso de los escurrimientos, sobre todo los de régimen perenne, hacen posible tener un control mediante mediciones sistemáticas de los volúmenes aprovechados y su utilidad principal, ya que se tiene la infraestructura de 35 presas de almacenamiento cuya capacidad es mayor de 0.5 Mm³ entre las que destacan por su magnitud Las Lajitas, Golondrinas y La Muñeca, con capacidades de 41.5, 30.0 y 25.0 Mm³ respectivamente.

En la región del Pánuco (RH 26), se utilizan con fines agrícolas 177.0 Mm³; para abastecimiento de agua potable se usan 20.0 Mm³ y para el industrial son aprovechados 489.0 Mm³, de los cuales 377.0 Mm³ son destinados a la generación de energía eléctrica.

Cabe mencionar que en la zona huasteca el abastecimiento de agua potable a las localidades de Ciudad Valles, Tamuín, Ébano y Tamazunchale, se efectúa mediante el rebombado de las aguas de los ríos, Valles, Tampaón o Tamuín y Moctezuma, hacia plantas de tratamiento, en donde mediante procesos de cloración, floculación y filtrado se prepara para ser enviada a la red de distribución y otra parte a cisternas o tanques elevados para su distribución por gravedad.

En localidades de menor jerarquía y poblados aledaños, el abastecimiento principal se realiza mediante el acondicionamiento de manantiales con líneas de conducción hacia cisternas de almacenamiento en donde bajo sistemas de cloración es tratada para su posterior distribución y consumo.

5.9 CONTAMINACIÓN EN LA REGIÓN HIDROLÓGICA 26, PÁNUCO

El aporte de desechos residuales en esta región ocurre principalmente a nivel industrial y municipal, en donde el mayor volumen de residuos contaminantes lo generan las localidades de Ciudad Valles, Ciudad del Maíz, Villa de Reyes, Tamuín, Tamazunchale, Rioverde, El Refugio, Cárdenas y El Naranjo. Los principales elementos contaminantes son sustancias químicas, sólidos, metales, basura, grasas, aceites, detergentes y organismos coliformes. Los mayores volúmenes de residuos industriales son generados en Ciudad Valles (102 911 m³/día); en Ciudad del Maíz (81 856 m³/día); en Villa de Reyes (8 924 m³/día) y en Tamuín (3 250 m³/día). Las mayores aportadoras de residuos municipales son las localidades de Tamazunchale (3 493 m³/día); Rioverde (2 767 m³/día); El Refugio (1 374 m³/día) y Cárdenas (1 341 m³/día).

Para el tratamiento de aguas residuales a través del proceso de lodos activados se tiene en rehabilitación una planta en el municipio de San Cirilo de Acosta y requieren de rehabilitación para su operación cuatro plantas ubicadas en los municipios de Cárdenas, Cerritos, Rayón y San Vicente Tancuayalab, además de estar en proceso de construcción una en el municipio de Ciudad Valles.

El proyecto para construcción de cuatro plantas de tratamiento de aguas residuales, se tiene destinado a los municipios de Axtla de Terrazas (Jalpilla y Picholco) a Tampacán (El Hulero) y a Villa Juárez.

Para el tratamiento de aguas residuales industriales mediante procesos primarios, secundarios y terciarios, se tienen dos plantas en el municipio de Villa de Reyes

en donde destaca por su capacidad instalada la industria PRONAPADE (370 l/seg); tres plantas en el municipio de Ciudad Valles; una planta en Huehuetlán y otra en Tamasopo.

5.10 BALANCE HIDROLÓGICO INTEGRAL DEL ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ

El balance hidrológico integral del estado de San Luis Potosí, considerando condiciones medias de precipitación pluvial, el aporte de otros estados y la reutilización de aguas residuales, puede plantearse como sigue: de los 44 819 Mm³/año que se precipitan, se pierden por evapotranspiración 37 857 Mm³/año, de los restantes, 3 251 forman el escurrimiento superficial y solamente 3 711 se infiltran.

Por otro lado, sale del estado un volumen de 5 504 Mm³ descargados al río Pánuco por las corrientes

superficiales y evaporados de algunas lagunas, aunado a un volumen usado de 715 Mm³.

Englobando todo lo anterior se puede resumir en forma general para todo el estado, que el volumen de entrada superficial integrado por las lluvias (44 819 Mm³), el aporte de otros estados (2 968 Mm³) y el reuso de agua residual (83 Mm³) totaliza 47 870 Mm³, mientras que el de salida superficial, integrado por la evapotranspiración (37 857 Mm³), el volumen usado o aprovechado (715 Mm³), la salida natural o descarga por corrientes superficiales (5 398 Mm³) y la infiltración (3 711 Mm³) hacen un total de salida de 47 681 Mm³.

Al obtener una diferencia entre los volúmenes de entrada superficial (47 870 Mm³) y salida superficial (47 681 Mm³), se puede determinar la disponibilidad efectiva para todo el estado, la cual resulta de 189 Mm³ anuales.

6. Hidrología Subterránea

La importancia del recurso agua, como elemento indispensable para el desarrollo social y económico de una región, hace necesario el conocimiento de las condiciones geohidrológicas de nuestra entidad, a fin de planear estratégicamente la explotación de los mantos acuíferos en cantidad y calidad suficientes que garantice un abastecimiento permanente.

En este capítulo, se señalan los elementos necesarios para entender la situación actual del comportamiento hidráulico de las zonas de explotación en el estado y se divide en dos temas centrales: el panorama general del agua subterránea y la descripción de zonas geohidrológicas.

En la primera parte, se hace referencia a los rasgos físicos más relevantes de la región y sus zonas favorables, describiendo en general para toda la entidad su infraestructura, explotación, uso y calidad, además de señalar áreas de veda. En las zonas geohidrológicas se definen las características particulares de cada acuífero, como son su ubicación, marco geológico, hidrodinámica, infraestructura, condición geohidrológica, calidad y balance recarga-descarga.

6.1 PANORAMA GENERAL DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS EN EL ESTADO

En San Luis Potosí, las zonas geohidrológicas tienen un control estructural y estratigráfico definido superficialmente por el relieve topográfico característico de la región, lo cual determina tres áreas claramente distinguibles denominadas Mesa del Centro, ubicada en la porción occidental del estado; Sierra Madre Oriental, localizada en la porción central y Llanura Costera del Golfo Norte que corresponde a la zona oriental de San Luis. En las zonas favorables de la entidad, el agua subterránea forma acuíferos al almacenarse en material aluvial, en tobas arenosas y rocas volcánicas fracturadas que rellenan las fosas tectónicas, así como en las estructuras sinclinales de rocas sedimentarias de tipo calcáreo y en menor proporción en el fracturamiento de algunas rocas volcánicas que sobreyacen a éstas.

Los acuíferos en rellenos aluviales son de tipo libre, aun cuando pueden estar confinados a semiconfinados localmente por horizontes arcillosos. Los acuíferos en rocas calcáreas y rocas volcánicas presentan flujo regional, debido a cársticidad y fracturamiento

interconectado entre sí, son de tipo confinado y semiconfinado, principalmente si subyacen a unidades de lutita como es el caso de algunas rocas calcáreas.

En el presente estudio solamente se analizan las condiciones geohidrológicas de los acuíferos constituidos por material aluvial, al ser éstos los de mayor importancia hidrogeológica dada su potencialidad y su buen grado de permeabilidad en la mayoría de los casos. La recarga de estos acuíferos ocurre principalmente por escurrimientos provenientes de las sierras y lomeríos que los circundan, por infiltración directa producto de la precipitación pluvial y por retornos de riego, así como por flujo subterráneo proveniente de otras cuencas o valles aledaños. Para los acuíferos en material granular se estimó un volumen de recarga en todo el estado de 325.4 Mm³ por año, sin considerar el volumen de los valles de Salinas, Santo Domingo, Villa de Arriaga, Villa Hidalgo, Buenavista, Cerritos-Villa Juárez, Guadalcázar y San Nicolás Tolentino, el cual está en proceso de actualización.

La descarga tiene lugar a través de diversas formas, en donde la principal es la extracción por bombeo, cuya intensa explotación ha provocado el agotamiento de los acuíferos y por consecuencia la reducción gradual de las salidas naturales. Otras formas de descarga son las salidas por flujo subterráneo y a lo largo de los cauces de ríos y arroyos como flujo base, el alumbramiento de manantiales y la evapotranspiración o evaporación directa en niveles freáticos someros. Estos últimos procesos de descarga prevalecieron en condiciones naturales hasta que dio inicio la explotación intensiva de los acuíferos.

Se tienen registrados en la entidad un total de 6 065 aprovechamientos de agua subterránea; 5 842 activos y 223 inactivos. Dentro de los activos se tiene que 2 598 son pozos, 3 139 norias, 101 manantiales y 4 galerías filtrantes. El volumen de extracción anual, sin considerar los valles de Santo Domingo y Guadalcázar debido a que aún no han sido cuantificados, es de 483.6 Mm³, el cual se utiliza - según su importancia - en riego, uso doméstico y abrevadero, servicios público - urbanos e industrial.

Existen numerosos manantiales cuya manifestación termal indica la relación que tiene el agua al circular a profundidad, con rocas volcánicas que aún conservan

altas temperaturas, para luego ascender y brotar en forma natural o bien aprovecharse mediante perforaciones profundas. Como zonas termales de importancia en la entidad, se tienen Ojo Caliente y Labor del Río en el municipio de Santa María del Río; El Taninúl en Tamuín; El Bañito en las cercanías de Ciudad Valles y Gogorrón en Villa de Reyes. Entre los manantiales que no presentan condición de termalismo destacan por su buen rendimiento y régimen perenne, el de Jagüey de los Castillo en San Nicolás Tolentino; Ojo de León y Puerta del Río en Villa Juárez; la Media Luna y Los Anteojos en Rioverde y muchos otros de menor importancia que alimentan a los afluentes de los principales ríos de la región.

La calidad del agua subterránea es muy variada en cuanto a concentración de sales se refiere, ya que el tipo y cantidad de éstas depende del tiempo de contacto, origen y solubilidad de las rocas y materiales a través de los cuales circula, incrementando su contenido salino conforme avanza. En forma general puede decirse que la concentración de sales varía de 250 a 2 000 ppm de sólidos totales disueltos, a excepción de algunos acuíferos del centro y norte del estado, emplazados en formaciones de composición evaporítica o que son afectados por la evaporación cuando los niveles son someros, en donde se tienen concentraciones de salinidad que alcanzan las 5 500 ppm (partes por millón).

De acuerdo con la clasificación de Palmer - Piper, las familias predominantes de agua son cálcica - bicarbonatada y sódica - bicarbonatada a excepción de las zonas centro y norte del estado, en donde tiende a ser más sulfatada. Respecto a la calidad del agua para su uso en riego, según el diagrama de Wilcox, es en general de salinidad baja a alta y con bajo contenido de sodio, excepto en la parte central, norte y noreste del estado, en donde la salinidad es muy alta y el contenido de sodio es alto.

Debido al desarrollo y crecimiento demográfico de las principales poblaciones de la entidad, la fuerte demanda de agua para sus diferentes usos originó una intensa explotación de los acuíferos, y por consecuencia, el control de su manejo por parte de la Comisión Nacional del Agua (CNA), mediante decreto de zonas de veda para vigilar la extracción. Aproximadamente 50% de la superficie del estado se encuentra bajo control mediante decretos publicados en el Diario Oficial de la Federación. En veda decretada el 30 de junio de 1961, se incluyó la zona que comprende los municipios de San Luis Potosí, Villa de Reyes, Soledad de Graciano Sánchez, Cerro de San Pedro, Villa de Zaragoza, Santa María del Río, Villa de Arista, Mexquitic de Carmona y Ahualulco; el 24 de octubre de 1964 fueron vedados los municipios de Cedral, Vanegas y Matehuala; el 9 de julio de 1966 entró en vigor el decreto de veda para el municipio de Rioverde y el distrito de riego Núm. 49;

el 6 de junio de 1979 para el municipio de Villa de Ramos; el 7 de septiembre de 1979 para el área de Moctezuma, Venado y una ampliación en Villa de Arista; el 29 de abril de 1981 para la zona que ocupa el municipio de Ciudad Fernández. En lo que corresponde a la región de la huasteca potosina, con fecha 3 de agosto de 1973, se decretó como zona de veda los municipios de Tamuín y Ébano que incluyen parte del distrito de riego Núm. 92, la cual fue ampliada con fecha 6 de febrero de 1976, al considerar también al municipio de Ciudad Valles (figura 6.1).

Se han identificado en el estado las zonas geohidrológicas de: Vanegas-Catorce, Cedral-Matehuala, Matehuala-Huizache, Santo Domingo, El Barril, Villa de Arista, Salinas, Ahualulco, Villa Hidalgo, Buenavista, Cerritos-Villa Juárez, San Luis Potosí, Rioverde, Villa de Arriaga, Villa de Reyes, Guadalcázar, Santa María del Río (Santo Domingo-Villela-El Fuerte) y San Nicolás Tolentino (figura 6.2).

6.2 ZONAS GEOHIDROLÓGICAS

6.2.1 Valle Vanegas-Catorce

Se localiza en la porción norte del estado, al oeste y noroeste de la sierra de Catorce, en el flanco occidental de la misma y es limitado geográficamente por las coordenadas siguientes: 23° 27' y 24° 30' de latitud norte y 100° 38' y 101° 04' de longitud oeste.

Se originó a partir de una fosa tectónica escalonada rellenada posteriormente por depósitos aluviales del Cuaternario. Estratigráficamente el área incluye formaciones geológicas calcáreas y arcillosas de edad Jurásico y Cretácico Inferior y Superior; conglomerado y rocas ígneas intrusivas y extrusivas del Terciario, así como material aluvial, depósitos lacustres y depósitos de piamonte del Cuaternario. El aluvión de relleno consiste de partículas de arcilla, limo, arenas, gravas y cantos rodados, con espesor mayor de 300 m y buena permeabilidad, lo que hace posible su funcionamiento como acuífero de tipo libre.

La elevación al nivel estático para el año de 1997 muestra la máxima elevación con 1 770 msnm en la parte sur del valle, decreciendo el valor de éste hacia el norte y noreste, por lo que el flujo subterráneo sigue esta misma dirección con aportaciones de las sierras de Catorce, Santa Rosa y la Venada, que flanquean al valle. En la parte norte del valle existe un alto estructural por el buzamiento de la sierra Papagallos, el cual origina una cuenca de tipo endorreico con zonas de alta evaporación y concentración de sales, en las áreas de El Salado y al norte de Estación Vanegas, en donde se observa un aporte subterráneo hacia el valle de Cedral (plano 6.2.1.A). La profundidad al nivel estático para el año de 1997, muestra el máximo valor de

60 m en el flanco occidental del valle, entre las sierras Papagallos y Venados, mientras que el valor mínimo de 15 m se muestra en el alto estructural mencionado, al norte del valle. En la parte sur del valle presenta una profundidad de 50 m al sur de estación Wadley y disminuye hacia el norte hasta alcanzar 35 m en estación Vanegas. En la zona El Salado la profundidad se incrementa en forma concéntrica hasta registrar 30 m (plano 6.2.1.B). La evolución del nivel estático para el tiempo comprendido entre 1977 y 1997, muestra en la parte sur del valle una evolución positiva de 10 m, precisamente en la zona de recarga proveniente de la sierra de Catorce, decreciendo a 0.0 m y convirtiéndose en evolución negativa en dirección a la parte central del valle, con un abatimiento de -20 m a inmediaciones de la localidad Refugio de los Amayas. En la parte central del valle se tiene la evolución positiva de 5 m, que disminuye hacia los flancos de éste hasta registrar -30 m en la ranchería El Tepetate. Hacia la parte norte del valle, se tiene una evolución negativa en forma concéntrica, observándose la evolución nula de 0.0 m en la periferia, mientras que el máximo abatimiento de -15 m se tiene en la parte central a inmediaciones de la localidad El Salado (plano 6.2.1.C).

En este valle se tienen registrados como activos un total de 130 aprovechamientos, con niveles estáticos que varían de 15 a 60 m. La infraestructura de explotación permite la extracción de un volumen anual de 16.6 Mm³, del cual se utilizan 15.1 para riego, 0.5 en uso doméstico y abrevadero, 0.5 en servicio público - urbano y 0.5 en industrial.

La condición geohidrológica del acuífero es sobreexplotado, por lo que se tiene un control estricto en su uso y manejo, principalmente para el emplazamiento de nuevas captaciones, mediante el decreto de veda publicado en el Diario Oficial de la Federación, con fecha 24 de octubre de 1964.

La calidad del agua subterránea varía desde dulce en la parte sur del valle, hasta salada en la porción norte, con un contenido de sólidos totales disueltos de 300 a 4 000 ppm. La familia predominante de agua, es de tipo cálcica - bicarbonatada en la parte sur, mientras que al norte predomina la familia mixta - sulfatada. La calidad del agua para riego, varía de salinidad media a alta y bajo contenido de sodio en la parte sur, hasta de salinidad muy alta y alto contenido de sodio en la porción norte, considerándose por su pH de equilibrio como altamente incrustante.

La recarga que recibe este acuífero es de 13.6 Mm³ por año, cantidad que al compararse con el volumen de descarga o extracción por bombeo, cuantificado en 16.6 Mm³, refleja una explotación que afecta el almacenamiento subterráneo, por lo que se tiene un déficit en el balance recarga-descarga de -3 Mm³ por año.

6.2.2 Valle Cedral-Matehuala

Este valle se ubica en la porción norte del estado de San Luis Potosí, inmediatamente al noreste de la sierra de Catorce y es limitado geográficamente por las siguientes coordenadas: 23° 45' y 23° 55' de latitud norte y 101° 35' a 101° 47' de longitud oeste.

Se encuentra en una estructura sinclinal, constituida por rocas arcillo - calcáreas de edad Cretácico, que hacen las funciones de basamento y barreras laterales a los depósitos de material aluvial que almacenan el agua subterránea. Este acuífero es de granulometría heterogénea, con partículas de arcilla, limo, arena, grava y cantos rodados, con espesor de 300 a 350 m en el centro del valle y de buena permeabilidad, por lo que funciona o se comporta como de tipo libre.

La configuración que muestra la elevación al nivel estático para el año de 1997, señala la curva de mayor elevación (1 680 msnm) al noroeste de la localidad de Cedral, disminuyendo paulatinamente hacia la ciudad de Matehuala, lo que indica claramente la dirección del flujo subterráneo en ese sentido, es decir, con rumbo al sureste (plano 6.2.2.A). La profundidad al nivel estático para el año 1997, en este valle, muestra una máxima de 50 m en las inmediaciones de Cedral, la cual disminuye hacia el sureste hasta presentar 15 m al oriente de la ciudad de Matehuala (plano 6.2.2.B). La evolución del nivel estático para el período comprendido entre 1972 a 1996, señala el abatimiento máximo de -50 m en la localidad de Cedral, mientras que en la zona de San Isidro y la estación del mismo nombre, existen abatimientos de -40 m. Estos valores decrecen en forma concéntrica hasta presentar valores de abatimiento de -15 m en la parte noroeste del valle y de -10 m al norte de la ciudad de Matehuala (plano 6.2.2.C).

En el valle existe un total de 203 aprovechamientos, de los cuales 183 son pozos, 9 norias y 11 manantiales, aunque solamente 189 se consideran como activos, con nivel estático que varía de 15 a 50 m. El volumen anual de extracción es de 40 Mm³, de los que se utilizan 30.4 en riego, 1.6 en doméstico y abrevadero, 7.6 en servicio público - urbano y 0.4 en industrial.

En virtud de que el acuífero presenta condición geohidrológica de sobreexplotado, tiene en la actualidad un control para su uso y manejo que trae como consecuencia la prohibición para el emplazamiento de nuevas captaciones, decretado como zona de veda, mediante publicación en el Diario Oficial de la Federación, con fecha 24 de octubre de 1964.

En lo que se refiere a la calidad del agua subterránea, puede decirse que varía de tolerable a salada, y concentra sólidos totales disueltos entre 1 000 y 2 800 ppm. Los contenidos menores de salinidad se

tienen al noroeste del valle, en la zona de la estación San Isidro, precisamente en donde se localizan los pozos de agua potable que abastecen a la ciudad de Matehuala y las máximas concentraciones se presentan a inmediaciones de dicha ciudad. La familia predominante de agua es del tipo cálcica - sulfatada, mientras que la calidad para riego se clasifica de salinidad alta a muy alta, con bajo contenido de sodio y de carácter eminentemente incrustante.

La recarga que recibe este acuífero proviene principalmente por escurrimiento directo de los arroyos que llegan al valle y por flujo horizontal permanente, lo que aporta un volumen anual de 34 Mm³.

Si consideramos que se extrae en el mismo período un volumen de 40 Mm³, entonces se tiene una variación en el almacenamiento subterráneo de -6 Mm³ por año.

6.2.3 Valle Matehuala-Huizache

Se localiza en la porción norte del estado, hacia el flanco oriental de la sierra de Catorce, en donde limita geográficamente con las coordenadas siguientes: 22° 44' y 23° 45' de latitud norte y 100° 25' y 100° 40' de longitud oeste.

Este valle se ubica en un sinclinal constituido por rocas calcáreas de edad Cretácico Inferior, confinadas por formaciones arcillo - calcáreas del Cretácico Superior, las que a su vez sirven de basamento o piso rocoso al relleno aluvial y depósitos de piamonte que contienen el acuífero. El material de relleno es de granulometría heterogénea, con espesor estimado en unos 350 a 400 m en el centro del valle. Su permeabilidad se clasifica como buena y es considerado por su funcionamiento como acuífero de tipo libre.

El comportamiento piezométrico muestra que para el año 1997, la elevación al nivel estático varió de 1 500 a 1 250 msnm. La máxima elevación se identifica a inmediaciones de la ciudad de Matehuala, mientras que la mínima se encuentra al sur del entronque Huizache, precisamente hacia la localidad conocida como Pozas de Santa Ana. El flujo subterráneo tiene una dirección definida de norte a sur, en donde las zonas de recarga son el flujo horizontal que proviene del valle Cedral-Matehuala y aportación lateral desde las sierras de Catorce y la Ruda, en el flanco occidental del valle y de las sierras El Orégano y Las Narices en el flanco oriental (plano 6.2.3.A). La profundidad al nivel estático para el mismo año, refleja el mínimo valor de 15 a 20 m alrededor a la ciudad de Matehuala, incrementándose en dirección al sur hasta alcanzar 90 m en el poblado San José de los Guajes; a partir de este punto la profundidad disminuye hacia el sur en donde presenta 45 m a inmediaciones de la localidad Palo Blanco. Desde ahí nuevamente se incrementa la profundidad hacia el sur,

hasta alcanzar los 130 m en la localidad Pozas de Santa Ana (plano 6.2.3.B).

Se cuenta para este valle con 88 pozos cuyos niveles estáticos varían de 15 a 135 m. El volumen anual de extracción es de 12.5 Mm³, utilizándose principalmente en riego, doméstico y abrevadero y en servicio público-urbano.

Su condición geohidrológica se califica como sobreexplotado, por lo que existe un control estricto para su uso y manejo por parte de la Comisión Nacional del Agua (CNA), a través del decreto de veda de fecha 24 de octubre de 1964, el cual afecta a este valle en su mitad norte.

La calidad del agua subterránea varía de dulce a salada, con un contenido de sólidos totales disueltos de 500 a 2 500 ppm. La familia predominante de agua es del tipo cálcica - bicarbonatada, mientras que la calidad del agua para riego, es en general de salinidad media a muy alta, con bajo contenido de sodio.

La principal recarga de este valle proviene de los escurrimientos que bajan por diversos arroyos desde las partes altas de las sierras que la flanquean y por el flujo subterráneo que recibe del valle Cedral - Matehuala, estimándose un volumen anual de 10 Mm³. La descarga se efectúa principalmente a través de la extracción por medio de pozos y en forma de drenaje natural hacia la porción sur del valle, se calcula un volumen anual de 12.5 Mm³, por lo que al compararlo con el volumen de recarga, resulta un déficit de explotación a costa del almacenamiento del acuífero de -2.5 Mm³ por año.

6.2.4 Valle de Santo Domingo

Se localiza en la región noroeste de la entidad, hacia los límites con el estado de Zacatecas, ubicado geográficamente entre los 23° 05' y 23° 35' de latitud norte y 101° 30' y 102° 15' de longitud oeste.

Litológicamente está constituido por material granular de tamaño y composición heterogénea que rellena las partes topográficamente bajas y forma una extensa planicie en donde sobresalen algunos pequeños cerros de origen volcánico, sedimentario y metamórfico, como testigos de erosión. El espesor del relleno aluvial y su grado de permeabilidad se desconoce, aunque por sus características puede afirmarse que funciona como acuífero de tipo libre.

La configuración de elevación al nivel estático para el año 1997, muestra una disposición concéntrica de las curvas, en donde el máximo valor de 2 020 msnm se observa en la periferia del valle, mientras que el mínimo valor de 1 920 msnm se localiza hacia la población San Juan del Salado, en un franco cono de abatimiento

(plano 6.2.4.A). La profundidad al nivel estático para el año 1997, muestra una máxima de 70 m en el sur del valle, la cual decrece en dirección al norte hasta alcanzar 20 m casi en los límites con el estado de Zacatecas. Al noreste del valle, a inmediaciones del poblado Juan Sarabia se tiene una profundidad de 50 m, desde donde decrece hasta llegar a 20 m al este de la sierra El Sabino (plano 6.2.4.B). La evolución del nivel estático para el período de un año (abril de 1996 a abril de 1997), indica una recuperación en el almacenamiento del acuífero que varía de 0.5 a 2.5 m en donde la máxima evolución se observa al suroeste de San Juan del Salado (plano 6.2.4.C).

No se tiene un control o censo que defina el número total de aprovechamientos en este valle, sin embargo, en los pozos visitados para elaborar el presente estudio, se pudo constatar que los niveles estáticos varían de 20 a 70 m, desconociendo su volumen de extracción anual y por consecuencia el uso a que se destina el agua.

La calidad del agua subterránea en esta zona, varía de dulce a salada, con una concentración de sólidos totales disueltos de 600 a 4 500 ppm aunque las máximas concentraciones se detectaron en norias que reciben escurrimientos superficiales y carecen de sello sanitario. La familia predominante de agua es cálcica-sódica-bicarbonatada, en tanto que su calidad para riego es de salinidad media a muy alta, con bajo a mediano contenido de sodio y cierto peligro de incrustación.

La recarga que recibe el acuífero es por escurrimientos de los arroyos que inciden al valle y por flujo horizontal, pero se desconoce su magnitud, al igual que la descarga, por lo que no es posible efectuar un balance que determine su grado de explotación.

6.2.5 Valle El Barril

Se encuentra en la porción más occidental de la entidad, casi en los límites con el estado de Zacatecas, ubicándose geográficamente entre los 22° 42' y 23° 12' de latitud norte y 101° 57' y 102° 18' de longitud oeste.

Se caracteriza por una extensa llanura formada por depósitos aluviales del Reciente, tobas arenosas y conglomerados poco cementados del Terciario, en estratos de dimensiones muy irregulares en donde sobresalen una serie de lomeríos y cerros de pendientes suaves. En la parte sur del valle, estos materiales están limitados por barreras montañosas o formaciones marinas del Cretácico que constituyen el piso rocoso o basamento, intrusionadas por rocas graníticas y cubiertas parcialmente por rocas volcánicas. El espesor del material de relleno se estima en unos 300 m en el centro del valle, con buena permeabilidad y funcionamiento como acuífero de tipo libre, aunque localmente puede

estar semiconfinado por horizontes de materiales arcillosos.

La medición piezométrica plasmada en el plano de elevación al nivel estático, muestra que para el año 1997 se tiene la máxima elevación al sureste del valle (2 100 msnm) entre las localidades de Villa de Ramos y El Zacatón, mientras que la mínima elevación (1 930 msnm) sobresalen algunos pequeños cerros de origen volcánico, sedimentario y metamórfico, como testigos de erosión. El espesor del relleno aluvial y su grado de permeabilidad se desconoce, aunque por sus características puede afirmarse que funciona como acuífero de tipo libre.

La configuración de elevación al nivel estático para el año 1997, muestra una disposición concéntrica de las curvas, en donde el máximo valor de 2 020 msnm se observa en la periferia del valle, mientras que el mínimo valor de 1 920 msnm se localiza hacia la población San Juan del Salado, en un franco cono de abatimiento (plano 6.2.4.A). La profundidad al nivel estático para el año de 1997, muestra una máxima de 70 m en el sur del valle, la cual decrece en dirección al norte hasta alcanzar 20 m casi en los límites con el estado de Zacatecas. Al noreste del valle, a inmediaciones del poblado Juan Sarabia se tiene una profundidad de 50 m, desde donde decrece hasta llegar a 20 m al este de la sierra El Sabino (plano 6.2.4.B). La evolución del nivel estático para el período de un año (abril de 1996 a abril de 1997) indica una recuperación en el almacenamiento del acuífero que varía de 0.5 a 2.5 m en donde la máxima evolución se observa al suroeste de San Juan del Salado (plano 6.2.4.C). Se presenta en forma concéntrica hacia la localidad El Barril, acusando un cono de abatimiento en donde el flujo subterráneo converge en ese sentido, (plano 6.2.5.A). La profundidad al nivel estático para el año 1997, señala una tendencia similar a la elevación, en donde la mínima profundidad de 10 m se tiene al occidente de Villa de Ramos y se incrementa en forma concéntrica hacia la zona de El Barril hasta alcanzar 70 m en este sitio (plano 6.2.5.B). La evolución del nivel estático para el período de abril de 1996 a abril de 1997, muestra una recuperación o evolución positiva hasta de 1.5 m en la parte sur del valle, mientras que en la zona de El Barril la evolución es negativa con -1.0 m (plano 6.2.5.C).

En el valle existen un total de 514 aprovechamientos de los cuales 229 son pozos y 285 norias, cuyos niveles estáticos varían de 10 a 70 m. El volumen de extracción anual que se realiza en esta zona es de 53 Mm³, de donde se utilizan 49.5 en riego, 2.0 en uso doméstico y abrevadero y 1.5 en industrial.

Geohidrológicamente se encuentra en condición de sobreexplotación y está controlado en su uso y manejo por la Comisión Nacional del Agua (CNA), que prohíbe

el emplazamiento de nuevas perforaciones, mediante el decreto de veda publicado en el Diario Oficial de la Federación, con fecha 6 de junio de 1979.

La calidad del agua subterránea varía de dulce a tolerable, con un contenido de sólidos totales disueltos entre 500 y 1 600 ppm, aunque en la porción norte se tiene un área muy local en donde la concentración de sales alcanza hasta 3 500 ppm, debido posiblemente a que se esté captando aguas fósiles atrapadas en estratos arcillosos. La familia de agua predominante es de tipo sódica - bicarbonatada a mixta, mientras que su calidad para riego es de salinidad media a alta con bajo contenido de sodio y de carácter predominantemente incrustante.

La recarga en el valle de El Barril proviene principalmente de retornos de riego que logran percolarse hasta alimentar nuevamente al acuífero y por entradas de flujo subterráneo que se reciben de la parte sur y oriental del valle. El volumen anual de recarga total es de 35 Mm³, el cual comparado con la extracción anual de 53 Mm³, representa un déficit de -18 Mm³.

6.2.6 Valle de Villa de Arista

Se encuentra localizado en la porción centro-occidental del estado de San Luis Potosí y es limitado geográficamente por las siguientes coordenadas: 22° 32' y 23° 00' de latitud norte y 100° 48' a 101° 08' de longitud oeste.

Se originó a partir de una depresión tectónica de aproximadamente 45 km de largo por 23 km de ancho, que posteriormente fue rellenada por materiales no consolidados constituidos por tobas y conglomerados del Terciario, así como depósitos aluviales del Cuaternario, cuyo espesor hacia la parte central del valle es de 350 a 400 m, con buena permeabilidad y que contiene el agua subterránea que forma el acuífero, considerado por su funcionamiento como de tipo libre. El caudal específico varía entre 0.05 a 3 l/seg/m, en donde los valores más bajos se registran en el flanco occidental del valle, hacia los poblados de Moctezuma y Venado y los valores más altos hacia la porción centro-oriental del valle a inmediaciones del poblado de Arista. El coeficiente de transmisividad varía de 0.2 a 5.9×10^{-3} m²/seg, presentándose los mayores en la porción central del valle. El coeficiente de almacenamiento es de 0.06 que se asocia con materiales arcillosos de baja porosidad eficaz.

La configuración de elevación al nivel estático para el año 1997 muestra la máxima elevación con 1 720 msnm al noroeste del valle y la mínima elevación de 1 500 msnm al sureste, hacia el poblado Villa de Arista, por lo que la zona de recarga es la parte norte y oeste del valle y determina la dirección del flujo

subterráneo hacia el sureste (plano 6.2.6.A). La profundidad al nivel estático para el año de 1997 indica una variación de 10 a 110 m, encontrándose el mínimo valor al sureste del poblado Venado, a partir de donde se incrementa en dirección al sureste hasta alcanzar la máxima profundidad en el poblado de Villa de Arista (plano 6.2.6.B). La evolución del nivel estático para el período 1971 a 1996, se puede describir en dos partes o zonas: al este de Venado se presenta una variación de 0 a -20 m con la máxima evolución negativa hacia la estación Venado. En la parte restante del valle, el abatimiento nulo de 0.0 m se tiene al sur del valle, en la localidad Bocas y un abatimiento mínimo de -5 m en estación Moctezuma. Desde estos puntos, la evolución negativa se incrementa hacia el este hasta registrar -60 m, a inmediaciones del poblado de Villa de Arista (plano 6.2.6.C).

Se tienen registrados en este valle un total de 730 aprovechamientos, de los cuales únicamente 593 se encuentran activos. De estos últimos 591 son pozos y 2 manantiales.

El nivel estático varía de 10 a 115 m y se extrae un volumen anual de 67 Mm³, que se utilizan en riego, doméstico y abrevadero, en servicios público-urbanos e industrial.

La condición geohidrológica de este acuífero es de sobreexplotación, razón por la que su parte sur fue incluida en la veda decretada y publicada en el Diario Oficial de la Federación de fecha 30 junio de 1961; posteriormente ante la intensa y excesiva explotación del acuífero, se dictó veda para todo el valle, al considerar dentro de ella a los municipios de Moctezuma y Venado, con decreto de fecha 7 de septiembre de 1979.

La calidad del agua subterránea se clasifica como dulce, con una concentración de sólidos totales disueltos entre 300 y 900 ppm. En cuanto a la familia predominante de agua se tienen tres tipos diferentes en el valle; en la parte norte es cálcica-bicarbonatada, en la parte central es sódica-mixta y en la porción sur es sódica-bicarbonatada. La calidad para riego varía de salinidad media a alta con bajo contenido de sodio y es de carácter eminentemente agresivo.

Las zonas de recarga que alimentan al valle de Villa de Arista, se encuentran en la porción norte y noroeste, así como en el flanco occidental del mismo, estimándose un volumen anual de 27.4 Mm³. La descarga sigue el patrón topográfico, cuya tendencia es hacia el este del valle, en donde la excesiva explotación del agua subterránea constituye la principal fuente de descarga; se calcula un volumen anual de extracción de 67 Mm³, que al compararse con la recarga reporta un déficit en la explotación de -39.6 Mm³ anuales.

6.2.7 Valle Salinas

Se ubica en el noroccidente de la entidad, limitando en su porción suroeste con el estado de Zacatecas. Se localiza geográficamente entre las coordenadas siguientes: 22° 18' y 22° 41' de latitud norte y 101° 40' a 101° 54' de longitud oeste.

Las rocas expuestas en la zona son principalmente de origen marino, como caliza, lutita y limolita de edad Cretácico, afloran también areniscas y conglomerados, así como algunas rocas ígneas intrusivas de tipo granítico y extrusivas que consisten en basaltos, riolitas y tobas del Terciario. Las unidades geohidrológicas que constituyen los acuíferos más importantes son las riolitas y tobas riolíticas del Terciario, la unidad de conglomerado, depósitos de piamonte y aluvión, aunque esta última por su escaso espesor y horizontes arcillosos, produce localmente caudales bajos, funcionando como acuífero de tipo libre.

De acuerdo con la piezometría realizada en la zona, se configuró la elevación al nivel estático para el año de 1997, en donde se muestra la máxima elevación de 2 080 msnm hacia la periferia del valle, mientras que la mínima elevación de 2 060 m se presenta en forma concéntrica en el centro del valle, al suroeste de la población de Salinas de Hidalgo, por lo que el flujo subterráneo de tipo concéntrico, señala como zonas de recarga los escurrimientos de las sierras y lomeríos circundantes y aporte subterráneo proveniente del estado de Zacatecas (plano 6.2.7.A). La configuración de la profundidad al nivel estático para el año 1997, muestra la mínima profundidad de 10 m en la parte norte y noreste del valle, incrementándose en dirección al suroeste hasta presentar 40 m en los límites con el estado de Zacatecas (plano 6.2.7.B). La evolución del nivel estático no fue posible obtenerla ya que no se cuenta con datos de recorridos piezométricos anteriores.

Se tienen en este valle un total de 528 aprovechamientos de los cuales 58 son pozos, 467 norias y 3 manantiales, los niveles estáticos en las captaciones son someros y oscilan entre 10 y 40 m. El volumen de extracción es de 6.6 Mm³ anuales de los que se utilizan 4.5 en riego, 0.5 en uso doméstico y abrevadero y 1.6 en servicio público - urbano.

La condición geohidrológica del valle es considerada como en equilibrio y no es afectado dentro del estado de San Luis Potosí por ningún decreto de veda, sin embargo, en su parte sur, se tiene la veda decretada para todo el estado de Zacatecas publicada en el Diario Oficial de la Federación, con fecha 5 de agosto de 1988.

La calidad del agua subterránea en esta zona varía de dulce a tolerable, con una concentración de sólidos totales disueltos entre 300 y 1 750 ppm. La familia

predominante de agua es sódica-bicarbonatada con tendencia a ser mixta en la concentración de aniones. Respecto a la calidad para riego, el agua es de salinidad media a alta con bajo contenido de sodio y carácter predominantemente agresivo.

La descarga en este valle se efectúa por medio de la extracción por bombeo en los aprovechamientos hidráulicos subterráneos, estimándose un volumen anual de extracción de 6.6 Mm³; sin embargo, la recarga no ha sido cuantificada, por lo que no es posible aplicar la ecuación de balance y definir si se pueden aún extraer volúmenes adicionales de agua o se tiene un déficit en su explotación.

6.2.8 Valle de Ahualulco

Se localiza en la porción centro-occidental del estado, al norte de la sierra de San Miguelito en donde es limitado geográficamente por las coordenadas siguientes: 22° 18' y 22° 26' de latitud norte y 101° 02' a 101° 12' de longitud oeste.

Se encuentra en un sinclinal de rocas de origen marino de edad Cretácico, que sirve de basamento a las unidades geohidrológicas constituidas por tobas riolíticas y conglomerados arenosos del Terciario, así como de material granular de relleno del Cuaternario. Si consideramos a estas unidades como un solo acuífero, se puede afirmar que su espesor es de 230 a 250 m, con buena permeabilidad y caudales superiores a los 30 l/seg, considerándose por su funcionamiento como de tipo libre a semiconfinado.

La configuración piezométrica que representa la elevación al nivel estático para el año 1997, muestra la curva de máxima elevación con 1 800 msnm en el flanco occidental del valle, disminuyendo en dirección al este hasta presentar la mínima elevación de 1 720 msnm, señalando el flujo subterráneo en esa dirección (plano 6.2.8.A). La profundidad al nivel estático para el año 1997, tiene la misma tendencia con la mínima profundidad de 10 m hacia el oeste, incrementándose en forma paulatina hacia el flanco este del valle hasta alcanzar una profundidad de 60 m (plano 6.2.8.B). No se tienen antecedentes del comportamiento piezométrico de este valle, por lo que no se configuró el plano de evolución del nivel estático.

Se cuenta en este valle con 1 224 aprovechamientos de los cuales 33 son pozos, 1 188 norias y 3 manantiales, en donde los niveles estáticos varían de 10 a 76 m. El volumen de extracción total anual es de 8.0 Mm³ y se destina en orden de importancia al riego, a servicios público-urbanos, así como a uso doméstico y de abrevadero.

La condición geohidrológica del acuífero es considerada como en equilibrio, es decir, que se extrae un volumen de agua similar al que recibe como recarga; sin embargo, este valle es afectado por el decreto de veda publicado en el Diario Oficial de la Federación, con fecha 30 de junio de 1961.

La calidad del agua en esta región varía generalmente de dulce a tolerable con un contenido de sólidos totales disueltos de 235 a 1 250 ppm. La familia de agua predominante es cálcica -bicarbonatada, mientras que la calidad para riego puede calificarse como de salinidad media a alta con bajo contenido de sodio, además de ser de carácter eminentemente agresivo.

La recarga que recibe el acuífero en este valle proviene de la infiltración vertical de agua de lluvia al precipitarse sobre la región y por escurrimientos provenientes de las sierras circundantes, estimándose un volumen anual de 8.0 Mm³. Si el volumen de extracción por bombeo en los aprovechamientos subterráneos es también de 8.0 Mm³ anuales, entonces no existe variación en el almacenamiento del acuífero, es decir, solamente se aprovecha su rendimiento permanente.

6.2.9 Valle de Villa Hidalgo

Se encuentra situado en la porción central del estado de San Luis Potosí, al oeste de la sierra Las Paradas, en donde es limitado geográficamente por las coordenadas siguientes: 22° 15' y 22° 40' de latitud norte y 100° 30' a 100° 43' de longitud oeste.

Este valle se originó a partir de una depresión tectónica o graben, con una longitud de 55 km y anchura de 18 km aproximadamente, orientado hacia el norte. En la parte basal existen rocas sedimentarias de origen marino y continental de edad Cretácico, que subyacen a rocas ígneas intrusivas y extrusivas del Terciario y Cuaternario. La fosa tectónica fue rellenada por materiales de acarreo, de composición heterogénea que presentan buena potencialidad y permeabilidad, actuando como acuífero de tipo libre.

La representación piezométrica al configurar la elevación al nivel estático para el año 1997, muestra las curvas de máxima elevación con 1 550 msnm en la porción sureste del valle y de 1 490 msnm en el noroeste del mismo. Desde estas zonas, la elevación disminuye hacia el noreste del valle hasta registrar 1 410 msnm a la altura de la localidad Palos Altos, lo que refleja el movimiento del flujo subterráneo en dos direcciones: de suroeste a noreste a todo lo largo del valle y de noroeste a sureste en la porción norte (plano 6.2.9.A). La profundidad al nivel estático varía de 20 a 80 m en la parte norte del valle, teniendo el mínimo valor a la altura de Peotillos, y la máxima profundidad a inmediaciones de la localidad Palos Altos. En la parte sur del

valle la profundidad varía de 30 a 60 m, en donde la mínima se presenta en la localidad Pozo del Carmen y la máxima al suroeste del valle en la localidad Tanque de Luna (plano 6.2.9.B). La evolución del nivel estático para el período 1983 - 1997 indica una recuperación en el almacenamiento del acuífero, para la parte norte del valle que alcanza hasta +6 m, desde la parte central del valle hacia el sur, se tiene el valor de 0.0 m pero este decrece mostrando un abatimiento del acuífero hacia el suroeste del valle y hacia la localidad de Peotillos de -6 y -8 m respectivamente (plano 6.2.9.C).

