



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ACATLÁN**

**BALANCE HIDRÁULICO PRELIMINAR DE LA
REGIÓN HIDROLÓGICA 36 "NAZAS-AGUANAVAL"**

**T E S I S
PARA OBTENER EL TITULO DE
I N G E N I E R O C I V I L.
P R E S E N T A :
A V E L I N O B A Z A N O R T I Z**

ASESOR: ING. HERMENEGILDO ARCOS SERRANO.

MEXICO D.F MARZO 2007



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIA

A MIS PADRES :

IGNACIA Y AVELINO CON TODO MI CARÍÑO, POR SU SACRIFICIO Y APOYO CONSTANTE PARA LA CULMINACIÓN DE MIS ESTUDIOS Y POR QUIENES GUARDO UN PROFUNDO AGRADECIMIENTO. POR HABER SIDO MIS AMIGOS, PUES ME ENSEÑARON DISTINGUIR ENTRE EL BIEN Y EL MAL, ME ENSEÑARON VALORES QUE SOLO JUNTOS LOGRARON QUE PENETRARAN EN MI PARA PODER SER UN HOMBRE DE BIEN, POR ESO Y POR MUCHAS COSAS MÁS, GRACIAS.

A MIS HERMANOS:

DIONICIO, BALTASAR, ARACELI LETICIA, HECTOR, MARIBEL, EDITH Y ANA LAURA. POR SU APOYO Y COMPRENSIÓN QUE SIEMPRE ME HAN BRINDADO. POR SUS EJEMPLOS YA QUE A TODOS LES ADMIRO EL SEGUIR SIMPRE ADELANTE NO IMPORTANDO LAS ADVERSIDADES.

A MI COMPAÑERA Y ESPOSA:

ARACELI, POR SER LA ESPOSA IDEAL PARA MI, LE DOY GRACIAS POR SU INTELIGENCIA COMO MUJER Y POR HABER VISTO EN MÍ, EL HOMBRE QUE YO SIMPRE QUISE SER PARA UNA MUJER COMO ELLA.

A MI HIJO:

JONATHAN ALEXANDER, UNA RAZÓN MÁS POR QUIEN SEGUIR ADELANTE.

A MIS SOBRINOS:

SOBRINOS, SOBRINAS Y SOBRINITOS, QUISIERA NOMBRARLOS A CADA UNO DE USTEDES PERO SON MUCHOS, PERO ESO NO QUIERE DECIR QUE NO ME ACUERDE DE CADA UNO, A TODOS LO QUIERO MUCHO Y GRACIAS POR DAR ALEGRIA A MI VIDA.

ÍNDICE

	Pág
INTRODUCCIÓN	I
CAPITULO I	
1. MARCO NATURAL	1
1.1. Orografía.....	2
1.2. Geología.....	2
1.2.1. Fisiografía.....	3
1.2.2. Estratigrafía.....	3
1.3. Climatología.....	5
1.4. Hidrología.....	5
1.5. Flora y fauna.....	19
1.6. Cobertura Vegetal.....	20
1.7. Vías de comunicación.....	21
1.8. Aspectos socioeconómicos.....	22
CAPITULO II	
2. RECURSOS HIDRÁULICOS	25
2.1. Clima.....	25
2.1.1. Precipitación.....	25
2.1.2. Temperatura.....	25
2.1.3. Evaporación.....	25
2.2. Aguas superficiales.....	25
2.2.1. Red hidrográfica.....	25
2.3. Aguas subterráneas.....	30
2.3.1. Acuíferos.....	33
2.3.2. Región lagunera.....	39
2.3.3. Evolución de los niveles de agua.....	43

CAPITULO III

3. USOS DEL AGUA.....	51
3.1. Agua Potable.....	51
3.1.1. Potabilización.....	53
3.2. Agricultura y ganadería.....	53
3.2.1. Delimitación de las principales zonas de riego.....	53
3.2.2. Identificación de los principales cultivos para la región.....	54
3.2.3. Transferencia de los Distritos de riego.....	54
3.2.4. Uso pecuario.....	55
3.3. Industria.....	56
3.3.1. Principales industrias.....	56
3.3.2. Extracción, demanda y consumo de los principales giros industriales.....	57
3.4. Medio Natural.....	58
3.4.1. Dependencia de intercambio de agua superficial y subterránea.....	58

CAPITULO IV

4. BALANCE HIDROLÓGICO.....	59
4.1. Balance Hidrológico superficial.....	59
4.2. Métodos de cálculo de la precipitación media.....	60
4.2.1. Media Aritmética.....	60
4.2.2. Método de los Polígonos de Thiessen.....	60
4.2.3. Método de las curvas isoyetas.....	62
4.3. Evapotranspiración.....	65
4.3.1. Evaporación.....	65
4.3.2. Transpiración.....	65
4.3.3. Aspectos teóricos de la evapotranspiración.....	66
4.3.4. Métodos para determinar la evapotranspiración.....	66
4.3.4.1. Método de Thornthwaite.....	68
4.3.4.2. Método de Turc.....	69
4.3.4.3. Método de Blaney y Criddle.....	69
4.3.5. Obtención de la evapotranspiración.....	71
4.4. Balance Hidrológico Subterráneo.....	74

CONCLUSIONES.....	76
--------------------------	-----------

ANEXO A.....	A-1
---------------------	------------

BIBLIOGRAFÍA

INTRODUCCION

En México, los recursos hídricos, además de ser escasos, se encuentran mal distribuidos, ya que en las planicies costeras, a excepción de la Península de Baja California y Sonora, hay abundancia de agua, mientras que en el resto del país es poca o muy escasa.

El agua es tal vez el recurso natural más importante para el desarrollo del hombre; es al mismo tiempo uno de los recursos más amenazados por la actividad del hombre por contaminación y además por su escasez.

Por lo anterior, adquiere relevancia una adecuada administración de los recursos hídricos superficiales y subterráneos, considerando la condición particular de cada cuenca y acuífero; una planeación objetiva de su aprovechamiento, evitando la sobreexplotación del agua y el deterioro de su calidad; nuevas tecnologías que permitan realizar un mejor aprovechamiento de los volúmenes disponibles y una nueva cultura del agua, que garantice el uso racional de este vital líquido.

Los recursos hídricos de México están constituidos por ríos, arroyos, lagos y lagunas, así como por almacenamientos subterráneos y grandes masas de agua oceánica.

En México existen cerca de 42 ríos principales que transcurren en tres vertientes: occidental o del Océano Pacífico, oriental o del Océano Atlántico (Golfo de México y Mar Caribe), y la interior cuyos ríos desembocan en lagunas interiores. Destaca la del río Nazas entre las cuencas endorreicas. Algunas cuencas que recogen aguas de zonas húmedas lejanas son relativamente grandes, como las correspondientes a los **ríos Nazas, Aguanaval** y Casas Grandes. Otras son de tamaño reducido, como las que en conjunto forman el llamado Bolsón de Mapimí, en Coahuila, Durango y Chihuahua.

Debido al régimen climático del país, en casi todos los ríos existe una diferencia notable entre el volumen de agua que llevan en la época de secas y el de lluvia. Esta variación está acentuada por las obras de retención de agua y su uso para irrigación, de tal manera que muchos de los ríos que originalmente eran permanentes, ahora se vuelven intermitentes, por lo menos en algunos tramos de su recorrido. En amplias zonas la deforestación y la erosión del suelo producen un aumento en el escurrimiento superficial y la disminución de la infiltración del agua de lluvia

La distribución del agua en el país presenta fuertes contrastes. En el sureste, que abarca cerca de 15% del territorio del país, se concentra 50% de los escurrimientos fluviales; mientras que en el altiplano del centro y la parte norte del país, 36% del territorio, se localiza sólo 4% de los escurrimientos.

En la superficie de la República Mexicana se registra una precipitación pluvial media al año de 777 mm, lo que equivale a un volumen aproximado de 1.52 billones de m³, anuales. El escurrimiento en los ríos se estima en 410 mil millones de m³, mientras que el almacenamiento en cuerpos naturales, como lagos y lagunas, se calcula en 14 mil millones de m³.

La precipitación se distribuye de manera desigual a lo largo del territorio nacional. En la zona norte sólo se tiene un escurrimiento de 3% del total, en un área equivalente a 30% del país. El sureste cuenta con 50% de la disponibilidad de agua, con una proporción de 20% de la superficie global. La región central, que ocupa 50% de la extensión territorial de México, tiene 47% de la disponibilidad de escurrimientos. En esta porción es donde se presenta una densa concentración poblacional, incluida la zona metropolitana del Valle de México, que ha hecho necesario importar agua de otras cuencas para satisfacer su demanda.

En la agricultura, los problemas se agudizan en muchas áreas de riego. La extracción ha sido superior a la infiltración, provocando la salinización de superficies considerables que se ubican en cerca de 500 mil Ha., en los diferentes distritos de riego de México, principalmente en las zonas áridas y semiáridas.

Este efecto perjudicial amenaza la producción en importantes áreas agrícolas. Si consideramos el balance nacional de los acuíferos, pareciera ser favorable, ya que el volumen extraído equivale a 70% de la recarga natural. Pero este balance global es sólo aparente y no refleja la crítica situación que prevalece en vastas regiones de nuestro territorio, porque la mayor parte de la explotación tiene lugar en las porciones áridas donde la recarga es pobre y el balance hidráulico negativo; por consiguiente, se está minando el almacenamiento subterráneo. Mientras tanto, en las regiones más lluviosas y menos desarrolladas; una fracción considerable del volumen renovable permanece desaprovechada

Dentro del proceso de cambio que la Comisión Nacional del Agua (CNA) inició hacia un manejo del agua más eficaz y participativo, que contribuya al desarrollo sustentable del país, la CNA se reestructuró en 13 Regiones Administrativas. Esta reorganización fue acompañada con desconcentración en el manejo del agua, a fin de que el Gobierno Federal desempeñe sus funciones con mayor agilidad a través de sus gerencias regionales, con lo cual se transfirieron funciones operativas a usuarios y gobiernos locales en la medida en que lo permite la legislación actual y la capacidad técnico y financiera de estos.

La delimitación de las regiones administrativas en que se divide el país en materia hidráulica se establece en el Diario Oficial de la Federación del 18 de mayo de 1998. La Región Administrativa VII "Cuencas Centrales del Norte", comprende 208,914.33 Km² de 82 municipios de los estados de Coahuila, Durango, Zacatecas, San Luis Potosí, Nuevo León y Tamaulipas, y se subdivide en cinco subregiones denominadas: Mapimí, Nazas, Aguanaval, Comarca Lagunera - Parras y El Salado.

Dentro de este trabajo sólo se abordara la región hidrológica 36, Nazas-Aguanaval. El cual se divide en cuatro capítulos, tratando de llegar al objetivo de analizar aspectos hidráulicos y socioeconómicos de la región para obtener un balance hidráulico y dar a conocer las características de los acuíferos que existen en la zona así como su situación en que se encuentran, en cantidad y calidad de agua disponible. En el primer capítulo se hace mención al marco natural, rasgos geológicos representativos de la zona, así como parte de sus climas que presenta la región, tipo de fauna que existe.

Dentro del segundo capítulo se habla del tema de los recursos hídricos de la zona, también se abordara el tema de aguas superficiales y subterráneas, mencionando los principales redes hidrográficas más importantes de la zona, se mencionan los principales acuíferos, su estado en que se encuentran.

Para el tercer capítulo se tocara el tema de los principales usos que se le da al agua superficial y la que se obtiene de las extracciones a los acuíferos, los cuales son, industrial, agricultura pecuario y de uso urbano.



En el cuarto y último capítulo, el más importante se espera obtener el balance hidrológico de la zona en estudio, en la que de los datos que hemos obtenido de los anteriores capítulos nos ayudaran para llegar a una conclusión con respecto a su situación en que se encuentra la Región 36 Nazas-Aguanaval.

En el anexo “A” se muestran los datos obtenidos de las estaciones hidrométricas, así como climatológicas de la región. Todos estos datos se representaron en sus respectivas gráficas, las cuales nos ayudaran para el balance hidrológico.

CAPITULO I

1. Marco Natural

En el presente capítulo se hablará de las características de los componentes naturales de la Región Hidrológica 36, como su relieve predominante, su flora y fauna. A continuación se presenta un esquema de la localización de la región a tratar y un cuadro con la población en 1998 y una proyección para el año del 2020, dividida por subregión.



SUBREGIÓN	No. DE MUNICIPIOS	SUPERFICIE KM ²	POBLACIÓN	
			1995	2020
MAPIMÍ	2	12,260.86	11,797.00	16,675.00
COMARCA LAGUNERA-PARRAS	16	48,488.78	1,258,186.00	2,108,042.00
NAZAS	10	36,073.63	158,734.00	216,740.00
AGUANAVAL	7	22,814.26	334,132.00	441,777.00
SALADO	47	89,276.80	1,873,912.00	2,966,632.00
REGIÓN ADMINISTRATIVA VII	82	208,914.33	3,636,761.00	5,749,866.00

1.1 Orografía

La zona en estudio se dividió en zona norte, oeste, oriente, centro y sur, para su mejor descripción.

A continuación se da una breve reseña de cada zona, mencionando los municipios que lo comprenden, así como su altitud.

En la Zona Norte comprendida por el municipio de Tlahualilo, Durango se localizan dos sierras, una conocida como sierra Las Palomas con una altitud de 1,680 m.s.n.m. y otra más extensa que lleva el nombre de sierra La Campana a 1,870 m.s.n.m. Además de que se encuentra la zona desértica conocida como el Bolsón de Mapimi.

En la Zona Oeste, constituida por los municipios de Ocampo, Guanacevi, San Bernardo, Tepehuanes y Santiago Papasquiari del Estado de Durango. Se ubica una zona boscosa y montañosa que comprende la sierra Madre Occidental con altitudes de 3,020 m.s.n.m., como el caso del Cerro El Tagarete y cadenas montañosas como la Sierra Matalotes, Sierra San Juan de Minas con una altitud de 2,720 m.s.n.m., Cordón La Concepción de 2,570 m.s.n.m., Cordón Tovar, Cordón La Cumbre y Sierra La Candela.

En la Zona Oriente, formada por los municipios de Lerdo, Gómez Palacio, Cuencame, Simón Bolívar y Santa Clara del Estado de Durango y Viesca, Torreon Matamoros y Parras del Estado de Coahuila. El relieve del terreno es plano con una altitud aproximada de 1,100 m.s.n.m.

Tiene formaciones de cadenas montañosas, siendo la Sierra El Rosario con una altitud 2,402 m.s.n.m. una de las más altas.

Dentro de la Zona Centro, integrada por los municipios de Inde, El Oro, San Pedro del Gallo, San Luis de Cordero, Nazas, El Rodeo, Coneto de Comonfort, San Juan del Río, Peñón Blanco, Lerdo y Cuencame, pertenecientes al estado de Durango.

Existe una topografía montañosa con elevaciones hasta de 3,030 m.s.n.m., como es el caso del Cerro el Serrucho que constituye las montañas de la Sierra Madre Occidental.

Por último en la Zona Sur, dentro del cual están los municipios de Cuencame, Coneto de Comonfort, San Juan del Río, General Simón Bolívar y Santa Clara del Estado de Durango, se encuentra una configuración montañosa del terreno con serranías de pequeña extensión como la Sierra El Yerbani de altitud de 2,300 m.s.n.m., Sierra Los Leones, Sierra El Mirasol de 1,890 m.s.n.m., Sierra Palotes a 2,300 m.s.n.m., Sierra El Salinoso con 2,500 m.s.n.m. y Sierra Los Lobos.

1.2 Geología

Es de importancia conocer el marco geológico de la zona de estudio, para poder entender el comportamiento del agua subterránea, ya que no cualquier roca tiene la capacidad de acumular y conducir agua.

1.2.1 Fisiografía

Según la clasificación de la carta de provincias fisiográficas establecidas por Erwin Raiz (1964) la superficie de la R.H. 36 se encuentra ubicada dentro de la provincia de la Sierra Madre Oriental, y subprovincia de cuencas y sierras.

Localmente el área exhibe tres unidades fisiográficas principales:

La primera situada al occidente ocupa la mayor parte del área, está representada por una serie de extensas mesetas, limitadas por profundos y angostos cañones, guarda una orientación general Noroeste-Sureste, en ella se encuentran las mayores elevaciones del área, como las localizadas al noreste del poblado de Tepehuanes con una altura de 2,810 m y las del oeste Papasquiario con 2,870 m. de altura.

La segunda unidad localizada al Oriente, está formada por sierras paralelas y prominencias aisladas, así como de un lomerío ligado entre sí; todos estos elementos guardan una orientación Noroeste-Sureste.

La tercera unidad la forman las partes bajas, las cuales están representadas por extensas llanuras y valles aluviales.

La red de drenaje se encuentra bien integrada, sin embargo, algunas corrientes se filtran al pie de la sierra debido a las características litológicas predominantes.

El patrón de drenaje es de tipo dendrítico y subdendrítico en la parte oriente, mientras que al occidente es de tipo dendrítico y rectangular; las principales corrientes son de tipo intermitente.

1.2.2 Estratigrafía

En el área afloran rocas de rango estratigráfico del Paleozoico al Reciente.

El Paleozoico esta representado por una unidad metasedimentaria, que se localiza en la parte Norte-Centro del área, sus afloramientos son aislados; la unidad consta de calizas, lutitas y areniscas las cuales presenta un metamorfismo incipiente, la parte superior está cubierta en contacto discordante por rocas volcánicas del Terciario y rocas sedimentarias del Terciario Inferior.

Las unidades más antiguas corresponden al Paleozoico superior, constituidas por fíla y esquistos formados a partir de rocas sedimentarias marinas y rocas volcánicas ácidas. Estas rocas actúan como basamento de la secuencia marina del Mesozoico.

El inicio del Mesozoico, lo anuncia una secuencia sedimentaria continental, formada por tobas, lutitas, limolita, arenisca, conglomerado y algunas intercalaciones de derrames lávicos, esta unidad se caracteriza por presentar un tono rojizo, representativo de ambientes continentales, se considera que su depositación fue en el período Triásico. Le sobreyace en discordancia angular rocas clásticas; areniscas y ortocuarcita, depositadas en facies extalitorales del Jurásico, e infrayace a una secuencia sedimentaria de ambiente marino, representada por lutita, limolita, arenisca y caliza del Jurásico Tardío. Rocas del Cretácico Inferior sobreyacen a la unidad anterior, calcilulita,

El relieve de la unidad forma una gran meseta volcánica, su disección da origen a profundos cañones y enormes escarpes, localmente es común la presencia de nichos y cornisas como producto de la erosión.

TOBA ACIDA, Tom (Ta). Roca ígnea extrusiva piroclástica, compuesta mineralógicamente por cuarzo, fragmentos líticos, fedelpastos, micas, todos contenidos generalmente en una matriz vítrea. Esta unidad se incluye dentro del complejo volcánico oligo-miocénico.

Rocas Sedimentarias.

CONGLOMERADO, Ts (cg). Unidad de origen continental, su composición es variable, está compuesta por fragmentos angulosos y bien redondeados del tamaño de gravas a bloques, el origen de los clastos es tanto volcánicos como sedimentarios y en menor proporción metamórfico. Esta unidad se llega a observar cubierta por derrames basálticos, es correlacionable con la Formación Santa Inés de edad Plioceno Tardío-Pleistoceno.

El relieve de la unidad es de lomerío y cordones.

CALIZA, Ki (cz). Roca sedimentaria de ambiente marino, su composición incluye calcita equigranular microcristalina con apariencia sacaroide, los tonos son gris claro hasta negro. Estructuralmente constituye el límite de superficie de despegue por lo que frecuentemente está asociado con relaciones cabalgantes y en donde las areniscas Jurásicas descansan en contacto tectónico sobre estas calizas.

La edad de esta unidad es del Cretácico Inferior. La morfología es de sierra, crestones, cerros aislados y lomerío.

LUTITA-ARENISCA, Ks (lu-ar). Secuencia de lutita arenisca con algunas intercalaciones de caliza, depositada en facies marinas neríticas. La lutita es de color gris claro e intemperiza en tono amarillo ocre, se presenta en capas delgadas a mediana con rizadura de fondo. La arenisca es calcárea de grano fino a medio, su mineralogía consta de cuarzo y calcita cementada por hematita.

Su morfología es de lomerío de baja altura y pendiente suave.

CONGLOMERADO, Ti (cg). Conglomerado polomítico extraformacional depositado en un ambiente continental de tono amarillento, textura psefitica, compacto, conformado por fragmentos de roca ígnea y sedimentaria, cementadas por calcita y de matriz arcillosa, el grado de redondez de los fragmentos es de subangulosa a subredondeado, su estructura es masiva, indica eventos distensivos, evidenciados por un fracturamiento.

Se intercalan algunos horizontes arenosos de color rojo, de granulometría fina y estratificación delgada. Descansa discordantemente a roca mesozoica y subyace a rocas volcánicas y sedimentarias del Terciario Superior. Se correlaciona con la Formación Ahuichila que aflora en los contornos de Ahuichila Zacatecas, su morfología es de mesetas.

Suelo

ALUVIAL, Q (al). Depósito cuya composición en el área, depende de la cercanía y tipo de fuente de aporte, así se presentan suelos constituidos por material areno-gravoso con limos y arcillas en menor proporción, se presentan clastos y bloques dispuestos en forma caótica, el espesor del suelo

varía de 1 metro hasta 6 metros, es de color gris claro y beige, se llega a observar gradación, lentes conglomeráticos y arenoso.

Esta unidad ocupa los bajos topográficos, se encuentra ampliamente distribuida rellenando valles.

1.3 Climatología

Según la clasificación de Koppen, el clima de esta región es muy variado y en general es como sigue:

En la parte alta de la cuenca del río Nazas y del río Aguanaval el clima está clasificado como frío estepario (BSkw). Mientras que en la parte baja del río Nazas hasta su desembocadura en la Laguna de Mayrán, existe un clima clasificado como caliente desértico (BWhw).

En la zona media del río Aguanaval, aproximadamente desde la estación hidrométrica cazadero hasta donde el río entra a la planicie de la Laguna de Viesca, el clima también es caliente desértico (BWhw).