Se tienen registrados en esta zona un total de 79 aprovechamientos, sin definir el número de pozos, norias y manantiales, con niveles estáticos entre 20 y 80 m, a través de los cuales se extrae un volumen anual de 4.0 Mm³ de agua, utilizando 3.0 para riego, 0.2 en doméstico y abrevadero y 0.8 en servicio público-urbano.

Se tiene calificado a este acuífero con la condición geohidrológica de subexplotado, es decir como susceptible de extraerle mayor volumen de agua, además de no estar afectado en toda su extensión por ningún decreto de veda.

La calidad del agua subterránea varía de dulce a tolerable, con concentración de sólidos totales disueltos entre 350 y 1 200 ppm. La familia de agua predominante es sódica-cálcica-bicarbonatada, mientras que su calidad para riego registra salinidad media a alta y bajo contenido de sodio con características de agresividad o disolución.

La recarga principal en este valle ocurre por precipitación directa del agua de lluvia sobre el mismo y por escurrimientos que provienen de las sierras circundantes; sin embargo, se desconoce su volumen real, por lo que no es posible aplicar la ecuación de balance que determine el verdadero grado de explotación del acuífero.

6.2.10 Valle de Buenavista

Se sitúa en la porción norte - central en el estado de San Luis Potosí, hacia el límite con el estado de Tamaulipas, ubicándose geográficamente entre las coordenadas siguientes: 22° 34' y 22° 52' de latitud norte y 99° 45' a 100° 11' de longitud oeste.

Se encuentra asentado en una estructura sinclinal, constituida por rocas sedimentarias de origen marino de edad Cretácico, que sirven de basamento al relleno aluvial de composición y granulometría heterogénea, que forma el acuífero de la región cuyo funcionamiento es de tipo libre, aunque se desconoce su espesor.

Mediante un recorrido de piezometría se logró configurar en una porción del valle, la elevación y

profundidad al nivel estático para el año de 1997, obteniéndose lo siguiente: la elevación al nivel estático, muestra la curva de máxima altitud con 1 020 msnm, en la parte noroeste del valle, a la altura de la localidad Las Negritas, disminuyendo la elevación hacia el este-sureste hasta registrar la mínima elevación de 995 msnm al noroccidente de la localidad El Tepeyac, lo que define un flujo subterráneo en esa misma dirección (plano 6.2.10.A). La profundidad al nivel estático tiene un comportamiento similar a la elevación, teniéndose el valor máximo de 140 m al noroeste del valle a inmediaciones de la localidad Las Negritas, decreciendo hacia el este hasta presentar 30 m, entre las localidades Magdalena Cedillo y El Tepeyac (plano 6.2.10.B). Debido a que no se tienen antecedentes del comportamiento piezométrico de este valle, no fue posible determinar una evolución del nivel estático que definiera su grado de explotación.

Se tienen registrados en este valle un total de 180 aprovechamientos, de los cuales 61 son pozos, 104 norias y 15 manantiales, con nivel estático que varía entre 30 y 140 m. El volumen anual de extracción es de 7.0 Mm³, de los que se destinan 6.0 para uso agrícola, 0.3 en uso doméstico y abrevadero y 0.7 en servicio público-urbano.

Debido a la falta de control piezométrico en este acuífero se le ha catalogado como de condición geohidrológica subexplotado y no es afectado ni controlado para su explotación por ningún decreto de veda.

En lo que respecta a la calidad del agua, puede decirse que varía de tolerable a muy salada con predominio de esta última, ya que el contenido de sólidos totales disueltos varía de 1 556 hasta 5 461 ppm, detectadas en el pozo de la localidad Los Antejitos. La familia de agua dominante es de tipo cálcica-sódica-sulfatada, mientras que la calidad del agua para riego es de muy alta salinidad y bajo contenido de sodio, con carácter eminentemente agresivo.

Dado que se desconoce la recarga que recibe este acuífero, no es posible aplicar la ecuación de balance que defina para un tiempo determinado, si se extrae un caudal mayor o menor al volumen que recibe el acuífero, aunque es de suponerse que la extracción no es mayor a la recarga por razones de restricción en el uso del agua subterránea debido a su mala calidad.

6.2.11 Valle de Cerritos-Villa Juárez

Se ubica hacia la porción central del estado, entre las sierras El Tablón, El Tapanco y La Noria, limitado geográficamente por las coordenadas siguientes: 22° 08' y 22° 32' de latitud norte y 100° 08' a 100° 19' de longitud oeste.

En esta zona, el agua subterránea se almacena en dos sistemas hidrológicos, en rocas calcáreas y en rellenos aluviales. El primero corresponde a un flujo regional en el sistema de cavernas y fisuras de las calizas arrecifales de edad Cretácico que forman estructuras sinclinales y anticlinales que presentan comunicación hidráulica con los conglomerados y el material aluvial, al ceder grandes volúmenes de agua por flujo horizontal. El acuífero granular es heterogéneo en la parte central del valle, con sedimentos yesíferos al sureste y conglomerado hacia los límites laterales; su espesor es mayor de 300 m con permeabilidad baja en el material granular y alta en los conglomerados calcáreos del occidente. Funciona como un acuífero de tipo libre.

La configuración de elevación al nivel estático para el año 1997, muestra la máxima elevación de 1 115 msnm en la parte norte del acuífero y decrece gradualmente hacia el sureste, en donde presenta la mínima elevación de 1 060 msnm a inmediaciones de la localidad Progreso (Angostura), señalando la dirección del flujo subterráneo hacia el sureste, con una importante aportación lateral de las sierras El Tablón y La Noria (plano 6.2.11.A). La profundidad al nivel estático para el año de 1997 varía en la misma dirección, encontrándose la máxima profundidad de 40 m en la parte norte del valle, desde donde disminuye en dirección al sur, hasta registrar 5 m en esta zona (plano 6.2.11.B), en lo que respecta a la evolución del nivel estático no se configuró plano alguno debido a que no se tiene información piezométrica del comportamiento del acuífero para años anteriores.

Se tienen registrados en este valle un total de 91 aprovechamientos, todos ellos pozos profundos, con niveles estáticos entre 5 y 40 m, de los cuales se extrae un volumen anual de 7.4 Mm³, cuyo uso se distribuye de la siguiente manera: 5.4 en riego, 0.2 en doméstico y abrevadero y 1.8 en servicio público-urbano.

La condición geohidrológica de este acuífero es subexplotado y aunque se desconoce el volumen de agua que recibe como recarga, no está incluido en la actualidad en ninguna prohibición o zona de veda que limite su explotación.

La calidad del agua subterránea en la región varía de dulce a salada, en donde el contenido de sólidos totales disueltos varía de 500 a 2 000 ppm, en la mayor parte del valle; sin embargo, en la porción sureste la salinidad se incrementa notablemente hasta alcanzar 3 500 ppm debido a la circulación del agua subterránea por sedimentos yesíferos. La familia predominante de agua es del tipo cálcica-sódica-bicarbonatada en el norte del valle, mientras que en la parte sur tiende a ser del tipo cálcica-sulfatada. La calidad para riego se clasifica como de salinidad media en la porción norte y salinidad alta a muy alta en la porción sur del valle, en ambos

casos con bajo contenido de sodio y de carácter eminentemente incrustante.

La recarga que recibe este acuífero es por flujo horizontal y por infiltración en las calizas, conglomerados calcáreos y el material aluvial que rellena el valle; sin embargo, no se ha cuantificado el volumen que ingresa en m^3 , por lo que no es factible aplicar la ecuación de balance que determine su grado de explotación.

6.2.12 Valle de San Luis Potosí

Se localiza en la porción sur - occidental del estado, y es limitado hacia sus flancos por las sierras de Álvarez y San Miguelito, ubicándose geográficamente entre las coordenadas siguientes: $22^{\circ} 02'$ y $22^{\circ} 23'$ de latitud norte y $100^{\circ} 47'$ a $101^{\circ} 02'$ de longitud oeste.

Fue originado por un graben o fosa tectónica escalonada, delimitado por rocas volcánicas del Terciario que sobreyacen discordantemente a rocas sedimentarias marinas del Cretácico Superior. La fosa tectónica se encuentra cubierta por material no consolidado de espesor muy variable, presentando desde 80 m hasta 350 m y en ocasiones mayores de 500 m; en algunos pozos se han localizado basaltos intercalados en estos sedimentos cuaternarios, ignimbritas riolíticas y tobas arenosas del Oligoceno Superior, así como directamente a latita o ignimbrita del Oligoceno Medio (Labarthe, Tristán, Aranda, 1982).

Se tienen identificados tres cuerpos hidrogeológicos: un acuífero somero "colgado", un acuífero libre, y un acuífero profundo. El sistema acuífero somero tiene un espesor entre 5 y 30 m, que coincide con las áreas de los cauces de ríos y arroyos, en donde desciende el nivel conforme se aleja de las corrientes superficiales, o en las áreas donde se pierde su cauce, como es el caso de los ríos Santiago, Paisano, Española y los arroyos San Antonio, San Pedro y Portezuelo. El libre se encuentra entre los 8 y 105 m de profundidad en las zonas de recarga y de los 140 a 180 m en el cono de abatimiento del valle y está contenido en depósitos aluviales y algunas tobas arenosas. El tercer sistema se encuentra a partir de los 180 a 320 m de profundidad, en donde se ha detectado agua termal almacenada en rocas volcánicas fisuradas. La transmisividad para el acuífero profundo varía entre 0.3 y $9 \times 10^{-3} m^2/seg$ mientras que el coeficiente de almacenamiento varía entre 0.05 y 0.006.

El comportamiento piezométrico de este acuífero, para el año de 1997, muestra la elevación al nivel estático con un comportamiento concéntrico, encontrándose la curva de máximo valor con 1 750 msnm en la periferia del valle, mientras que el mínimo valor de 1 700 msnm se ubica hacia la zona urbana de la ciudad de San Luis Potosí, por lo que el flujo subterráneo converge a esa zona (plano 6.2.12.A). La profundidad al nivel estático muestra el mínimo valor de 80 m en la porción noreste del valle, incrementándose en forma

gradual y semiconcéntrica hacia la zona urbana de la ciudad de San Luis Potosí en donde alcanza más de 160 m de profundidad (plano 6.2.12.B). La evolución del nivel estático para el período 1987 a 1997 muestra una evolución nula de 0.0 m en la periferia del valle, transformándose a un abatimiento o evolución negativa hacia la zona urbana de la ciudad de San Luis Potosí, en donde se registran -20 m durante el lapso mencionado (plano 6.2.12.C).

De un total de 946 aprovechamientos, sólo 859 están activos, de los cuales 447 son pozos y 412 norias, con niveles estáticos para el acuífero libre, entre 80 y 150 m. El caudal de extracción anual es de $110.5 Mm^3$, distribuyendo su utilidad, según orden de importancia, en servicios público-urbanos, en riego, en uso industrial y para servicio doméstico y abrevadero.

El valle de San Luis Potosí presenta la condición geohidrológica de sobreexplotación, por lo que se tiene un control estricto sobre su uso y manejo a través de la Comisión Nacional del Agua (CNA), decretando zona de veda para esta región, publicada en el Diario Oficial de la Federación, con fecha 30 de junio de 1961.

La calidad del agua subterránea en este valle se califica como dulce, con una concentración de sólidos totales disueltos que varía de 160 a 450 ppm. La familia de agua predominante es sódica-bicarbonatada aunque hacia el flanco este del valle es del tipo cálcico-bicarbonatada. La calidad del agua para riego es de salinidad baja a media con bajo contenido de sodio, en donde el pH de equilibrio indica que es de carácter agresivo.

Es importante mencionar que en la porción sur de este valle se tienen indicios de termalismo, debido a que las aguas han circulado a profundidad a través de rocas que aún irradian calor y posteriormente por flujo ascendente ingresan al acuífero registrando $33^{\circ} C$, aunque lógicamente el agua va perdiendo temperatura conforme se alejan los pozos de estas zonas.

La recarga principal ocurre por infiltración vertical, por retornos de riego y por aporte lateral de las sierras de Álvarez y San Miguelito, estimándose en $74 Mm^3$ anuales, mientras que la descarga originada por el bombeo asciende a $110.5 Mm^3$ anuales, lo cual reporta un déficit o extracción a costa del almacenamiento del acuífero, de $-36.5 Mm^3$ por año.

6.2.13 Valle de Rioverde

Se encuentra ubicado hacia la porción central del estado, entre las sierras San Antonio, La Noria y Cordón de San Francisco; es limitado geográficamente por las

coordenadas siguientes: 21° 54' y 22° 23' de latitud norte y 99° 50' a 100° 06' de longitud oeste.

El valle se encuentra constituido por rocas ígneas y sedimentarias que limitan la cuenca, en donde se distinguen las riolitas y tobas riolíticas del Terciario, así como rocas calcáreas de edad Cretácico. La cuenca está rellena por depósitos aluviales con intercalaciones de materiales arcillosos y arenosos que definen dos zonas: la primera en la margen izquierda del río Verde, en donde los sedimentos lacustres disminuyen la capacidad de infiltración, y la segunda zona o margen derecha, en donde los materiales son más gruesos y con mejores características de permeabilidad, funcionando en general como un acuífero de tipo libre.

En las rocas calcáreas el agua subterránea se almacena en fisuras u oquedades producto de la carsticidad, las cuales están intercomunicadas entre sí, asignándole una permeabilidad alta a esta unidad acuífera que presenta como testigos a diversos manantiales que tienen su salida al sur del valle, en donde destacan por su importancia el de la Media Luna y Antejitos, con gastos promedio de 6 m³/seg y 0.4 m³/seg respectivamente.

La configuración de elevación al nivel estático para el año 1997, muestra la curva de máxima elevación al noroeste del valle, con 1 070 msnm, decreciendo en forma gradual hacia el sur, en donde presenta la curva de mínima elevación con 970 msnm, en el cauce del río Verde, en una clara manifestación de que éste drena el acuífero y provoca que el flujo subterráneo siga esa misma tendencia (plano 6.2.13.A). La profundidad al nivel estático para el mismo año, muestra el máximo valor de 30 m al noroccidente del valle, a inmediaciones de la localidad Progreso (Angostura), disminuyendo hacia el flanco este y sur del valle, en donde presenta 10 m, aunque a inmediaciones de la rancharía La Muralla se registran 5 m (plano 6.2.13.B). La evolución del nivel estático para el período 1980-1997 señala el máximo abatimiento de -25 m hacia la parte norte del valle, a inmediaciones de la localidad Progreso (Angostura), desde donde disminuye gradualmente por la franja central del valle, hasta registrar un abatimiento de -5 m en la porción sur. El valor de abatimiento nulo, es decir de 0.0 m, se presenta hacia el sureste del valle y en su flanco occidental a inmediación de los poblados La Reforma y Ojo de Agua de Solana, mientras que al suroeste del valle el abatimiento registrado es de -10 m, aledaño a la localidad San Diego. La única zona que indica una evolución positiva de +5 m se tiene al sureste del valle, aledaño a la rancharía Idelfonso Turrubiarres (plano 6.2.13.C).

Se tienen considerados en esta región un total de 601 aprovechamientos, de los cuales 376 son pozos, 191 norias y 34 manantiales, con nivel estático que varía de

5 a 30 m. El volumen de extracción anual es de 74 Mm³, de donde se utilizan 64 para riego, 2 para uso doméstico y abrevadero, 7 en servicio público-urbano y 1 en industrial.

La condición geohidrológica que presenta este acuífero es de sobreexplotación, por lo que es controlado en su empleo y manejo a través de la Comisión Nacional del Agua (CNA), afectado por el decreto de veda, publicado en el Diario Oficial de la Federación, con fecha 9 de julio de 1966.

La calidad del agua subterránea varía de dulce a salada, con concentración de sólidos totales disueltos entre 250 y 3 200 ppm, aunque se tiene al noreste de la ciudad de Rioverde concentraciones de hasta 5 000 ppm. El valor mínimo de concentración se tiene en la parte suroeste del valle, por ser aguas de reciente aporte de las calizas, considerándose como dulce, mientras que para el resto del valle se puede calificar como tolerable en la parte sur y salada en la parte norte. La familia predominante de agua para todo el valle es de tipo cálcica-sulfatada aunque en la zona de mínima concentración de sales, el agua es de tipo cálcica-bicarbonatada. En la calidad del agua para riego sucede la misma situación anterior, siendo de salinidad media en la zona de reciente infiltración, mientras que en el resto del valle es de salinidad muy alta y bajo contenido de sodio en ambos casos. De acuerdo con el pH de equilibrio, el agua del acuífero en general es de carácter eminentemente incrustante.

La recarga principal en esta zona ocurre por infiltración directa de la precipitación pluvial sobre el valle y sobre las partes altas de las formaciones calcáreas que alimentan al acuífero, además de flujo horizontal proveniente del valle Cerritos-Villa Juárez, estimándose en 66.2 Mm³ por año. La descarga es por bombeo y por flujo base al drenar el río Verde al acuífero, cuantificándose en 74 Mm³, por lo que se tiene un déficit en la explotación de -7.8 Mm³ por año.

6.2.14 Valle de Villa de Arriaga

Se ubica en la porción suroccidental de la entidad y es limitado en su flanco oriental por la sierra de San Miguelito, y al occidente y sur por los estados de Zacatecas y Guanajuato respectivamente. Geográficamente se localiza entre las coordenadas 21° 53' y 22° 11' de latitud norte y 101° 10' a 101° 25' de longitud oeste.

Es un valle intermontano en donde las unidades aflorantes son principalmente volcánicas de edad Terciario, constituidas por andesita, latita e ignimbrita y rellenan la depresión topográfica depósitos de conglomerado y material aluvial de edad Pleistoceno o Terciario Superior, al Reciente. El material aluvial contiene un acuífero somero con buena permeabilidad,

sin embargo, la potencialidad de su espesor es poco considerable, manejándose como un acuífero de tipo libre.

Dado el poco espesor que tiene el acuífero en material granular, se intentó analizar el comportamiento piezométrico del valle con base en la medición de norias, con el resultado siguiente: la elevación al nivel estático para el año 1997 muestra la máxima elevación con 2 140 msnm en el flanco oeste del valle, en territorio del estado de Zacatecas, la cual disminuye hacia el este, en donde se tiene la mínima con 2 120 m, lo que indica el movimiento del flujo subterráneo en esa dirección (plano 6.2.14.A). La profundidad al nivel estático para el año 1997, muestra la máxima profundidad de 6 a 7 m hacia la parte central y norte del valle, desde donde disminuye hacia el sureste, hasta registrar 2 m al sur de la localidad El Tepetate (plano 6.2.14.B).

Debido a que no se tienen antecedentes de medición piezométrica en este valle, no fue posible configurar alguna evolución del almacenamiento del acuífero, sin embargo, puede afirmarse que dada su baja potencialidad y extracción a base de norias no tiene problemas de sobreexplotación.

Se tienen en este valle un total de 100 aprovechamientos, de los cuales 2 son pozos, 75 norias y 23 manantiales, con niveles estáticos de 2 a 6 m en las norias. El volumen de extracción anual es de aproximadamente 0.3 Mm³, de los cuales se utilizan 0.1 para uso doméstico y abrevadero y 0.2 en servicio público-urbano.

El acuífero se considera de condición geohidrológica subexplotado y no es afectado por decretos de veda dentro del estado de San Luis Potosí; sin embargo, la porción oeste del valle se ubica en el estado de Zacatecas, el cual tiene vigente un decreto de veda que afecta a toda la entidad, publicado en el Diario Oficial de la Federación, con fecha 5 de agosto de 1988.

La calidad del agua subterránea se considera como dulce, con contenido de sólidos totales disueltos que varía de 75 a 1 000 ppm. La familia de agua predominante es de tipo sódica-bicarbonatada y su clase para riego es de salinidad baja a alta, con bajo contenido de sodio y de carácter eminentemente agresivo.

La recarga principal en este valle es producto de la infiltración directa ocasionada por la precipitación pluvial y por aporte proveniente de su flanco occidental, sin embargo, ésta no ha sido cuantificada, por lo que no es posible aplicar la ecuación de balance para determinar el grado de explotación del acuífero.

6.2.15 Valle de Villa de Reyes

Se localiza en la porción suroeste de la entidad, entre las sierras San Miguelito y Camarones, limitando al norte con el valle de San Luis Potosí y al sur con el estado de Guanajuato; se ubica geográficamente entre los 21° 32' y 22° 02' de latitud norte y 100° 47' a 101° 07' de longitud oeste.

Consiste de un graben o fosa tectónica, constituido en sus partes altas por un complejo volcánico formado por riolitas y tobas riolíticas, mientras en las partes bajas existen areniscas y conglomerados cementados con caliche, todos ellos de edad Terciario. El valle se encuentra relleno de material aluvial y algunas rocas basálticas de edad Cuaternario. Tiene un acuífero superior con espesor entre 5 y 25 m, explotado a través de norias y considerado de poca importancia si se compara con el acuífero intermedio, cuyo espesor es de aproximadamente 150 m, aunque se han detectado espesores de 400 y 300 m al suroeste y noreste del valle, con buena permeabilidad y funcionamiento como acuífero de tipo libre. Existe también un sistema con indicios de agua termal entre los 500 y 700 m de profundidad.

El comportamiento piezométrico en este valle, muestra para 1997, la elevación al nivel estático con una máxima de 1 800 msnm hacia el límite con el estado de Guanajuato, desde donde disminuye en dirección al noreste hasta presentar una elevación de 1 745 msnm. En la parte central del valle se tiene un cono de depresión piezométrica aledaño al ejido Gogorrón, indicio de una excesiva explotación. La dirección del flujo subterráneo tiene una tendencia general hacia el noreste, con aportación de la sierra que limita al valle en su flanco occidental (plano 6.2.15.A). La profundidad al nivel estático para este mismo año, señala la curva de menor profundidad con 40 m en el flanco oriental del valle, a inmediaciones de la localidad Pardo, desde donde se incrementa hacia el flanco occidental y norte del valle hasta alcanzar 110 m, en el límite con el acuífero de San Luis Potosí (plano 6.2.15.B). La evolución del nivel estático para el período 1971-1997 muestra un abatimiento nulo (0.0 m) hacia el flanco este del valle, al sur del ejido Pardo, desde donde se tiene una evolución negativa que presenta el máximo abatimiento de -50 m hacia el noroccidente del valle. En la porción sur y la periferia del valle se tiene un abatimiento de -30 m, incrementándose en forma concéntrica hasta registrar -45 m a la altura de la localidad Las Rusias (plano 6.2.15.C).

Se tienen registrados un total de 507 aprovechamientos activos, en donde 199 son pozos, 301 norias, 3 manantiales y 4 galerías filtrantes, con niveles estáticos entre 50 a 110 m. El volumen anual de extracción es de 62.4 Mm³, los cuales se utilizan, en orden de importancia, para riego, industrial, servicios público-urbanos y doméstico-abrevadero.

Presenta la condición geohidrológica de sobreexplotación, por lo que se tiene un control estricto sobre su uso y manejo a través de la Comisión Nacional del Agua (CNA), aplicando el decreto de zona de veda para esta región, publicado en el Diario Oficial de la Federación con fecha 30 de junio de 1961. La parte sur del valle, que se ubica dentro del estado de Guanajuato, se encuentra en la misma situación, afectada por el decreto de veda que incluye la parte norte de esa entidad, de fecha 7 de febrero de 1958.

La calidad del agua subterránea se clasifica como dulce, similar a la existente en el valle de San Luis Potosí, con una concentración de sólidos totales disueltos que varía entre 200 y 450 ppm. La familia de agua predominante es del tipo sódica-bicarbonatada y su calidad para riego indica salinidad baja a media con bajo contenido de sodio, mientras que el pH de equilibrio señala que es de carácter agresivo.

La recarga al acuífero intermedio proviene principalmente de flujo subterráneo en la porción sur del valle, de la sierra occidental de la cuenca y por infiltración vertical del acuífero superior, estimándose en 47.1 Mm³, mientras que la descarga principal ocurre por bombeo y por flujo subterráneo hacia el valle de San Luis Potosí, la cual se cuantificó en 62.4 Mm³ por año, observándose que la ecuación de balance arroja un déficit en la explotación, de -14.7 Mm³ por año.

6.2.16 Valle de Guadalcázar

Se encuentra ubicado en la porción norte - central del estado, en una pequeña depresión sobre la sierra La Trinidad, donde es limitado por las coordenadas geográficas siguientes: 22° 37' y 22° 41' de latitud norte y 100° 21' a 100° 26' de longitud oeste.

Es un pequeño valle intermontano limitado por rocas calcáreas de edad Cretácico que sirven de basamento a relleno aluvial de constitución granulométrica heterogénea, de espesor poco considerable y que es poco explotado a través de norias, funciona en este caso como un acuífero de tipo libre.

Se interpretó el comportamiento piezométrico del acuífero contenido en material aluvial, en donde se observa la elevación al nivel estático para el año 1997, con el valor máximo de 1 690 msnm al suroeste del valle, disminuye hacia el noreste hasta presentar la mínima elevación con 1 630 msnm a inmediaciones de la localidad Abrego. El flujo subterráneo tiene una dirección general hacia el noreste, con aportación lateral de la sierra norte del valle (plano 6.2.16.A). La profundidad al nivel estático para el mismo año muestra una tendencia similar, es decir, la curva de mínima profundidad con 2.0 m al suroccidente del valle, incrementándose en dirección al noreste hasta registrar 16 m en la localidad Abrego (plano 6.2.16.B). No fue posible

analizar la evolución que pudiera tener este acuífero en un tiempo determinado, ya que no se cuenta con antecedentes de piezometría en esta región.

Debido a la falta de información de este valle, solamente se comenta en forma general los datos obtenidos durante el recorrido de campo para la elaboración del presente estudio.

La calidad del agua subterránea se clasifica como dulce, con una concentración de sólidos totales disueltos entre 350 y 510 ppm. La familia predominante de agua es del tipo cálcica-bicarbonatada y su clase para riego es de salinidad media con bajo contenido de sodio y que varía de agresiva a incrustante conforme recorre el acuífero.

La recarga principal proviene de la infiltración directa por la precipitación pluvial sobre el valle y por las fracturas y sistema cárstico de las formaciones calcáreas que lo rodean, mientras que la descarga ocurre con la extracción por bombeo, la cual es reducida, y por evapotranspiración en las áreas con niveles someros, desconociéndose en ambos casos los volúmenes anuales.

6.2.17 Valle de Santa María del Río

Se localiza en la porción centro - sur de la entidad, hacia el límite con el estado de Guanajuato, ubicándose geográficamente entre las coordenadas siguientes: 21° 36' y 21° 43' de latitud norte y 100° 37' a 100° 46' de longitud oeste.

En esta zona existen dos pequeñas fosas tectónicas, la primera conocida como Santo Domingo, delimitada por rocas volcánicas del Terciario Superior que sobreyacen a rocas sedimentarias marinas del Cretácico, cubierta por tobas arenosas y conglomerados del Terciario Superior, así como por material aluvial del Reciente, estimándose un espesor de 120 m. El segundo graben conocido como Villela-El Fuerte, que tiene las mismas características litológicas que el anterior, al parecer está separado de aquél por un alto estructural y presenta un espesor aproximado del orden de los 100 m.

Dado que no se cuenta con información antecedente sobre este valle, aunado a que en el diseño y construcción de algunos pozos no se delimitaron los acuíferos del material aluvial y las rocas volcánicas fracturadas, sólo se describen en forma general los datos más importantes de la región.

En toda la zona se cuenta con 57 aprovechamientos, de los cuales 25 son pozos, 30 norias y 2 manantiales, con niveles estáticos que varían de 0.0 a 45 m, destacando por su importancia un pozo perforado a 365 m en la localidad El Fuerte, con nivel estático de 15 m

y un caudal de extracción de 112 l/seg. Se estima en la región una extracción total anual de 7.0 Mm³, que en orden de importancia se utilizan en riego, para servicios público - urbanos y para doméstico y abrevadero.

El acuífero de esta zona se considera como subexplotado, en donde al parecer aún pueden extraerse volúmenes adicionales de agua de su rendimiento permanente; sin embargo, es afectado casi en su totalidad por la zona de veda decretada a través del Diario Oficial de la Federación, con fecha 30 de junio de 1961.

La calidad del agua subterránea es considerada como dulce, con una concentración de sólidos totales disueltos que varía de 250 a 800 ppm. La familia predominante de agua es del tipo sódica-bicarbonatada y su calidad para uso en riego indica salinidad baja a alta con bajo contenido de sodio; es de carácter incrustante en los extremos del valle y agresiva en su parte media.

La recarga hacia esta zona ocurre desde las partes altas que circundan al valle, ya sea por escurrimientos o por aportación subterránea, estimándose un volumen anual de 9.5 Mm³. La descarga, generada principalmente con la extracción por bombeo, se ha calculado en 7.0 Mm³ anuales, por lo que al aplicar el balance recarga-descarga, se tiene una disponibilidad en el acuífero de 2.5 Mm³ por año.

6.2.18 Valle de San Nicolás Tolentino

Se localiza al sureste del valle de Villa Hidalgo y ha sido poco estudiado por la Comisión Nacional del Agua (CNA), razón por la cual solamente se citan algunos datos generales de este acuífero.

Es un pequeño valle intermontano drenado por el arroyo San Nicolás, considerado junto con otros afluentes como el inicio del río Verde. Es un acuífero de tipo libre, de condición sobreexplotado y que no es afectado por ningún tipo de veda. Existen un total de 102 aprovechamientos con niveles estáticos de 6 a 20 m, cuyo volumen de extracción anual es de 7.3 Mm³, desconociéndose su volumen de recarga.

La calidad del agua subterránea varía de dulce a salada, con concentración de sólidos totales disueltos entre 200 a 500 ppm. La familia de agua predominante es de tipo cálcica-bicarbonatada y su clase para riego es de salinidad media con bajo contenido de sodio y cierta tendencia a ser agresiva.

La recarga principal en este valle es producida por escurrimientos provenientes de las partes altas que lo rodean, sin embargo, ésta no ha sido cuantificada, por lo que no es posible aplicar la ecuación de balance que permita definir el grado de explotación del acuífero.

7. Conclusiones y Recomendaciones

7.1 CONCLUSIONES

Generalidades

1. El estado de San Luis Potosí se localiza en la porción centro-oriental de la República Mexicana, comprende una superficie de 63 778 km² y ocupa el decimoquinto lugar como entidad federativa en función de su extensión, misma que representa 3.2% del territorio nacional.
2. De acuerdo con los Resultados Definitivos y Tabulados Básicos del XII Censo General de Población y Vivienda de 2000, el estado de San Luis Potosí cuenta con 2 299 360 habitantes, en donde 48.75% (1 120 837) corresponde a la población masculina y 51.25% (1 178 523) a la población femenina.
3. El estado de San Luis Potosí cuenta con 7 302 localidades, de las cuales 54 se consideran urbanas y agrupan una población de 1 357 631 habitantes (59.04%), mientras que la población restante de 941 729 habitantes (40.96%) se encuentra distribuida en 7 248 localidades rurales.
4. El aspecto productivo reporta 1 608 645 habitantes (69.96%) en edad de laborar, de los cuales la población económicamente activa es de 723 454 habitantes (44.97%) y la población inactiva es de 879 646 habitantes (54.68%), mientras que 5 545 habitantes (0.35%) no especifican su ubicación económica.
5. La población económicamente activa y ocupada, se emplea principalmente en el sector terciario, con actividades de comercio, servicios, gobierno y transportes (348 700 habitantes); el sector secundario, con actividades en minería, industria petrolera y manufacturera, electricidad, agua y construcción (193 590 habitantes) y por último, en el sector primario, destinado a actividades agrícola, ganadera, silvicultura, caza y pesca (152 565 habitantes).
6. La división político-administrativa en San Luis Potosí comprende 58 municipios, en donde la tasa de crecimiento poblacional varía de 0.0 a 4.2% en 41 de ellos, en tanto que en los 17 restantes existe un decremento poblacional debido al fenómeno de emigración.

7. La concentración poblacional en la entidad, indica que tan sólo en seis municipios se congregan 1 253 684 habitantes (54.52%), mientras que en los 52 municipios restantes la distribución es más regular con 1 045 676 habitantes (45.48%).
8. En el aspecto de la comunicación, el estado se considera entre los mejor comunicados del país; cuenta con carreteras, ferrocarril y aeropuertos, además de sistemas de telefonía, fax, correo postal y electrónico, telégrafo, radio y prensa.

Marco Físico General

1. Los rasgos orográficos del estado de San Luis Potosí, incluyen la Altiplanicie o Mesa Central, de amplias llanuras con mesetas, sierras y lomeríos; la Sierra Madre Oriental con sierras de laderas abruptas y la Llanura Costera del Golfo, que constituye una extensa planicie de suave pendiente hacia la costa. Las elevaciones topográficas varían desde 15 msnm en la Llanura Costera, hasta 3 180 msnm en la Sierra Madre Oriental (sierra de Catorce).
2. Los suelos de mayor abundancia en la entidad son los xerosoles, asociados comúnmente a Regosol, Yermosol y Fluvisol. Suelos de tipo Litosol se distribuyen en las partes altas de las sierras y lomeríos, los Vertisol en la planicie Costera del Golfo y llanuras intermontanas y los regosoles que se encuentran en pequeñas áreas dispersas en todo el estado.
3. En el aspecto biogeográfico de uso del suelo y vegetación, se tienen en orden de importancia las comunidades de Matorral Desértico Micrófilo, Matorral Desértico Rosetófilo, Matorral Crasicaule, Matorral Submontano, Pastizal Natural, Pastizal Cultivado, Bosque de Pino, Bosque de Pino - Encino, Bosque de Encino - Pino, Bosque de Encino, Bosque Mesófilo de Montaña, Bosque de Táscate, Selva Baja Caducifolia, Selva Mediana Subperennifolia, Selva Alta Perennifolia, Chaparral, Mezquital, Vegetación Halófila, Tular y Palmar.

Climas

1. Dada su situación geográfica, en la entidad se tienen tres zonas climáticas bien definidas; la

occidental donde el clima predominante es de tipo seco, la región central con clima desde semicálido subhúmedo hasta seco templado y la porción oriente, desde el declive de la Sierra Madre Oriental, hacia la planicie costera, en donde el clima es cálido húmedo y subhúmedo.

Geología

1. En el estado de San Luis Potosí se tiene una gran diversidad de unidades litológicas de origen ígneo, sedimentario y metamórfico cuyo rango de edad comprende desde el Mesozoico (Triásico) hasta el Cenozoico (Cuaternario).
2. Fisiográficamente el estado de San Luis Potosí integra a tres provincias; Mesa del Centro, que cubre la porción occidental; Sierra Madre Oriental, que comprende la parte central de la entidad y la Llanura Costera del Golfo Norte que abarca la región oriental.
3. El Mesozoico está representado por rocas metamórficas (esquisto) y sedimentarias (lutita-arenisca) del Triásico; por rocas sedimentarias (caliza y caliza-lutita) del Jurásico y por rocas sedimentarias (yeso, caliza, caliza-lutita, lutita y lutita-arenisca) de edad Cretácico.
4. El Cenozoico comprende rocas de origen sedimentario (lutita, lutita-arenisca, arenisca-conglomerado y conglomerado), así como ígneo intrusivo (granito, granodiorita y diorita) e ígneo extrusivo (riolita-toba ácida, riolita y basalto), todas ellas de edad Terciario, mientras que de edad Reciente o Cuaternario presenta rocas ígneas extrusivas (basalto), rocas sedimentarias (conglomerado) y material aluvial con suelos producto del constante proceso de erosión, transporte y depositación.
5. La actual conformación estratigráfica de la entidad, inicia durante el Mesozoico, con la formación de la plataforma Valles - San Luis Potosí, al depositarse sedimentos calcáreos, arcillosos, evaporíticos y arenosos durante la transgresión y regresión marina. A fines de esta era y principios del Cenozoico, la Orogenia Laramide formó la Sierra Madre Oriental que delimitó la Altiplanicie de la Mesa del Centro, seguida por una intensa actividad volcánica, para finalmente depositarse los sedimentos de tipo aluvial.
6. Los rasgos estructurales actuales se originaron por metamorfismo regional, por esfuerzos de compresión que deformaron en pliegues anticlinales y sinclinales a la secuencia mesozoica, así como por esfuerzos de tensión, que afectaron las estructuras

mencionadas al originar sistemas de fracturas y fallas, que posteriormente fueron cubiertos por un período de actividad ígnea y coladas de lava que se presentan en la parte sur del estado.

Hidrología Superficial

1. El estado de San Luis Potosí está comprendido en dos regiones hidrológicas; la Núm. 37, El Salado y la Núm. 26, Pánuco. La primera incluye a las cuencas Matehuala (B), Sierra de Rodríguez (C), Camacho-Gruñidora (D), Fresnillo-Yesca (E), San Pablo y Otras (F), Presa San José-Los Pilares y Otras (G) y Sierra Madre (H). La segunda región abarca las cuencas Río Pánuco (A), Río Tamesí (B), Río Tamuín (C) y Río Moctezuma (D).
2. Para el aprovechamiento del agua superficial en la entidad, existe una infraestructura de 54 presas con capacidad mayor a 0.5 Mm^3 , en donde destacan por su magnitud Las Lajitas, Golondrinas, La Muñeca, Gonzalo N. Santos (El Peaje), San José y Álvaro Obregón (Mexquitic). Del total de las presas, 40 se utilizan en riego, 3 en uso doméstico, 2 en riego-doméstico-potable, 3 para abrevadero, 1 en uso recreativo y 5 no definen su uso.
3. La RH 37, El Salado, es una de las vertientes interiores más importantes del país, cubre una extensión de 58.29% de la superficie total estatal y se caracteriza por una serie de cuencas cerradas que carecen de grandes corrientes superficiales.
4. La RH 26, Pánuco, se divide en dos zonas: Alto Pánuco y Bajo Pánuco; cubre una extensión de 41.71% de la superficie total estatal y se caracteriza por una topografía abrupta que desciende hacia la costa del Golfo de México, mostrando una extensa red fluvial.
5. El balance hidrológico integral en el estado muestra que el volumen de entrada, formado por las lluvias ($44\,819 \text{ Mm}^3$), el aporte de otros estados ($2\,968 \text{ Mm}^3$) y el reuso de agua residual (83 Mm^3), cuyo total asciende a $47\,780 \text{ Mm}^3$, al ser comparado con el volumen de salida superficial integrado por la evapotranspiración ($37\,857 \text{ Mm}^3$), el usado (715 Mm^3), la descarga por corrientes superficiales ($5\,398 \text{ Mm}^3$) y la infiltración ($3\,711 \text{ Mm}^3$), cuyo total es de $47\,681 \text{ Mm}^3$, arroja en su diferencia una disponibilidad efectiva de 189 Mm^3 anuales.
6. En lo que se refiere a servicios, 73.60% de los habitantes cuentan con infraestructura de agua entubada y de ellos, únicamente 67.69% tiene servicio de alcantarillado. El 26.40% que comprende a la población restante, no tiene ningún tipo de infraestructura y se localiza en el ámbito rural.

7. La contaminación del agua ocurre por desechos industriales y municipales, tales como sustancias químicas, sólidos, metales, basura, grasas, aceites, detergentes y organismos coliformes. Los principales aportadores de residuos industriales son la ciudad de San Luis Potosí, Soledad de Graciano Sánchez y Ciudad Valles, con un volumen total de 306 140 m³/día, mientras que los principales aportadores de residuos municipales son las ciudades de San Luis Potosí, Soledad de Graciano Sánchez y Matehuala, con un volumen total de 213 565 m³/día.
8. En cuanto al saneamiento, la cobertura en la entidad es baja, ya que se tienen 32 plantas de tratamiento, de las cuales únicamente se encuentran en operación 24 de ellas; 5 municipales y 19 industriales. En proceso de construcción se tienen 2, además de estar en proyecto otras 7.

Hidrología Subterránea

1. En la entidad, el agua subterránea se almacena en tres sistemas hidrogeológicos: en depósitos de material aluvial, en tobas arenosas y rocas volcánicas fracturadas que rellenan las fosas tectónicas o sobreyacen a las rocas sedimentarias y en las estructuras sinclinales de rocas de tipo calcáreo, afectadas por fracturamiento y carsticidad.
2. Los acuíferos en relleno aluvial son de tipo libre, aún cuando pueden estar confinados o semiconfinados localmente por horizontes arcillosos, mientras que los acuíferos en rocas volcánicas, tobas y rocas calcáreas son por lo general de tipo confinado y semiconfinado, sobretodo si subyacen a unidades de lutita, como es el caso de las rocas calcáreas.
3. La recarga de los acuíferos en material granular ocurre principalmente por infiltración directa producto de la precipitación pluvial, por escurrimientos provenientes de las sierras y lomeríos que los circundan, por retornos de riego, así como por flujo subterráneo proveniente de otras cuencas o valles aledaños. El volumen anual de recarga para este tipo de acuíferos es de 325.4 Mm³, sin considerar los valles, en donde no ha sido determinado.
4. La descarga ocurre principalmente mediante la extracción por bombeo, por flujo subterráneo que sale hacia otras cuencas, como flujo base a lo largo de las cauces de los ríos, a través del alumbramiento de manantiales y por evapotranspiración o evaporación directa en niveles freáticos someros. El volumen anual calculado es de 483.6 Mm³, sin incluir los valles de Santo Domingo y Guadalcázar donde no ha sido cuantificado.

5. Se tienen registrados un total de 6 065 aprovechamientos, en donde únicamente 5 842 se consideran activos, de los cuales 2 598 son pozos, 3 139 norias, 101 manantiales y 4 galerías filtrantes, cuya extracción anual, mencionada anteriormente, se utiliza según su importancia, en riego, en uso doméstico y abrevadero, en servicios público - urbanos y en uso industrial.
6. Existen en la entidad numerosos manantiales con manifestación termal, entre los que destacan por su importancia, Ojo Caliente, Labor de Río, El Taninul, El Bañito y Gogorrón, y entre los que no tienen condición de termalismo sobresalen El Jagüey de los Castillo, Ojo de León, Puerta del Río, La Media Luna, Los Antejitos y otros de menor importancia que alimentan a los principales ríos de la región.
7. La calidad del agua subterránea es muy variada, con una concentración general de 250 a 2 000 ppm de sólidos totales disueltos, a excepción de algunos acuíferos del centro y norte del estado en donde se registran concentraciones de 3 500 a 5 500 ppm. Las familias predominantes de agua son cálcica - bicarbonatada y sódica - bicarbonatada, excepto en los sitios indicados en donde tiende a ser más sulfatada. La calidad del agua para riego es de salinidad baja a alta con bajo contenido de sodio, sin considerar algunos valles del centro y norte - noroeste del estado, en donde la salinidad es muy alta y el contenido de sodio es alto.
8. Dada la intensa explotación de los acuíferos, debido a la fuerte demanda de agua para sus diferentes usos, se tiene considerada como zonas de veda una superficie que cubre aproximadamente 50% del territorio estatal mediante decretos publicados en el Diario Oficial de la Federación, desde el 30 de junio de 1961 en que se dictó la primera veda, hasta el 29 de abril de 1981 fecha del último decreto.
9. De acuerdo con el balance hidrológico subterráneo, al comparar la descarga, 483.6 Mm³, con la respectiva recarga de 325.4 Mm³, se obtiene un déficit o sobreexplotación que asciende a 158.2 Mm³ anuales, lo que origina la reducción gradual de las salidas naturales y refleja una excesiva extracción a costa del almacenamiento de los acuíferos más importantes del estado.