1.4 Hidrografía

La región hidrológica No. 36, está integrada básicamente por las cuencas cerradas de las lagunas de Viesca y de Mayrán, así como por una fracción del Bolsón de Mapimí.

a) Laguna de Mayrán.

La cuenca del río Nazas se encuentra situada en su mayor parte en el estado de Durango y sólo en una porción menor en el estado de Coahuila, hacia su desembocadura en la Laguna de Mayrán.

Al río Nazas lo forman los ríos de Sextín o del Oro y el Ramos. Este último, a su vez, está constituido por los ríos Santiago y Tepehuanes.

De manera detallada se mencionaran cada uno de los ríos

a.1) Río Santiago

La cuenca de este río queda situada íntegramente dentro del estado de Durango. Comprende parte de los municipios de Durango, San Dimas, Canatlán y Santiago Papasquiario

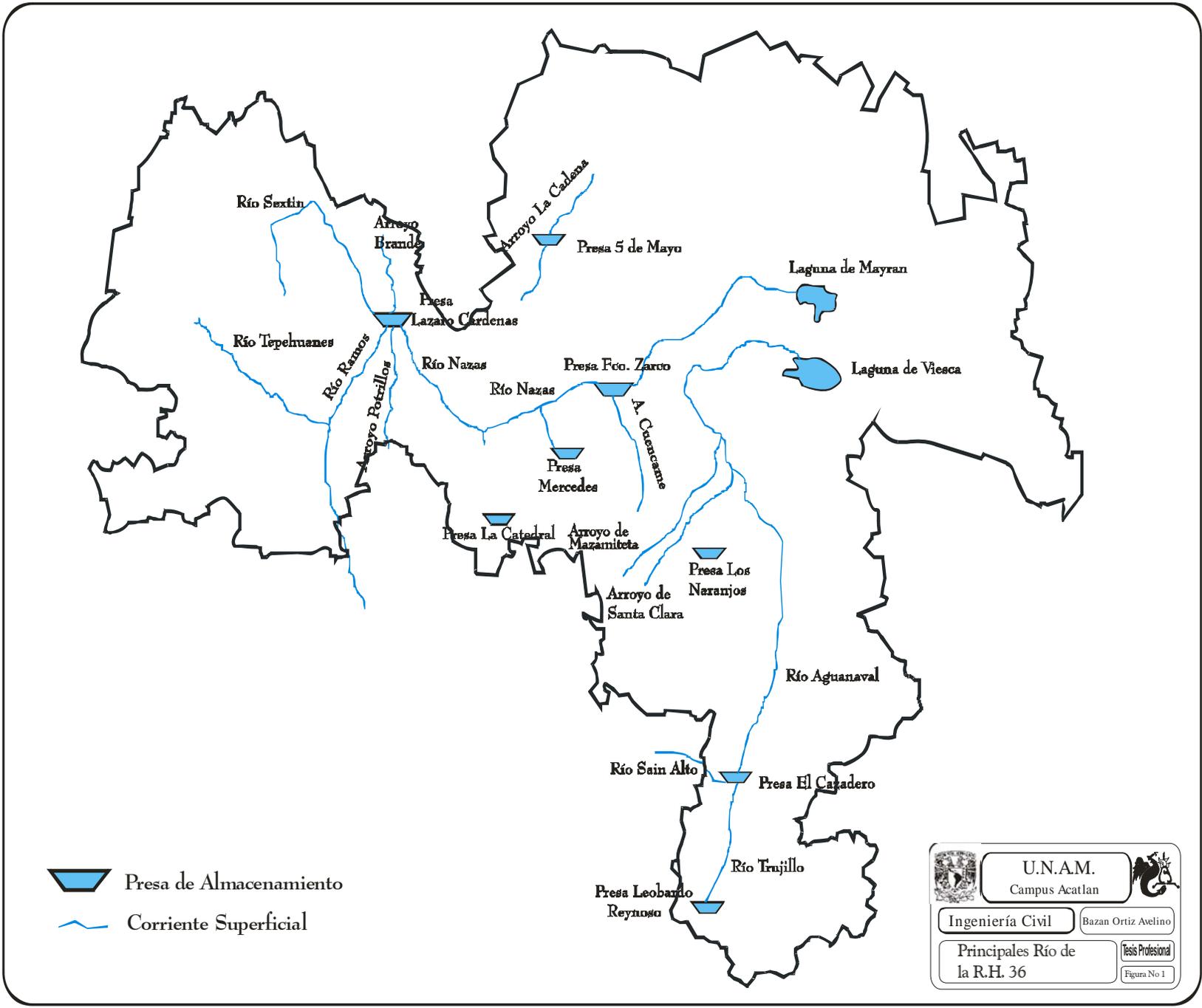
El río Santiago se origina en las estribaciones del norte y del este de la Sierra Madre Occidental, con precisión en un lugar denominado Agua Zarca, dentro del Municipio de Durango, Dgo.

El río Santiago tiene un área de cuenca de 3,571 km² y cubre una distancia aproximada de 165 km, desde su origen hasta su confluencia con el río Tepehuanes, en las cercanías del poblado de Atotonilco, Dgo.

a.2) Río Tepehuanes.

La cuenca del río Tepehuanes se encuentra situada en el estado de Durango, dentro de lo municipios de Tepehuanes y Santiago Papasquiario. El parteaguas que lo origina por el oeste tiene elevaciones hasta de 2,883 m y 2,920 m.s.n.m. su recorrido es sensiblemente hacia el sureste, y recibe varios afluentes por una y otra margen.

El río Tepehuanes tiene un área de cuenca de 3,149 km² y una longitud aproximada de 140 km de recorrido desde su origen hasta su confluencia con el río Santiago.



 Presa de Almacenamiento
 Corriente Superficial

	U.N.A.M. Campus Acatlan	
Ingeniería Civil	Bazan Ortiz Avelino	
Principales Río de la R.H. 36		Basis Profesional Figura No 1

a.3) Río de Ramos

La cuenca de este río se encuentra situada en el estado de Durango, dentro de los municipios de Santiago Papasquiaro y El Oro.

El río de Ramos se origina propiamente en la confluencia de los ríos Santiago y Tepehuanes, en las cercanías del poblado de Atotonilco, Dgo. Su cauce es muy sinuoso y de pendientes fuertes; en términos generales se puede decir que sigue un rumbo noreste.

El área parcial del río de Ramos, desde la confluencia del Santiago con el Tepehuanes, hasta la confluencia con el río del Oro, es de 3,355 km², con una longitud aproximada de 93 km.

El área de cuenca total del río Ramos, incluidos los ríos Santiago y Tepehuanes, hasta su confluencia con el río del Oro, en el vaso de almacenamiento de la presa Lázaro Cárdenas, es de 10,076 km².

a.4) Río de Sextín o Del Oro.

La cuenca de este río se encuentra en el estado de Durango, situada dentro de los municipios de Tepehuanes, Guanaceví, Ocampo, San Bernardo, El Oro e Inde.

Este río Sextín o del Oro tiene un área de cuenca desde su origen hasta la confluencia con el río Ramos, en el vaso de la presa Lázaro Cárdenas, de 8,246 km² y una longitud aproximada de 245 km.

La cuenca del río Sextín hasta la estación Sardinias es de 4,710 km². Su importancia radica en la influencia directa que tiene el régimen de este río y sus avenidas en los almacenamientos de la presa Lázaro Cárdenas.

a.5) Río Nazas.

La mayor parte de la cuenca correspondiente al tramo del río conocido con este nombre, se encuentra en el estado de Durango y abarca total o parcialmente los municipios de el Oro, Coneto de Comonfort, Rodeo, Nazas, San Luis del Cordero, San Pedro del gallo, Lerdo y Gómez Palacio. Hay sólo una pequeña parte que queda dentro del estado de Coahuila, municipios de Torreón, Matamoros, San Pedro y parte de Parras.

El río Nazas se forma a partir de la confluencia del río Sextín y del río Ramos y en ese sitio se construyó la presa Lázaro Cárdenas, desde ese sitio hasta la Laguna de Mayrán cuya elevación es aproximadamente de 1,063.00 m.s.n.m.

Arroyo del Vizcaíno. Después de la presa Lázaro Cárdenas el río Nazas sigue un curso general hacia el sureste hasta un sitio llamado Arroyo de Coneto, a lo largo de 70 km, equivalente a 93 km a lo largo del cauce. En este tramo, el primer afluente de interés es el arroyo del Vizcaíno, de trayectoria general oeste-este, con cuenca total de 539 km², que entra al Nazas por la margen derecha, en un punto situado a 40 km al este de Hidalgo de San Antonio, Dgo.

Río San Juan. A 1.5 km aguas abajo hay otra aportación, de mayor importancia, constituida por el río San Juan, afluente derecho del Nazas, que en conjunto aporta al colector general los escurrimientos de una cuenca de 2,420 km², generados a lo largo de un recorrido sur a norte de aproximadamente 75 km de longitud.

Desde Arroyo de Coneto hasta Nazas la corriente principal

recorre 40 km en línea recta, equivalentes a 55 km a lo largo del cauce principal.

Río del Peñón. En este tramo hay una nueva aportación de mucha importancia que, por supuesto, es de la parte derecha de la cuenca y está formada por el río del Peñón, que entra al colector general a 13 km aguas arriba de la ciudad de Nazas. Este río peñón tiene una cuenca muy importante, que en total es de 3,565 km².

La cuenca del río Peñón es colindante con la del Aguanaval y su origen se remonta a 128 km al sur de la ciudad de Nazas, por lo cual el recorrido de este afluente desde su origen hasta el río Nazas es de 140 km a lo largo del cauce. Nace en la sierra de Santa María, cerca de los límites de los estados de Durango y Zacatecas, a 15 km al sur de Cuauhtémoc, Dgo., y a 16 km al oeste de Ramón Corona, Dgo. Originalmente recorre unos 16 km de sur a norte y pasa por la ciudad de Cuauhtémoc, Dgo. Después, con el nombre de río Alamo, continúa rumbo al noroeste, pasa por Emiliano Zapata, Dgo., y llega cerca de Ignacio Allende, Dgo. Luego continúa rumbo al norte, pasa por la colonia J. Agustín Castro, Dgo., y llega hasta el poblado de Peñón Blanco.

El río del Peñón, en general, corre más cerca de su parteaguas derecho, al extremo de que por esa margen no puede identificarse ninguno de sus afluentes; contrariamente, por la ribera izquierda son numerosos y se mencionan algunos en el sentido en que desembocan en el afluente ordenados hacia aguas abajo: arroyo San Javier, arroyo Guajotita y arroyo del Tulillo.

Arroyo de Naitcha. Volviendo al colector general se dirá que, a 5 km aguas abajo de Nazas, se tiene por fin un afluente izquierdo de importancia, llamado arroyo de Naitcha, que en su mayor longitud recorre 75 km con dirección sureste. Este afluente se origina cerca de los cerros del Capitán y de Carrillo, en un punto próximo a Peñoles, Dgo. Recorre unos 27 km, pasa por un poblado llamado Naitcha donde se le une un afluente derecho conocido como arroyo de Mimbres; después recorre 25 km y llega a San Luis del Cordero, Dgo., donde recibe una aportación también derecha constituida por el arroyo de Cañas. En el último tramo de su recorrido, el arroyo de Naitcha aún recibe por la izquierda las aportaciones de los arroyos de la Tinaja y del Embudo.