7.2 RECOMENDACIONES

1. Efectuar los proyectos necesarios para recargar artificialmente los acuíferos, derivando los cauces de los escurrimientos torrenciales y adecuando las zonas que constituyen depresiones naturales hacia obras construidas para tal fin, y de esta manera aprovechar los volúmenes de agua que se

pierden por evaporación, que son desalojados por los ríos o que finalmente se contaminan al combinarse con aguas residuales.

2. Llevar a cabo los proyectos que analicen la factibilidad de transferir agua de una cuenca a otra, para suministrar agua en bloque desde zonas que tengan excedentes, como es el caso del manantial de la Media Luna, hacia zonas de mayor prioridad y desarrollo, como es la capital del estado, beneficiando a localidades aledañas y aun cuando es alto el costo de estas transferencias, son obras que a mediano plazo tendrán que construirse.
3. Continuar los programas orientados a la conservación y uso eficiente del agua subterránea, optimizando las técnicas de riego; establecer cultivos de menor consumo de agua y tolerantes a la salinidad; llevar un verdadero control de fugas en las redes de suministro de agua potable y si el caso lo requiere reutilizar aguas residuales con fines de riego e industriales y aguas salobres con fines recreativos y ganaderos.
4. Impulsar la infraestructura de saneamiento con un número cada vez mayor de plantas de tratamiento, mediante la rehabilitación de las existentes y la construcción de otras tantas, que permitan el cambio paulatino de aguas tratadas contra la liberación de los derechos sobre el agua subterránea y preservarla para uso exclusivo de servicios público - urbanos, como es el caso de algunas industrias que se localizan en los valles de Villa de Reyes y San Luis Potosí.
5. Hacer los estudios necesarios y reinterpretar la información disponible que permita la evaluación geohidrológica de las sierras constituidas por rocas calcáreas y volcánicas, ubicadas al oriente, sur y poniente de la capital y definir la factibilidad de explotar acuíferos en estas zonas, que justifiquen la construcción de sistemas de abastecimiento regional, destinados a satisfacer las necesidades de mayor prioridad.
6. Aplicar las medidas correctivas necesarias, inclusive a nivel de cuenca como es el caso de Villa de Reyes cuyo funcionamiento como acuífero abarca el estado de Guanajuato (Jaral de Berrios y Santa Rosa); debido a la sobreexplotación, los acuíferos Vanegas-Catorce, El Barril, Cedral-Matehuala, Villa de Arista, San Luis Potosí, Villa de Reyes, Matehuala-Huizache y Rioverde, están perdiendo anualmente 129.3 Mm³ a costa de su almacenamiento subterráneo, lo cual implica diversos efectos perjudiciales que ponen en peligro la vida útil de las fuentes, además del incremento en los costos de extracción y el deterioro irreversible de la calidad del agua.
7. Tomar en cuenta como medida preventiva inmediata, que la extracción media anual de los acuíferos no deba rebasar su rendimiento permanente (recarga total), y adopte un régimen de explotación flexible, acorde a las variaciones de la precipitación anual, explotándolos durante los años secos con la condición de propiciar su recuperación en los años relativamente lluviosos, principalmente en aquellos valles en donde la situación es alarmante, como sucede en Villa de Reyes, Villa de Arista y San Luis Potosí.
8. Modificar o actualizar las normas que rigen la implantación de las zonas de veda, para que éstas sean decretadas con base en límites de cuencas, zonas geohidrológicas o valles y no siguiendo límites político - administrativos tanto estatales como municipales que en ocasiones cruzan las zonas de explotación en su parte media, lo cual resulta incongruente. Es urgente llevar a cabo un verdadero control en el uso y manejo de los acuíferos de la entidad, especialmente en aquéllos en que la sobreexplotación ha propiciado una situación crítica.
9. Implementar un programa de monitoreo anual para el control de la calidad y sus efectos, de acuerdo con los diferentes usos a que se destina. De ser necesario, el monitoreo deberá ser semestral en aquellos acuíferos con intensa sobreexplotación y enfocados al control de elementos específicos, como es el caso de las altas concentraciones de flúor en algunas zonas del valle de San Luis Potosí; ya que entre los efectos más importantes que genera la sobreexplotación de los acuíferos, está el deterioro de la calidad del agua.
10. Realizar de manera periódica y detallada, el control piezométrico que permita el constante conocimiento de las características hidrodinámicas de los acuíferos, como son profundidad, elevación y sobre todo, evolución positiva o negativa de los niveles estáticos, con el fin de identificar inmediatamente las zonas de alta problemática.
11. Otorgar apoyo técnico y la asesoría necesaria en la planeación, diseño, construcción y operación de obras, para poner en práctica acciones que conlleven al buen uso y manejo de los acuíferos en la entidad; dado que en la actualidad algunos organismos operadores del sistema de agua potable y alcantarillado se encuentran en proceso de descentralización.

Fuentes Cartográficas

DGG-INEGI. Cartas Topográficas, escala 1:250 000: F13-3, F13-6, G140-10, F14-1, F14-4, F14-7, F14-5 y F14-8.

DGG-INEGI. Cartas Geológicas, escala 1:250 000: F13-3, F13-6, G140-10, F14-1, F14-4, F14-7, F14-5 y F14-8.

DGG-INEGI. Cartas Hidrológicas de Aguas Superficiales, escala 1:250 000: F13-3, F13-6, G14-10, F14-1, F14-4, F14-7, F14-5 y F14-8.

DGG-INEGI. Cartas Hidrológicas de Aguas Subterráneas, escala 1:250 000: F13-3, F13-6, G14-10, F14-1, F14-4, F14-7, F14-5 y F14-8.

DGG-INEGI. Cartas escala 1:000 000, hojas Guadalajara, Monterrey y México de los temas:
Fisiografía, Geología, Aguas Superficiales, Aguas Subterráneas, Uso del Suelo, Edafología, Climas,
Precipitación Total Anual, Temperatura Media Anual, Evapotranspiración y Déficit de Agua.

Fuentes Estadísticas

- INEGI.** Censo de Población y Vivienda, Resultados Definitivos, Tabulados Básicos del Estado de San Luis Potosí, 1995.
- INEGI.** Anuario Estadístico del Estado de San Luis Potosí, 2000.
- SEMARNAP.** Comisión Nacional del Agua.
Gerencia Regional Noreste.
Gerencia Estatal en San Luis Potosí.
Subgerencia Técnica.

Bibliografía

CNA. *Sinopsis Geohidrológica del Estado de San Luis Potosí.* Inédito.

DAVIS, S.N. Y DE WIEST, R. *Hidrología.* Ediciones Ariel, 1971.

INEGI. *Síntesis Geográfica del Estado de San Luis Potosí,* 1985.

UASLP. *Actualización del Marco Geológico del Subsuelo del Valle de San Luis Potosí. Folleto Técnico núm. 123.* Instituto de Geología, 1997.

Cuadros

DIVISIÓN MUNICIPAL. CABECERAS MUNICIPALES

Cuadro 1.2

CLAVE	MUNICIPIO	CABECERA MUNICIPAL
001	Ahualulco	Ahualulco del Sonido 13
002	Alaquines	Alaquines
003	Aquismón	Aquismón
004	Armadillo de los Infante	Armadillo de los Infante
005	Cárdenas	Cárdenas
006	Catorce	Real de Catorce
007	Cedral	Cedral
008	Cerritos	Cerritos
009	Cerro de San Pedro	Cerro de San Pedro
010	Ciudad del Maíz	Ciudad del Maíz
011	Ciudad Fernández	Ciudad Fernández
012	Tancanhuitz de Santos	Tancanhuitz de Santos -Gral. P.A. Santos-
013	Ciudad Valles	Ciudad Valles
014	Coxcatlán	Coxcatlán
015	Charcas	Charcas
016	Ébano	Ébano
017	Guadalcázar	Guadalcázar
018	Huehuetlán	Huehuetlán
019	Lagunillas	Lagunillas
020	Matehuala	Matehuala
021	Mexquitic de Carmona	Mexquitic de Carmona
022	Moctezuma	Moctezuma
023	Rayón	Rayón
024	Rioverde	Rioverde
025	Salinas	Salinas de Hidalgo
026	San Antonio	San Antonio
027	San Ciro de Acosta	San Ciro de Acosta -Pedro Montoya-
028	San Luis Potosí	San Luis Potosí
029	San Martín Chalchicuautla	San Martín Chalchicuautla
030	San Nicolás Tolentino	San Nicolás Tolentino
031	Santa Catarina	Santa Catarina
032	Santa María del Río	Santa María del Río
033	Santo Domingo	Santo Domingo
034	San Vicente Tancuayalab	San Vicente Tancuayalab
035	Soledad de Graciano Sánchez	Soledad de Graciano Sánchez
036	Tamasopo	Tamasopo
037	Tamazunchale	Tamazunchale
038	Tampacán	Tampacán
039	Tampamolón Corona	Tampamolón Corona
040	Tamuín	Tamuín
041	Tanlajás	Tanlajás
042	Tanquián de Escobedo	Tanquián de Escobedo
043	Tierranueva	Tierranueva
044	Vanegas	Vanegas
045	Venado	Venado
046	Villa de Arriaga	Villa de Arriaga
047	Villa de Guadalupe	Villa de Guadalupe
048	Villa de la Paz	Villa de la Paz
049	Villa de Ramos	Villa de Ramos
050	Villa de Reyes	Villa de Reyes
051	Villa Hidalgo	Villa Hidalgo
052	Villa Juárez	Villa Juárez
053	Axtla de Terrazas	Axtla de Terrazas -Alfredo M. Terrazas-
054	Xilitla	Xilitla
055	Zaragoza	Villa de Zaragoza
056	Villa de Arista	Villa de Arista
057	Matlapa	Matlapa
058	Naranjo, El	Naranjo, El

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

PRINCIPALES LOCALIDADES POR NÚMERO DE HABITANTES Y RANGO SEGÚN EL PORCENTAJE DE POBLACIÓN QUE CONCENTRAN

Cuadro 1.2.A

LOCALIDAD	NÚM. HABITANTES	POBLACIÓN TOTAL DEL MUNICIPIO	PORCENTAJE EN CONCENTRADO
Ahualulco del Sonido 13	3695	19192	19.25
Tampate	2957	42782	6.91
Axtla de Terrazas	6270	31405	19.96
Cárdenas	14738	18824	78.29
Cedral	9108	16153	56.39
Cerritos	12932	20703	62.46
Ciudad del Maíz	8129	30603	26.56
El Naranjo	9092	18898	48.11
Ciudad Fernández	27066	39944	67.76
Tancanhuitz de Santos	2921	19904	14.68
Ciudad Valles	105721	146604	72.11
Charcas	10925	21070	51.85
Ébano	22133	39687	55.77
Ponciano Arriaga	6673	39687	16.81
Pujal Coy	3127	39687	7.88
Matehuala	64206	78187	82.12
Moctezuma	3845	19904	19.32
Rayón	5093	15790	32.25
Rioverde	46691	88991	52.47
Salinas de Hidalgo	13432	26405	50.87
San Ciro de Acosta	6509	10493	62.03
San Luis Potosí	629208	670532	93.84
Escalerillas	3964	670532	0.59
La Pila	4950	670532	0.74
San Martín Chalchicuautla	2918	22373	13.04
Santa María del Río	11629	39066	29.77
San Vicente Tancuayalab	5684	14107	40.29
Soledad de G. Sánchez	169574	180296	94.05
Tamasopo	3763	27390	13.74
Aguá Buena	3438	27390	12.55
Tambaca	3598	27390	13.14
Tamazunchale	20699	89074	23.24
Chapulhuacanito	3402	89074	3.82
Matlapa	3312	28319	11.70
Chalchocoyo	3412	28319	12.05
Tamuín	14177	35087	40.41
Nuevo Tampaón	3134	35087	8.93
Tanquián de Escobedo	8845	13354	66.23
Tierranueva	5154	9582	53.79
Venado	4754	14205	33.47
Villa de Arriaga	4471	14623	30.58
Villa de la Paz	3627	5135	70.63
El Barril	3677	34432	10.68
Dulce Grande	5216	34432	15.15
Hernández	2555	34432	7.42
Salitral de Carrera	3991	34432	11.59
El Zacatón	5684	34432	16.51
Villa de Reyes	8447	40602	20.80
Laguna de San Vicente	2749	40602	6.77
El Rosario	2721	40602	6.70
Villa Juárez	3701	10956	33.78
Xilitla	5677	49578	11.45
Villa de Zaragoza	7975	21962	36.31
Villa de Arista	6262	13747	45.55

INCREMENTO DE POBLACIÓN EN EL PERÍODO 1990-2000 Y PORCENTAJE DE PARTICIPACIÓN EN EL TOTAL DEL ESTADO

Cuadro 1.2.B

NOMBRE DEL MUNICIPIO	HABITANTES CENSO 1990	HABITANTES CENSO 2000	PORCENTAJE SUPERFICIE ESTATAL	TASA DE CRECIMIENTO	PORCENTAJE HABITANTES
Ahualulco	18117	19192	1.30	0.6	0.83
Alaquines	9275	8781	0.94	-0.6	0.38
Aquismón	35773	42782	1.28	1.8	1.86
Armadillo de los Infante	5906	4889	1.00	-1.9	0.21
Cárdenas	19041	18824	0.65	-0.1	0.82
Catorce	11997	9889	3.09	-1.9	0.43
Cedral	15513	16153	1.93	0.4	0.70
Cerritos	22690	20703	1.47	-0.9	0.90
Cerro de San Pedro	2274	3404	0.21	4.2	0.15
Ciudad del Maíz	45823	30603	5.17	-4.0	1.33
Ciudad Fernández	34778	39944	0.68	1.4	1.74
Tancanhuitz de Santos	18483	19904	0.25	0.8	0.87
Ciudad Valles	130939	146604	3.90	1.1	6.38
Coxcatlán	16110	17352	0.13	0.8	0.75
Charcas	20812	21070	3.53	0.1	0.92
Ébano	38060	39687	1.20	0.4	1.73
Guadalcázar	27139	25359	6.28	-0.7	1.10
Huehuetlán	12308	14289	0.13	1.5	0.62
Lagunillas	7953	6538	0.89	-2.0	0.28
Matehuala	70597	78187	2.10	1.0	3.40
Mexquitic de Carmona	43053	48392	1.47	1.2	2.10
Moctezuma	19037	19904	2.06	0.5	0.87
Rayón	18435	15790	1.28	-1.6	0.69
Rioverde	86434	88991	5.22	0.3	3.87
Salinas	21735	26405	2.92	2.0	1.15
San Antonio	7972	9363	0.15	1.6	0.41
San Ciró de Acosta	11332	10493	1.00	-0.8	0.46
San Luis potosí	525733	670532	2.33	2.5	29.16
San Martín Chalchicuautla	21846	22373	0.70	0.2	0.97
San Nicolás Tolentino	8096	6793	1.12	-1.8	0.30
Santa Catarina	10066	10830	0.97	0.7	0.47
Santa María del Río	35725	39066	2.81	0.9	1.70
Santo Domingo	12172	12755	7.36	0.5	0.55
San Vicente Tancuayalab	12099	14107	0.96	1.6	0.61
Soledad de Graciano Sánchez	132979	180296	0.51	3.1	7.84
Tamasopo	25789	27390	2.27	0.6	1.19
Tamazunchale	100211	89074	0.59	-1.2	3.87
Tampacán	15410	16008	0.31	0.4	0.70
Tampamolón Corona	11769	13722	0.43	1.6	0.60
Tamuín	34148	35087	2.75	0.3	1.53
Tanlajás	15167	18137	0.62	1.8	0.79
Tanquián de Escobedo	12066	13354	0.23	1.0	0.58
Tierranueva	8976	9582	0.79	0.7	0.42
Vanegas	7975	7533	4.17	-0.6	0.33
Venado	14073	14205	2.00	0.1	0.62
Villa de Arriaga	13515	14623	1.41	0.8	0.64
Villa de Guadalupe	12072	10378	3.12	-1.5	0.45
Villa de la Paz	5441	5135	0.22	-0.6	0.22
Villa de Ramos	28676	34432	4.16	1.9	1.50
Villa de Reyes	34425	40602	1.71	1.7	1.77
Villa Hidalgo	15157	14989	2.63	-0.1	0.65
Villa Juárez	12734	10956	1.12	-1.5	0.48
Axtla de Terrazas	29331	31405	0.32	0.7	1.37
Xilitla	44864	49578	0.69	1.0	2.16
Zaragoza	19143	21962	0.99	1.4	0.96
Villa de Arista	11943	13747	0.90	1.4	0.60
Matlapa	0	28319	0.15	0.0	1.23
El Naranjo	0	18898	1.43	0.0	0.82

DENSIDAD DE POBLACIÓN POR MUNICIPIO

Cuadro 1.2.C

NOMBRE DEL MUNICIPIO	HABITANTES CENSO 1990	HABITANTES CENSO 2000	PORCENTAJE SUPERFICIE ESTATAL %	DENSIDAD HAB/KM ²
Ahualulco	18117	19192	1.30	24.08
Alaquines	9275	8781	0.94	15.29
Aquismón	35773	42782	1.28	54.73
Armadillo de los Infante	5906	4889	1.00	7.97
Cárdenas	19041	18824	0.65	47.64
Catorce	11997	9889	3.09	5.23
Cedral	15513	16153	1.93	13.66
Cerritos	22690	20703	1.47	23.04
Cerro de San Pedro	2274	3404	0.21	26.25
Ciudad del Maíz	45823	30603	5.17	9.67
Ciudad Fernández	34778	39944	0.68	96.21
Tancanhuitz de Santos	18483	19904	0.25	129.48
Ciudad Valles	130939	146604	3.90	61.46
Coxcatlán	16110	17352	0.13	219.86
Charcas	20812	21070	3.53	9.75
Ébano	38060	39687	1.20	53.94
Guadalcázar	27139	25359	6.28	6.60
Huehuetlán	12308	14289	0.13	181.42
Lagunillas	7953	6538	0.89	11.98
Matehuala	70597	78187	2.10	60.84
Mexquitic de Carmona	43053	48392	1.47	53.88
Moctezuma	19037	19904	2.06	15.83
Rayón	18435	15790	1.28	20.21
Rioverde	86434	88991	5.22	27.86
Salinas	21735	26405	2.92	14.79
San Antonio	7972	9363	0.15	102.26
San Ciro de Acosta	11332	10493	1.00	17.10
San Luis Potosí	525733	670532	2.33	469.68
San Martín Chalchicuautla	21846	22373	0.70	52.59
San Nicolás Tolentino	8096	6793	1.12	9.95
Santa Catarina	10066	10830	0.97	18.17
Santa María del Río	35725	39066	2.81	22.72
Santo Domingo	12172	12755	7.36	2.83
San Vicente Tancuayalab	12099	14107	0.96	24.07
Soledad de Graciano Sánchez	132979	180296	0.51	582.42
Tamasopo	25789	27390	2.27	19.70
Tamazunchale	100211	89074	0.59	246.42
Tampacán	15410	16008	0.31	84.09
Tampamolón Corona	11769	13722	0.43	52.38
Tamuín	34148	35087	2.75	20.88
Tanlajás	15167	18137	0.62	48.20
Tanquián de Escobedo	12066	13354	0.23	93.56
Tierranueva	8976	9582	0.79	19.76
Vanegas	7975	7533	4.17	2.95
Venado	14073	14205	2.00	11.62
Villa de Arriaga	13515	14623	1.41	16.96
Villa de Guadalupe	12072	10378	3.12	5.44
Villa de la Paz	5441	5135	0.22	37.97
Villa de Ramos	28676	34432	4.16	13.52
Villa de Reyes	34425	40602	1.71	38.87
Villa Hidalgo	15157	14989	2.63	9.31
Villa Juárez	12734	10956	1.12	16.04
Axtla de Terrazas	29331	31405	0.32	158.98
Xilitla	44864	49578	0.69	117.15
Zaragoza	19143	21962	0.99	36.22
Villa de Arista	11943	13747	0.90	24.84
Matlapa	0	28319	0.15	304.73
El Naranjo	0	18898	1.43	21.66

PRINCIPALES ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS EN EL ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ

Cuadro 3.1.A

CLAVE	ESTACIÓN	LATITUD NORTE			LONGITUD OESTE			ALTITUD MSNM*
		GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	
24-001	Agua Buena	21	57	02	99	22	48	372
24-094	San Nicolás Tolentino	22	14	54	100	33	03	1 445
24-045	Armadillo	22	14	36	100	39	19	1 620
24-067	Presa Ojocaliente	21	50	59	100	45	44	1 790
24-093	San Luis Potosí	22	09	10	100	58	38	1 877
24-018	Moctezuma	22	45	07	101	05	00	1 777
24-032	Soledad de Graciano Sánchez	22	11	13	100	56	13	1 845

*msnm: metros sobre el nivel del mar.

FUENTE: CNA. Registro de Temperatura y Precipitación. Inédito.

PRINCIPALES PRESAS DE ALMACENAMIENTO EN EL ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ

Cuadro 5.1.A
1a. parte

NOMBRE	MUNICIPIO	CORRIENTE PRINCIPAL MM ³	CAPACIDAD	USO	SUPERFICIE BENEFICIADA HAS.
Las Lajillas	Ciudad Valles	A. Seco	41.50	Doméstico	
Golondrinas	San Nicolás Tolentino	R. César o Armadillo	30.00	Riego	1 665.0
La Muñeca	Tierranueva	R. Jofre	25.00	Riego	801.0
Valentín Gama	Santa María del Río	R. Santa María	10.00	Riego	860.0
Gonzalo N. Santos	San Luis Potosí	A. Las Cabras	8.00	Doméstico	
San José	San Luis Potosí	R. Santiago	7.36	Doméstico	
Guadalupe	Guadalcázar	A. Amoles	6.50	Riego	223.0
San Francisco	Villa de Reyes	Lag. El Refugio	5.72	Riego	389.0
Álvaro Obregón	Mexquitic de Carmona	A. Mexquitic	4.98	Riego	258.0
San José	Santa María del Río	A. Enramadas	4.10	Riego	100.0
Santa Ana	Villa de Reyes	R. Guadalupe	4.00	Riego	359.0
Santa Genoveva	Mexquitic de Carmona	R. La Parada	4.00	Riego	789.0
Álvaro Obregón	Alaquines	A. La Cañada	4.00	Riego	278.0
El Potosino	San Luis Potosí	A. El Potosino	3.54		
La Atravesada	Rayón	A. El Terrero	3.50	Riego	145.0
Mariano Moctezuma	Santa María del Río	A. El Arenal	3.20	Riego	160.0
San Diego	Rioverde	A. San Diego	2.80	Riego/Doméstico	
Dolores Ventilla	Villa de Reyes	R. San Miguel	2.79	Riego	236.0
San Pedro	Villa de Arista	A. El Palmito	2.28		
San Pedro	Villa de Reyes	D. P. San Francisco	2.28	Riego	145.0
San Miguel	Villa de Arriaga	A. San Miguel	2.05	Riego	100.0
El Carmen	Santa María del Río	A. La Carbonera	2.00	Riego	80.0
La Providencia	Villa de Reyes	A. El Zapote	1.96	Riego/Doméstico	
Herradura	Villa de Ramos	A. La Herradura	1.80	Riego	77.0
San José	Santa María del Río	A. Las Cuevas	1.65	Riego	244.0
San Luis	Villa de Reyes	A. Los Lavaderos	1.56	Riego	
La Rivera	Mexquitic de Carmona	A. La Rivera (A. Grande)	1.50	Riego	241.0
Dolores	Santa María del Río	A. Golondrinas	1.45		
El Tule	Tierranueva	R. Jofre	1.27	Riego	801.0
La Reforma	Salinas	A. La Hedionda	1.20	Abrevadero	
La Lagunita	San Luis Potosí		1.10	Riego	66.0
Calabacillas	Santo Domingo		1.09	Riego	66.0
Illescas					
El Potro	Salinas	A. El Charquito	1.06	Riego	
El Naranjo	Cárdenas	A. La Colonia	1.00	Riego	65.0
Cañada de Yáñez	Santa María del Río	A. Mendoza	1.00	Riego	138.0
Cañada de Lobo	San Luis Potosí	R. Española	1.00		
San Antonio	San Luis Potosí	A. San Antonio	1.00		
La Concepción	Villa de Arriaga	A. San Miguel	0.95	Riego	48.0
La Concordia	Armadillo de los Infante		0.95	Riego	72.0
Derramaderos	Cerritos		0.91	Abrevadero	
Santa Rosa	Santa María del Río	A. Santa Rosa	0.78	Riego	39.0
Jesús María	Villa de Reyes	A. Grande	0.75	Riego	33.0
Los Izquierdo	Villa de Reyes	R. San Miguel	0.75	Riego	34.0
La Providencia	Villa de Reyes	A. Palomas	0.75	Riego	
Cerro Prieto	Santa María del Río		0.72	Riego	49.0
La Tenería	San Luis Potosí		0.60	Recreativo	
Los Ángeles	Ciudad del Maíz		0.60	Riego	39.0
El Rodeo	Villa de Reyes	A. El Chiquero	0.60	Riego	406.0
Guao	Villa de Reyes	A. Calabacillas	0.60	Riego	30.0
San Carlos	San Luis Potosí	A. Los Palillos	0.55	Abrevadero	
La Labor	Cárdenas	A. La Labor	0.55	Riego	17.0
Cerrito de la Cruz	Rayón	A. El Cerrito	0.51	Riego	17.0
Ojo de Agua	Ciudad Valles	R. Valles	0.50	Riego	
El Refugio Carranco	Villa de Reyes	A. Cañón Chico	0.50	Riego	115.0

PRINCIPALES PRESAS DE ALMACENAMIENTO EN EL ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ

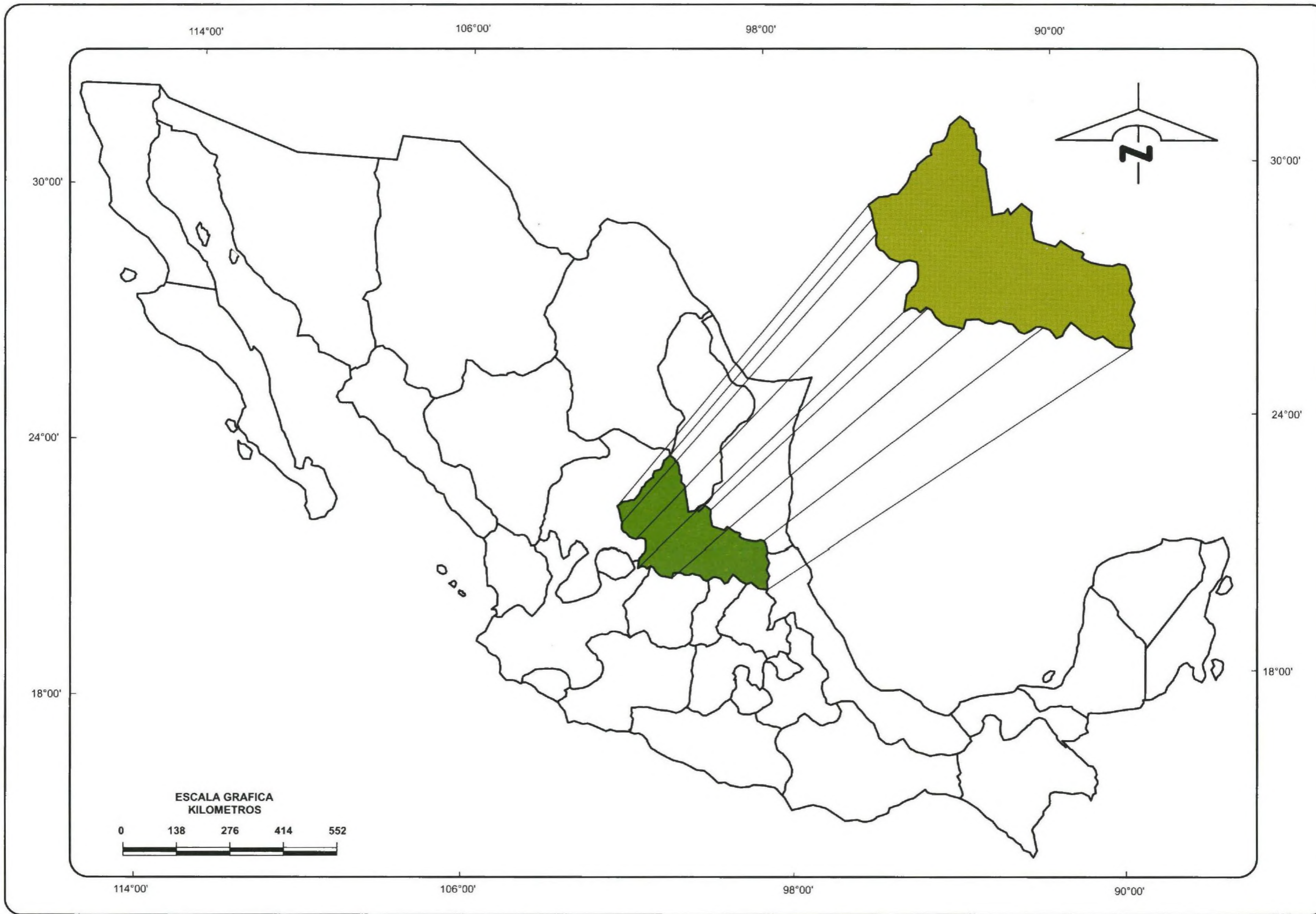
Cuadro 5.1.A
2a. parte y última

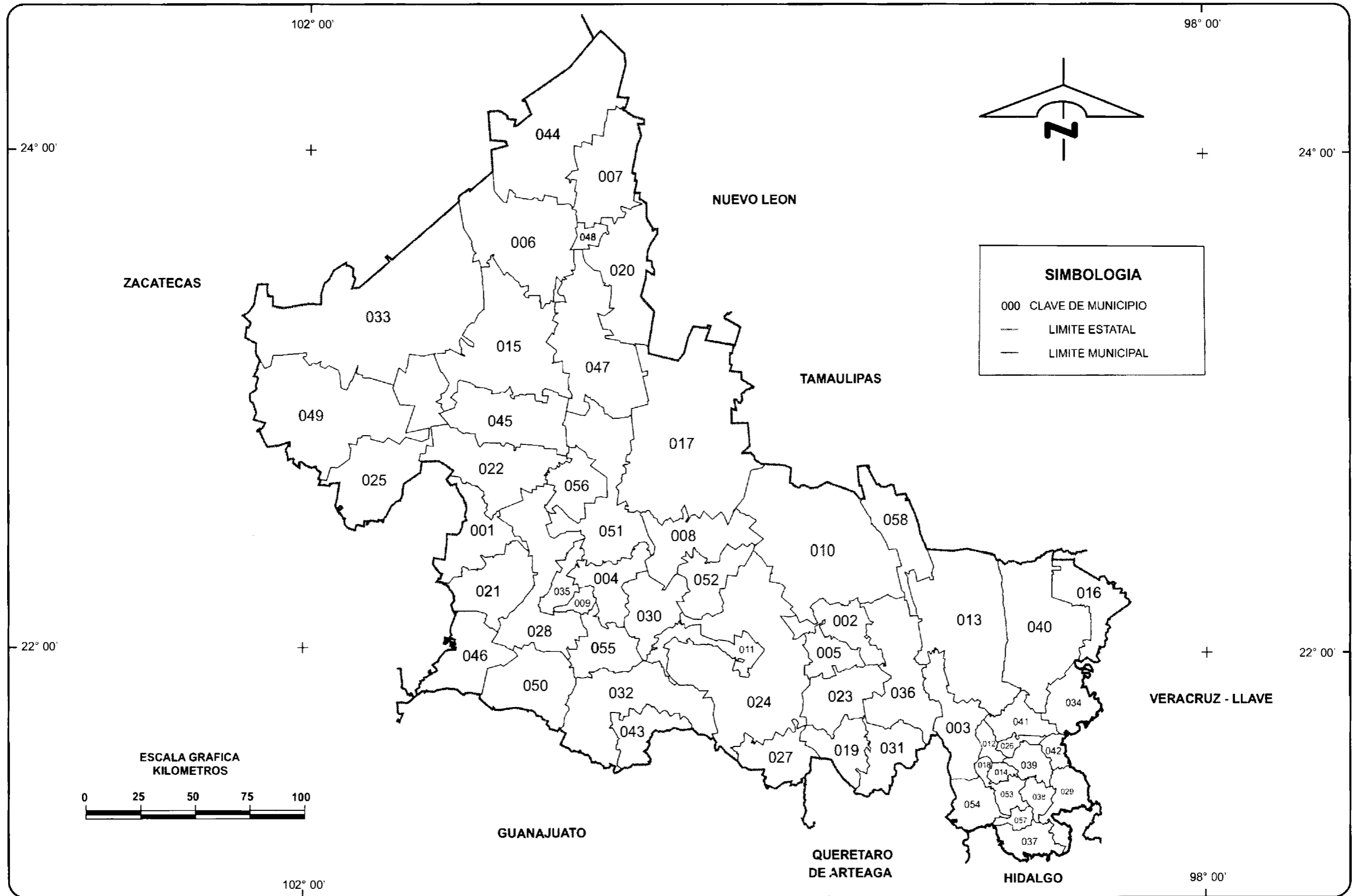
NOMBRE	MUNICIPIO	REGIÓN HIDROLÓGICA		CUENCA		SUBCUENCA	
		CLAVE	NOMBRE	CLAVE	NOMBRE	CLAVE	NOMBRE
Las Lajillas	Ciudad Valles	RH26	Pánuco	C	R. Tamuín	C	R. Puerco
Golondrinas	San Nicolás Tolentino	RH26	Pánuco	C	R. Tamuín	H	R. Verde
La Muñeca	Tierranueva	RH26	Pánuco	C	R. Tamuín	I	R. Santa María Alto
Valentín Gama	Santa María del Río	RH26	Pánuco	C	R. Tamuín	I	R. Santa María Alto
Gonzalo N. Santos	San Luis Potosí	RH37	El Salado	G	San José-Los Pilares y otras	B	Presa San José
San José	San Luis Potosí	RH37	El Salado	G	San José-Los Pilares y otras	B	Presa San José
Guadalupe	Guadalcázar	RH37	El Salado	H	Sierra Madre	A	Tula
San Francisco	Villa de Reyes	RH26	Pánuco	C	R. Tamuín	I	R. Santa María Alto
Álvaro Obregón	Mexquitic de Carmona	RH37	El Salado	G	San José-Los Pilares y otras	B	Presa San José
San José	Santa María del Río	RH26	Pánuco	C	R. Tamuín	I	R. Santa María Alto
Santa Ana	Villa de Reyes	RH26	Pánuco	C	R. Tamuín	I	R. Santa María Alto
Santa Genoveva	Mexquitic de Carmona	RH37	El Salado	F	San Pablo y otras	A	Presa San Pablo
Álvaro Obregón	Alaquines	RH37	El Salado	H	Sierra Madre	A	Tula
El Potosino	San Luis Potosí	RH37	El Salado	G	San José-Los Pilares y otras	B	Presa San José
La Atravesada	Rayón	RH26	Pánuco	C	R. Tamuín	H	R. Verde
Mariano Moctezuma	Santa María del Río	RH26	Pánuco	C	R. Tamuín	I	R. Santa María Alto
San Diego	Rioverde	RH26	Pánuco	C	R. Tamuín	H	R. Verde
Dolores Ventilla	Villa de Reyes	RH26	Pánuco	C	R. Tamuín	I	R. Santa María Alto
San Pedro	Villa de Arista	RH37	El Salado	G	San José-Los Pilares y otras	B	Presa San José
San Pedro	Villa de Reyes	RH26	Pánuco	C	R. Tamuín	I	R. Santa María Alto
San Miguel	Villa de Arriaga	RH37	El Salado	F	San Pablo y otras	A	Presa San Pablo
El Carmen	Santa María del Río	RH26	Pánuco	C	R. Tamuín	I	R. Santa María Alto
La Providencia	Villa de Reyes	RH26	Pánuco	C	R. Tamuín	I	R. Santa María Alto
Herradura	Villa de Ramos	RH37	El Salado	F	San Pablo y otras	B	Mesa Chiquihuitillo
San José	Santa María del Río	RH26	Pánuco	C	R. Tamuín	I	R. Santa María Alto
San Luis	Villa de Reyes	RH26	Pánuco	C	R. Tamuín	I	R. Santa María Alto
La Rivera	Mexquitic de Carmona	RH37	El Salado	F	San Pablo y otras	A	Presa San Pablo
Dolores	Santa María del Río	RH26	Pánuco	C	R. Tamuín	I	R. Santa María Alto
El Tule	Tierranueva	RH26	Pánuco	C	R. Tamuín	I	R. Santa María Alto
La Reforma	Salinas	RH37	El Salado	F	San Pablo y otras	B	Mesa Chiquihuitillo
La Lagunita	San Luis Potosí	RH26	Pánuco	C	R. Tamuín	I	R. Santa María Alto
Calabacillas	Santo Domingo	RH37	El Salado	E	Fresnillo-Yesca	A	Gruñidora
Illescas							
El Potro	Salinas	RH37	El Salado	F	San Pablo y otras	A	Presa San Pablo
El Naranjo	Cárdenas	RH26	Pánuco	C	R. Tamuín	G	R. Gallinas
Cañada de Yáñez	Santa María del Río	RH26	Pánuco	C	R. Tamuín	I	R. Santa María Alto
Cañada de Lobo	San Luis Potosí	RH37	El Salado	G	San José-Los Pilares y otras	B	Presa San José
San Antonio	San Luis Potosí	RH37	El Salado	G	San José-Los Pilares y otras	B	Presa San José
La Concepción	Villa de Arriaga	RH26	Pánuco	C	R. Tamuín	I	R. Santa María Alto
La Concordia	Armadillo de los Infante	RH37	El Salado	G	San José-Los Pilares y otras	B	Presa San José
Derramaderos	Cerritos	RH26	Pánuco	C	R. Tamuín	H	R. Verde
Santa Rosa	Santa María del Río	RH26	Pánuco	C	R. Tamuín	I	R. Santa María Alto
Jesús María	Villa de Reyes	RH26	Pánuco	C	R. Tamuín	I	R. Santa María Alto
Los Izquierdo	Villa de Reyes	RH26	Pánuco	C	R. Tamuín	I	R. Santa María Alto
La Providencia	Villa de Reyes	RH26	Pánuco	C	R. Tamuín	I	R. Santa María Alto
Cerro Prieto	Santa María del Río	RH26	Pánuco	C	R. Tamuín	I	R. Santa María Alto
La Tenería	San Luis Potosí	RH37	El Salado	G	San José-Los Pilares y otras	B	Presa San José
Los Ángeles	Ciudad del Maíz	RH26	Pánuco	C	R. Tamuín	H	R. Verde
El Rodeo	Villa de Reyes	RH26	Pánuco	C	R. Tamuín	I	R. Verde
Guao	Villa de Reyes	RH26	Pánuco	C	R. Tamuín	I	R. Verde
San Carlos	San Luis Potosí	RH37	El Salado	G	San José-Los Pilares y otras	B	Presa San José
La Labor	Cárdenas	RH26	Pánuco	C	R. Tamuín	G	R. Gallinas
Cerrito de la Cruz	Rayón	RH26	Pánuco	C	R. Tamuín	H	R. Verde
Ojo de Agua	Ciudad Valles	RH26	Pánuco	C	R. Tamuín	B	R. Valles
El Refugio Carranco	Villa de Reyes	RH26	Pánuco	C	R. Tamuín	I	R. Santa María Alto

Figuras

Localización Geográfica

Figura 1.1

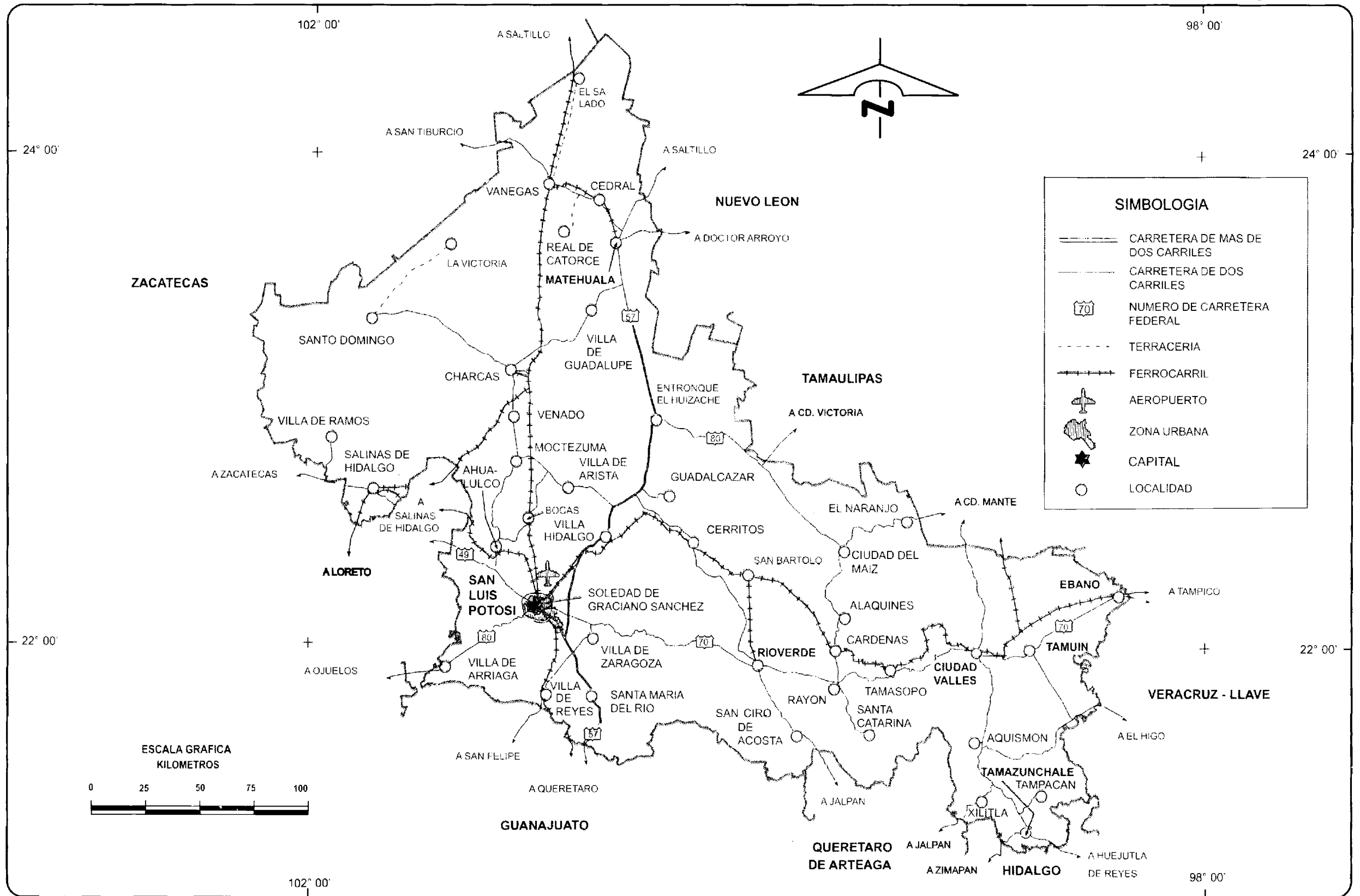




FUENTE: INEGI. Anuario Estadístico del Estado de San Luis Potosí. 1997.