Después de la desembocadura del Naitcha en el Nazas, tiene una longitud de 38 km. En este tramo cruza por una interesante formación orográfica conocida como Cañón Fernández, de manera que prácticamente no tiene afluentes de interés sino hasta que sale del cañón, donde nuevamente recibe un importante afluente derecho llamado arroyo de Cuencamé.

Arroyo de Cuencamé. Es menor en importancia que el río del Peñón, pero comparable con el río San Juan, ya que su cuenca mide 2,260 km². La dirección general del escurrimiento es de sur a norte a lo largo de 80 km y en su máxima anchura la cuenca tiene 50 km. Las principales poblaciones que toca en su recorrido son Cuencamé, Velardeña y Pedriceña, todas dentro del estado de Durango. Los afluentes principales son el arroyo de sombrerillo, derecho, y el arroyo Chupaderos, izquierdo.

Inmediatamente aguas abajo de la confluencia del Cuencamé se observa el río del Nazas en una estación hidrométrica llamada Cañón Fernández.

a.6) Arroyo Cabrera.

El arroyo Cabrera nace entre las sierra de la Palma y la sierra de Patagalana a 2,505 m de altitud, en el municipio de Parras de la Fuente, estado de Coahuila. Se encamina hacia el noroeste y pasa por Parras de la Fuente, Coah.

a.7) Fracción Sur del Bolsón de Mapimí.

Es importante esta zona del Bolsón, ya que aproximadamente su cuenca mide 11,000 km². Su forma aproximada es de la de un rectángulo de 120 km de anchura y 100 km altura máxima. Hay algunos detalles hidrográficos dentro de la subcuenca, como un arroyo llamado de la Cadena de sur a norte, situado a 35 km al este de la ciudad de Mapimí, Dgo.

b) Laguna de Viesca.

La laguna de Viesca es otra cuenca cerrada que pertenece a la región Hidrológica No. 36, cuya disposición guarda cierta similitud con la Laguna de Mayrán , ya que como ésta , aquella cuenta con un alimentador principal, que es el río Aguanaval. De este modo la descripción hidrográfica de la cuenca se presta para manejarla en forma semejante, por lo cual se hablará ordenadamente de los principales formadores del río, de la laguna, y, finalmente, de la cuenca de ésta que es independiente del Aguanaval.

b.1) Río Chico

El origen de este río ocurre a 70 km al este de Zacatecas, en un sitio conocido como cerro Frailes, de 2,600 m de altitud.

El río Chico tiene algunos cambios de dirección . La cuenca del río Chico hasta esta confluencia es de 758 km² que se desarrollan en los municipios de Fresnillo y Jerez.

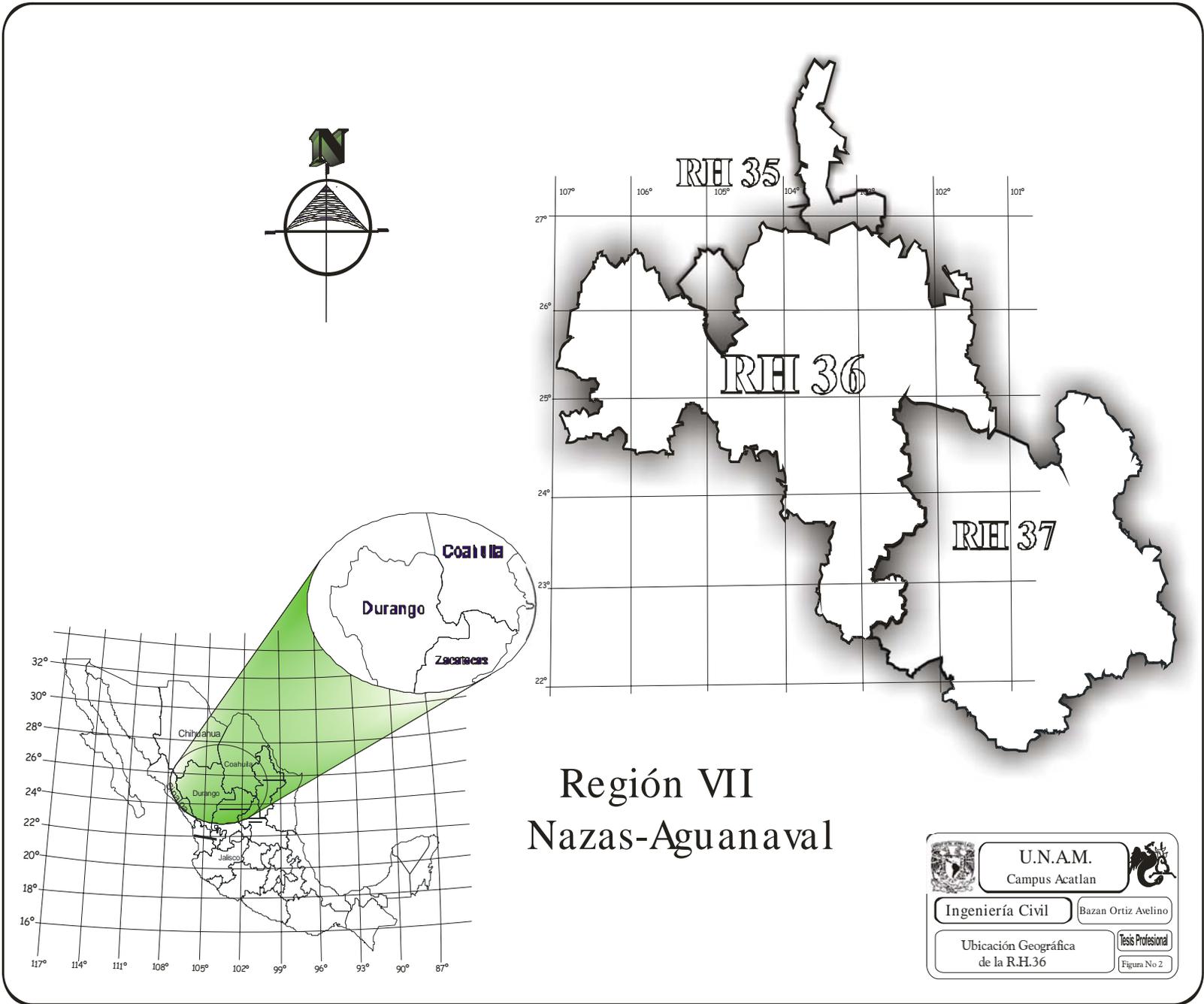
b.2) Río de los Lazos.

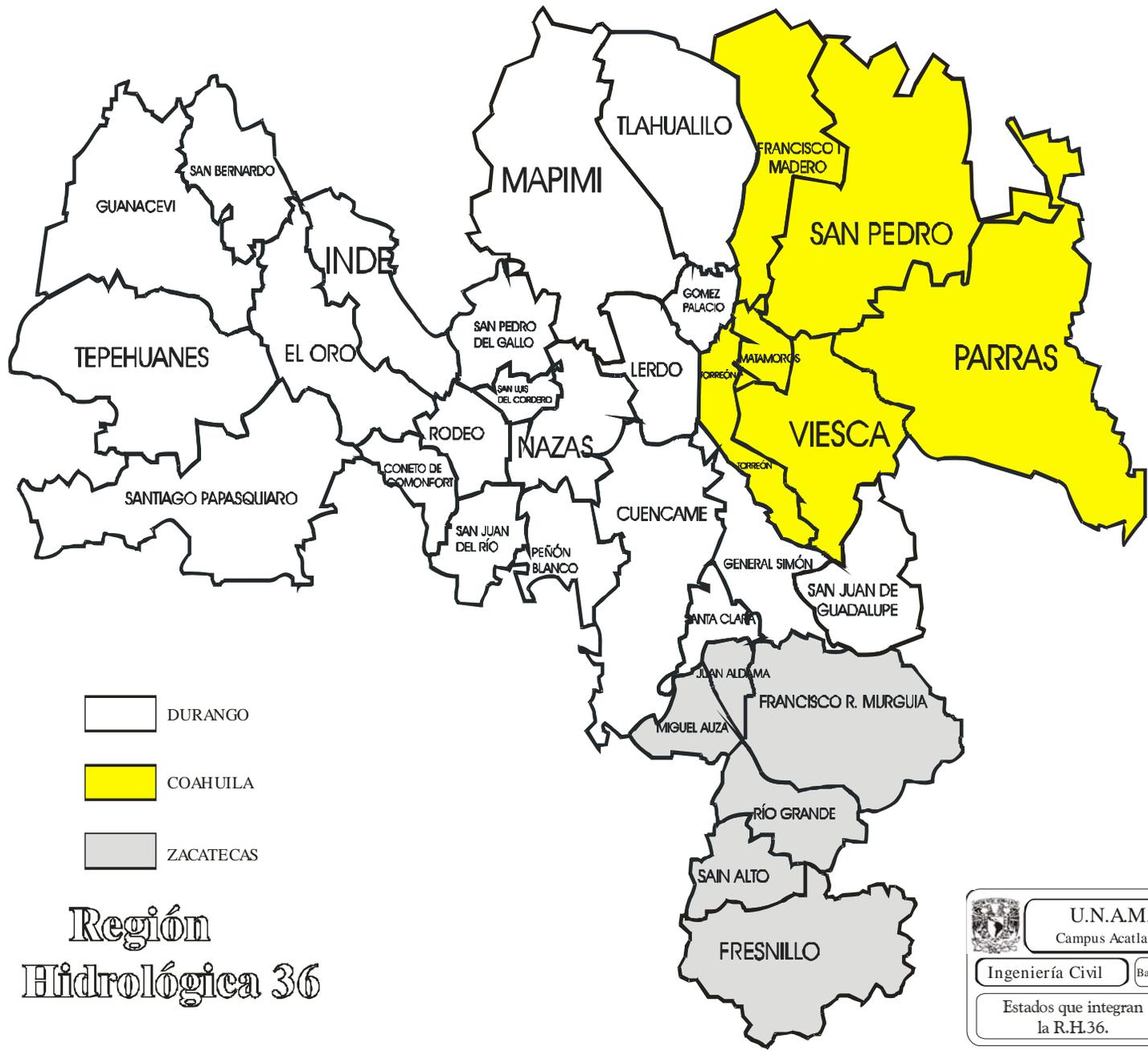
Nace sobre la sierra del Chalchihuites, en el cerro Corrales (2,600 m.s.n.m.) a unos 30 km al sur del poblado el Sombrerete, dentro del municipio de Fresnillo, dentro del cual se desarrolla toda su cuenca.

b.3) Río Trujillo.

Este río corre originalmente por 25 km en dirección NE y después con rumbo aproximado norte por 27 km más hasta un sitio llamado Santa Mónica, donde recibe una aportación izquierda por el río Saín Alto.

El colector general tiene la particularidad de estar en posición cercana al parteaguas oriental de la cuenca del Aguanaval, lo que da lugar a que los afluentes derechos son poco importantes respecto a los izquierdos.





-  DURANGO
-  COAHUILA
-  ZACATECAS

Región
Hidrológica 36

	U.N.A.M. Campus Acatlan	
Ingeniería Civil	Bazan Ortiz Avelino	
Estados que integran la R.H.36.		Tesis Profesional
		Figura No 3

Tabla 1.1. Superficies Región 36 proporcionadas por INEGI.

ESTADO	CLAVE	MUNICIPIO	AREA KM ²
DURANGO	10018	EL ORO	3,428.02
DURANGO	10011	INDE	2,425.30
DURANGO	10025	SAN BERNARDO	1,724.60
DURANGO	10009	GUANACEVI	5,778.34
DURANGO	10035	TEPEHUANES	6,590.41
DURANGO	10032	SANTIAGO PAPASQUIARO	7,178.87
DURANGO	10030	SAN PEDRO DEL GALLO	2,205.65
DURANGO	10024	RODEO	1,637.99
DURANGO	10003	CONETO DE COMONFORT	1,137.26
DURANGO	10028	SAN JUAN DEL RIO	1,159.04
DURANGO	10021	PEÑON BLANCO	1,912.47
DURANGO	10004	CUANCAME	4,739.32
DURANGO	10015	NAZAS	2,462.56
DURANGO	10012	LERDO	1,922.23
DURANGO	10029	SAN LUIS DEL CORDERO	762.04
DURANGO	10036	TLAHUALILO	3,807.77
DURANGO	10007	GOMEZ PALACIO	1,082.76
DURANGO	10006	GRAL. SIMON BOLIVAR	2,743.55
DURANGO	10031	SANTA CLARA	1,107.17
DURANGO	10027	SAN JUAN DE GPE.	2,414.67
DURANGO	10013	MAPIMI	8,318.36
AREA TOTAL EN EL ESTADO DE DURANGO			61,113.808
COAHUILA	5035	TORREON	1,047.70
COAHUILA	5017	MATAMOROS	1,003.70
COAHUILA	5036	VIESCA	4,203.50
COAHUILA	5024	PARRAS	9,771.70
COAHUILA	5009	FCO. I MADERO	4,933.90
COAHUILA	5033	SAN PEDRO	9,942.40
AREA TOTAL EN EL ESTADO DE COAHUILA			30,902.9
ZACATECAS	32022	JUAN ALDANA	586.37
ZACATECAS	32014	FCO. R MURGUIA	5,018.99
ZACATECAS	32040	SAIN ALTO	1,461.71
ZACATECAS	32039	RIO GRANDE	1,831.69
ZACATECAS	32010	FRESNILLO	4,997.55
AREA TOTAL EN EL ESTADO DE ZACATECAS			13,896.31

Tabla 1.2. Delimitación por regiones, subregiones y cuencas hidrológicas.

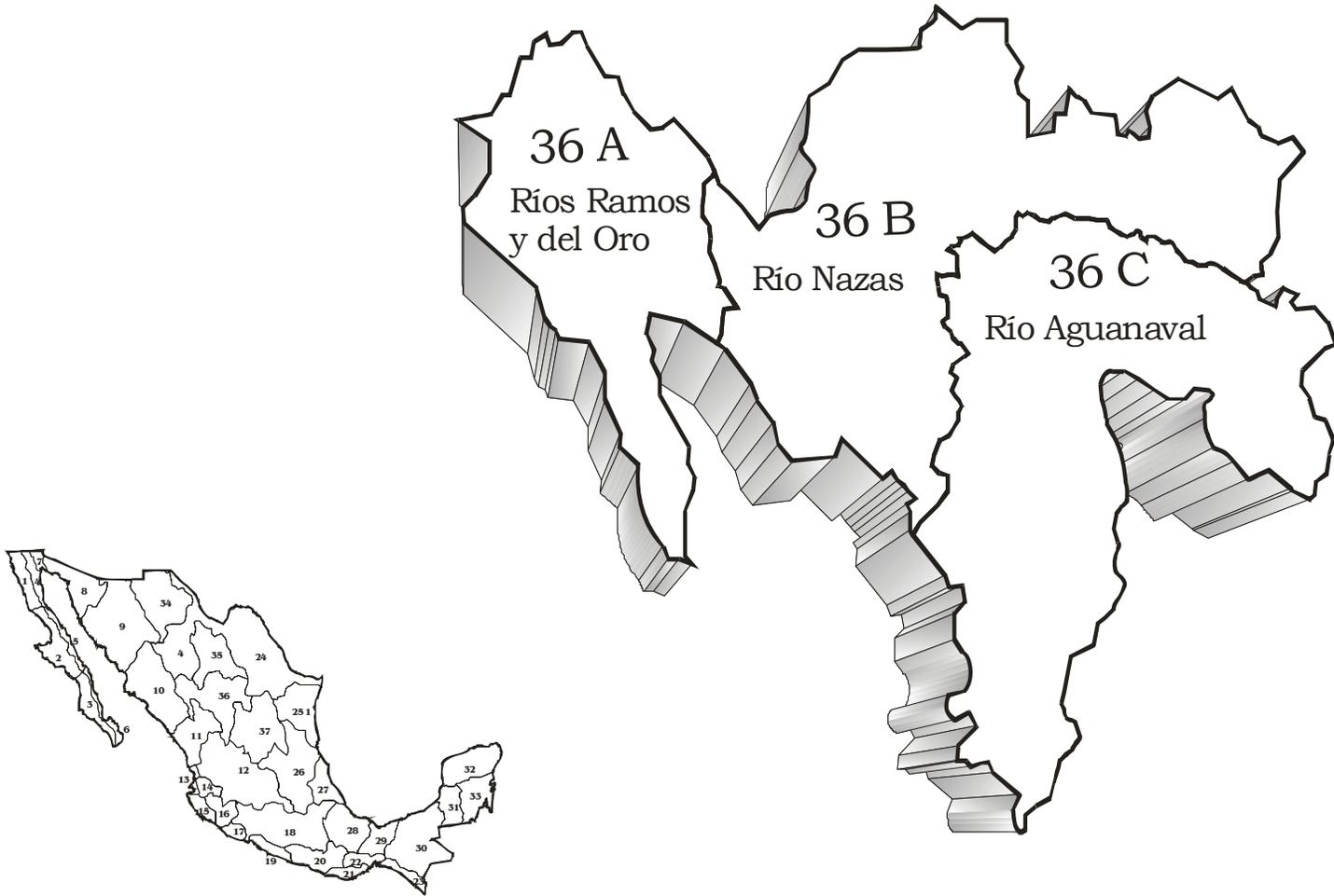
Región Hidrológica		Subregión Hidrológica	Cuenca Hidrológica
Clave	Nombre		
35	MAPIMI	MAPIMI	A Valle Hundido. B Laguna del Rey. C Lagunas de Guaje-Lipanes. D Polvorillos-Arroyo el Marquez. E El Llano - Laguna del Milagro. F Arroyo La India - Laguna Palomas .
36	NAZAS-AGUANAVAL	NAZAS	Salome Acosta Sardinas Palmito Agustin Melgar Cañon de Fernandez Los Angeles Laguna de MayrAn Bolson Sur.
		AGUANAVAL	EI Sauz Cazadero San Francisco La Flor Laguna de Viesca
37	EL SALADO	EL SALADO	A Sierra Madre Oriental. B Matehuala. C Sierra de Rodríguez. D Camacho-Gruñidora. E Fresnilla-Yesca. F San Pablo. G Presa San Jose - Los Pilares. H Sierra Madre.

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA GEOGRAFICA E INFORMATICA.(INEGI)

Tabla 1.3. Áreas de cuencas y subcuencas hidrológicas.

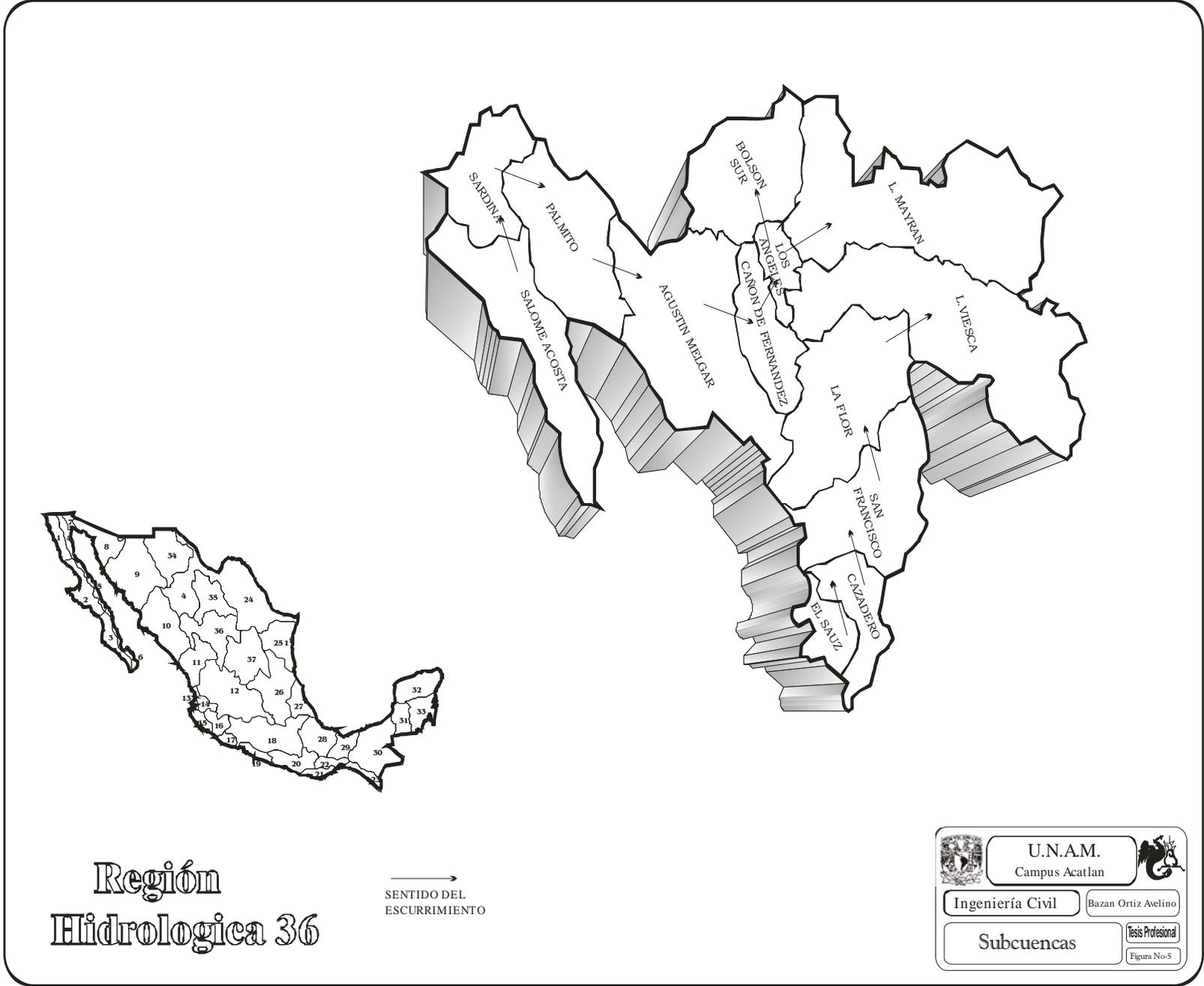
REGION HIDROLOGICA	CUENCA HIDROLOGICA	SUBCUENCA HIDROLOGICA	AREA (KM2)	% RESPECTO A LA CUENCA	% RESPECTO A LA REGION
36 NAZAS- AGUANAVAL	A	CANON	3,249.00	3.54	1.34
		FERNANDEZ			
		LOS ANGELES	1,291.00	1.41	0.53
		BOLSON SUR	7,552.00	8.24	3.11
		MAYRAN	5,019.80	5.48	2.06
		SUMA	17,111.80		7.04
	B	AGUSTIN MELGAR	11,758.00	12.83	4.83
	C	SALOME	6,842.00	7.46	2.81
		ACOSTA			
		SARDINAS	4,911.00	5.36	2.02
		PALMITO	6,691.50	7.30	2.75
		SUMA	18,444.50		7.58
	D	EL SAUZ	1,177.00	1.28	0.48
		CAZADERO	3,958.00	4.32	1.63
		SAN FRANCISCO	5,338.00	5.82	2.19
		LA FLOR	9,816.00	10.71	4.04
		VIESCA	3,620.10	3.95	1.49
		SUMA	23,909.10		9.83
	E	VIESCA	10,782.60	11.76	4.43
		MAYRAN	9,669.00	10.55	3.98
SUMA		20,451.60		8.41	
TOTAL		91,675.00	100.00	37.70	