Vías de Comunicación

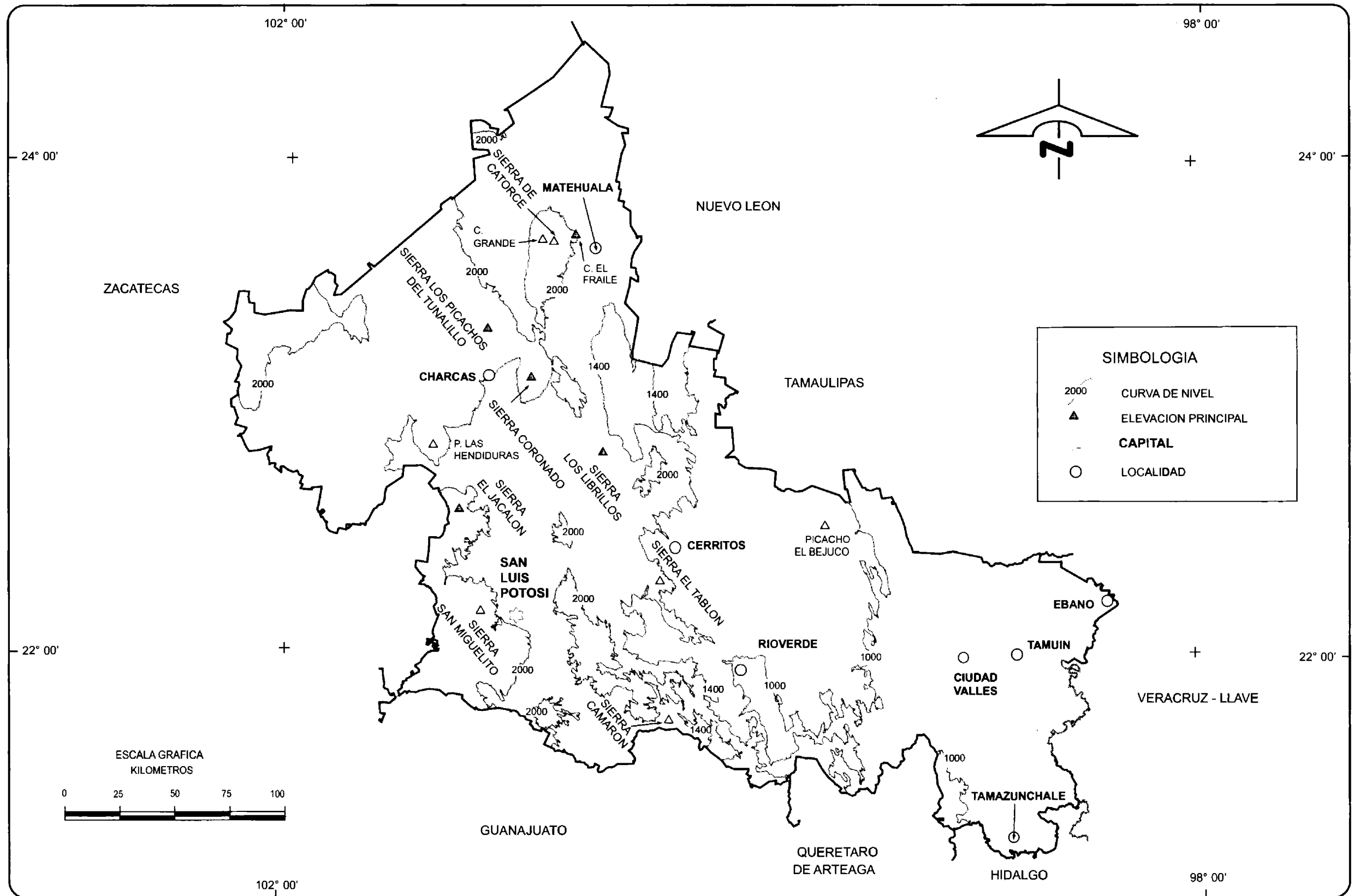
Figura 1.3



FUENTE: INEGI. Anuario Estadístico del Estado de San Luis Potosí. 1997.

Orografía

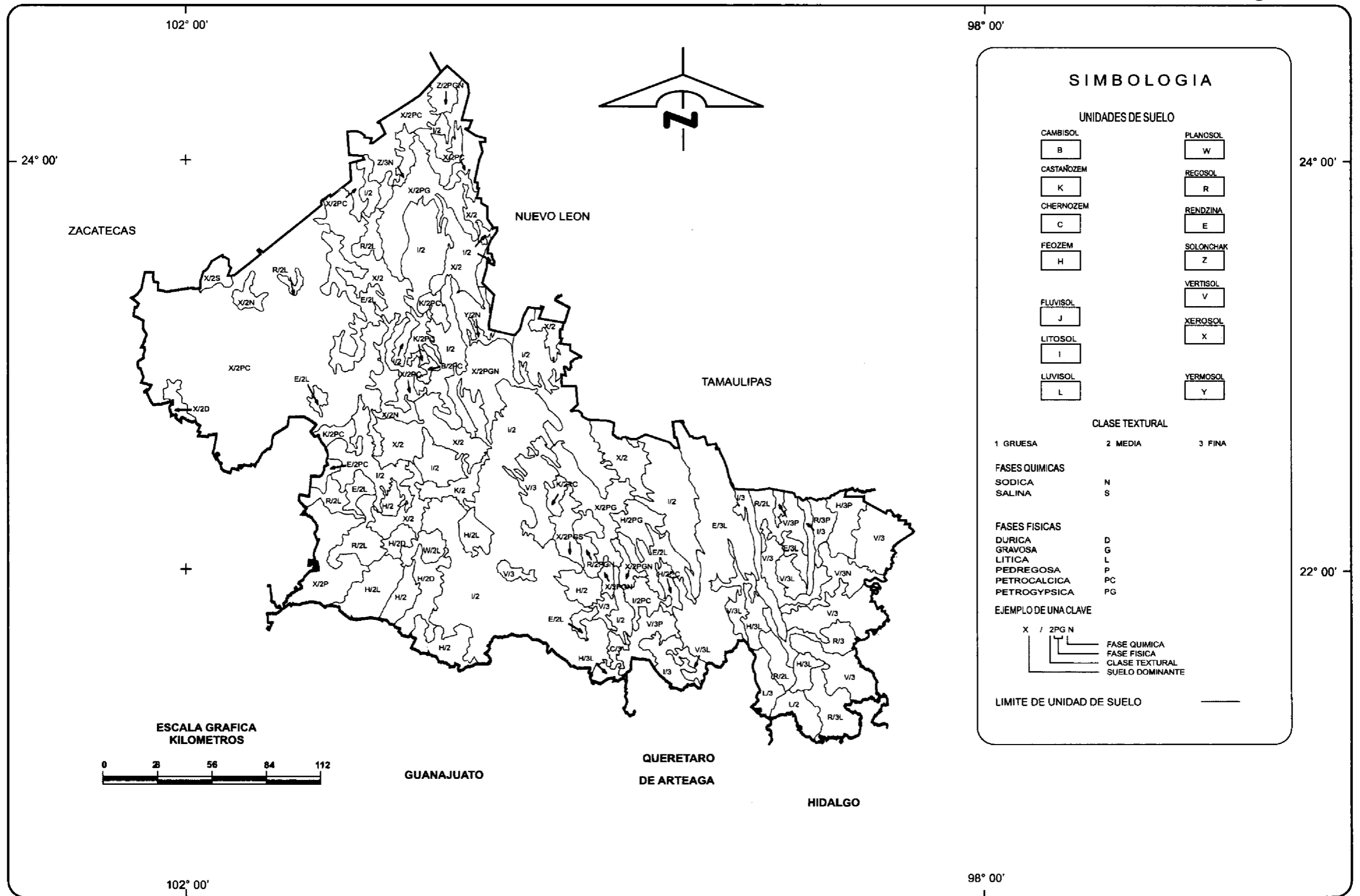
Figura 2.1

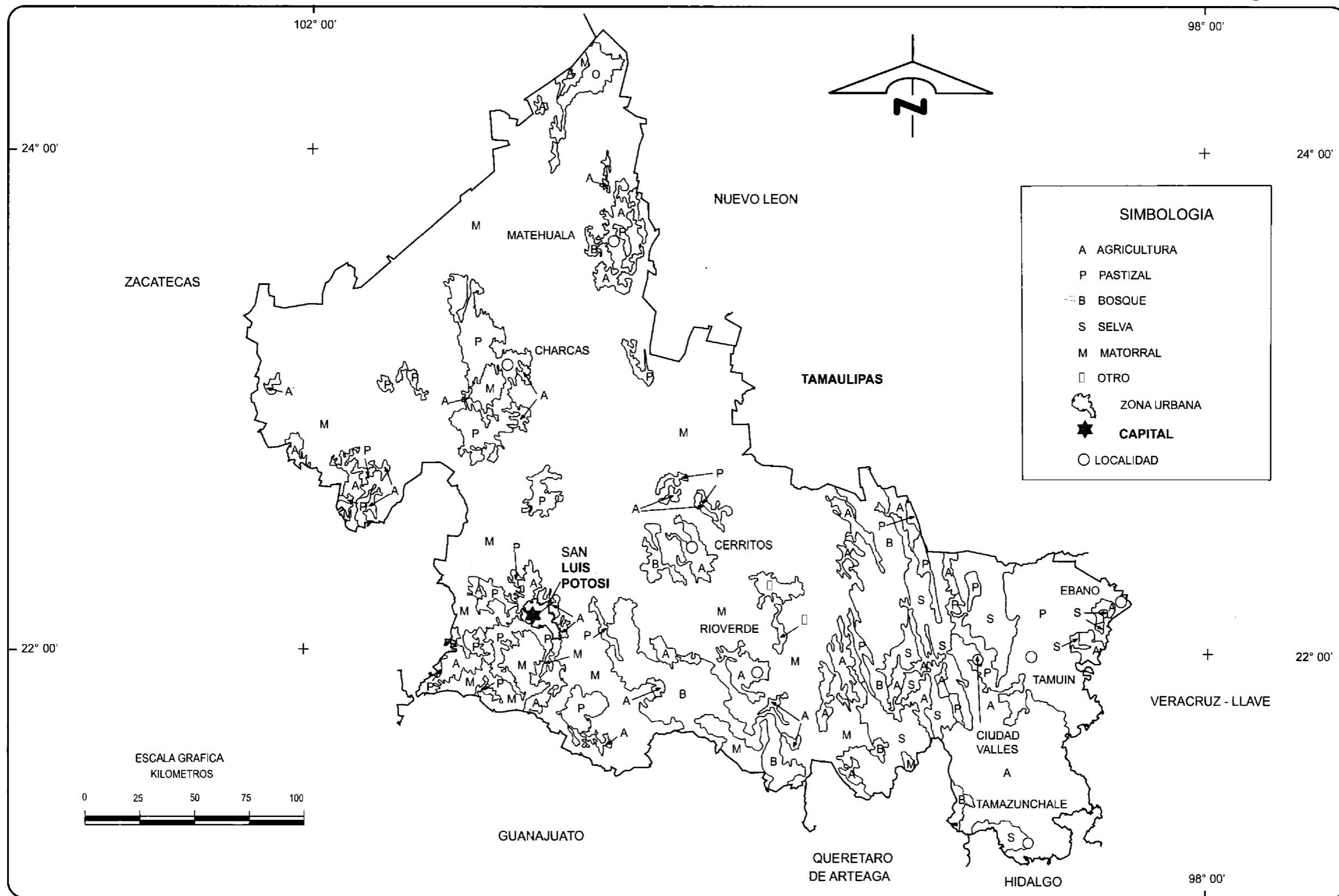


FUENTE: INEGI. Anuario Estadístico del Estado de San Luis Potosí. 1997.

Tipos de Suelo

Figura 2.2

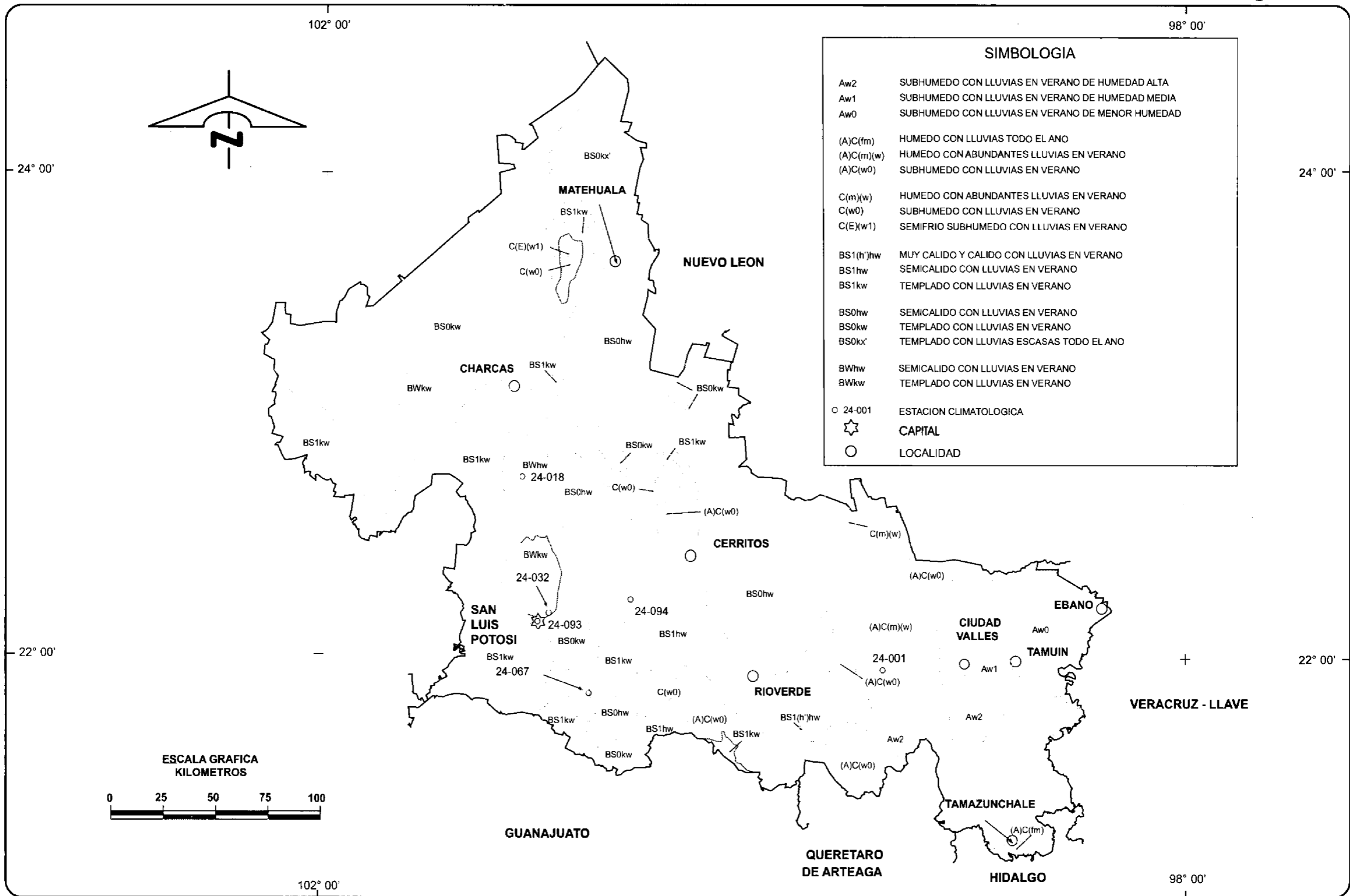




FUENTE: INEGI. Anuario Estadístico del Estado de San Luis Potosí. 1997.

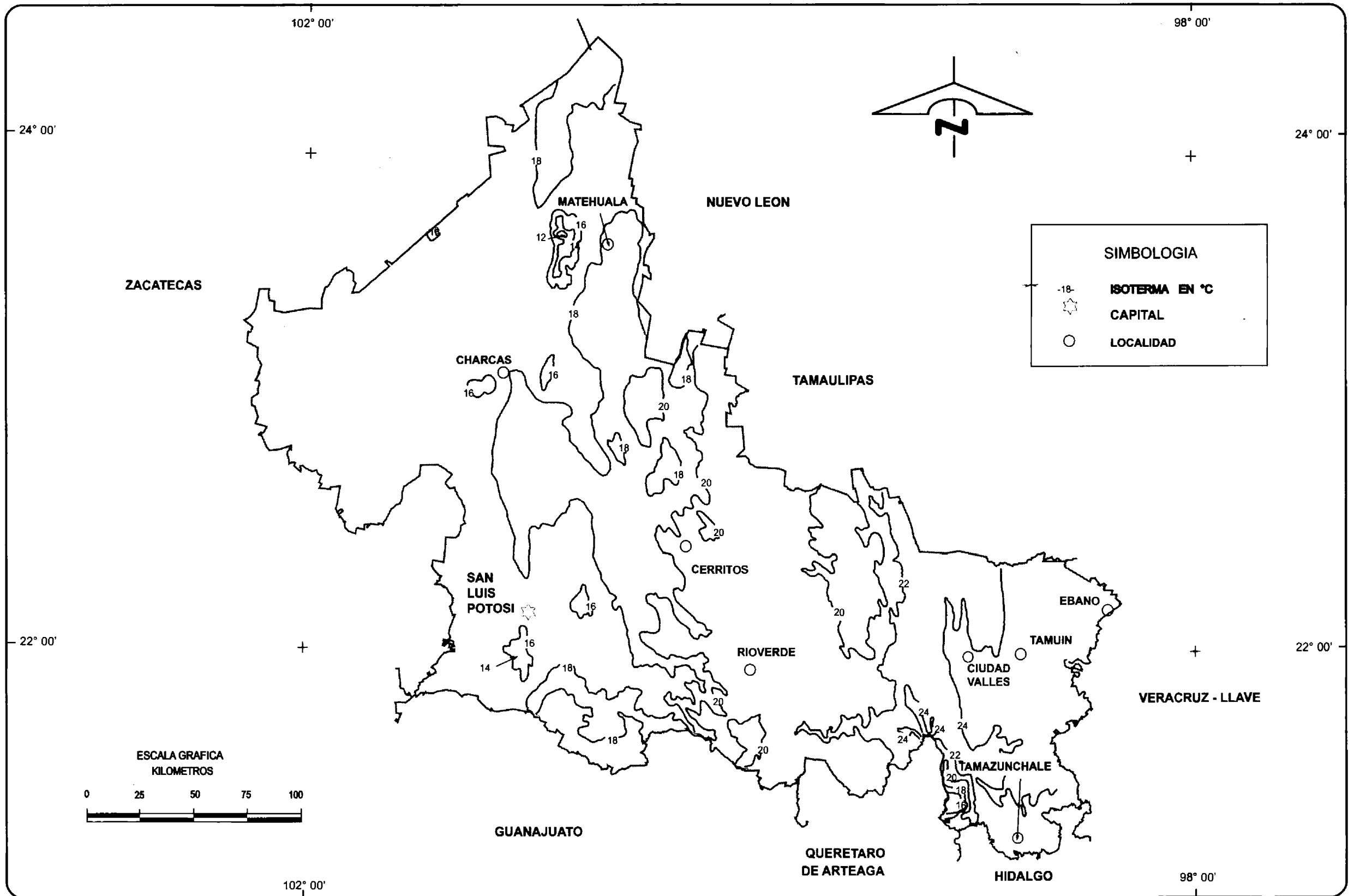
Climas

Figura 3.1



INEGI. Estudio hidrológico del estado de San Luis Potosí. 2002

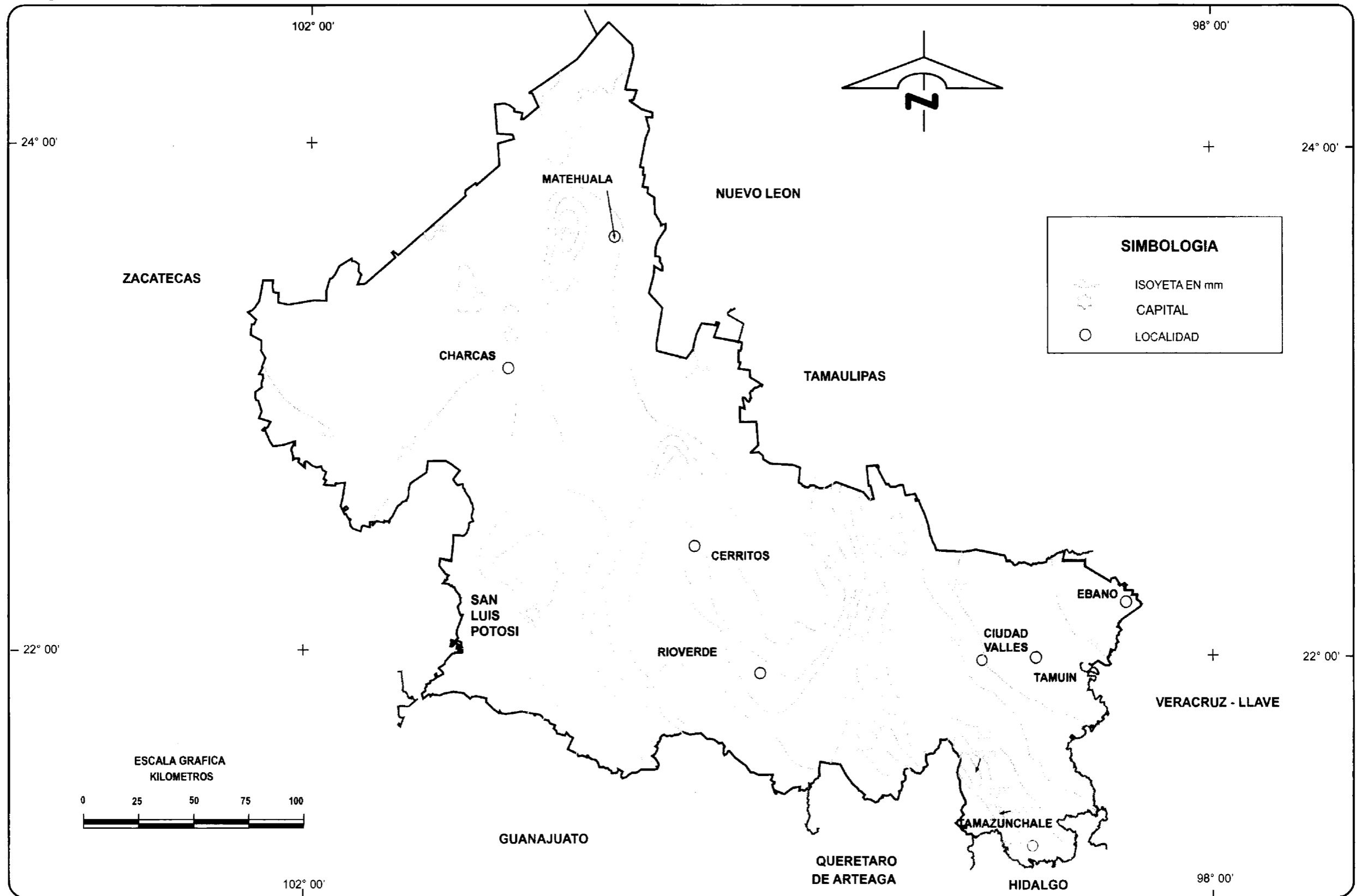
39 FUENTE: INEGI. Síntesis Geográfica del Estado de San Luis Potosí. 1997.



FUENTE: INEGI. Anuario Estadístico del Estado de San Luis Potosí. 1997.

Isoyetas

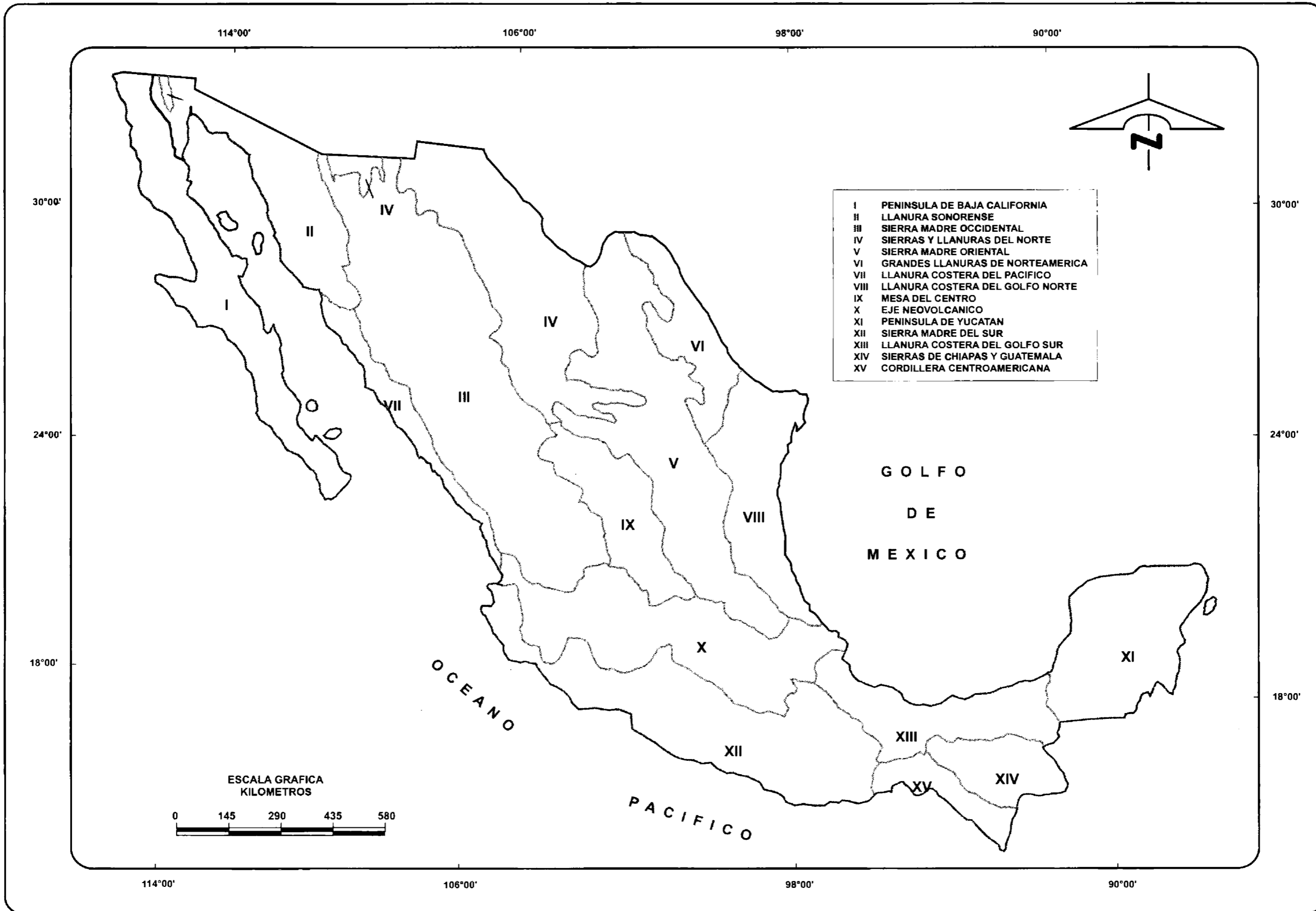
Figura 3.3



99 FUENTE: INEGI. Anuario Estadístico del Estado de San Luis Potosí. 1997.

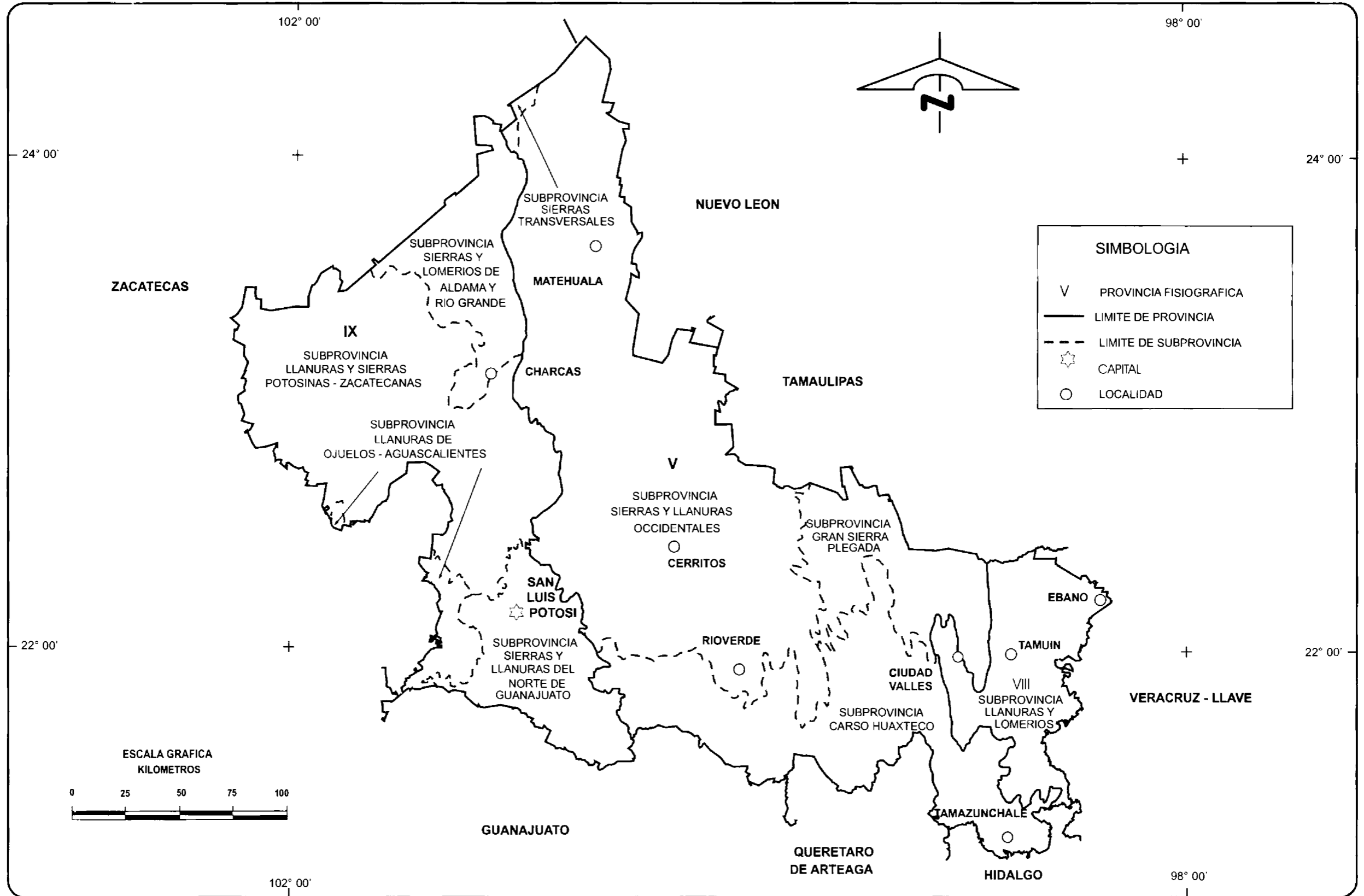
9 Provincias Fisiográficas

Figura 4.1

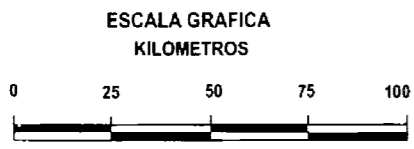


Fisiografía

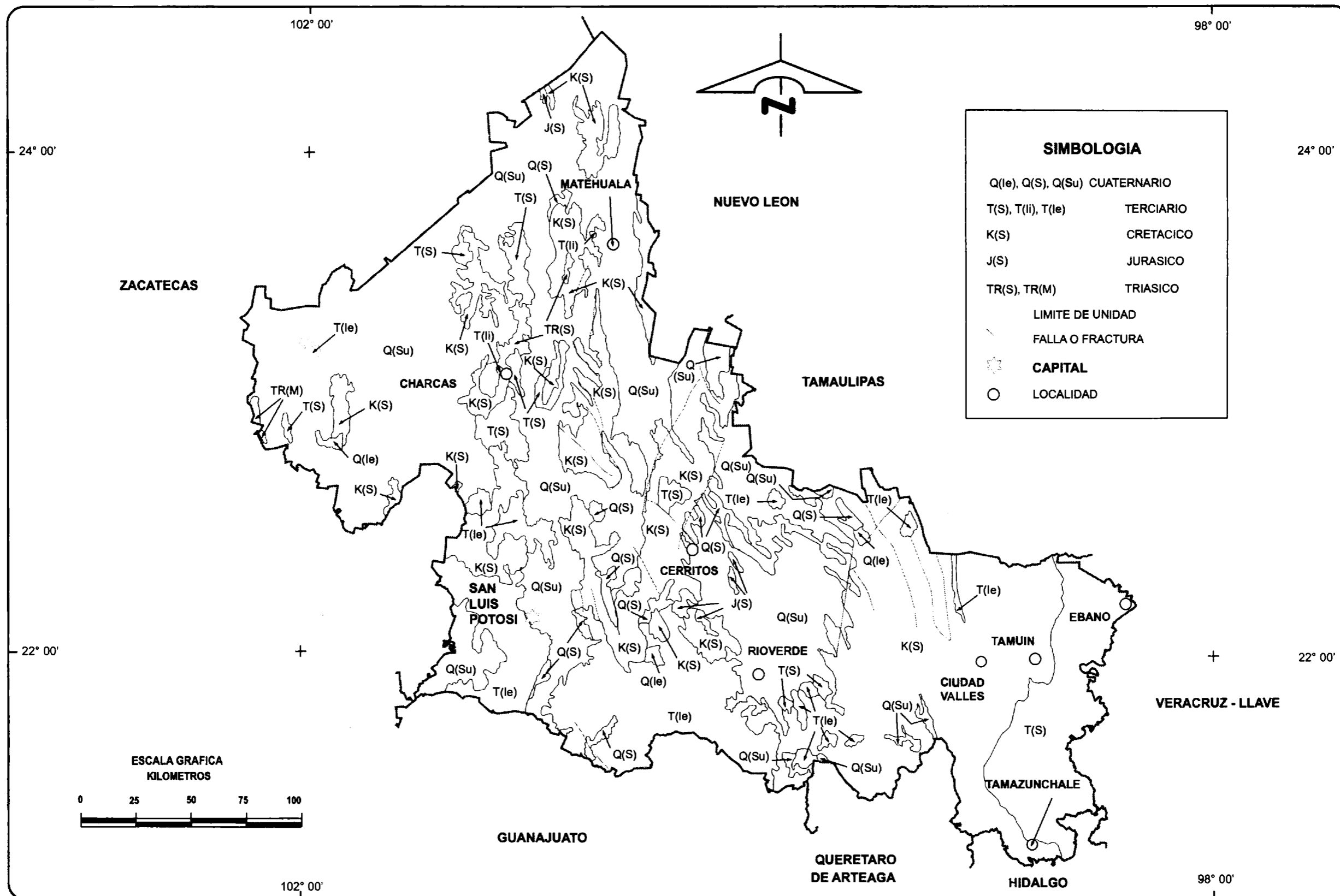
Figura 4.1.A



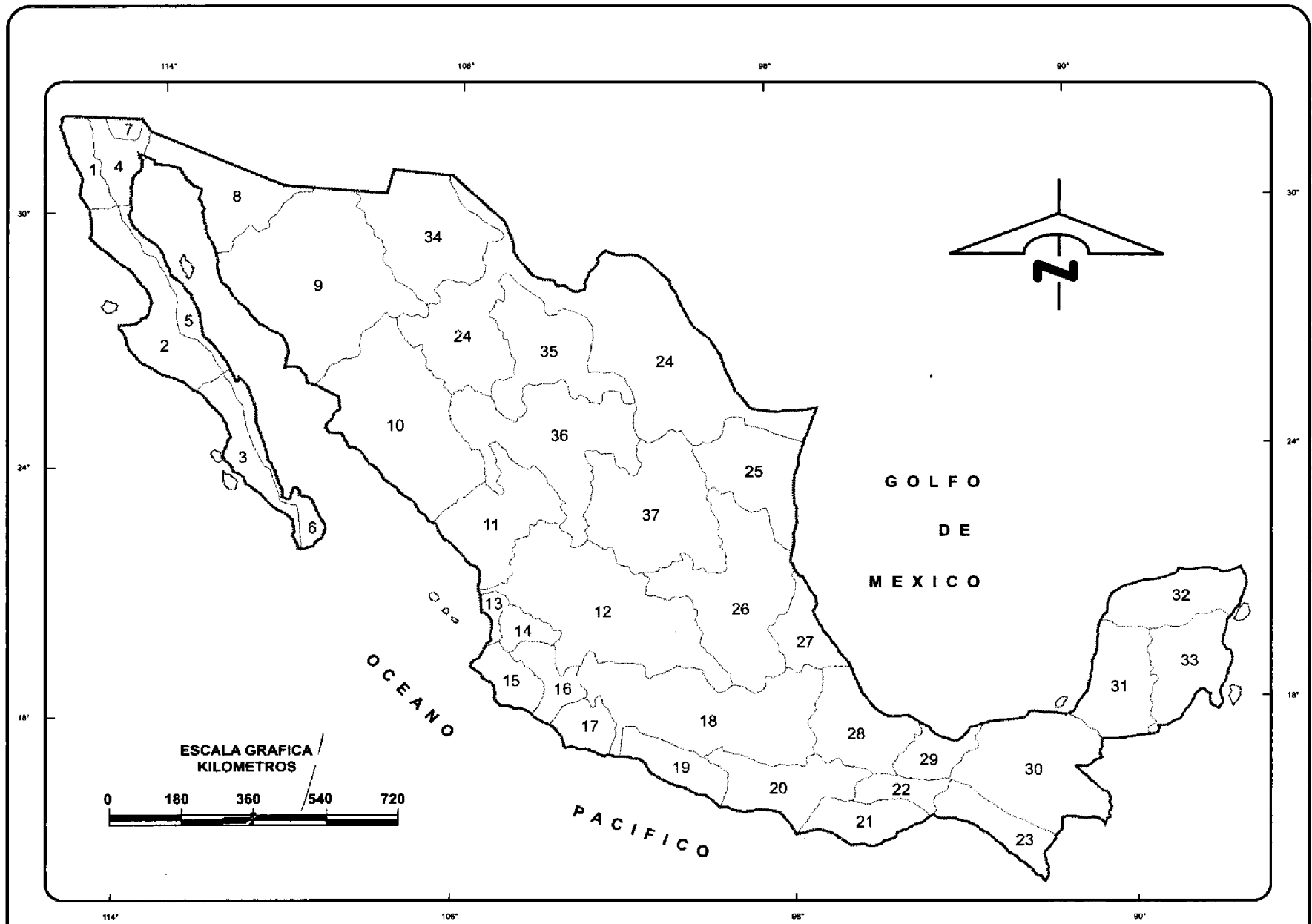
SIMBOLOGIA	
V	PROVINCIA FISIOGRAFICA
—	LIMITE DE PROVINCIA
- - -	LIMITE DE SUBPROVINCIA
☆	CAPITAL
○	LOCALIDAD



INEGI. Estudio hidrológico del estado de San Luis Potosí. 2002



FUENTE: INEGI. Anuario Estadístico del Estado de San Luis Potosí. 1997.



VERTIENTE OCCIDENTAL

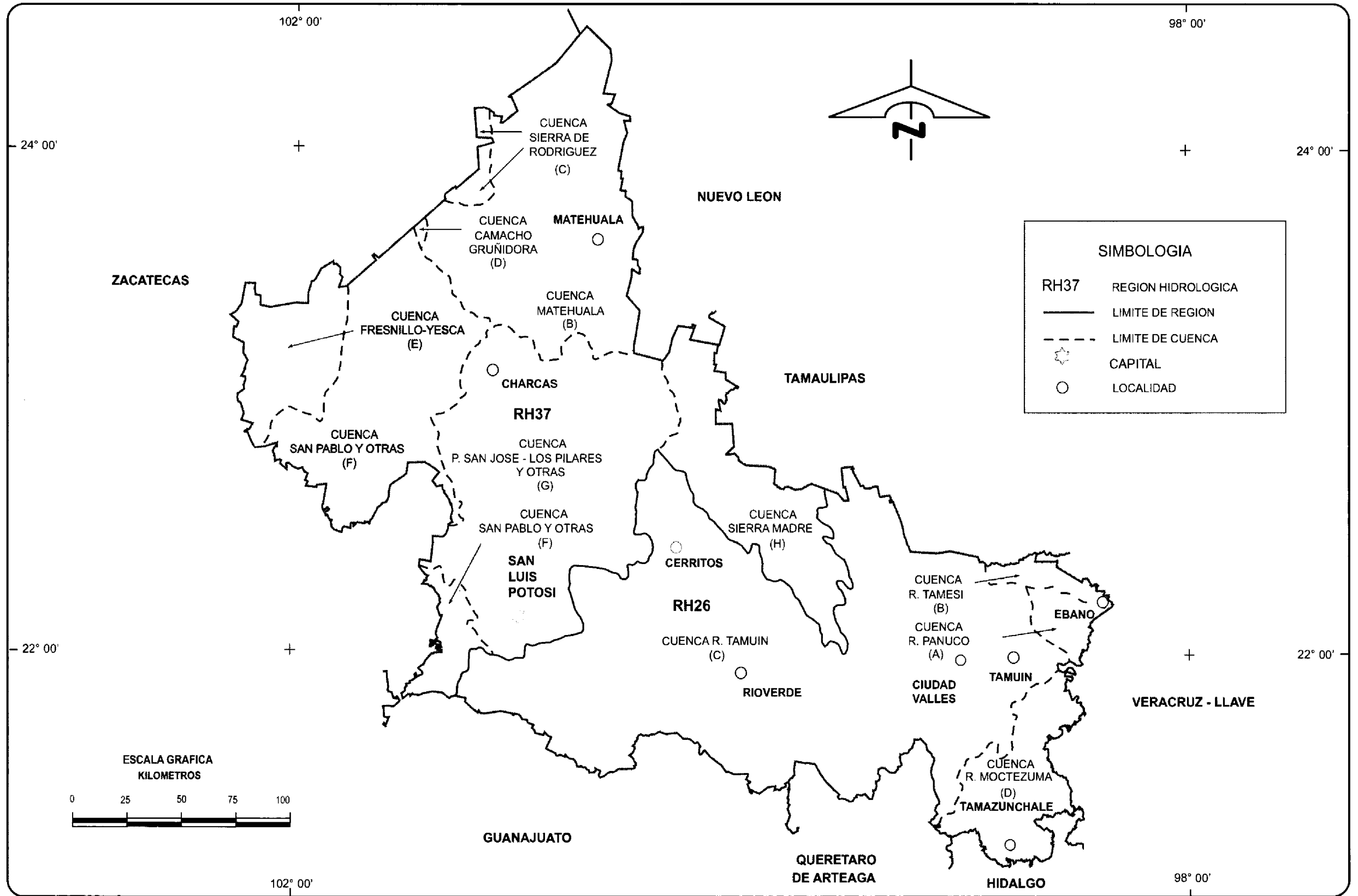
- 1 BAJA CALIFORNIA NOROESTE (ENSENADA)
- 2 BAJA CALIFORNIA CENTRO-OESTE (VIZCAINO)
- 3 BAJA CALIFORNIA SUROESTE (MAGDALENA)
- 4 BAJA CALIFORNIA NORESTE (LAGUNA SALADA)
- 5 BAJA CALIFORNIA CENTRO-ESTE (SANTA ROSALIA)
- 6 BAJA CALIFORNIA SURESTE (LA PAZ)
- 7 RIO COLORADO
- 8 SONORA NORTE
- 9 SONORA SUR
- 10 SINALOA
- 11 PRESIDIO-SAN PEDRO
- 12 LERMA-SANTIAGO
- 13 HUICICILA
- 14 AMECA
- 15 COSTA DE JALISCO
- 16 ARMERIA-COAHUAYANA
- 17 COSTA DE MICHOACAN
- 18 BALSAS
- 19 COSTA GRANDE
- 20 COSTA CHICA-RIO VERDE
- 21 COSTA DE OAXACA (PUERTO ANGEL)
- 22 TEHUANTEPEC
- 23 COSTA DE CHIAPAS

VERTIENTE ORIENTAL

- 24 BRAVO-CONCHOS
- 25 SAN FERNANDO-SOTO LA MARINA
- 26 PANUCO
- 27 TUXPAN-NAUTLA
- 28 PAPALOAPAN
- 29 COATZACOALCOS
- 30 GRIJALVA-USUMACINTA
- 31 YUCATAN OESTE
- 32 YUCATAN NORTE
- 33 YUCATAN ESTE

VERTIENTE INTERIOR

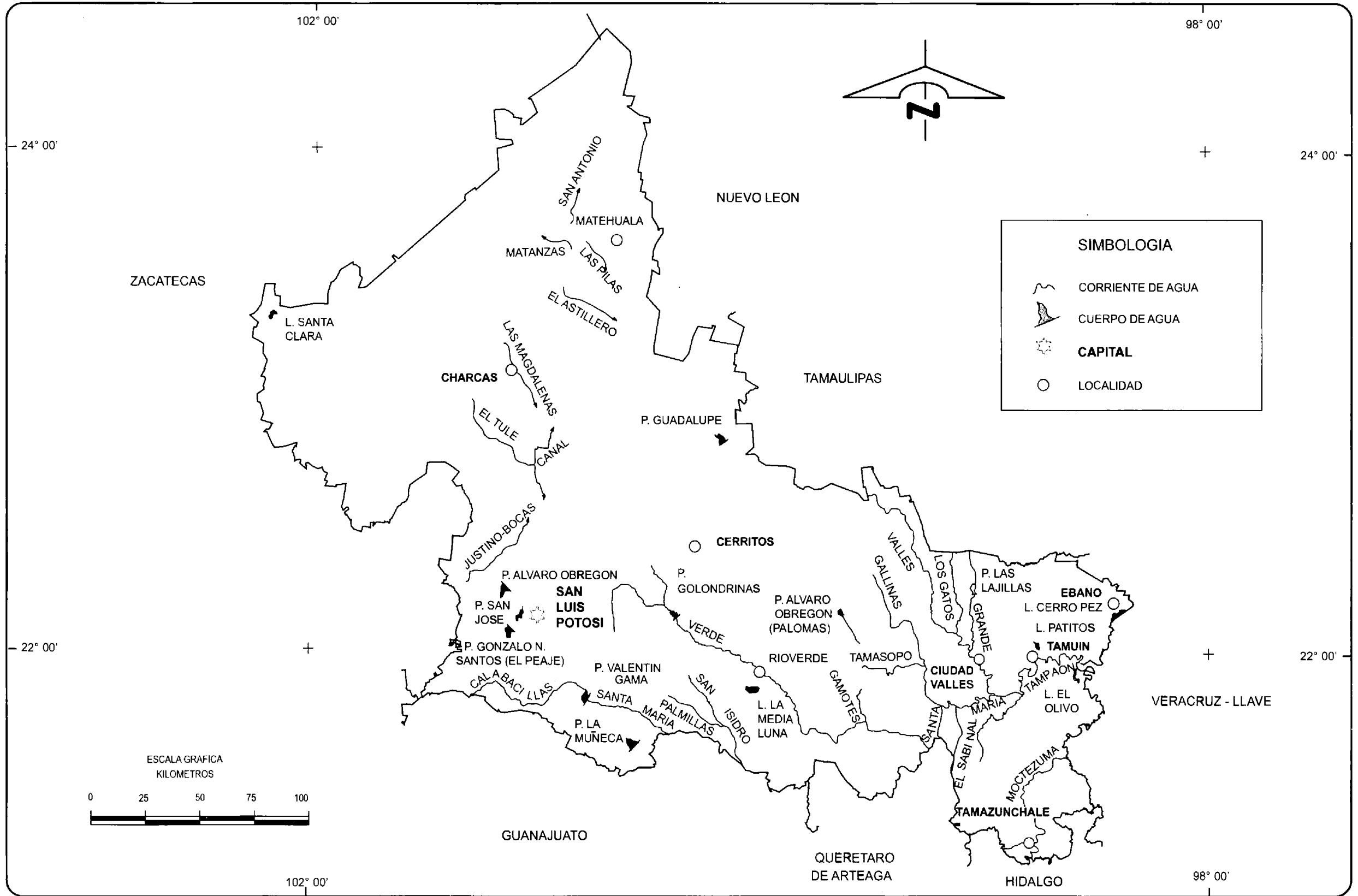
- 34 CUENCAS CERRADAS DEL NORTE
- 35 MAPIMI
- 36 NAZAS-AGUANAVAL
- 37 EL SALADO

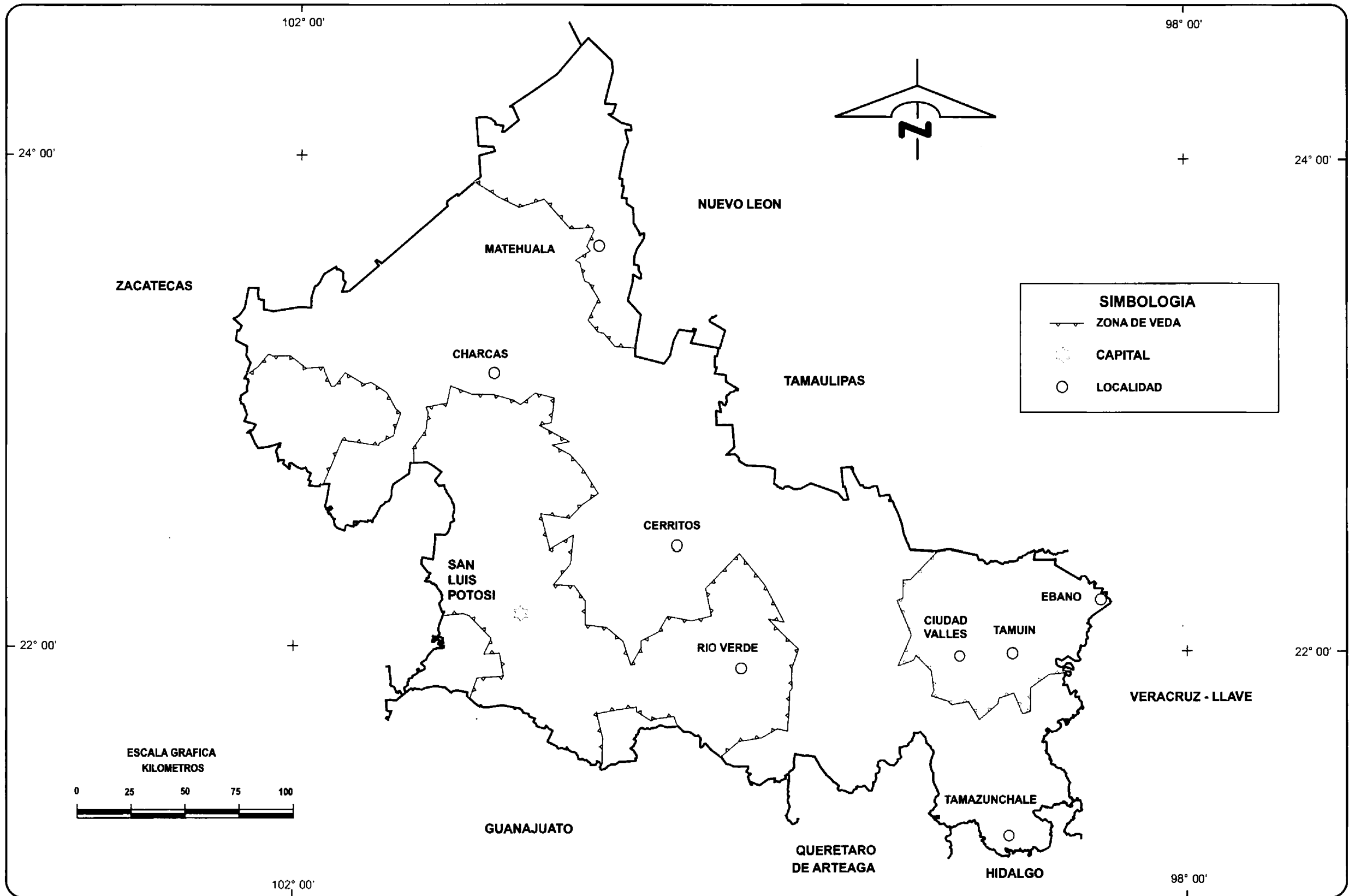


FUENTE: INEGI. Anuario Estadístico del Estado de San Luis Potosí. 1997.

Hidrografía

Figura 5.1.B

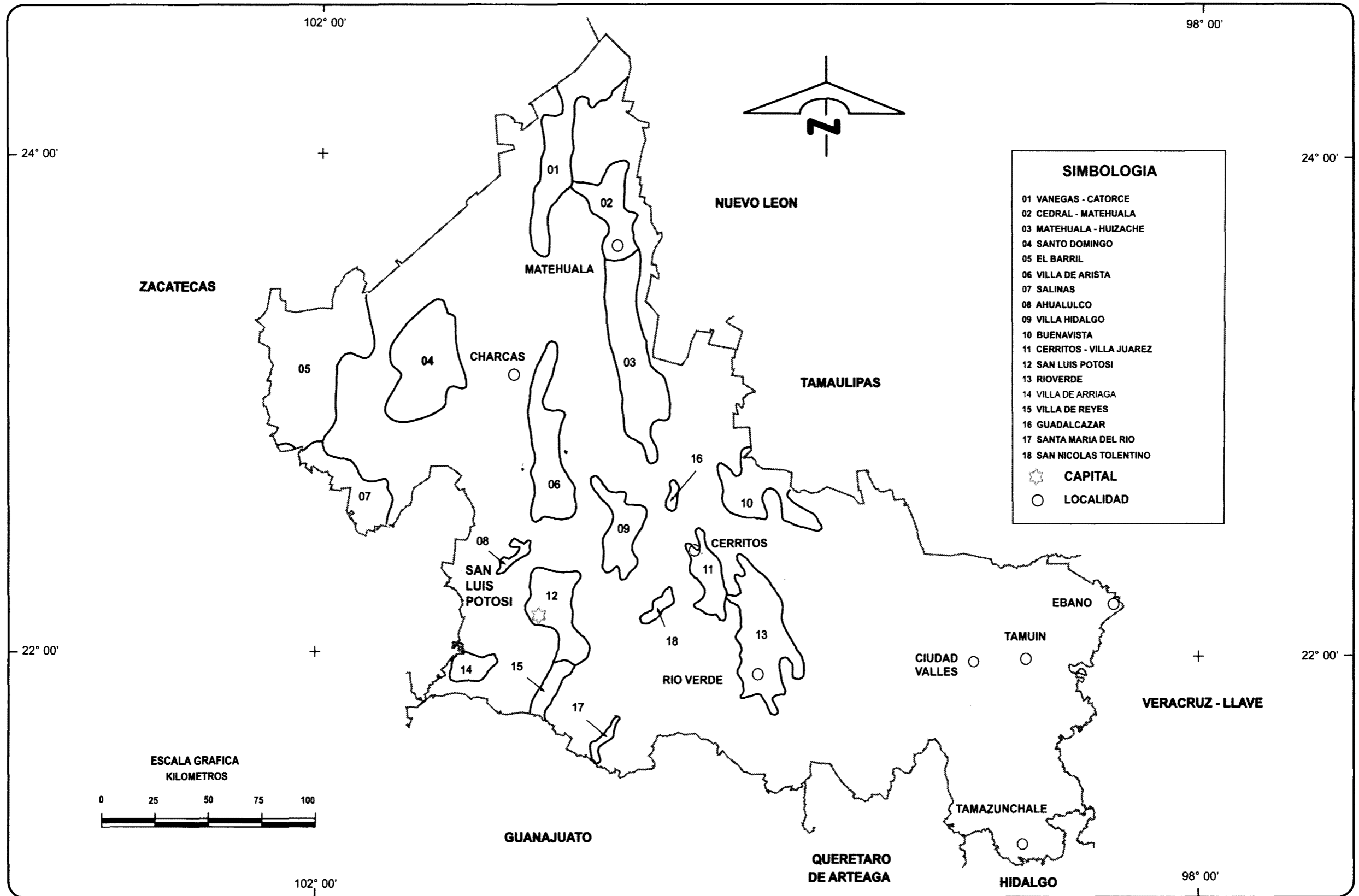




FUENTE: INEGI. Síntesis Geográfica del Estado de San Luis Potosí. Inédito.

Zonas Geohidrológicas

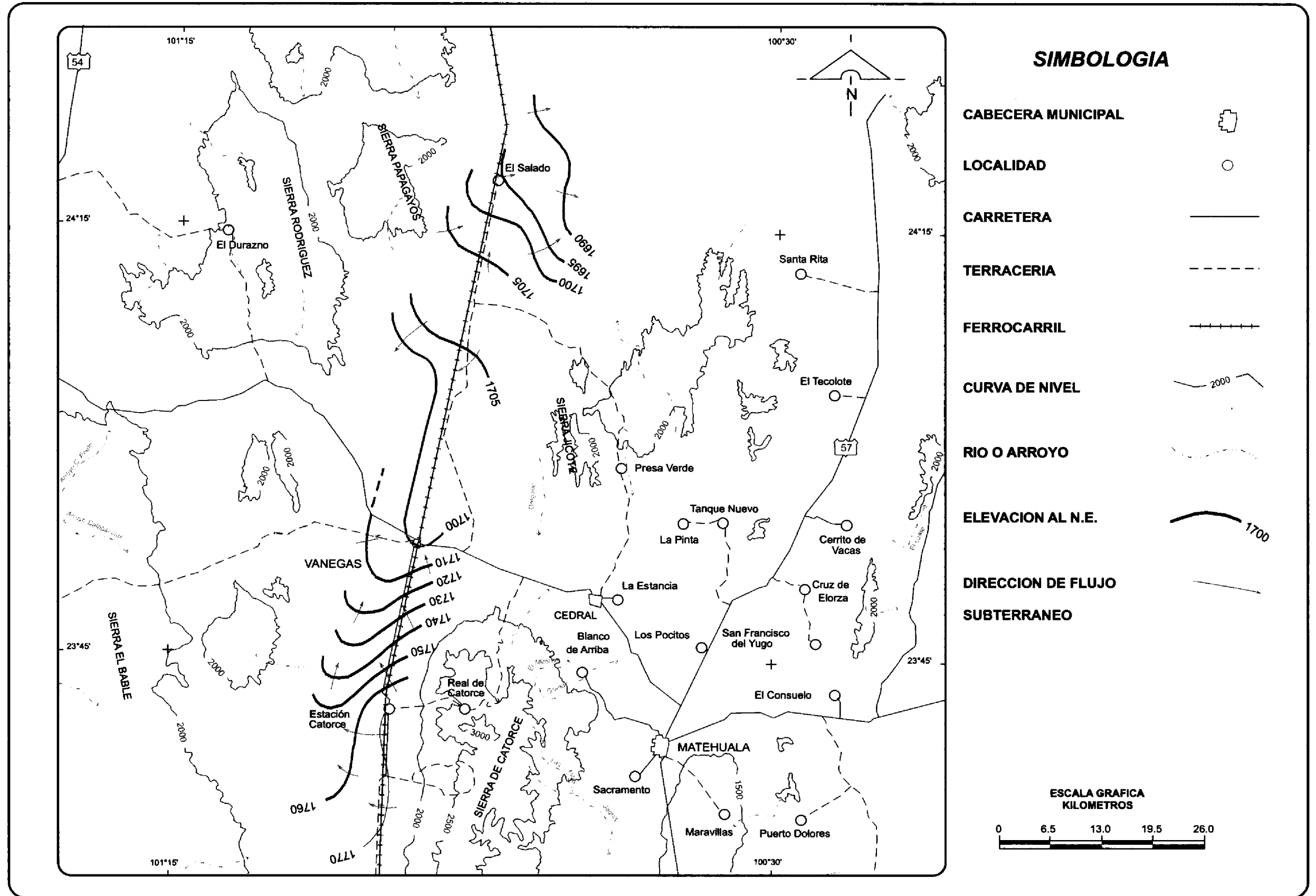
Figura 6.2

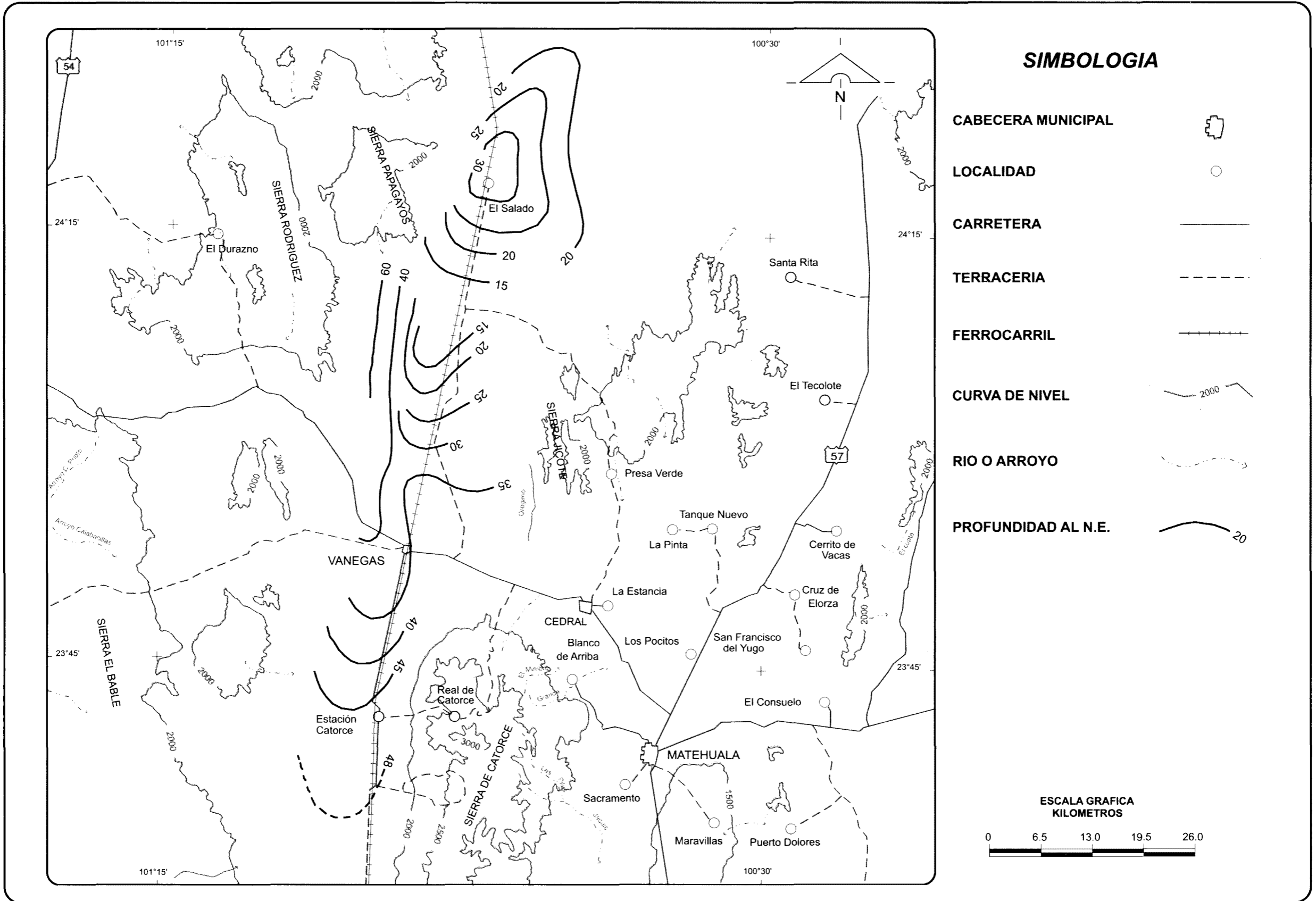


Planos

Valle Vanegas - Catorce. (Elevación al Nivel Estático)

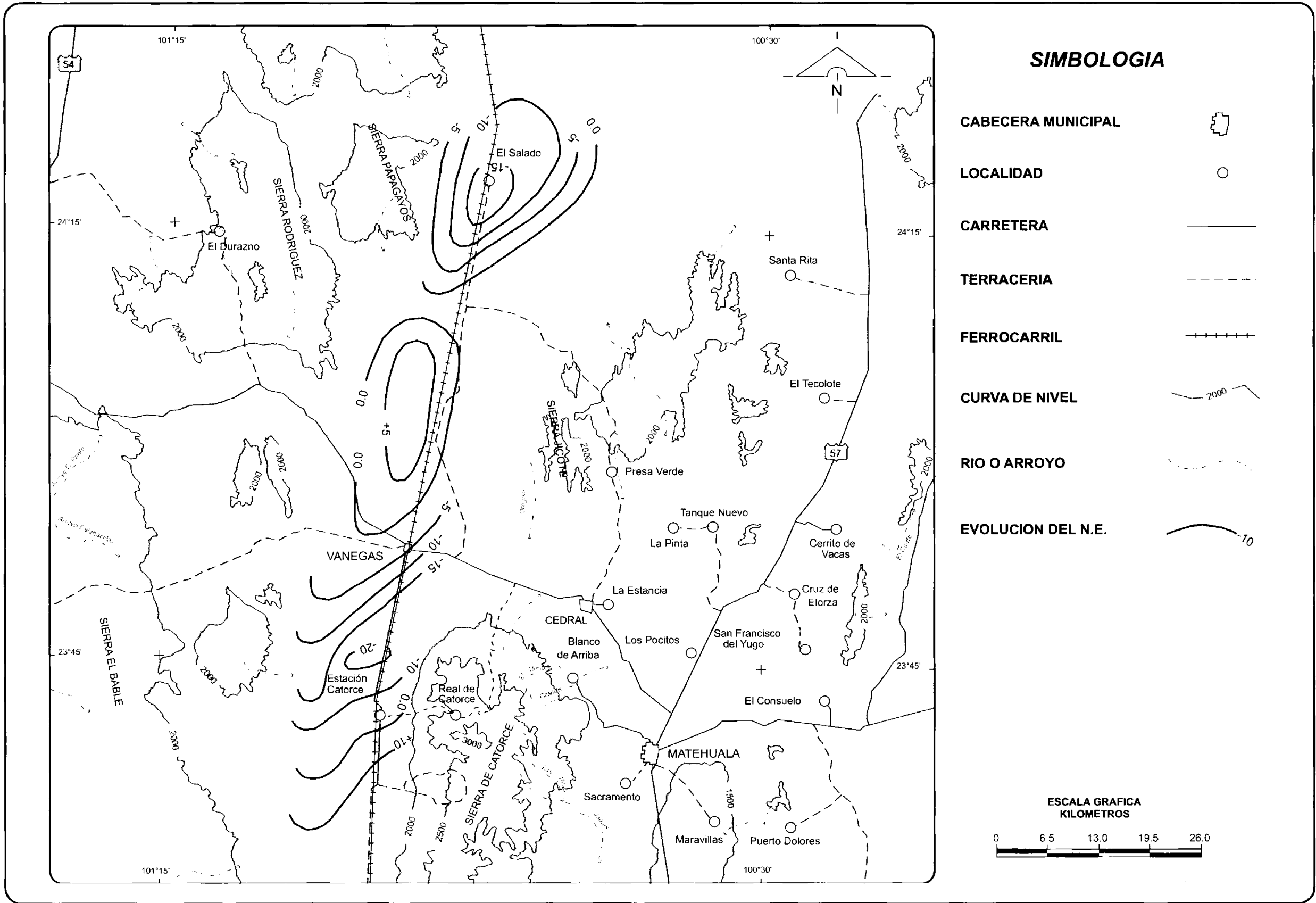
Plano 6.2.1.A

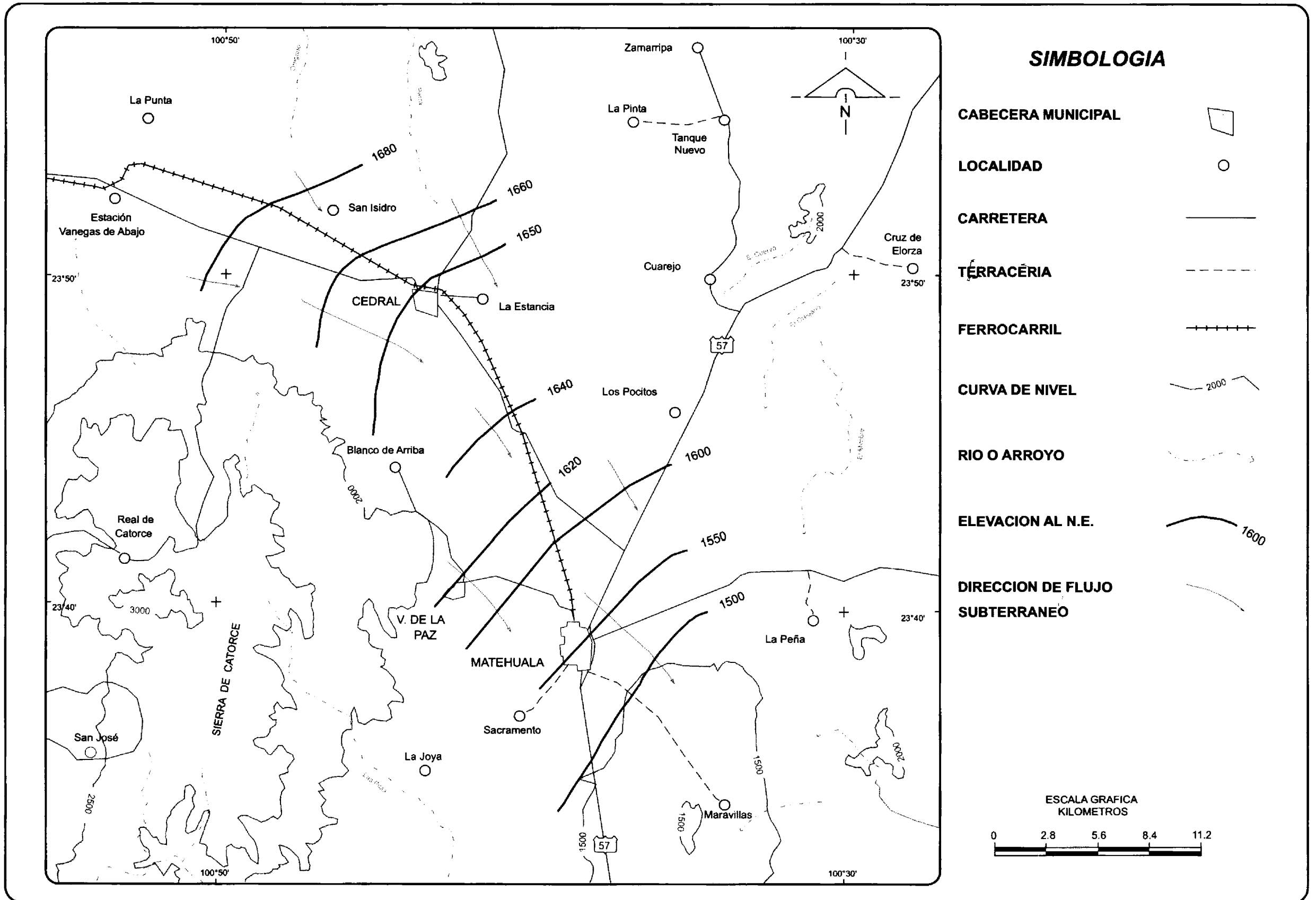




Valle Vanegas - Catorce. (Evolución del Nivel Estático 1977-1997)

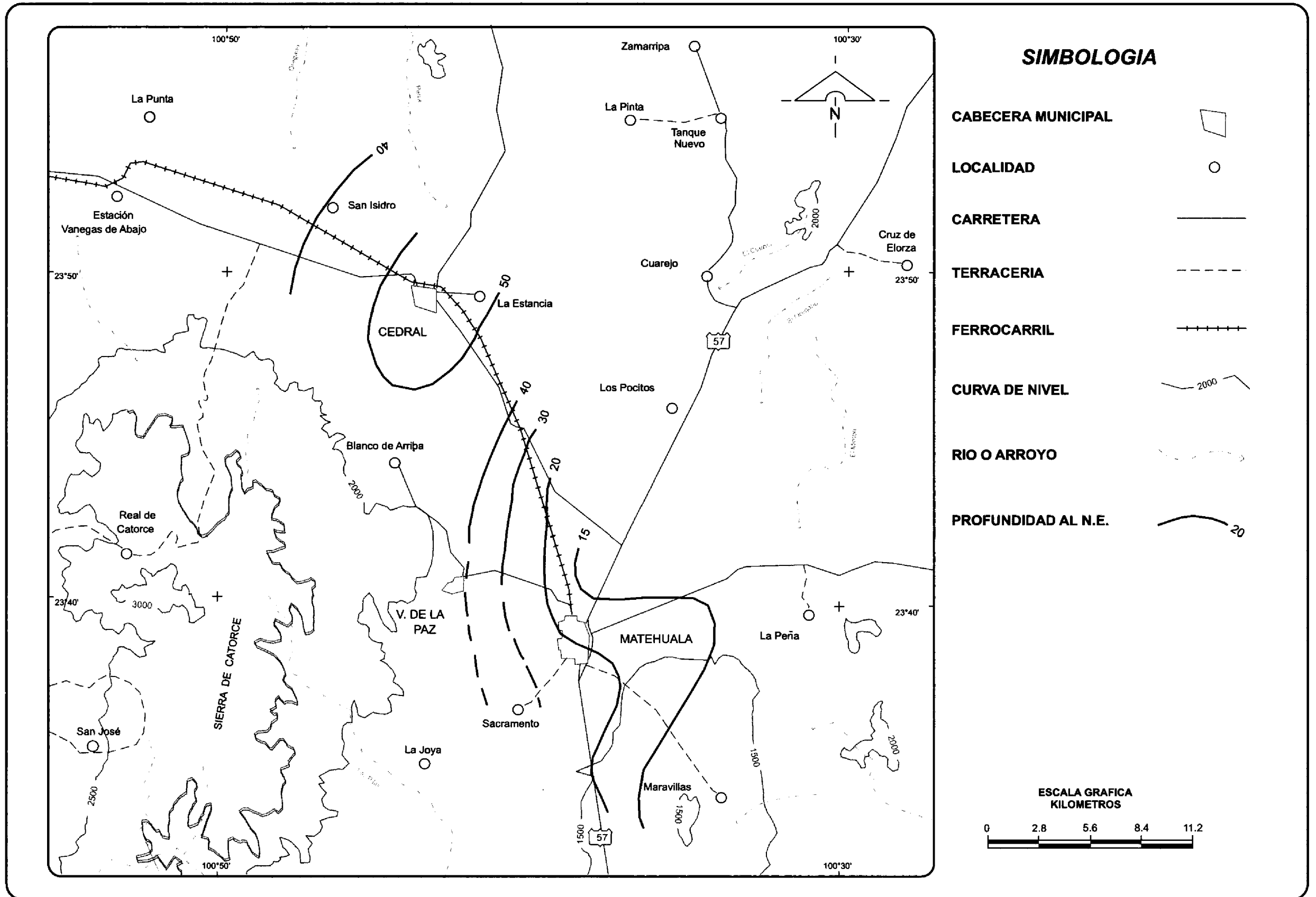
Plano 6.2.1.C

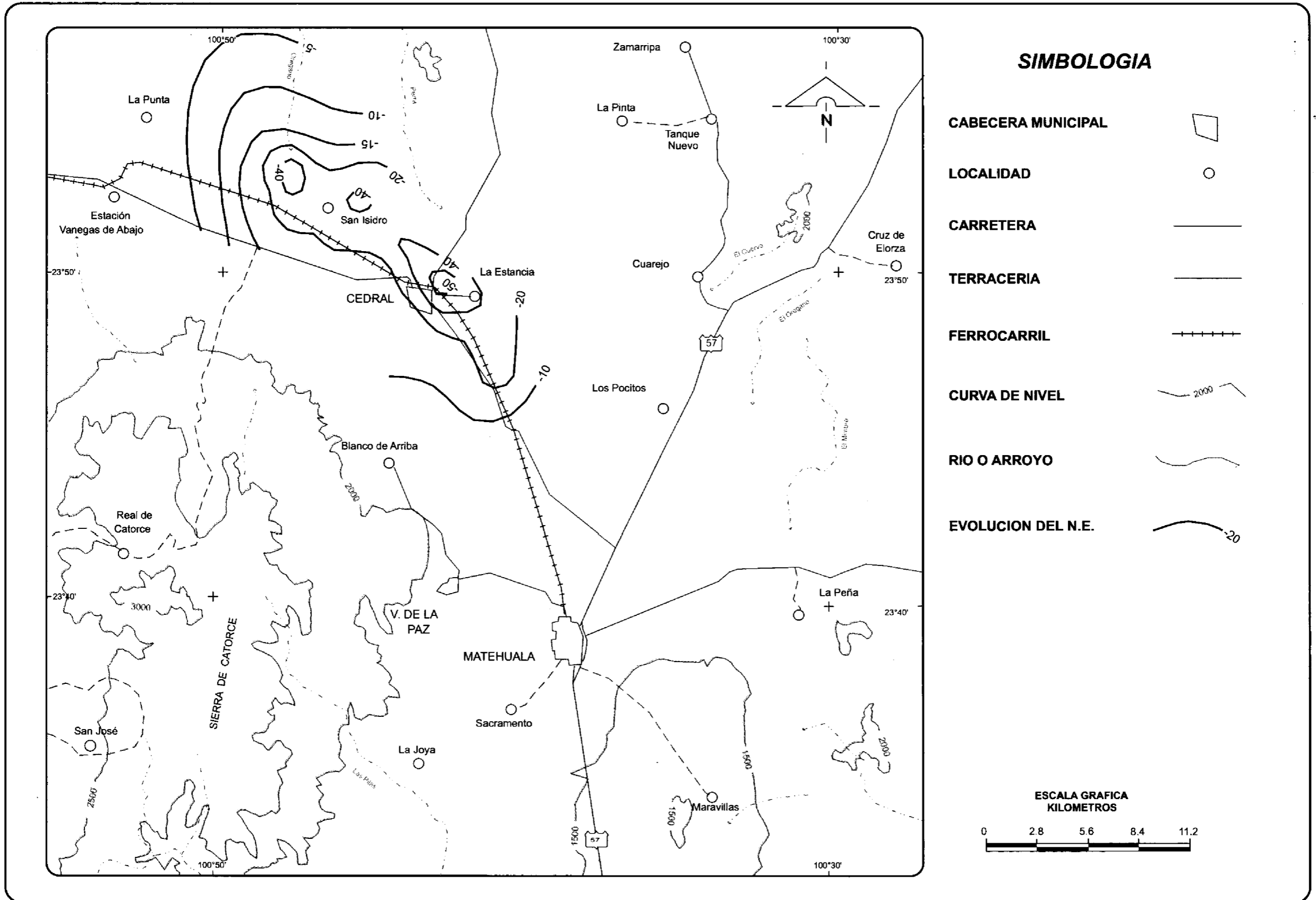


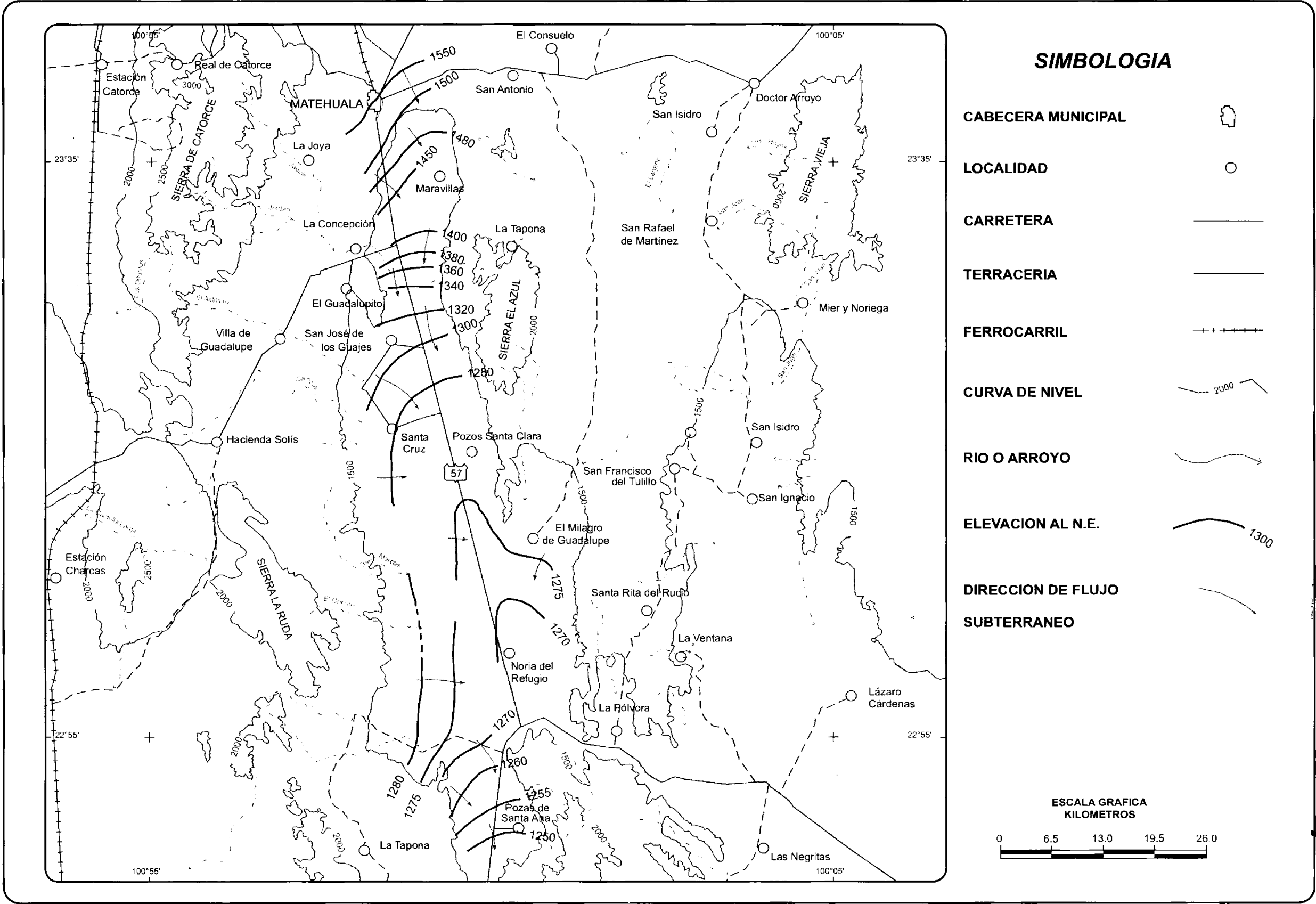


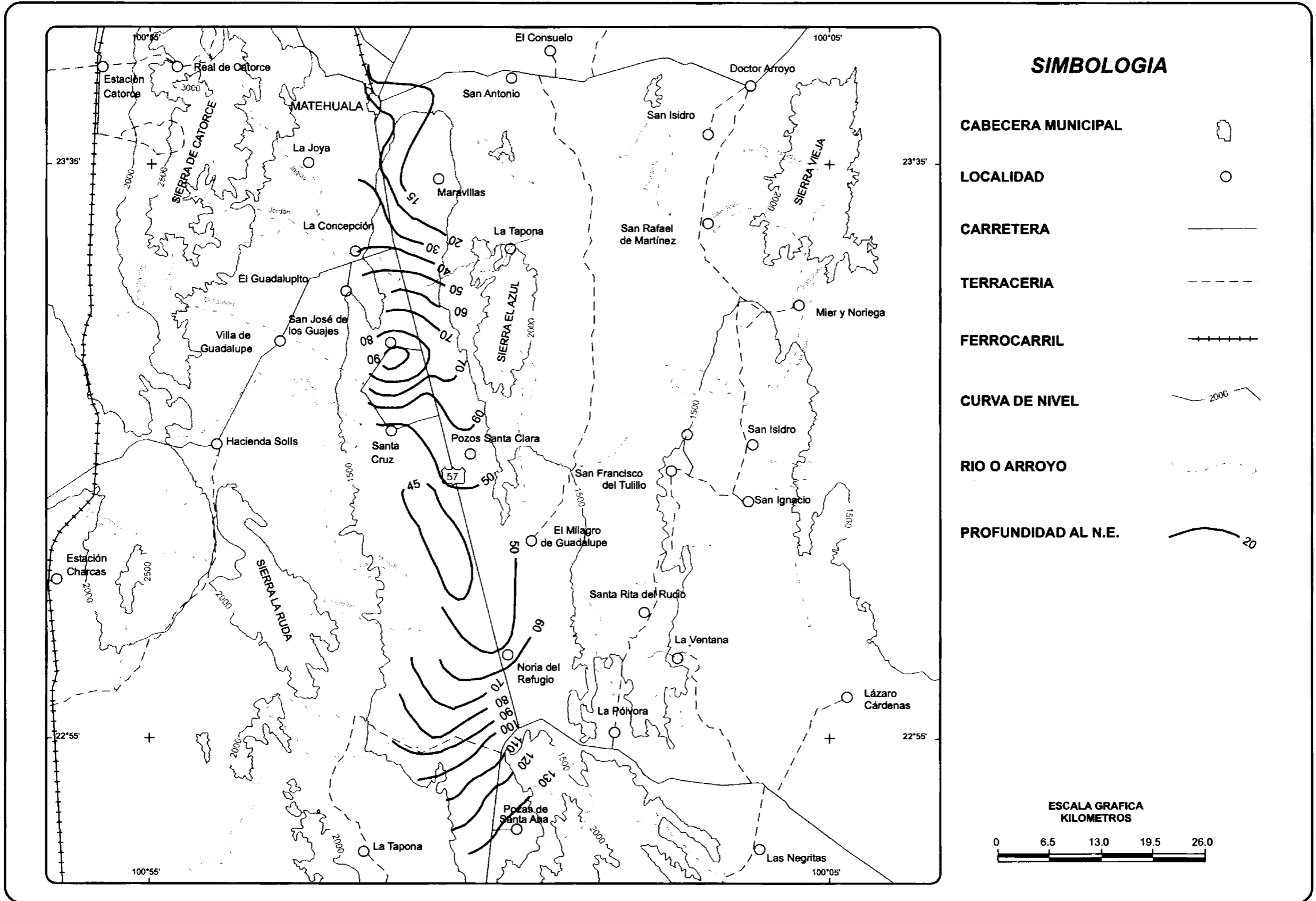
Valle Cedral - Matehuala. (Profundidad al Nivel Estático)