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA GEOGRAFICA E INFORMATICA.(INEGI)



Región Hidrológica 36

	U.N.A.M. Campus Acatlan	
Ingeniería Civil	Bazan Ortiz Avelino	
Cuencas Internas	Tesis Profesional Figura No-4	





	U.N.A.M. Campus Acatlan	
Ingeniería Civil	Bazan Ortiz Avelino	
Provincias Fisiográficas	Tesis Profesional	
	Figura No-6	

b.4) Río Saín Alto.

En total, tiene una cuenca de 1,250 km² y descarga al río Trujillo a 15 km al NE de Saín Alto o bien a 20 km al sur de Río Grande, Zac.

La cuenca de Saín Alto se origina en un parteaguas de posición aproximada N-S, que queda a 10 km al este de Sombrerete, Zac.

b.5) Río Aguanaval.

El Aguanaval principia su recorrido con una presa de almacenamiento, que se llama El Cazadero, situada en el límite de los municipios de Saín Alto y Río Grande, Zac.

Desde Cazadero a San Juan de Guadalupe el río recorre 135 km a lo largo del colector general, y por San Francisco, Zac., y a 30 km aguas arriba de San Juan de Guadalupe sale del estado de Zacatecas para continuar su camino dentro de Durango.

En el tramo que queda dentro de Zacatecas tiene varios afluentes. Son de mayor importancia los izquierdos que los derechos. Entre ellos el arroyo San Gil y Morteros, izquierdos y el arroyo El Tigre, derecho.

El Aguanaval recorre 30 km desde el límite entre Zacatecas y Durango para llegar a San Juan de Guadalupe, Dgo.

Arroyo Reyes. El primer afluente de importancia es el arroyo de Reyes, izquierdo, que entra al Aguanaval a 40 km aguas abajo de San Juan de Guadalupe; tiene una cuenca de sur a norte que en total mide 670 km².

Río Santiago. El río Santiago tiene un recorrido máximo, desde su origen, de 120 km y una cuenca total de 2,988 km². Nace en Zacatecas, pasa cerca de Miguel Auza, por Santa Clara, Dgo., por los poblados de Simón Bolívar y Ricardo Flores Magón.

Arroyo de Mazamitote. Inmediatamente a 2 km aguas abajo del río Santiago hay otra aportación izquierda constituida por el arroyo de Mazamitote cuya cuenca es alargada, orientada de SW a NE y tiene un desarrollo aproximado de 1,130 km².

Arroyo de Juan Eugenio, el Aguanaval recorre 16 km y se llega al poblado de Nazareno, Coah., a 10 km aguas abajo, al poblado de San Martín de la Cabaña, donde el Aguanaval termina su función de límite político entre Coahuila y Durango.

Para terminar con la descripción de esta cuenca debe mencionarse que esta laguna tiene, por el oriente, una cuenca propia de aproximadamente 9,600 km², ya que el parteaguas entre la Región Hidrológica No. 36 y la 37 se encuentra a 165 km al SE de Viesca, en lugares tan lejanos como Concepción del Oro, y Mazapil, en el estado de Zacatecas.

1.5 Flora y Fauna

A continuación se da una breve descripción de la flora y la fauna que existen en la región hidrológica en la tabla 1.5.1.

FLORA	FAUNA
<p>Matorral espinoso, mezquite, huisache, pinabate, chaparro, candelilla, guayule, palma, lechuguilla, maguey y gobernadora. plantas xerófilas.</p>	<p>Lagartija, víboras cascabel y coralillo, camaleón, coyote, zorrillo, venado, conejo, codorniz, liebre, faisán y gato silvestre. Leoncillo, puma, jabali, gato montes, tejón, zorra, codorniz, faisán, paloma, zenzontle, gorrión.</p>
<p>Ocotillo o albarda, maguey monso, palma zamandoca, sotol, mimbre, palo blanco, fresno, pino, cedro, oyamel y cactaceas.</p>	<p>León americano, oso palomino, ardillón, guajolote.</p>
<p>Flora típica desértica, pastizales y matorrales, Pitul, biznaga, tascate, Bosque de coníferas ; bejuncos, encinos, manzanitas</p>	<p>Oso negro y zorra norteña, mapache, zorra, codorniz escamosa, paloma guilota y paloma ala blanca.</p>
<p>Sabino, álamo, fresno y sauz, diversos tipos de cactus, matorrales, majasen, gobernadora.</p>	<p>Conejo, liebre, gato montes, puma, coyote, mapache, zorra, codorniz escamosa, paloma guilota y paloma ala blanca.</p>
<p>Bosques de vegetal arborea de clima templado y semifrio, biznaga roja, costilla de vaca.</p>	<p>Jabalí de collar, gato montes, coyote, zorra gris, mapache, codorniz escamosa, grulla gris, ganso frente blanca, patos.</p>
<p>Cenizo, cardenche, palma zacatecana, nopal y pasto, uña de gato, palmas,, engordacabre.</p>	

1.6 Cobertura vegetal.

La cobertura vegetal en esta región se distribuye de la siguiente forma: En la zona Oeste-Centro, correspondiente con los municipios del estado de Durango, se tiene grandes áreas de tipo matorral y pastizal con algunas áreas dedicadas a la agricultura.

En la zona centro, en los municipios correspondientes al estado de Coahuila, predominan las zonas de matorral, combinadas con zonas agrícolas.

En la zona sur correspondiente a los municipios de Zacatecas, predominan las zonas de pastizales.

La región 36 está poblada por vegetación del tipo: Pastizal, matorral bosque y chaparral, de los cuales las especies más representativas son:

CONCEPTO	NOMBRE LOCAL	UTILIDAD
Pastizal	Zacate banderilla	Forraje
	Zacate navajita	Forraje
	Zacate navajita velluda	Forraje
	Zacatón	Forraje
	Zacatón liendrilla	Forraje
	Mezquite	Madera
Matorral	Ocotillo	Madera
	Gobernadora	Medicinal
	Hojasén	Medicinal
	Nopal tapón	Forraje
	Huizache chino	Leña
Bosque	Pinabete	Industrial
	Pino colorado	Industrial
	Pino prieto	Industrial
	Pino real	Industrial
	Encino blanco	Leña
	Cedro	Madera
Chaparral	Lechuguilla	Industrial, fibras

Dentro de la R.H. 36 los cultivos mas representativos son:

NOMBRE LOCAL
Maíz
Frijol
Trigo
Cebada
Chile
Alfalfa
Sorgo
Manzana

El maíz y el frijol se cultivan en el ciclo verano-otoño, el trigo y la alfalfa se cultivan en el ciclo invierno-primavera, el sorgo se cultiva en el ciclo verano-otoño.

1.7 Vías de comunicación.

Carreteras

En el aspecto de comunicaciones la Región Hidrológica No. 36 se encuentra situada en la parte central del país, rodeada de importantes poblaciones Torreón-Gómez Palacio-Ciudad Lerdo.

Estas condiciones generan dentro de ella una red importante de caminos que en general cruzan por la Región Hidrológica No. 36 en sentido sur a norte con origen en ciudades de gran importancia como Guadalajara, México, D.F., y con destino a otras ciudades del norte, tales como Chihuahua, Monterrey, y también ejes de comunicación que van de este a oeste ligando ciudades a uno y otro de la región, tales como la línea Mazatlán-Tampico y Mazatlán-Matamoros.

Dentro de esta disposición esquemática se puede mencionar en el primer grupo la carretera federal No. 57, Zacatecas-Salttillo-Monclova-Piedras Negras.

También en esta categoría de caminos la carretera federal libre No. 49 que en el sentido sur a norte va de Juan Aldama-Torreón-Jiménez-Chihuahua y Ciudad Juárez.

Sin tener el desarrollo tan importante de las dos anteriores, también puede citarse la carretera federal libre No. 45, que de Durango va hasta Hidalgo del Parral y la No. 37 con origen en Durango y que se une hacia el noroeste con las ciudades de Canatlán, Santiago Papasquiari y Tepehuanes.

Todavía dentro de esta categoría se puede incluir la carretera federal libre No. 54, en su tramo Zacatecas-Salttillo.

Dentro de las comunicaciones englobadas en forma general en el segundo grupo se puede mencionar la combinación de la carretera federal libre No. 30 con la 40, que se une en un eje sensiblemente horizontal desde la presa Lázaro Cárdenas hasta Matamoros, con un lapso sucesivo por Mapimí, Torreón, San Pedro de las Colonias, Saltillo, Monterrey, Reynosa y Matamoros.

Hay todavía otro eje importante formado por la combinación de las carreteras 40 y 45, que con origen en Mazatlán pasa por Durango, Vicente Guerrero, Saín Alto y Fresnillo.

Finalmente, en sentido diagonal se puede mencionar la carretera No. 40 que desde Mazatlán va a Durango, Cuencamé, Gómez Palacio, Saltillo, hasta Matamoros, Tam.

Ferrocarriles

En forma que guarda cierto parecido con la distribución de las carreteras hay también varias líneas férreas importantes que cruzan la Región Hidrológica No. 36. Entre ellas destacan la línea México-San Luis Potosí, Monclova, Piedras Negras, que pasa hacia el oriente de la Región Hidrológica No. 36.

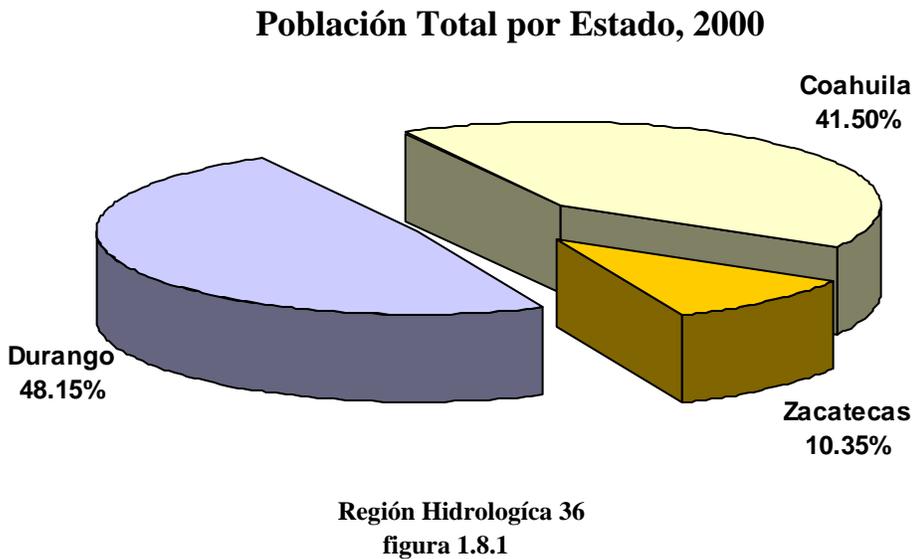
Hay otra línea que cruza directamente y que viene desde Aguascalientes, Zacatecas, Torreón, Jiménez, Chihuahua y llega hasta Ciudad Juárez.

Apoyados en estos grandes ejes hay numerosos ramales, como el de Torreón, Durango, Tepehuanes y principalmente dos ejes de dirección este-oeste, que son el de Torreón a Monterrey pasando por Ramos Arizpe y el de Torreón a Monterrey pasando por Saltillo.

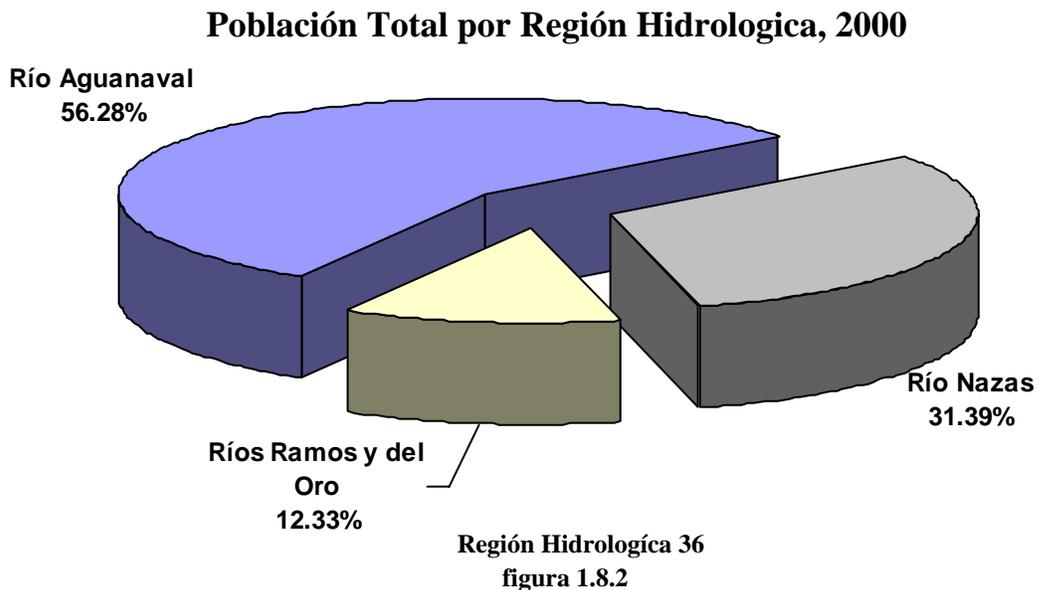
1.8 Aspectos socioeconómicos.

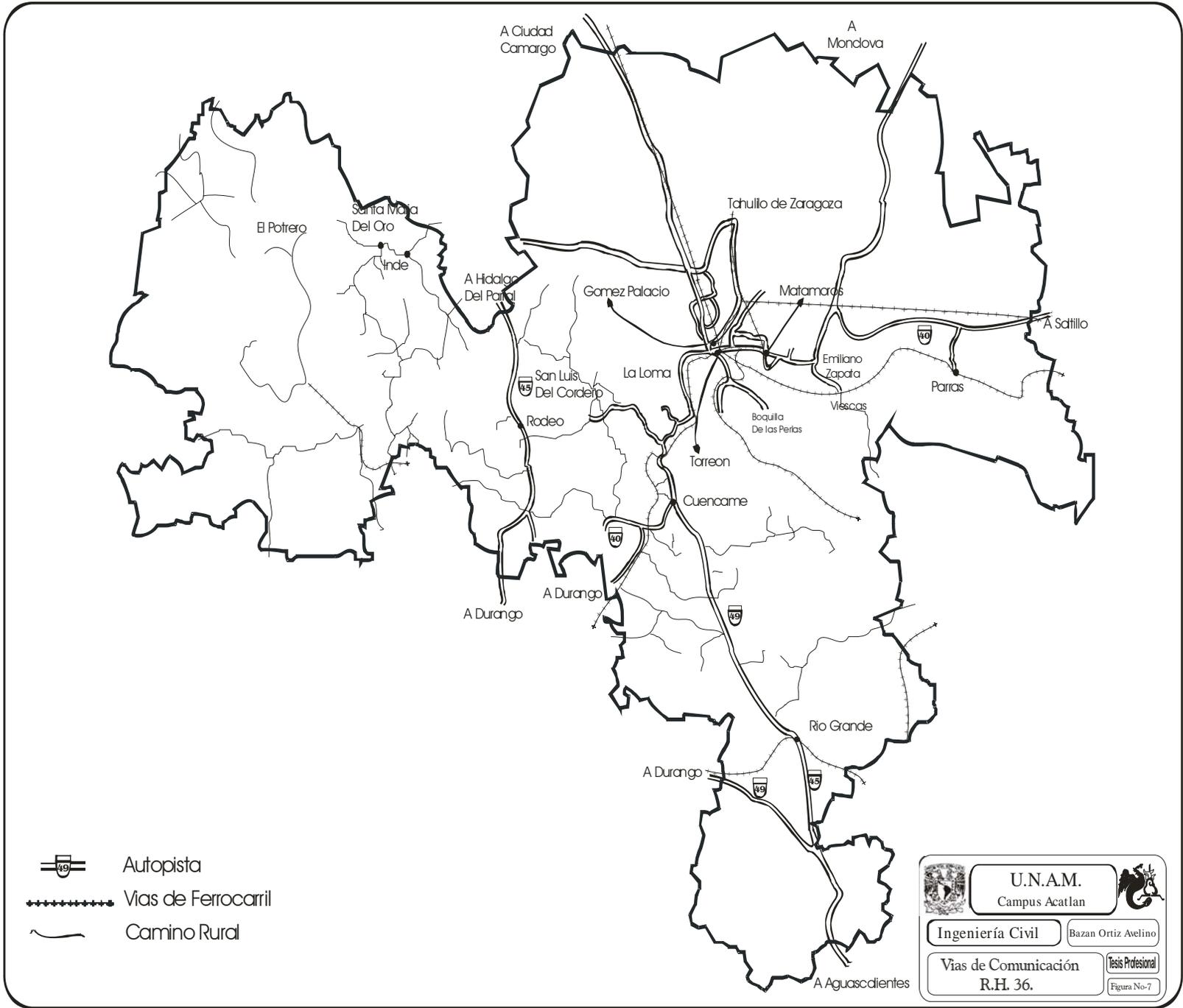
1.8.1 Población.

En la región 36 Nazas Aguanaval residían a finales del 2000 casi 1.42 millones de habitantes según los resultados del Censo de Población y Vivienda, 2000. En la porción del estado de Coahuila se Localizaba el mayor volumen de población con casi 683 mil individuos, (figura 1.8.1).



Según la división por regiones hidrológicas, en la región Nazas Aguanaval es la que aloja a la mayor población con 805,113 habitantes; (figura 1.8.2).







Región
Hidrológica 36

	U.N.A.M. Campus Acatlan	
Ingeniería Civil	Bazan Ortiz Avelino	
Municipios que forman la Comarca Lagunera	Tesis Profesional	Figura No-8

CAPITULO II

2. Recursos Hidráulicos.

En este capítulo se hace mención a los componentes del ciclo hidrológico así como las características que prevalecen de algunos acuíferos de la Región Hidrológica 36.

2.1. Clima.

2.1.1. Precipitación

En la región Hidrológica 36, los valores de lluvia más altos se localizan en las cuencas Salomé Acosta y Sardinas y en la zona sur la cuenca El Sauz, con valores entre 500 y 800 mm anuales.

Por lo que respecta a los valores de lluvia más bajos, se ubican en la zona noroeste, cuencas Bolsón Sur, Laguna de Mayrán y Laguna de Viesca, con rangos de 150 a 300 mm.

En el resto de la región predomina una lámina de lluvia de alrededor de los 400 mm de lluvia anuales. Estos datos se pueden observar en las tablas del anexo "A" así como en las graficas que se realizaron con estos datos.

2.1.2. Temperatura

En la zona de estudio se observan temperaturas que oscilan entre los 7 a 11°C en las cuencas Salomé Acosta y Sardinas. En las cuencas Palmito, Agustín Melgar y Cañón de Fernández la temperatura varía de 11 a 18°. En la zona Oriental, correspondientes a las cuencas Bolsón Sur, Laguna de hacia la zona sur, cuencas El Sauz, Cazadero, San Francisco y La flor. Se puede consultar los datos en el anexo "A".

2.1.3. Evaporación.

En las gráficas de evaporación que se encuentran en el anexo "A" se presentan las estaciones climatológicas utilizadas y los valores de evaporación, junto con las de temperatura, precipitación. Así como sus respectivas gráficas.

2.2. Aguas superficiales.

2.2.1. Red Hidrográfica.

En esta parte del estudio se presentan las principales corrientes de agua de cada región hidrológica mencionando sus principales características hidrológicas y morfológicas.

Descripción por región hidrológica, subregión hidrológica y municipio.

En esta descripción por municipios se mencionan algunos ríos y cuerpos de agua superficiales que no corresponden a la hidrografía de las regiones hidrológicas del estudio; pero se presentan para facilitar la descripción y porque parte de ellos se ubican dentro de municipios que corresponden a la superficie estudiada.

Región Hidrológica 36.

Presenta una hidrografía definida, constituida principalmente por dos ríos: el Nazas y el Aguanaval y sus diversos afluentes.

Hidrografía de Coneto de Comonfort, Dgo. Las aguas que bajan de las montañas, forman los diversos afluentes del arroyo de Coneto en el norte, y el de Nogales en el Sur, que lleva su caudal a San Juan del Río.

Hidrografía de Cuencamé, Dgo. Las aguas que bajan de las montañas confluyen principalmente en el Arroyo de Cuencamé y las de la región oriental se vierten a la presa Francisco Zarco que forman el lindero del estado de Durango con Coahuila en la parte norte, Aguanaval, que forman el lindero con el estado de Zacatecas por el sur.