Plano 6.2.2.B



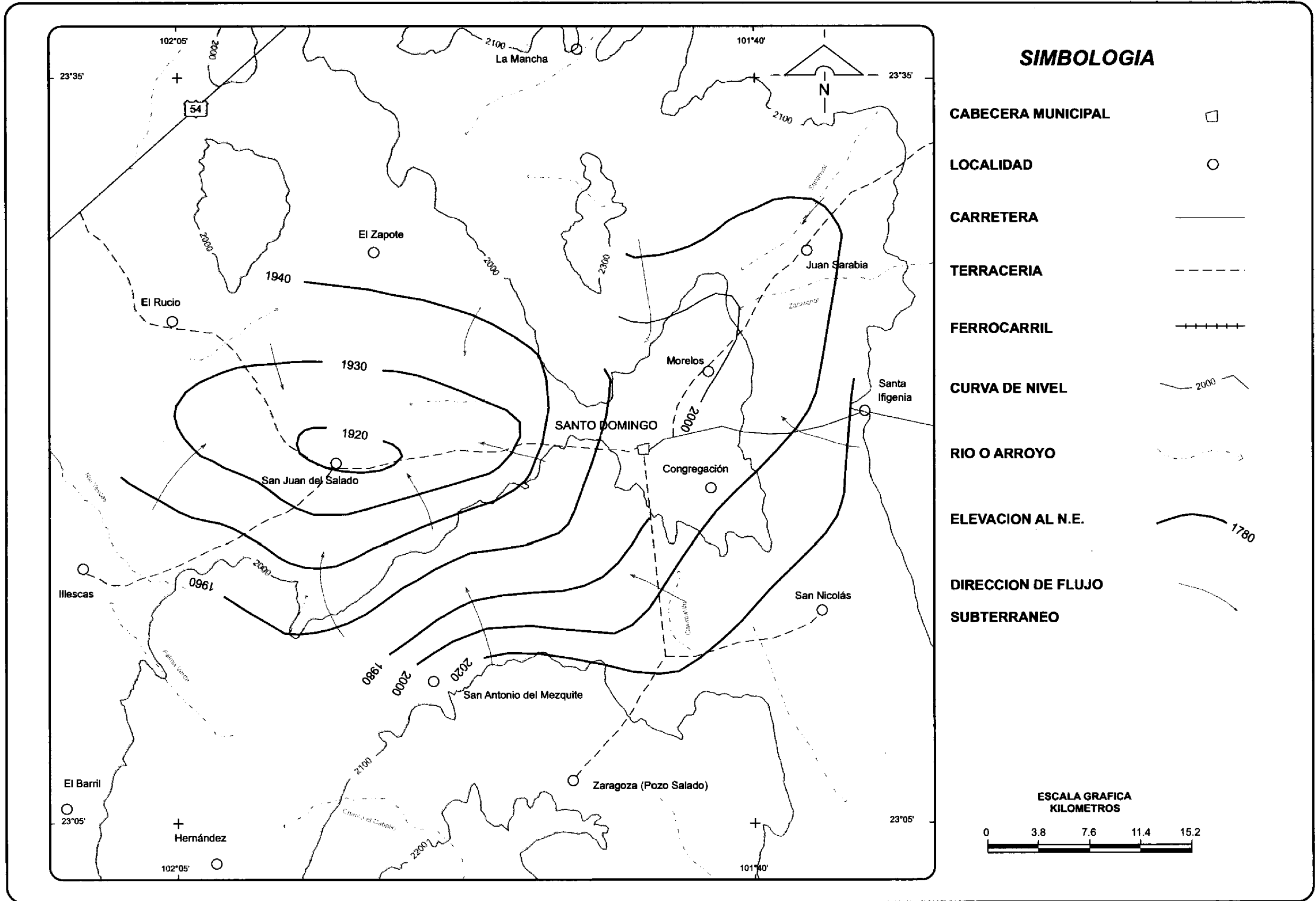


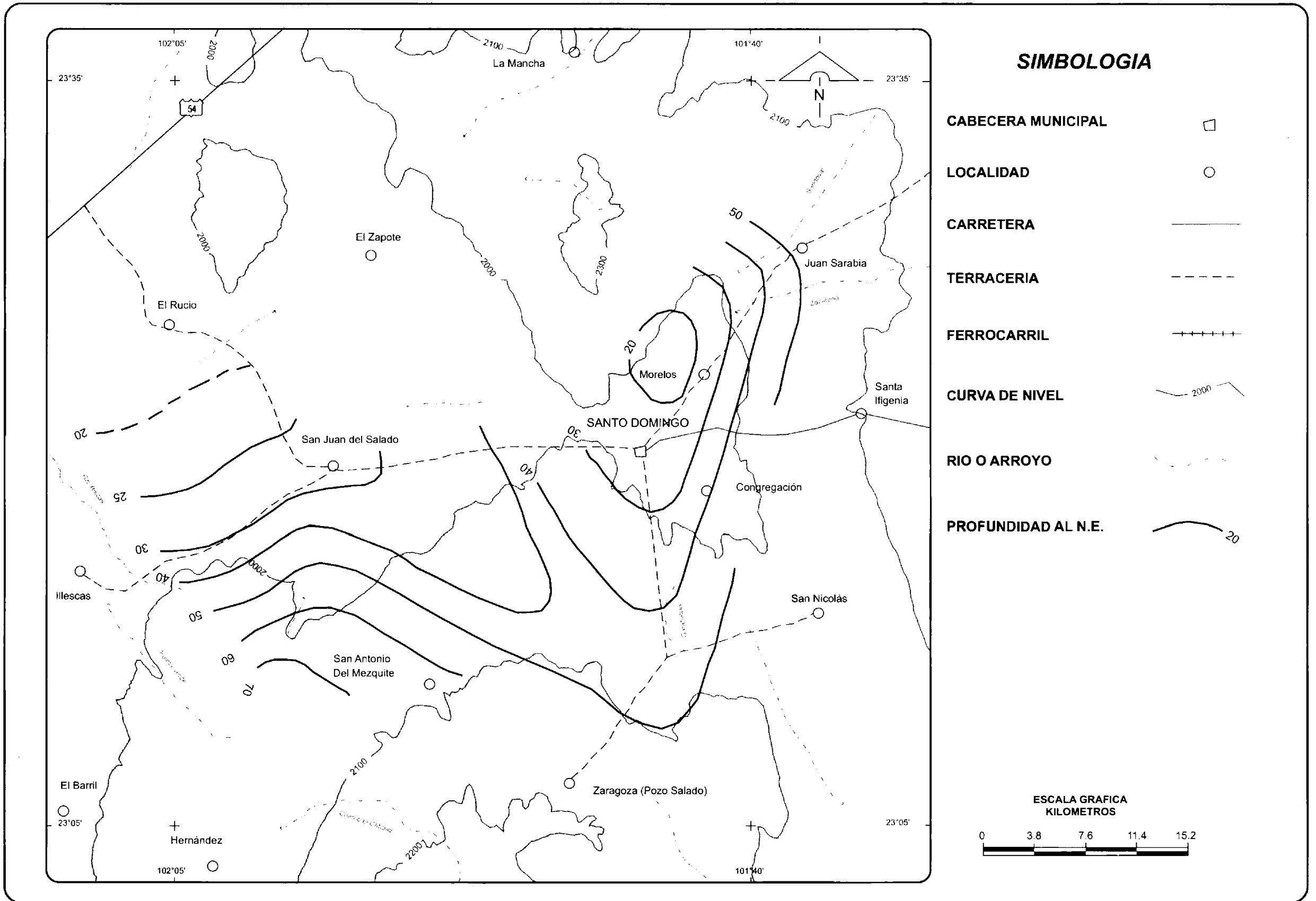


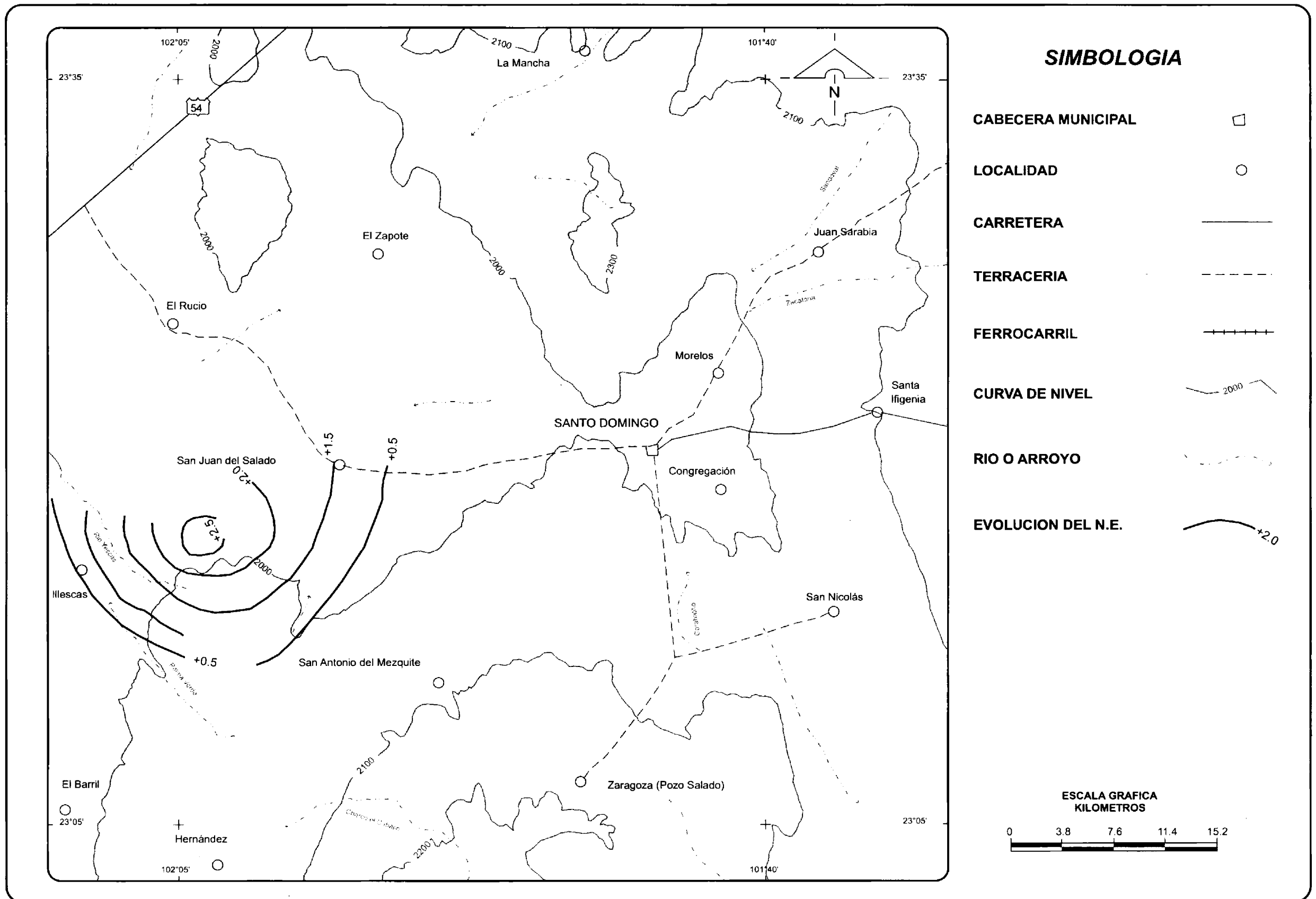


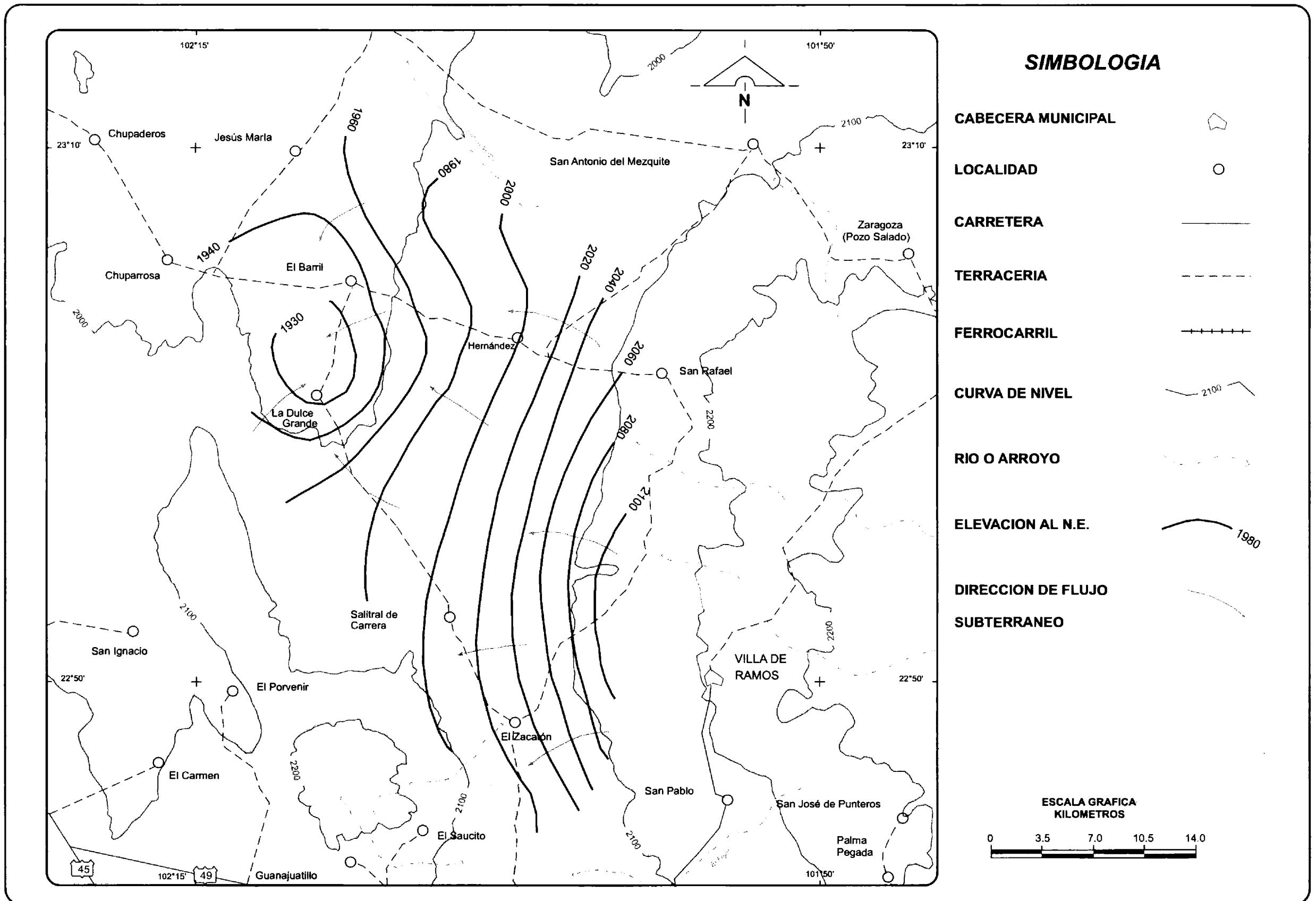
Valle de Santo Domingo. (Elevación al Nivel Estático)

Plano 6.2.4.A





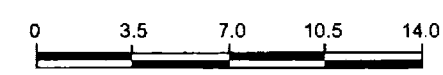


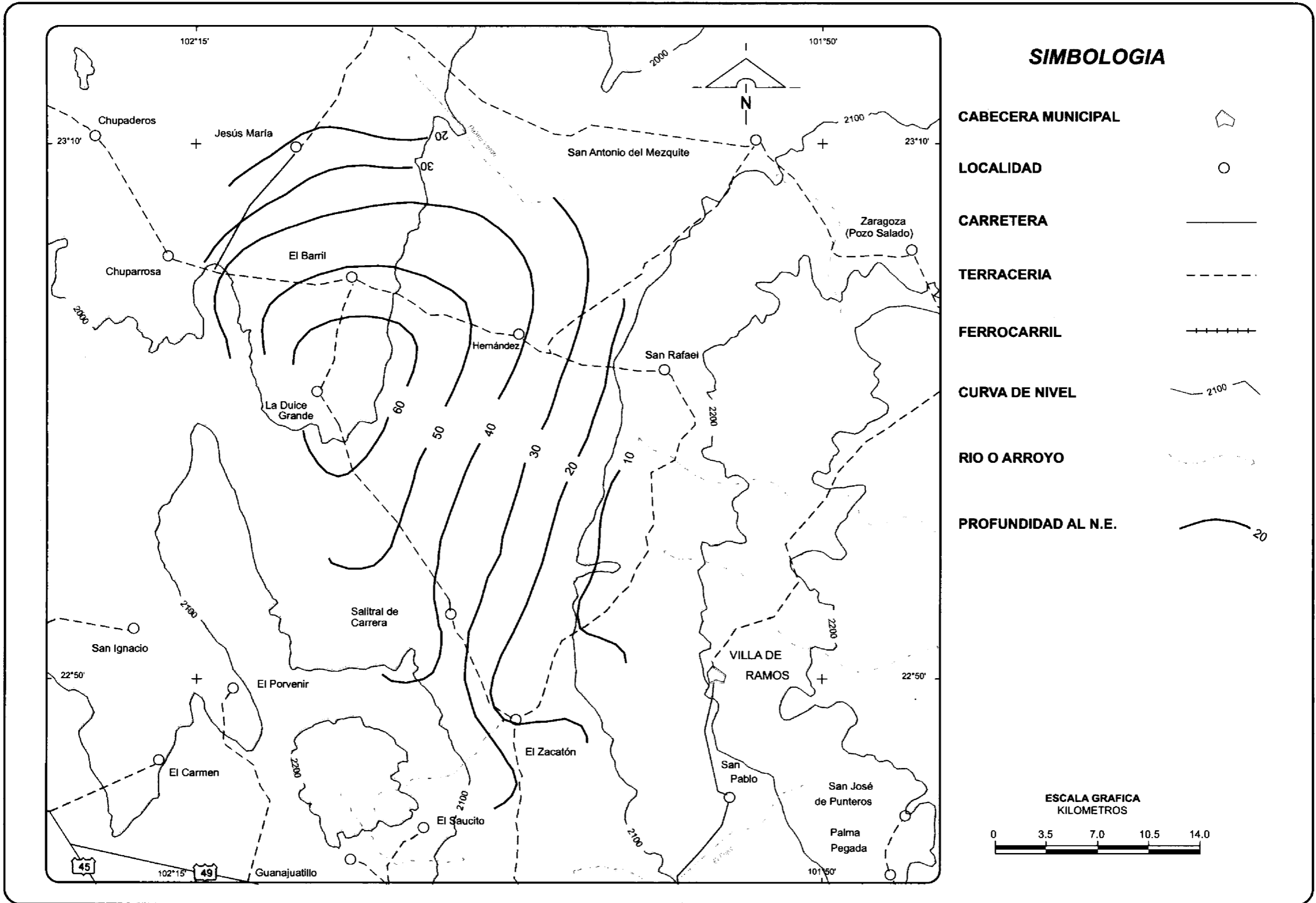


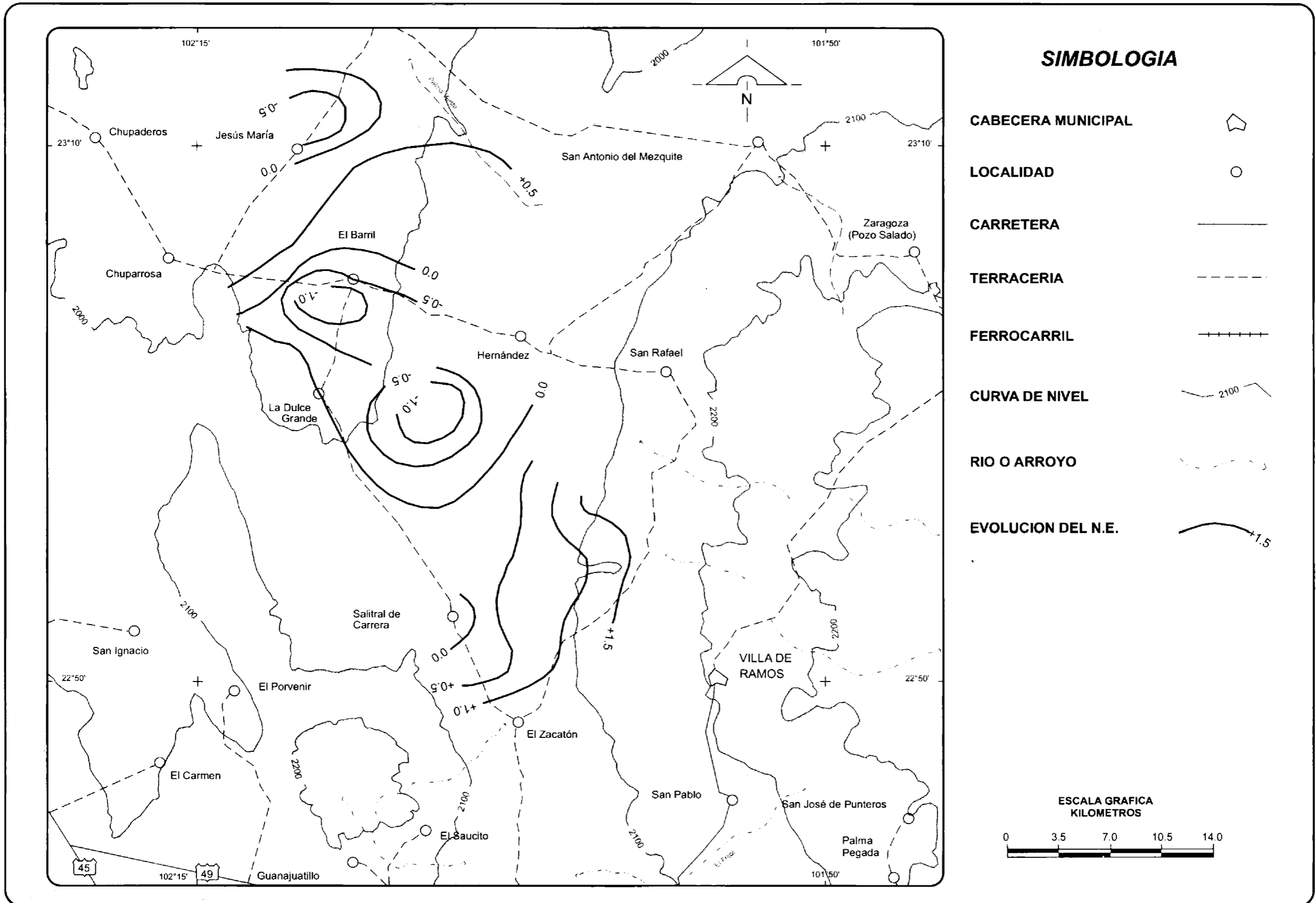
SIMBOLOGIA

- CABECERA MUNICIPAL**
- LOCALIDAD**
- CARRETERA**
- TERRACERIA**
- FERROCARRIL**
- CURVA DE NIVEL**
- RIO O ARROYO**
- ELEVACION AL N.E.**
- DIRECCION DE FLUJO**
- SUBTERRANEO**

ESCALA GRAFICA
KILOMETROS

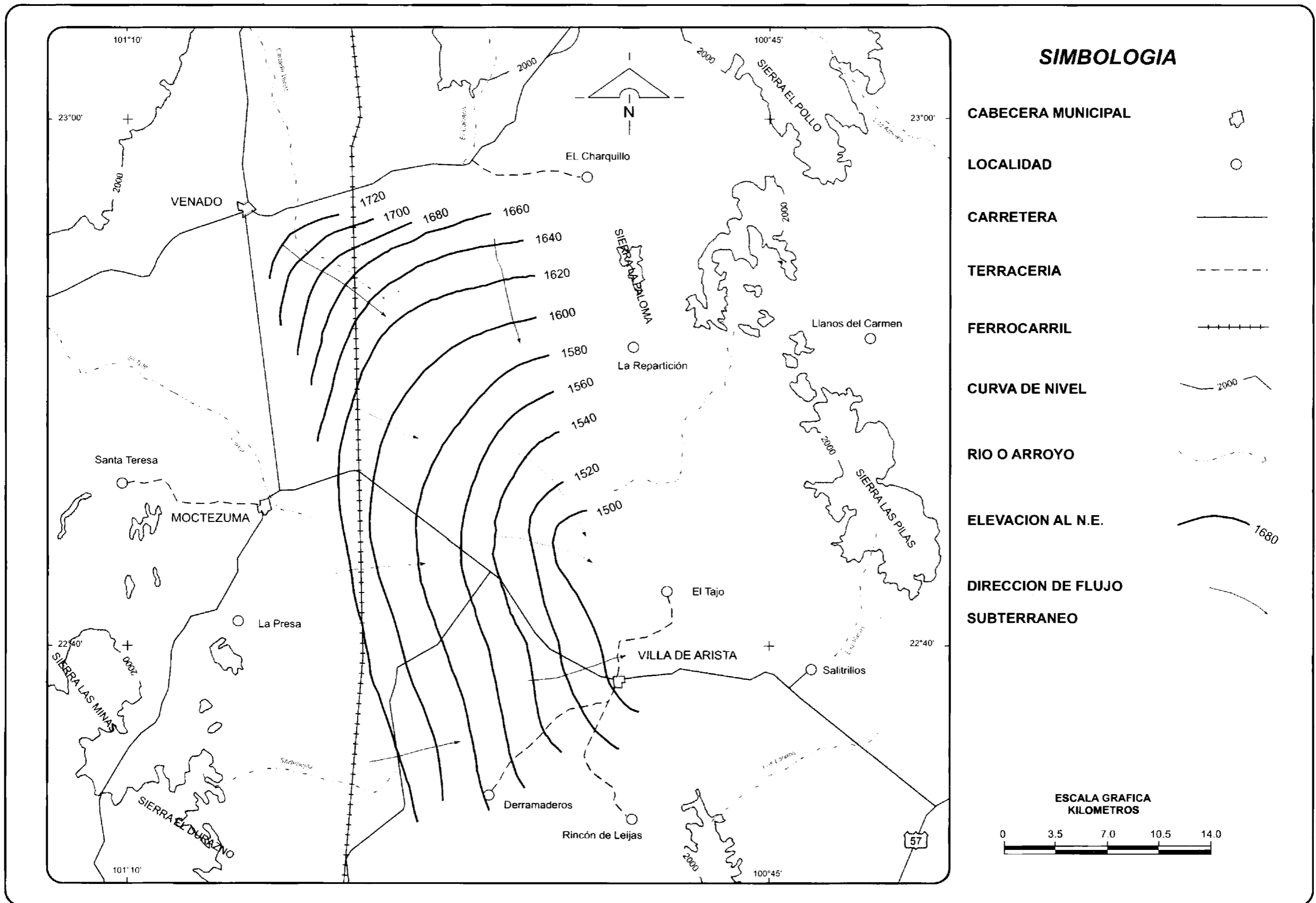


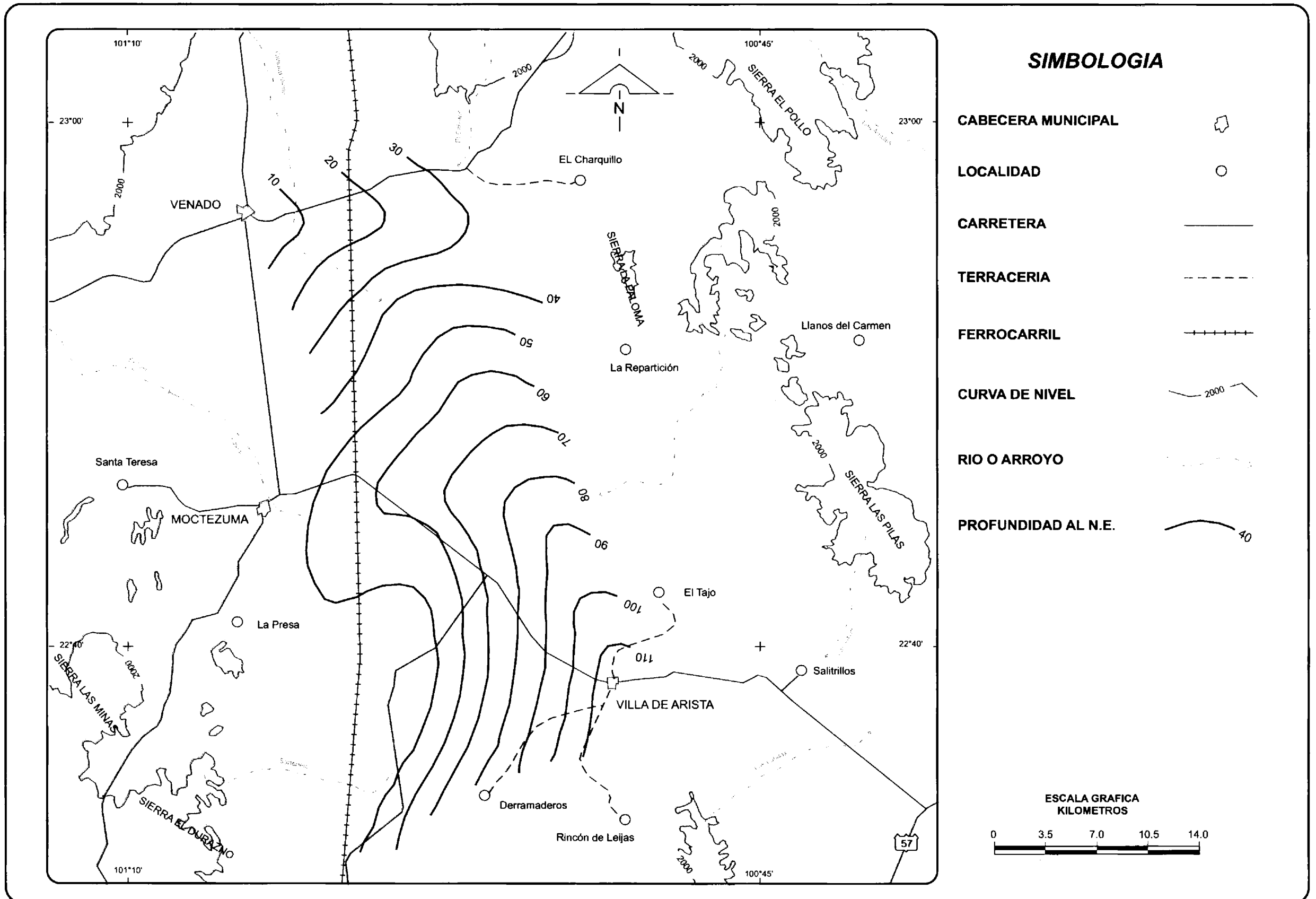




Valle de Villa de Arista. (Elevación al Nivel Estático)

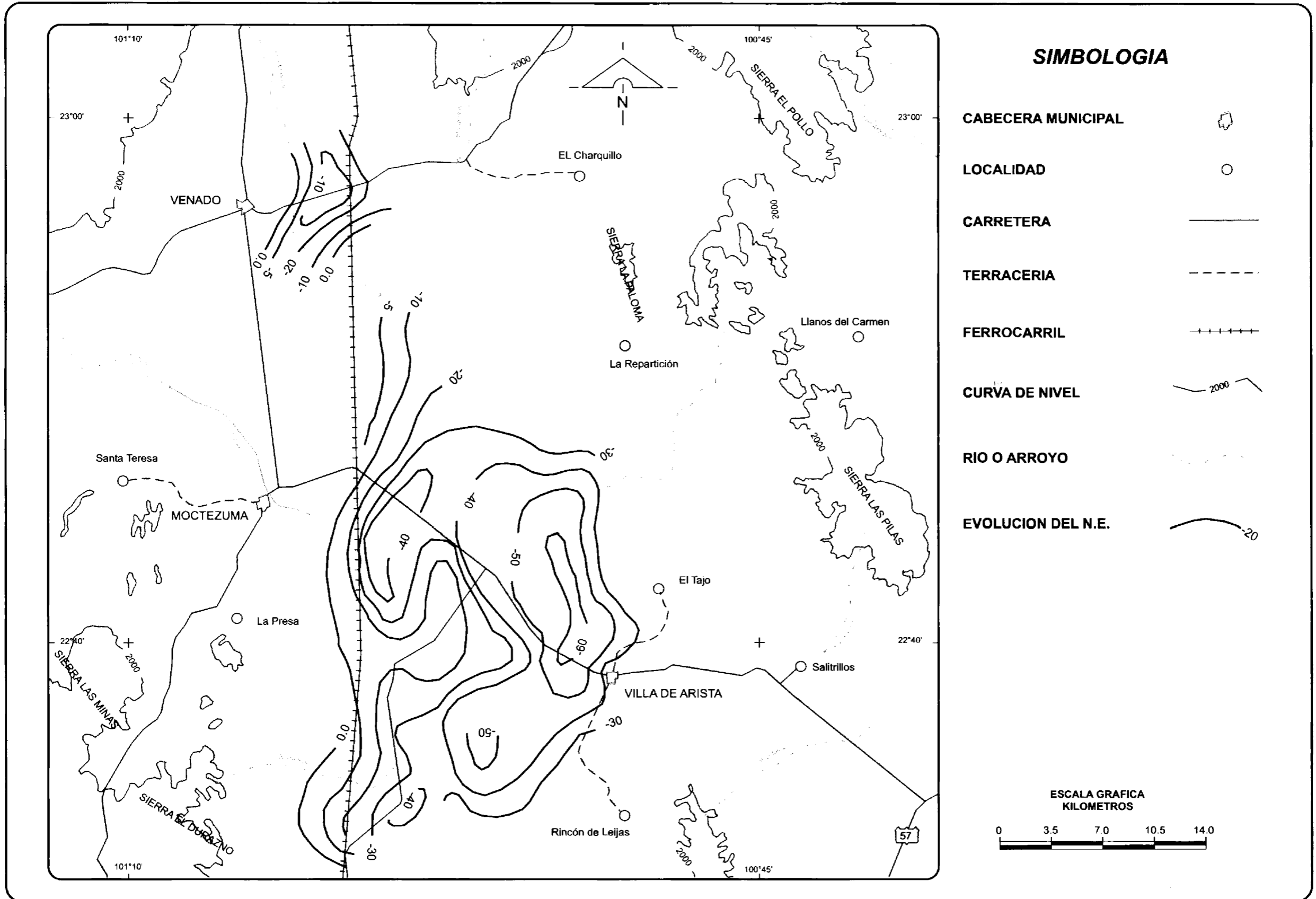
Plano 6.2.6.A

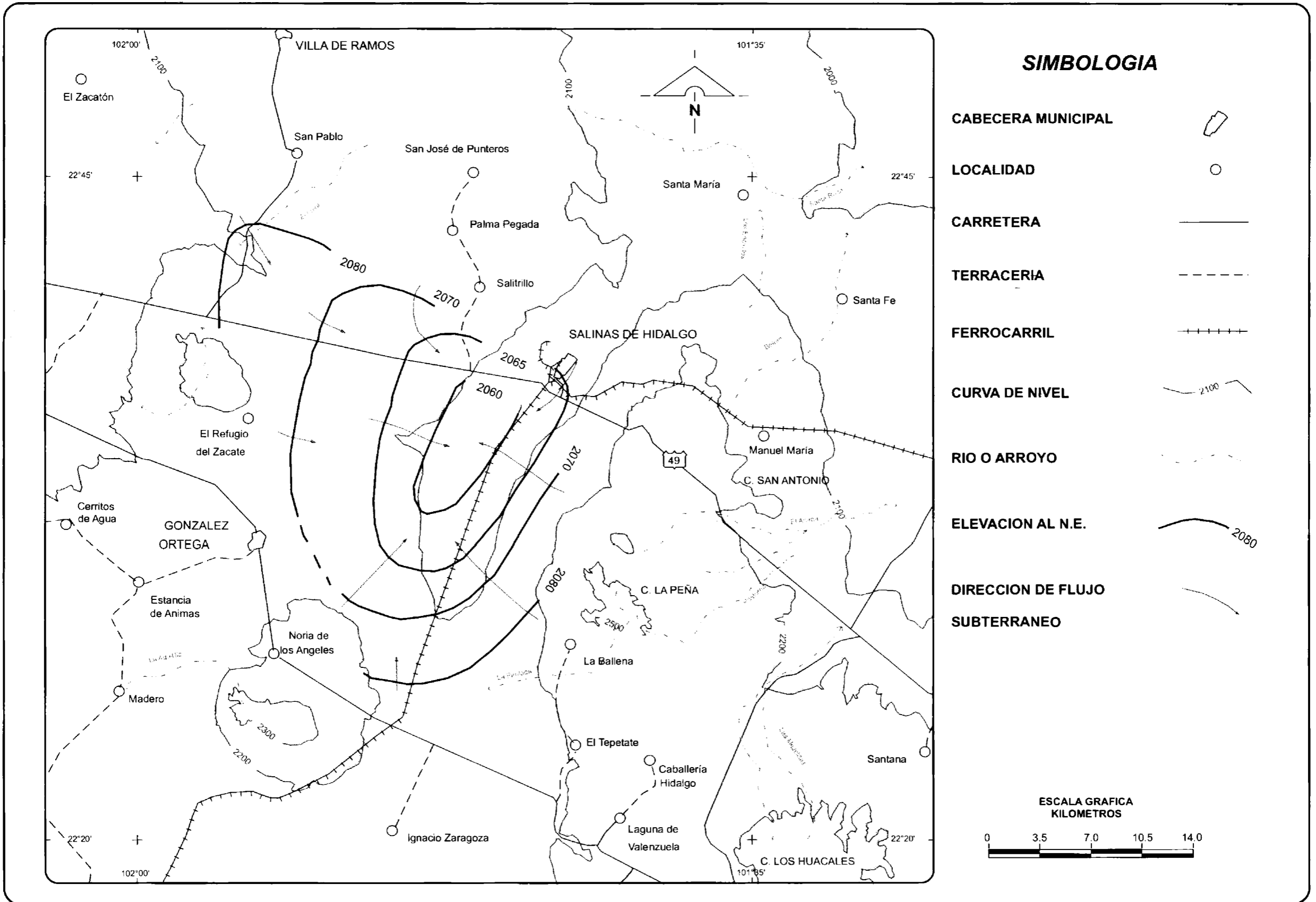


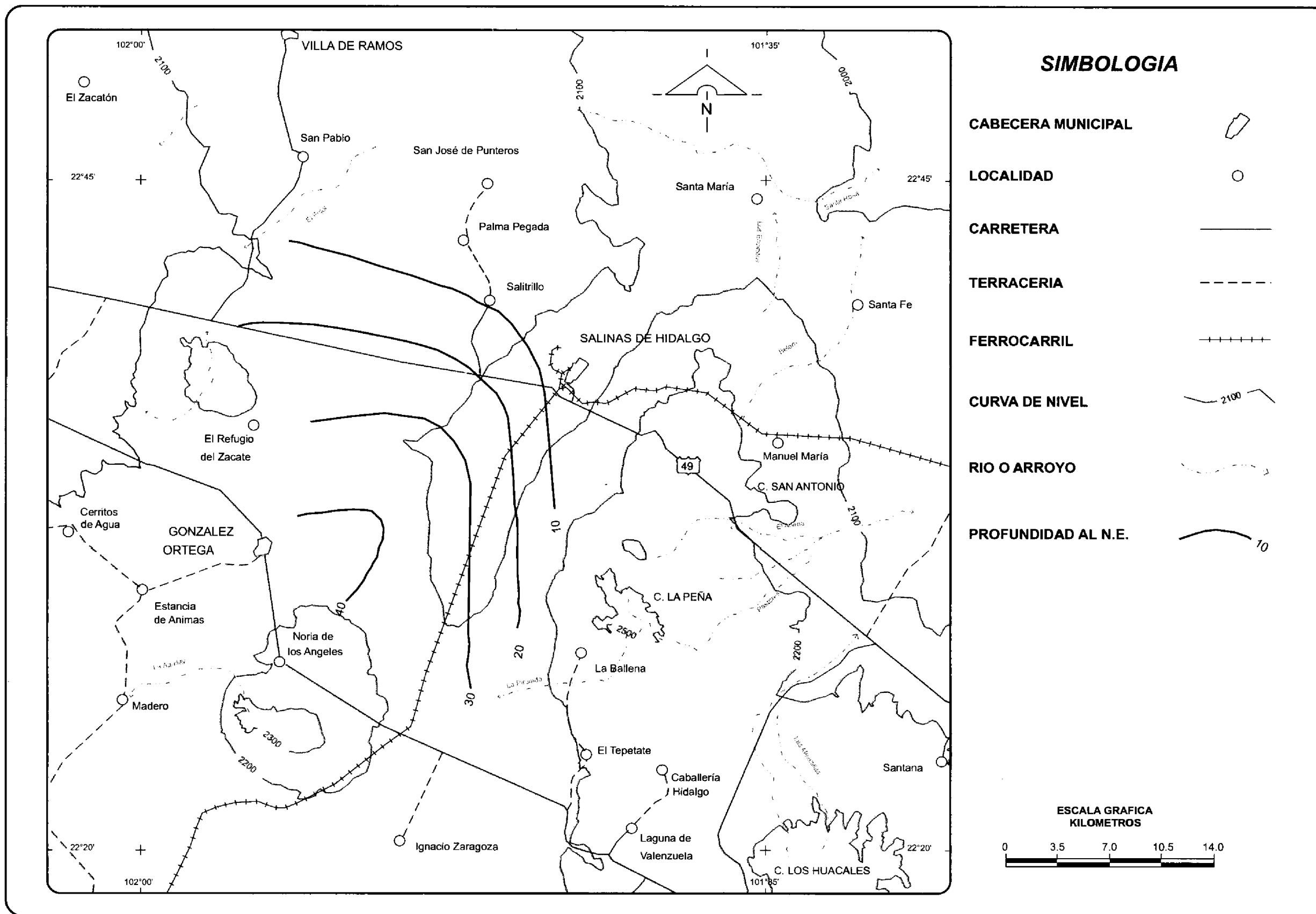


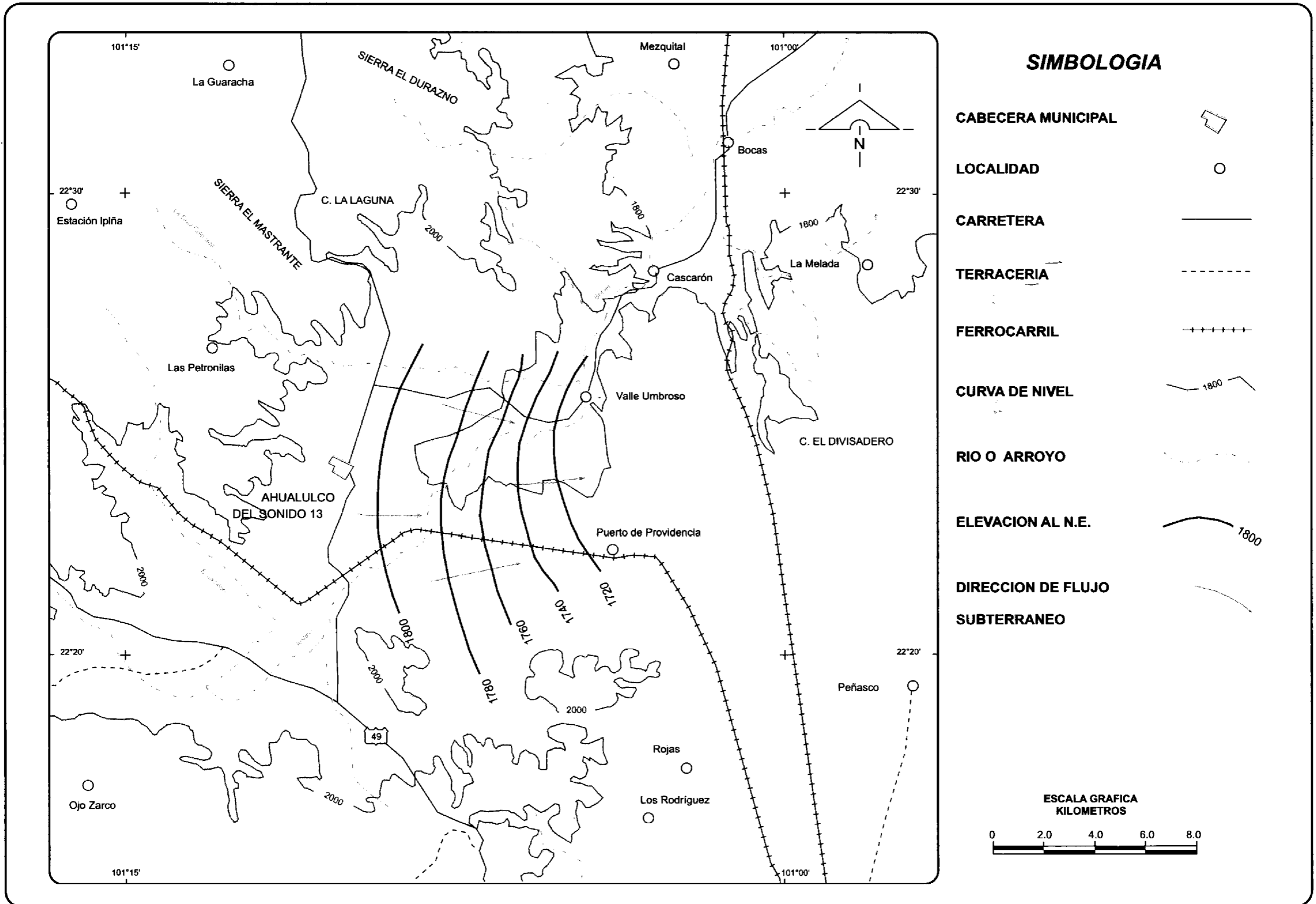
Valle de Villa de Arista. (Evolución del Nivel Estático 1971-1996)

Plano 6.2.6.C





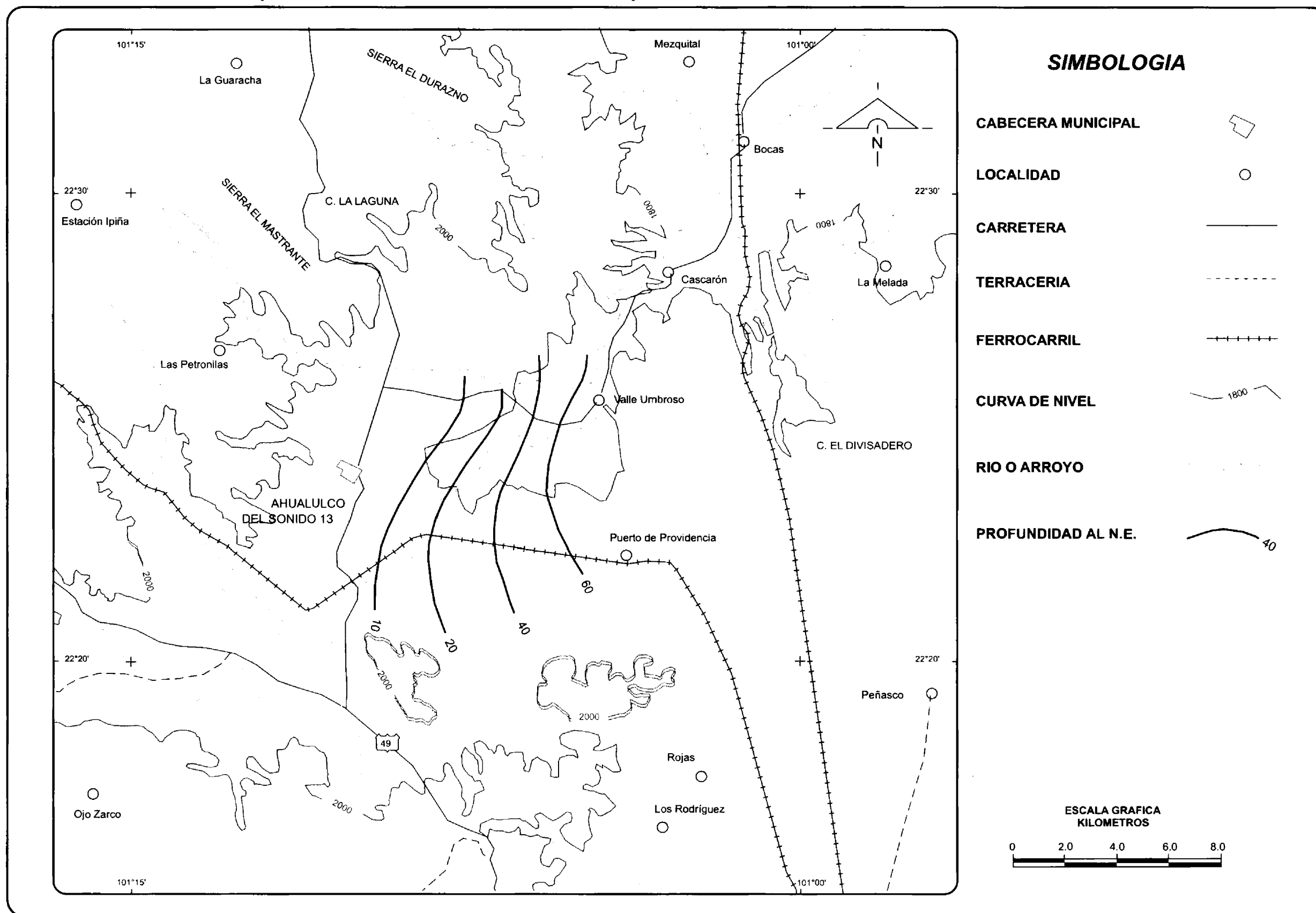


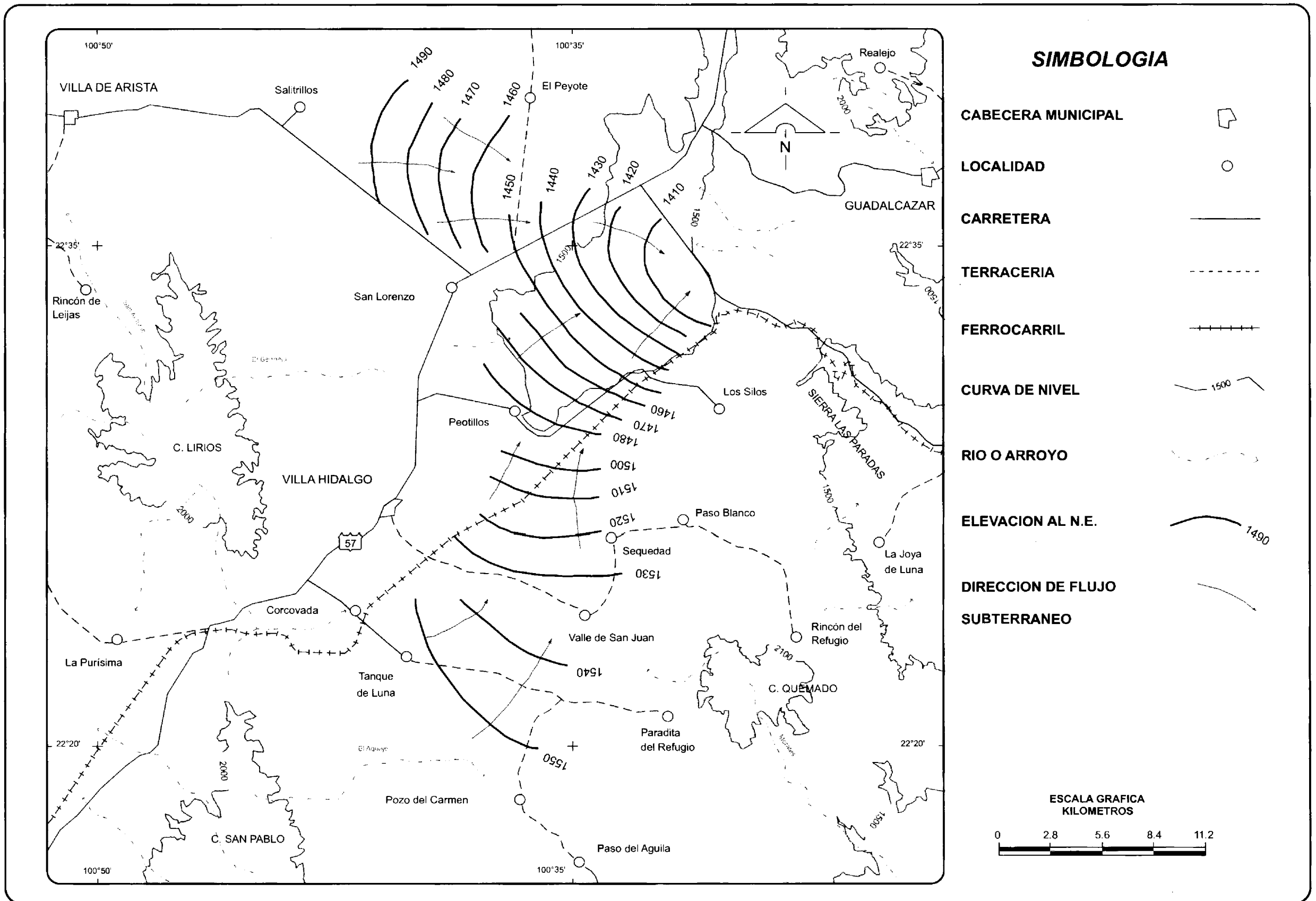


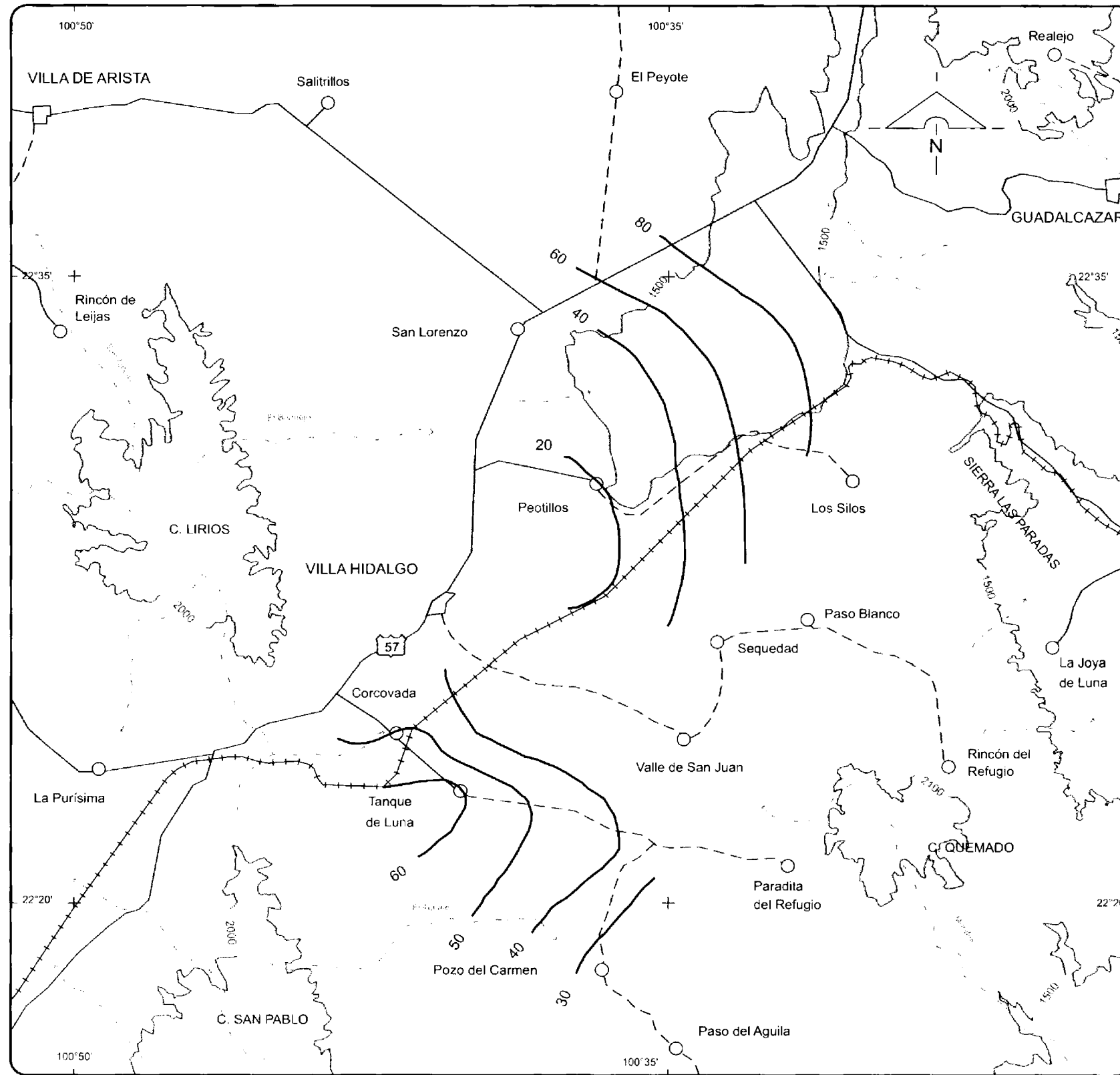
SIMBOLOGIA

- CABECERA MUNICIPAL
- LOCALIDAD
- CARRETERA
- TERRACERIA
- FERROCARRIL
- CURVA DE NIVEL
- RIO O ARROYO
- ELEVACION AL N.E.
- DIRECCION DE FLUJO SUBTERRANEO





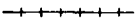
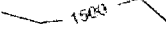
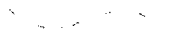





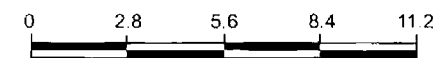


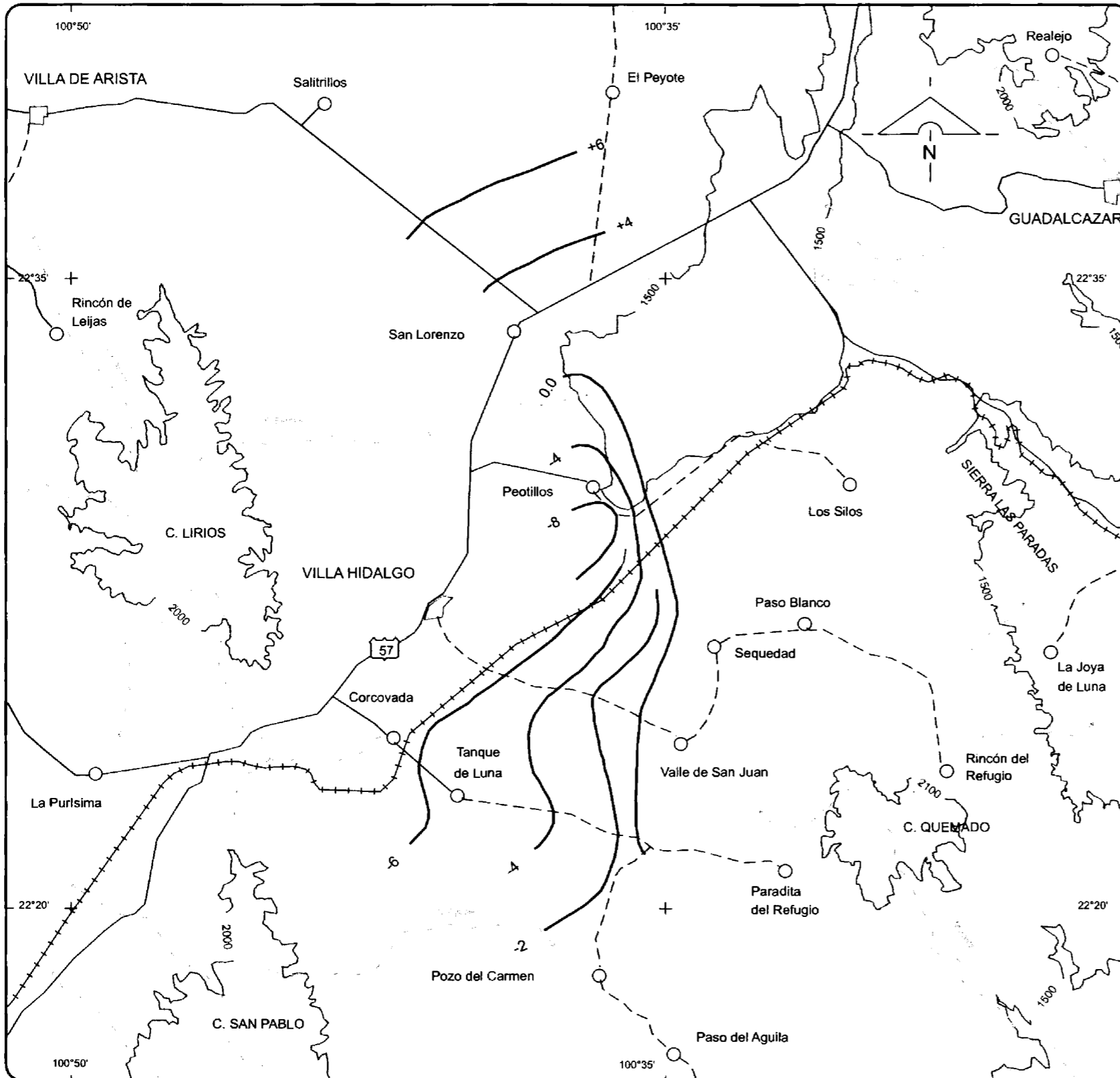


SIMBOLOGIA

- CABECERA MUNICIPAL 
- LOCALIDAD 
- CARRETERA 
- TERRACERIA 
- FERROCARRIL 
- CURVA DE NIVEL 
- RIO O ARROYO 
- PROFUNDIDAD AL N.E. 

**ESCALA GRAFICA
KILOMETROS**

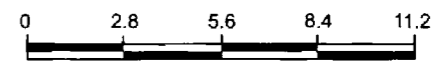




SIMBOLOGIA

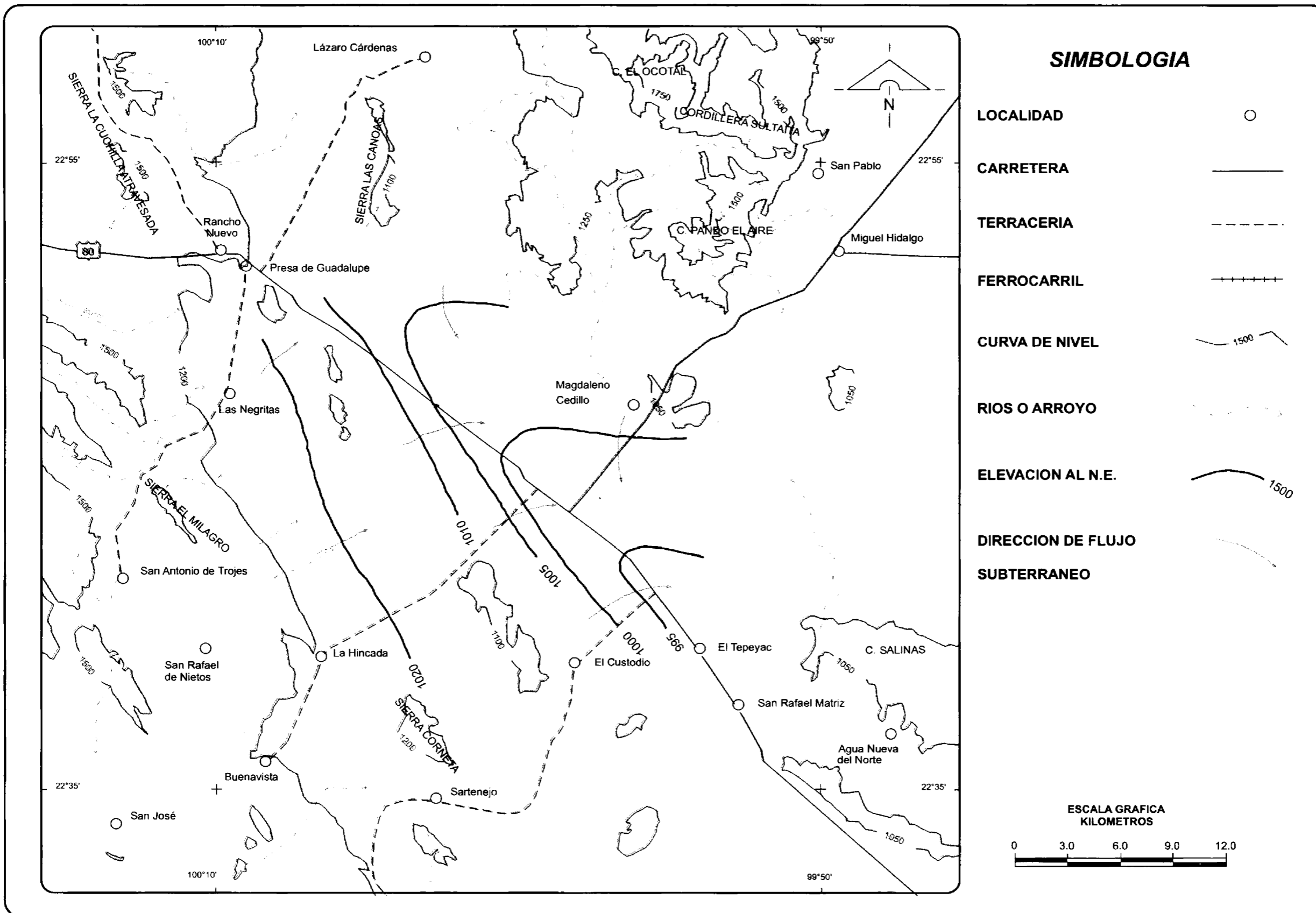
- CABECERA MUNICIPAL
- LOCALIDAD
- CARRETERA
- TERRACERIA
- FERROCARRIL
- CURVA DE NIVEL
- RIO O ARROYO
- EVOLUCION DEL N.E.

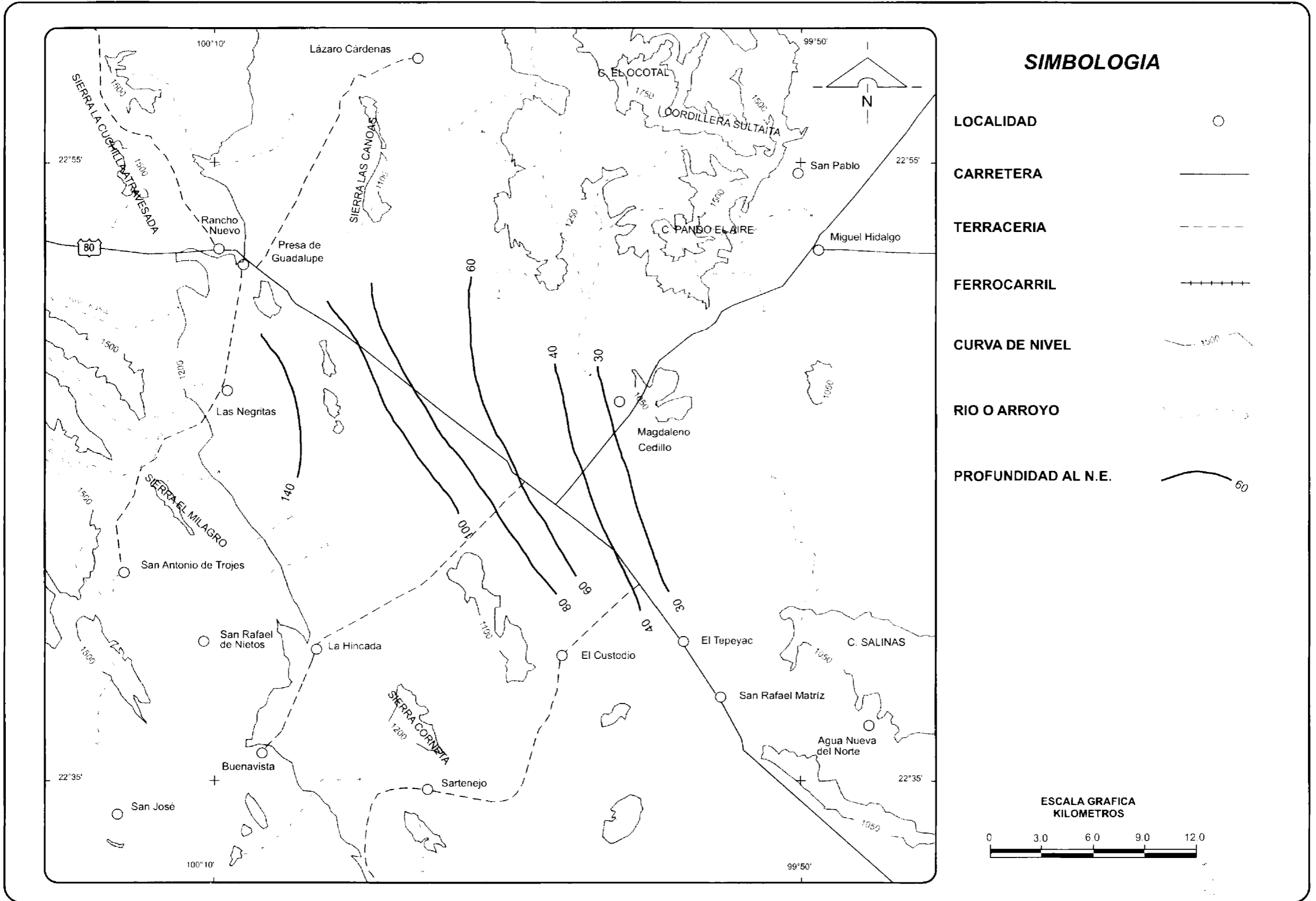
**ESCALA GRAFICA
KILOMETROS**

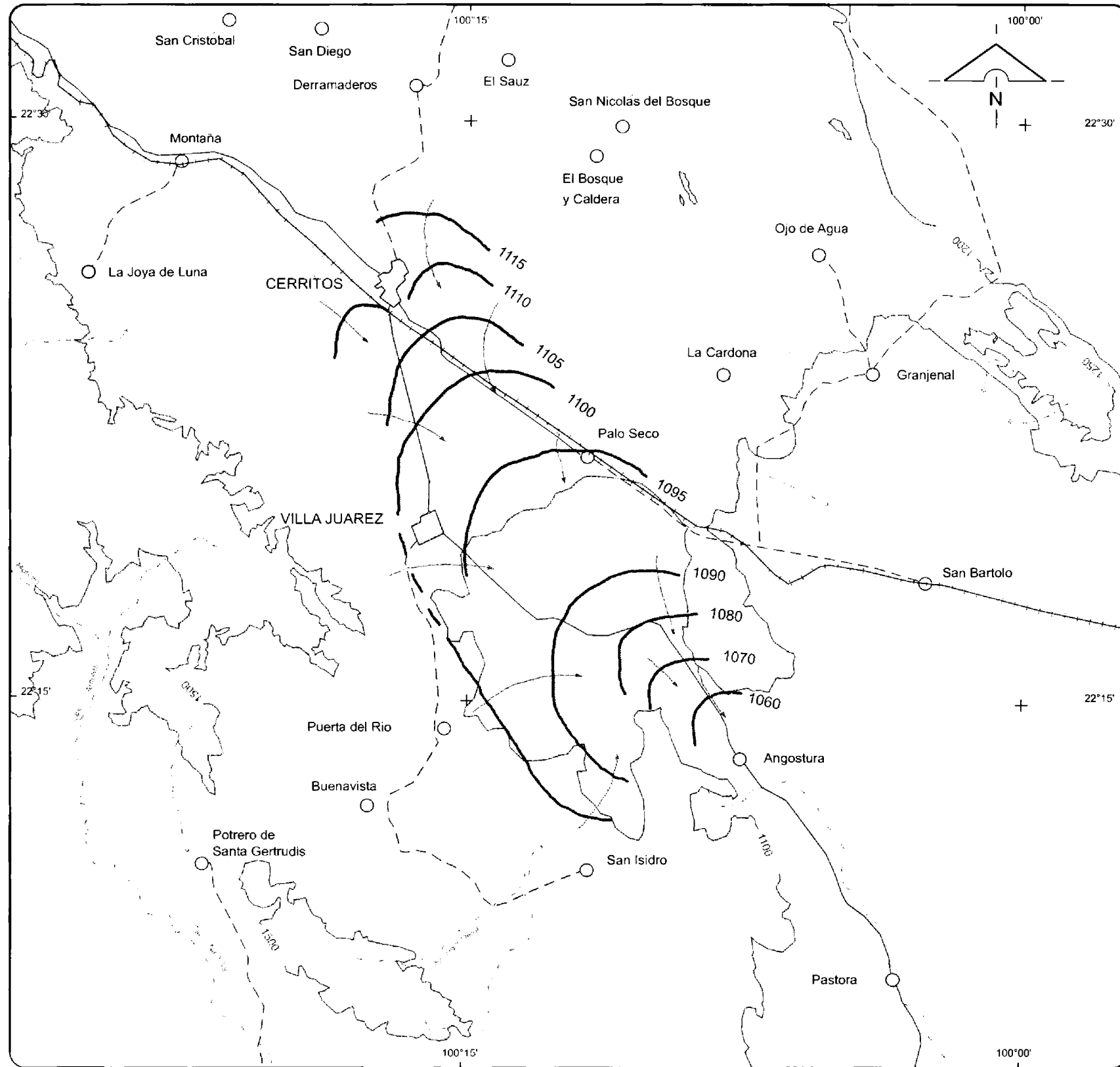


Valle de Buenavista. (Elevación al Nivel Estático)

Plano 6.2.10.A



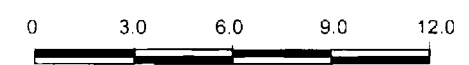


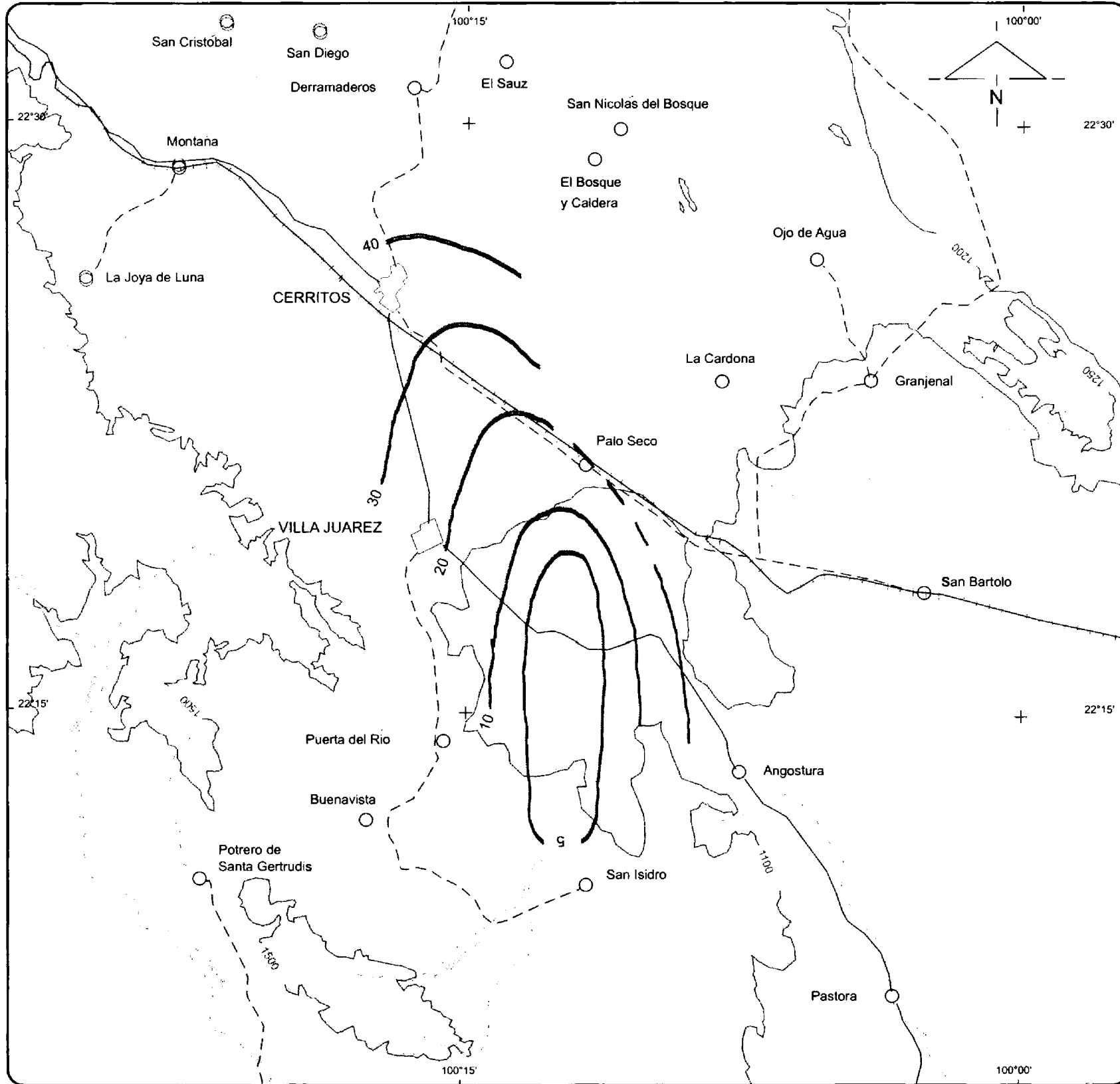


SIMBOLOGIA

- CABECERA MUNICIPAL**
- LOCALIDAD**
- CARRETERA**
- TERRACERIA**
- FERROCARRIL**
- CURVA DE NIVEL**
- RIOS O ARROYO**
- ELEVACION AL N.E.**
- DIRECCION DE FLUJO**
- SUBTERRANEO**

ESCALA GRAFICA
KILOMETROS

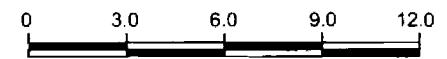


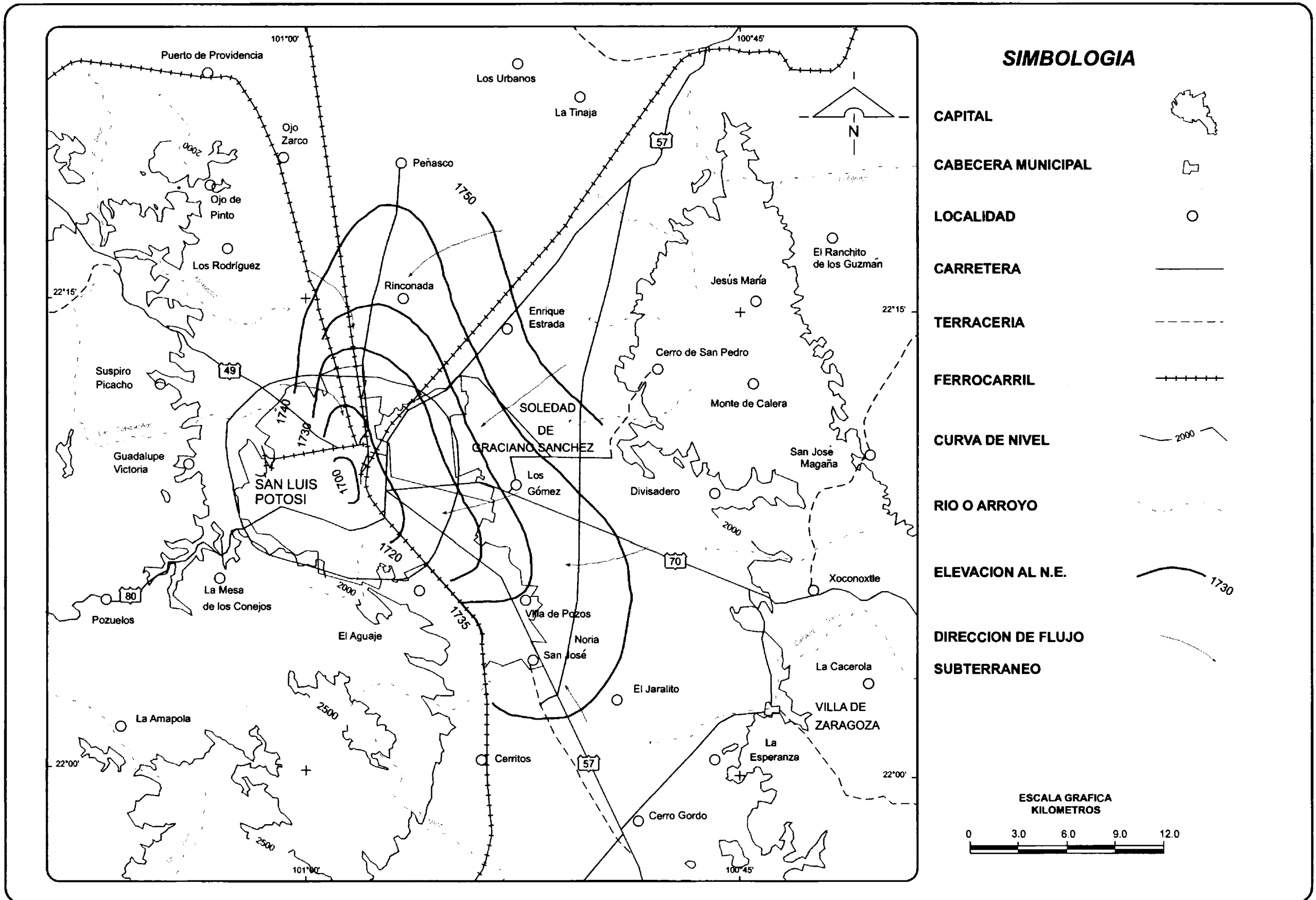


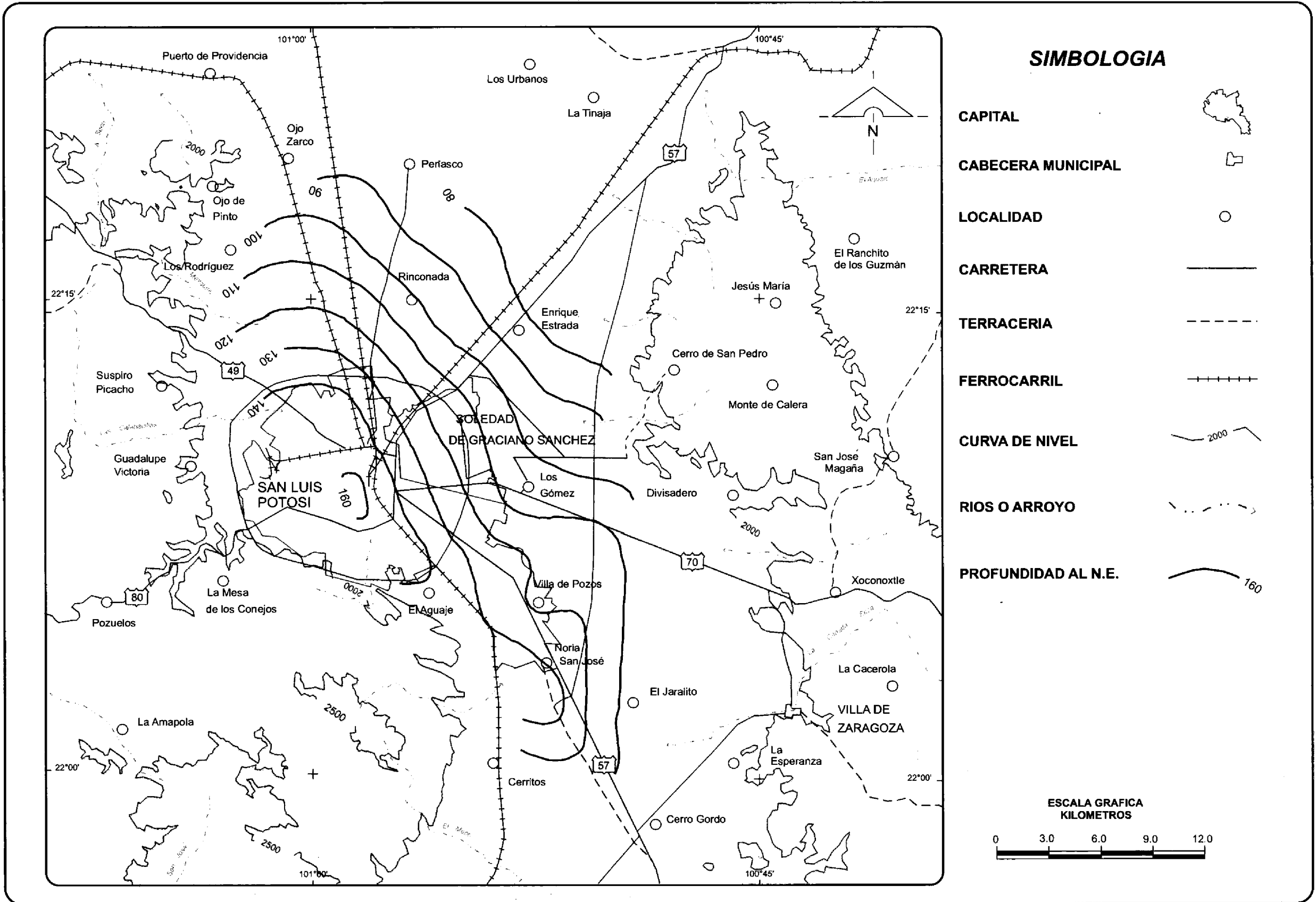
SIMBOLOGIA

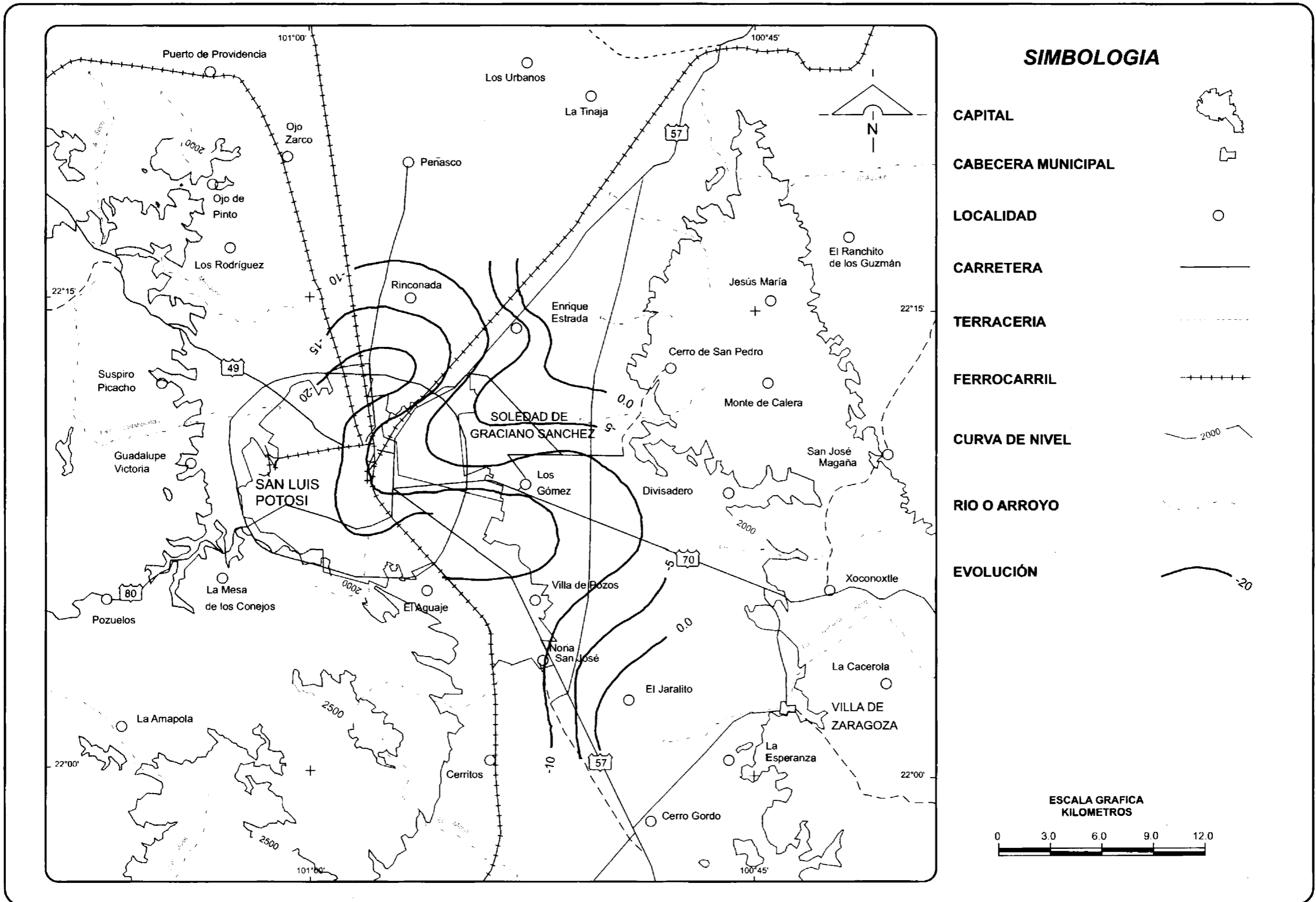
- CABECERA MUNICIPAL**
- LOCALIDAD**
- CARRETERA**
- TERRACERIA**
- FERROCARRIL**
- CURVA DE NIVEL**
- RIO O ARROYO**
- PROFUNDIDAD AL N.E.**

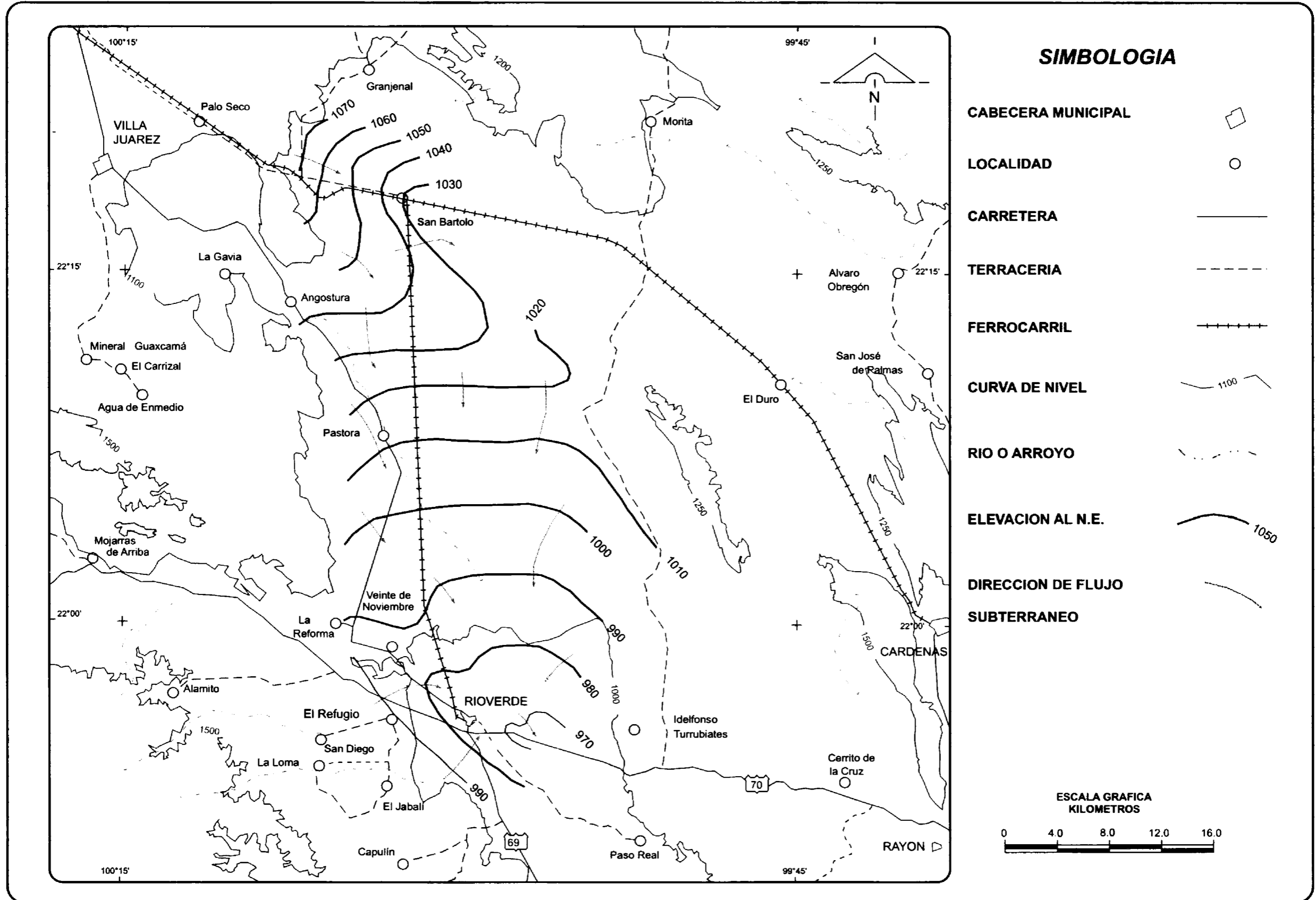
**ESCALA GRAFICA
KILOMETROS**





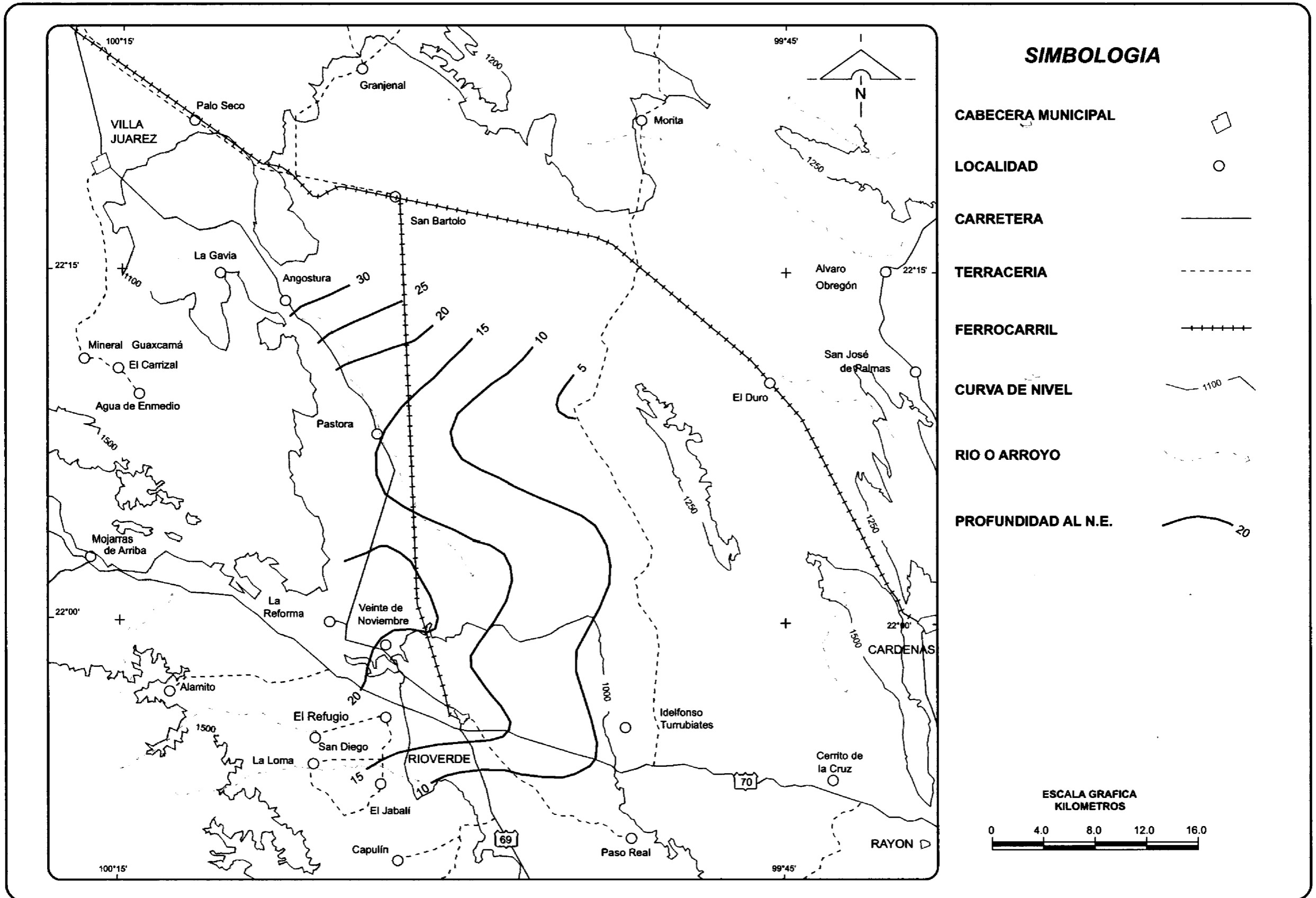


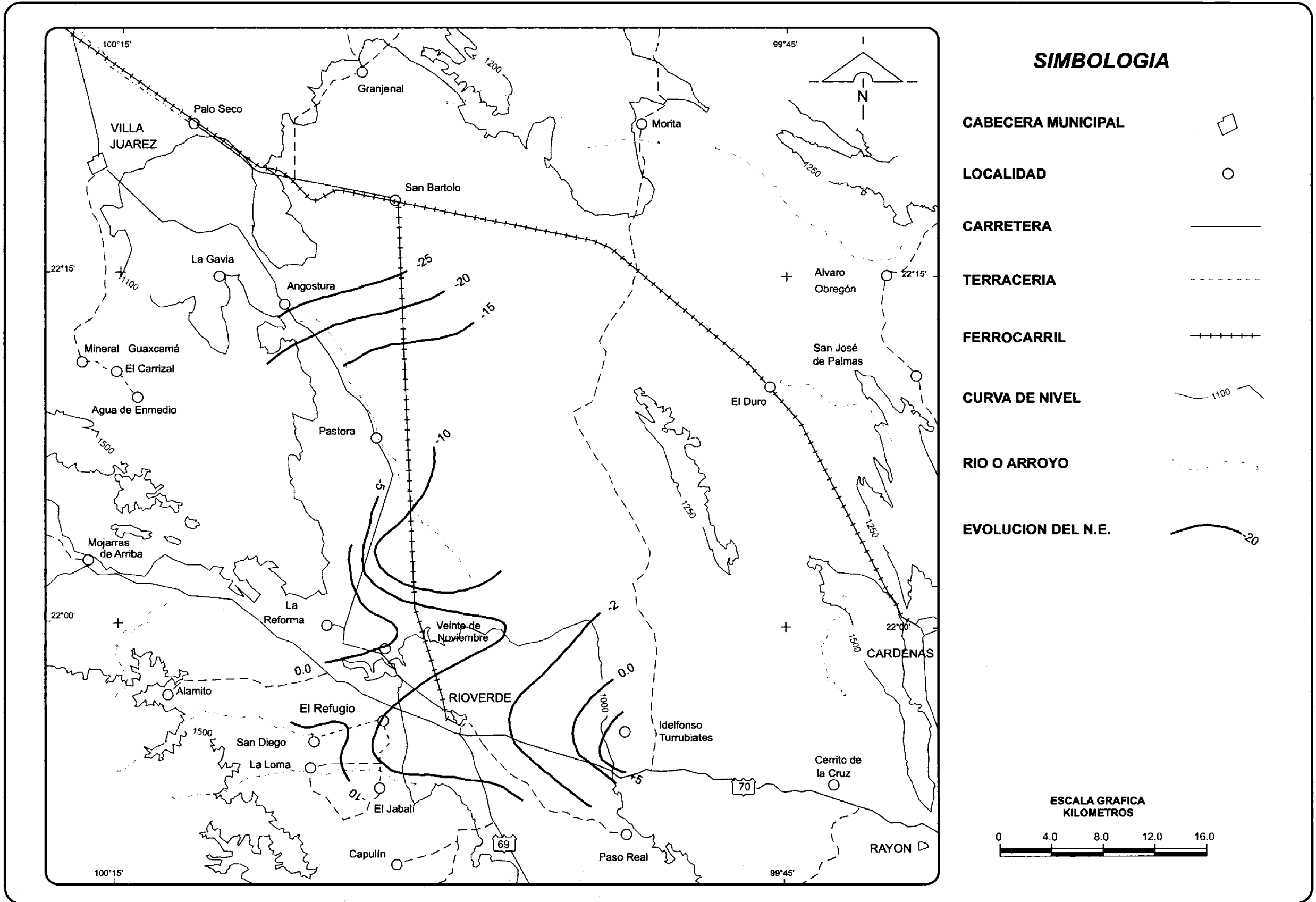




Valle de Rioverde. (Profundidad al Nivel Estático)

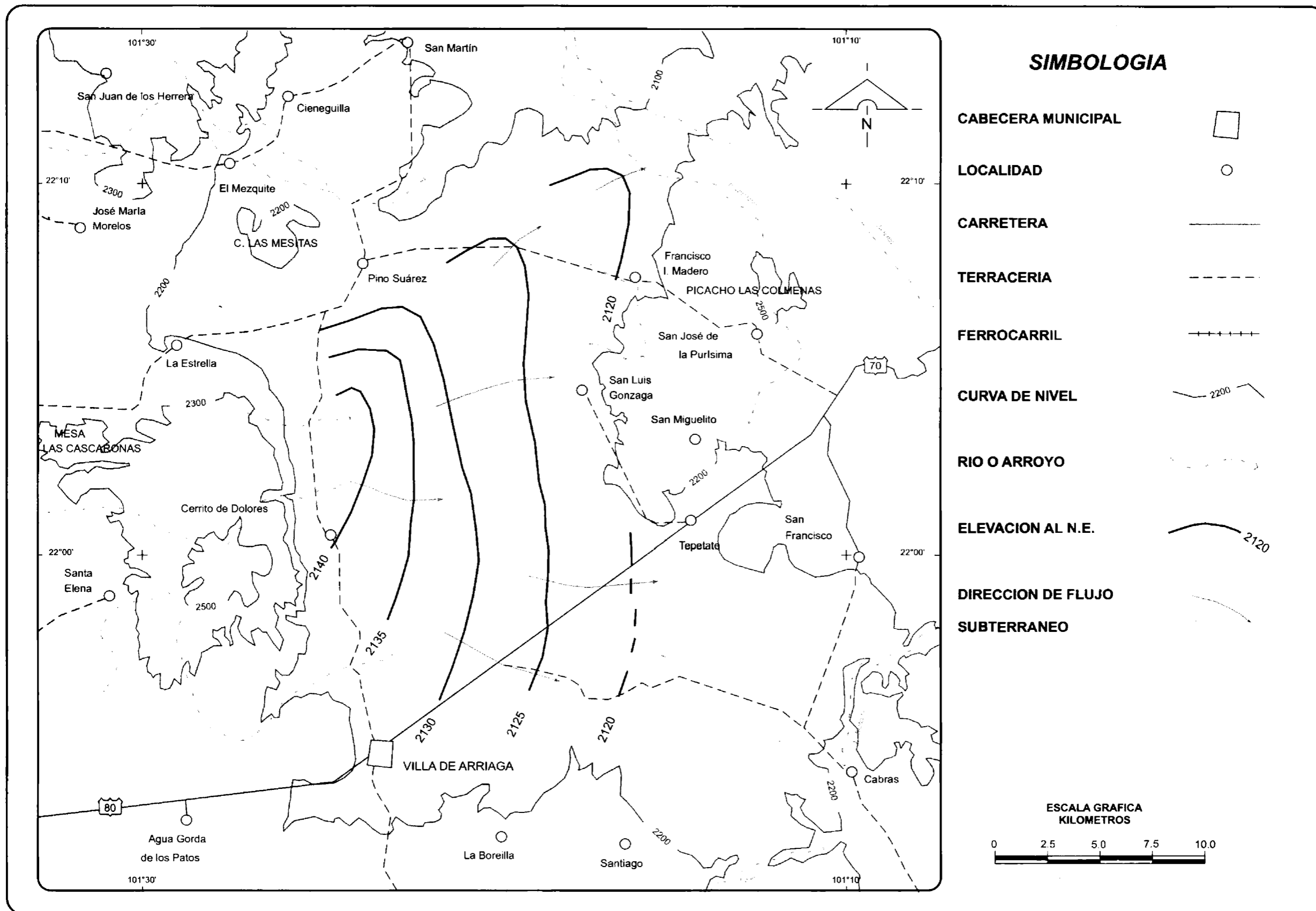
Plano 6.2.13.B

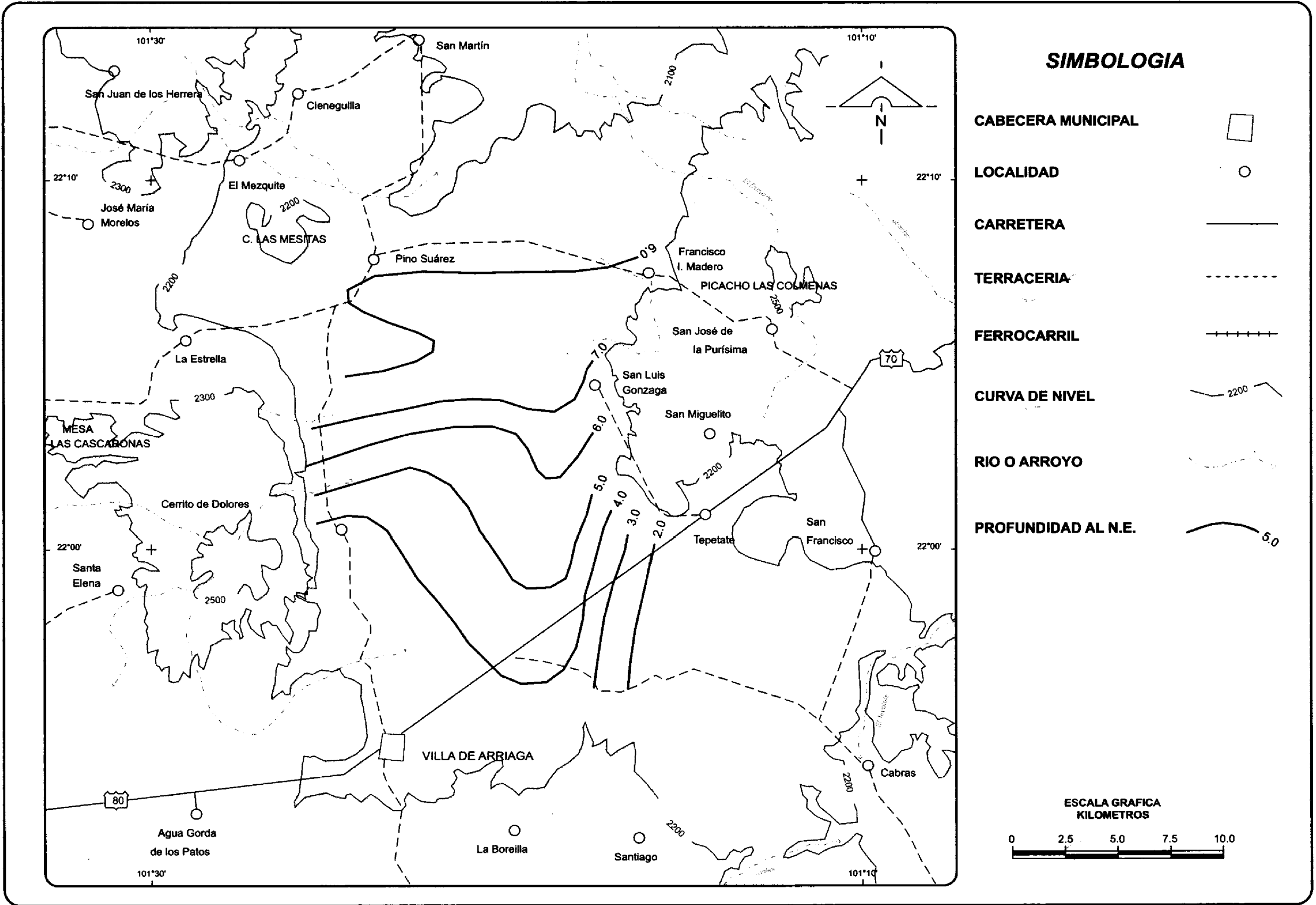








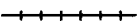
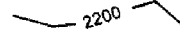
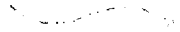

Valle de Villa de Arriaga. (Elevación al Nivel Estático)

Plano 6.2.14.A

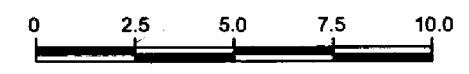




SIMBOLOGIA

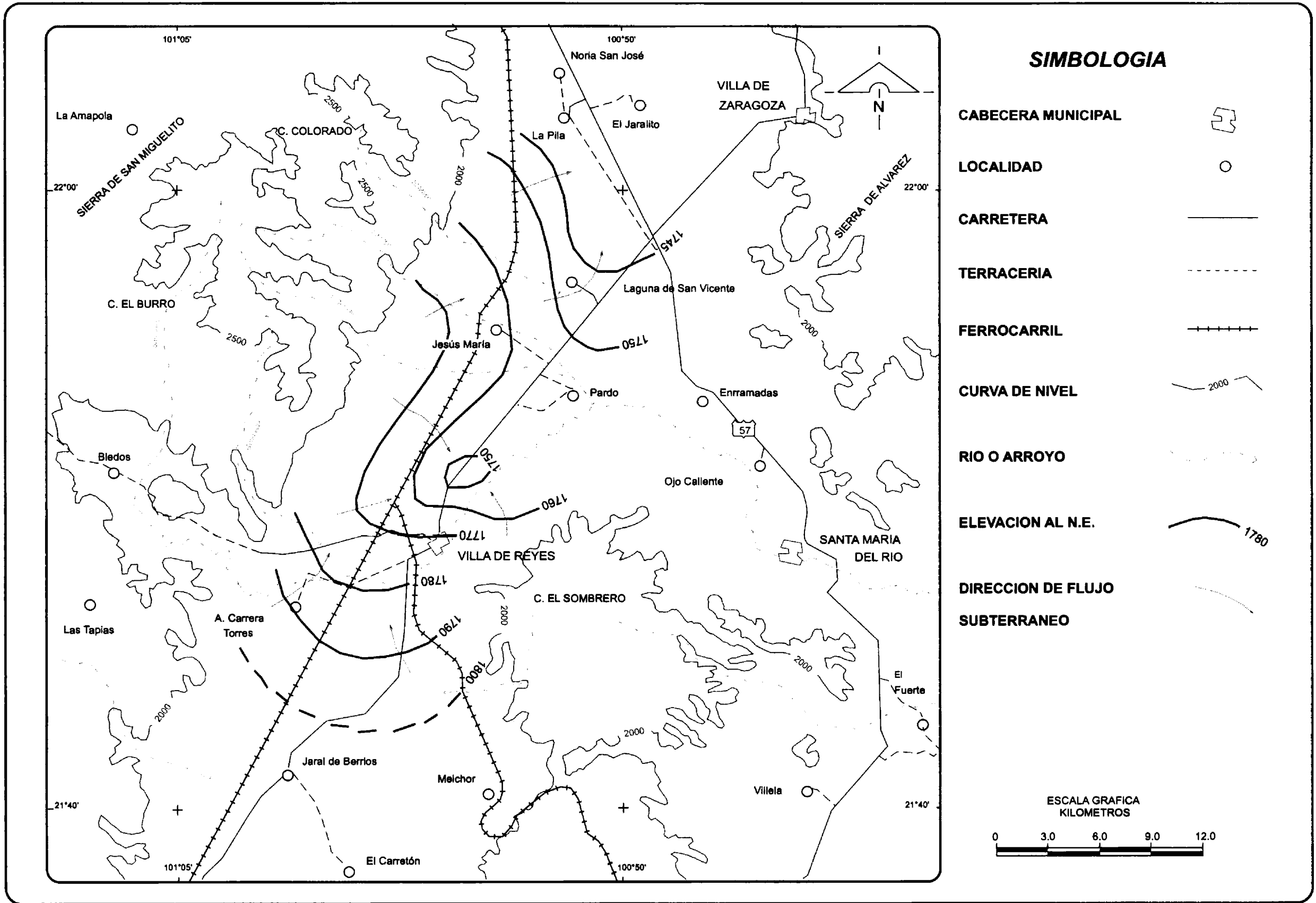
- CABECERA MUNICIPAL 
- LOCALIDAD 
- CARRETERA 
- TERRACERIA 
- FERROCARRIL 
- CURVA DE NIVEL 
- RIO O ARROYO 
- PROFUNDIDAD AL N.E. 

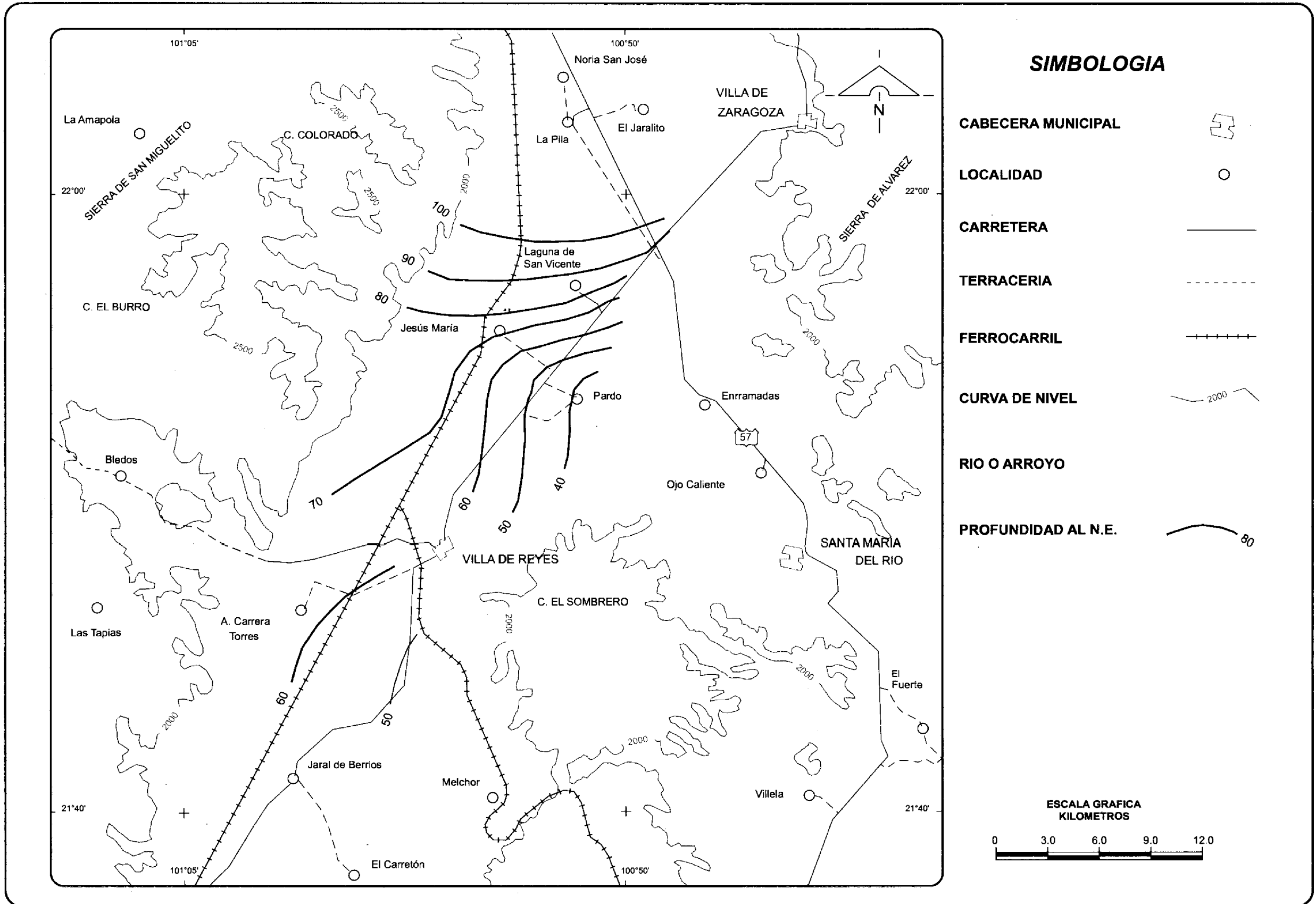
ESCALA GRAFICA
KILOMETROS

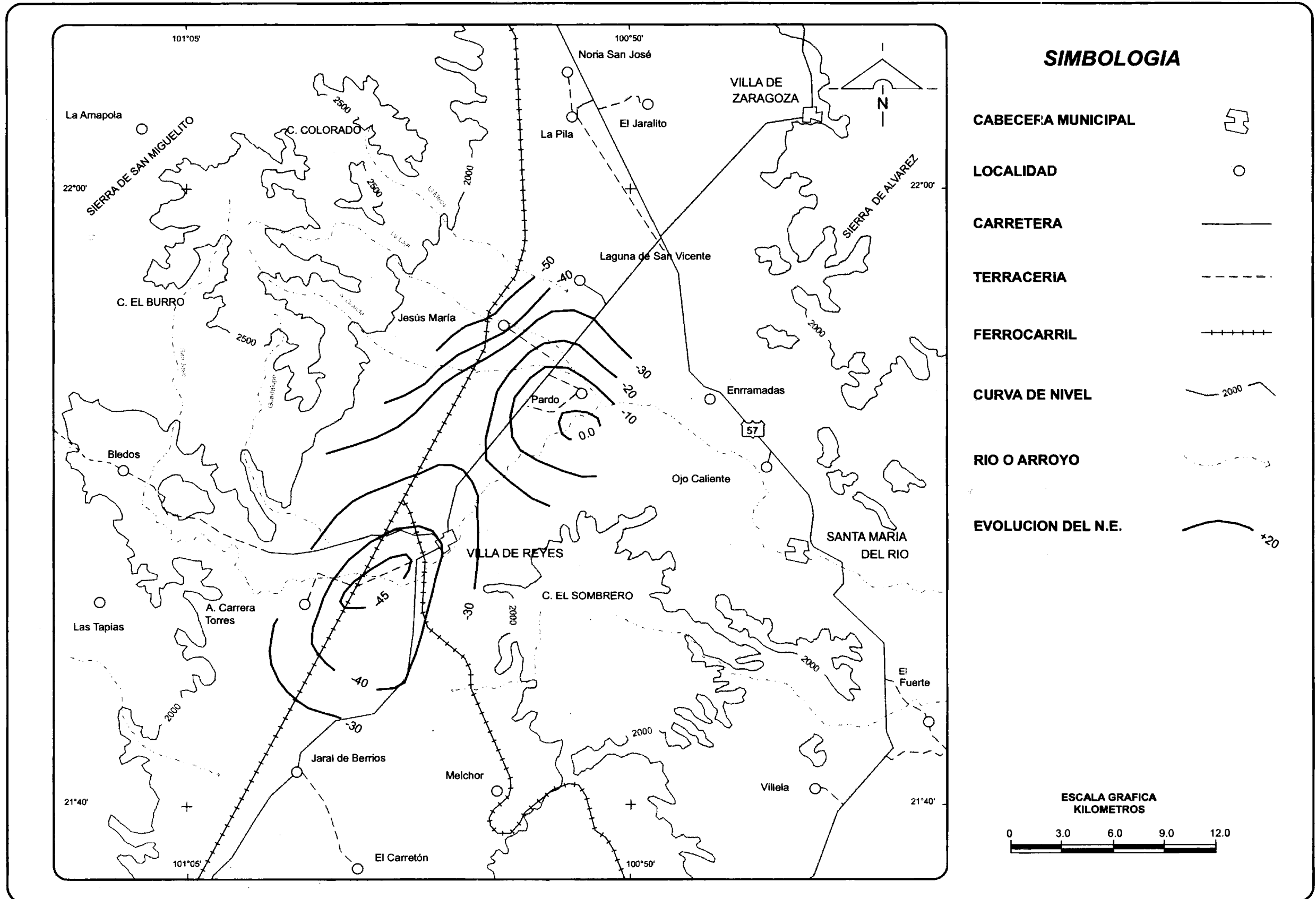


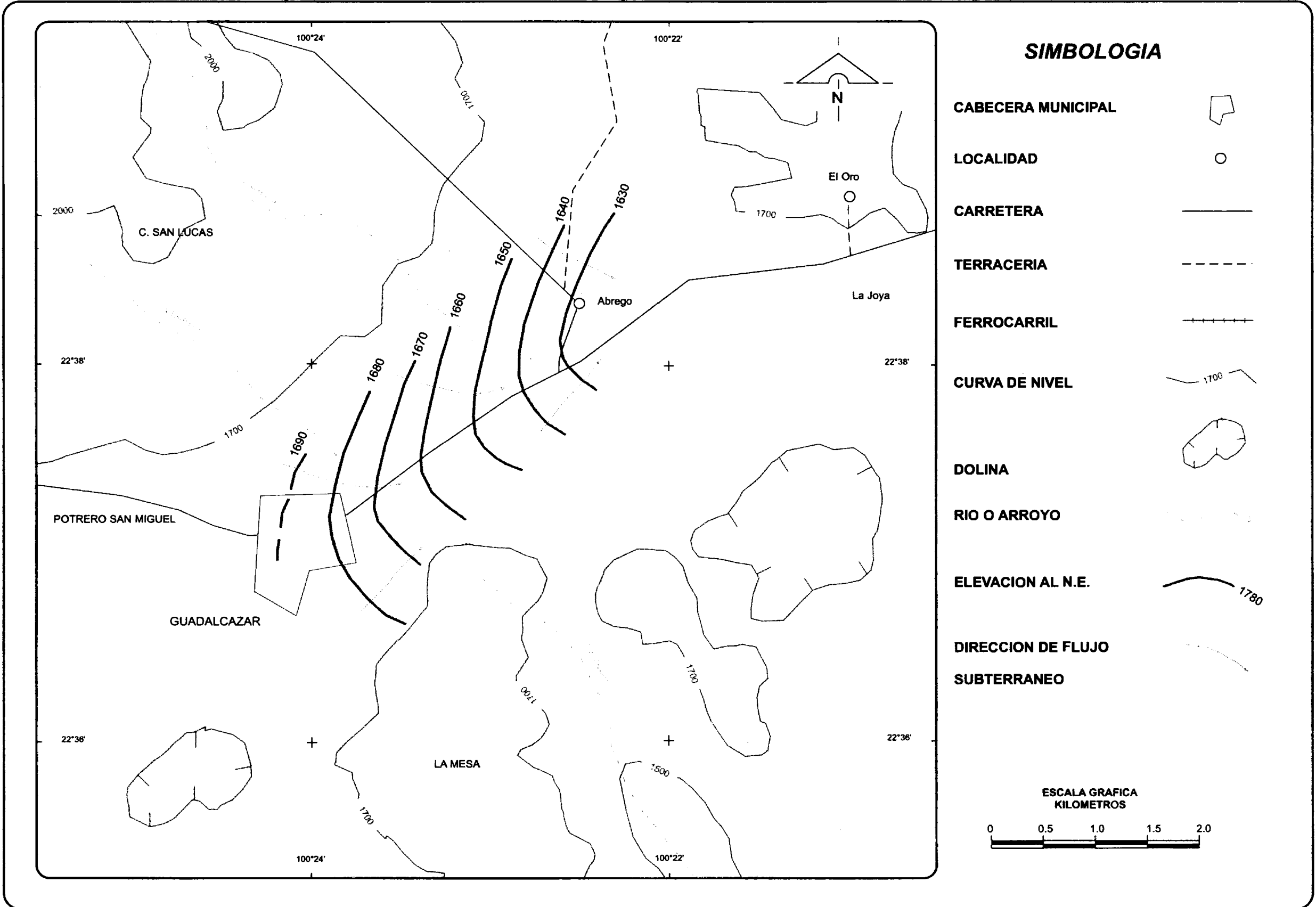
Valle de Villa de Reyes. (Elevación al Nivel Estático)

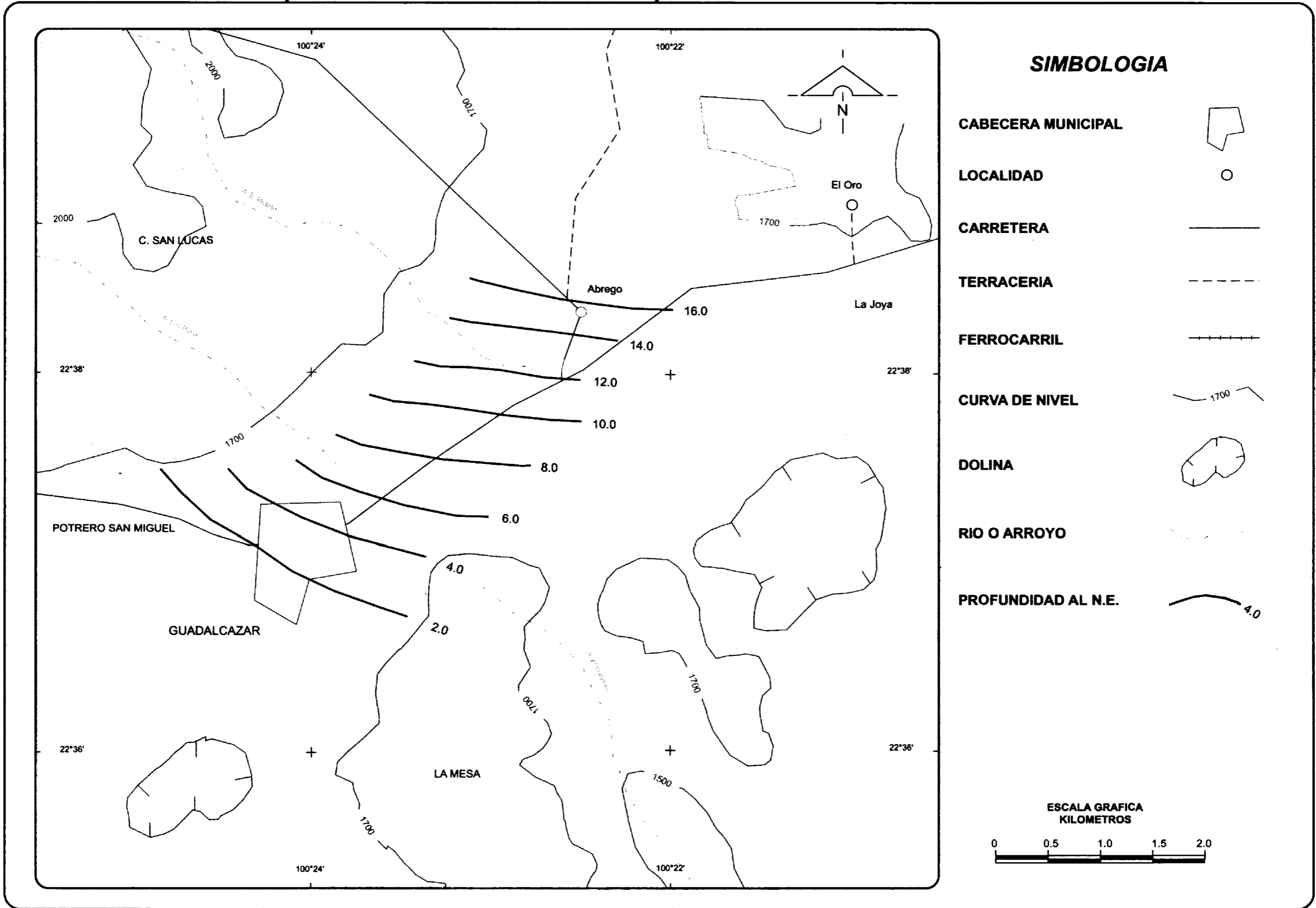
Plano 6.2.15.A



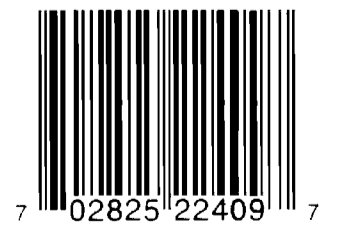








Esta publicación consta de 343 ejemplares y se terminó de imprimir en el mes de marzo del 2002 en los talleres gráficos del **Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática**
Av. Héroe de Nacozari Núm. 2301 Sur, Acceso 11, PB
Fracc. Jardines del Parque, CP 20270
Aguascalientes, Ags.
México



INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA
www.inegi.gob.mx
ISBN 970-13-3631-3

MÉXICO