Hidrografía de Guanaceví, Dgo. Por el norte provienen del municipio de San Bernardo, Dgo., los ríos Sextín y San Esteban, en la parte norte. En la porción oriente corre el río de el Zape que es afluente de el Oro, de la cuenca del Nazas, formándose un valle fluvial elevado a una altura media de 1,900 msnm. Del lado poniente, las aguas que bajan de las cumbres de la sierra, llegan a la cuenca del río Conchos, afluente del Bravo del Norte, y al río del Fuente que desemboca en el Pacífico, y más al sur se encuentran los afluentes de la quebrada de Huyapan origen del río Humayam, que se une al de Culiacán.

Hidrografía de Indé, Dgo. Por la parte central corre el arroyo del Tizonazo que se une al río de El Oro, en San Francisco de Palo Blanco, y juntos fluyen al río de Ramos en la hacienda del Rincón, para formar el río Nazas, el cual sirve de límite por el sur del municipio; asimismo cerca de esta confluencia se encuentra una de las boquillas de el Palmito, que actualmente forma parte de la obra hidráulica denominada presa Lázaro Cárdenas, con más de 200 millones de metros cúbicos de capacidad, y cuya función es regular las aguas del río Nazas.

Hidrografía de Nazas, Dgo. El valle de río Nazas recorre el municipio de poniente a oriente. Al penetrar en su territorio el río corre por una cañada estrecha hasta la desembocadura del arroyo de Covadonga, en donde comienza un valle fluvial con tierras planas que se extienden especialmente hacia el norte.

Hidrografía de el Oro, Dgo. En el centro de la llanura corre el río de el Oro, por el sur cruza su territorio el río de Ramos, que recibe como afluentes importantes: El río Bueno y el de Mojitomé y los de Casitas y Sardinias; El río de Ramos se une al de El Oro ya en territorio de Indé para formar el río Nazas y desembocar en la presa Lázaro Cárdenas y posteriormente recibir el nombre de Río Nazas.

Hidrografía de Peñón Blanco, Dgo. Por el centro del territorio corre el río de Covadonga o del Alamo, con un trayecto de sur a norte, que tiene su origen el arroyo de Peñuelas; cuyas primeras aguas las produce un manantial; sus afluentes principales son: el arroyo de Temporales y el río de Peñón Blanco, que baja de la sierra de Gamón. La unión del río del Alamo con el de Peñón Blanco forma el río del Peñón, llamado también de Covadonga, su curso es de sur a norte y afluye al río Nazas en el lugar llamado Las Adjuntas, siendo uno de los afluentes más importantes que el Nazas en la parte baja de su curso.

Hidrografía de Rodeo, Dgo. El municipio está cruzado por los ríos Nazas y San Juan del Río además del arroyo de Coneto que nace en la sierra y pasa por el pueblo del que toma su nombre.

Hidrografía de San Bernardo, Dgo. El río Del Oro, penetra a esta entidad y la recorre longitudinalmente recibiendo las aguas del río Matalote que a su vez recibe las del arroyo de Muñoz, cuyo curso se le reconoce como el lindero del municipio de Ocampo.

Hidrografía de San Juan del Río, Dgo. El municipio cuenta con el valle fluvial del río de San Juan que se desliza por el centro, en medio de extensas planicies . Este río cuenta con dos afluentes como son el de San Lucas que baja de la sierra de Coneto y el de Potreritos que vienen de la sierra de Gamón.

Hidrografía de San Luis del Cordero, Dgo. Recorre sus terrenos el arroyo antiguamente denominado Boca del Cobre, hoy de Naicha, que nace en los cerros de Pañoles y en la meseta de la Zarca, pasa por la cabecera municipal y desemboca en el río Nazas.

Hidrografía de San Pedro del Gallo, Dgo. Los arroyos que se forman tienen poca importancia por su pequeño tamaño y fluyen en lo general hacia el río de Boca de Cobre también llamado arroyo de Naicha del vecino municipio de San Luis del Cordero.

Hidrografía de Santiago Papasquiaro, Dgo. Los ríos que van al océano pacífico tienen un largo recorrido, mientras que los que bajan del Valle de Santiago son de corto curso; entre los primeros citamos como principales los que forman el río o quebrada de San Gregorio, que son los arroyos de San Nicolás y de Torreón. Además, bajan al río de Tepehuanes y los arroyos de Tovar y de Fragoso. En su vertiente oriental descienden de la sierra para confluir en el río de Santiago Papasquiaro, el arroyo de los Pachones y de Tagarete, que se une en el lugar en que se levanta la cabecera de la municipalidad y pasa por los importantes pueblos de Gárame de Arriba y de Abajo. El río de Santiago corre de sur a norte desde su nacimiento en la cumbre de la sierra.

Hidrografía de Tepehuanes, Dgo. Cruzan al municipio el río de Tepehuanes así como innumerables arroyos que nacen en las faldas de la sierra Madre Occidental.

Subregión Hidrológica 36B: Río Nazas.

Hidrografía de Gómez Palacios, Dgo. La zona Hidrográfica se localiza en el tramo comprendido entre los límites con el municipio de Lerdo y la llamada Boca de Calabaza, No cuenta con ningún otro arroyo de aguas permanentes; el que baja de El Sarnoso por el punto llamado Dinamita, es de carácter torrencial.

El canal de Tlahualilo riega pocas tierras del municipio de Gómez Palacio, pues la mayor parte de ellas son regadas por el canal de Sacramento.

Hidrografía de Lerdo, Dgo. El río Nazas es el principal recurso hidrológico del municipio, ya que a lo largo de su curso riega grandes extensiones de tierra de cultivo que hacen posible su gran producción agrícola y frutícola, además del creciente número de pozos profundos que ayudan a elevar el nivel de las tierras cultivables.

Hidrografía de Tlahualilo, Dgo. Es una región desértica, carece de aguajes y no hay posibilidad de encontrar agua subterránea para consumo humano, la única región poblada es la que fue el lecho de la laguna de Tlahualilo.

Subregión Hidrológica 36C: Río Aguanaval.

Hidrografía de Matamoros, Coah. Entra por el sur el río Nazas-Aguanaval, proveniente del municipio de Viesca; sale de Matamoros por el este para volver a entrar a Viesca; fluye por el norte el río Nazas-Torreón, el cual sale de Matamoros para entrar por el suroeste de San Pedro de las Colonias.

Hidrografía de Torreón, Coah. El río Aguanaval entra por el sur del municipio, desplazándose hasta el oeste, sirviendo como límite estatal entre Coahuila y Durango. El río Naza-Aguanaval se localiza en el norte del municipio y también llega a servir como límite con el estado de Durango; este río se emplea para irrigar a la zona agrícola más importante de la entidad: ambos ríos son los únicos en México que no desembocan en el mar, sino en la formación de lagunas, de ahí el nombre de Comarca Lagunera.

Hidrografía de Viesca, Coah. Entra por el noroeste el río Nazas-Torreón, el cual se desplaza por todo el norte de Viesca hasta llegar a Parras a la altura de Villas de Bilbao. En el sur está el río Aguanaval proveniente del estado de Durango, el cual hace su recorrido por todo el límite del municipio con Durango, hasta los límites con Torreón.

Hidrografía de Simón Bolívar, Dgo. El Territorio del municipio es cruzado por los ríos Santiago o Santa Clara y el del Saucito ó Mazamitote, ambos afluentes del Aguanaval.

Hidrografía de Santa Clara, Dgo. Pasa el río de Santiago que también se conoce como río Santa Clara. Hay dos corrientes pluviales que recorren estos terrenos y el río Santa Clara. En sus riveras están las fincas de San Marcos y San Antonio de La laguna que cuenta con presas y obras de riego de sus tierras, aprovechando el agua del río mencionado.

Hidrografía de Melchor Ocampo, Zac. En este municipio no hay corrientes de agua superficial, solo existen algunos arroyos que en muy pocas ocasiones llevan agua, debido a la baja precipitación pluvial de la región. El abastecimiento de agua para uso doméstico se hace de algunos abrevaderos y ollas de agua; en algunas comunidades por medio de norias a cielo abierto, en las cuales llega a agotarse el líquido.

Hidrografía de Juan Aldama, Zac. En este municipio no se encuentra corrientes de importancia y los arroyos que existen tienen caudal únicamente en la temporada de lluvias; hay dos manantiales llamados: La Pila y Ojo de Agua. Su infraestructura hidráulica es de pozos para uso agrícola y bordos para abrevadero.

Hidrografía de Francisco R. Murguía, Zac. Este municipio se encuentra enclavado en la cuenca del río Aguanaval y sus corrientes superficiales son únicamente en época de lluvia. Su infraestructura hidráulica la componen la presa de Cieneguilla, con capacidad de 6,000,000 m³, la de Mérida con 11,000,000 m³; Mogotes, con 2,000,000 m³ y Malpaso con 5,650,000 m³. Cuenta con pozos para uso agrícola.

Hidrografía de Saín Alto, Zac. El río Saín Alto que nace en la sierra de Chapultepec y pasa por la cabecera municipal de sur a oriente, es el principal caudal de aguas superficiales en este municipio; asimismo en una de sus márgenes hay manantiales de agua termales a una distancia de 5 kilómetros de la cabecera municipal; la infraestructura hidráulica es de pozos profundos para uso agrícola, asimismo cuenta con presas en la comunidad de Cantuna y Cazaderos en los límites con el municipio de Río Grande. Tiene un almacenamiento total de 30, 950,000 m³; cuenta con un vertedero de 145 m de longitud para una carga de 3.62 m³/s.

Hidrografía de Ríos Grande, Zac. La hidrografía está compuesta por el río Aguanaval, el Río Grande y demás escurrimientos, afluentes del primero, mismo que atraviesa el municipio con corrientes de sur a norte, procedente del municipio de Fresnillo. En los límites con Saín Alto se aprovechan las corrientes de aguas en la presa el cazadero. El aprovechamiento de aguas subterráneas se encuentra ubicado en la cuenca media del río Aguanaval, la cual esta sobré explotada. La infraestructura hidráulica es de 34 pozos profundos para uso agrícola y benefician a una superficie de 1, 170,56 ha, y pozos para uso de abrevadero. Sus presas son Loreto, con una capacidad de 4, 400,000 m³, aprovecha la corriente del arroyo Tetillas y beneficia 560 has.; Presa Progreso, de una capacidad de 935,000 m³ beneficia 100 ha; presa El Cazadero, de una capacidad de 10, 000,000 m³, la corriente aprovechada es del río Aguanaval.

Hidrografía de Miguel Auza, Zac. En este municipio se encuentra el río Santiago, que procede de la sierra Santa María, en el que desembocan corrientes de arroyo menos caudalosos como el Santa Ana, La Plata y Derramadero. Existen además los manantiales de Santa María; cuenta con tres pozos para uso agrícola.

Descripción por cuencas Hidrológicas.

A continuación se describen las Cuencas Hidrológicas. Indicando los estados y municipios que participan en ellas, se indican dos nombres, el primero basado en la división que hace INEGI en su carta Hidrográfica de aguas superficiales.

a) *Cuenca Hidrológica RH36A-A. Río Nazas-Torreón.*

Se encuentra en el estado de Durango, y está integrada por los municipios de Cuencamé, Dgo., Nazas. Dgo., Peñon Blanco, Dgo. Y San Pedro del Gallo, Dgo.

Se encuentra el río Sextín-Nazas y la presa Francisco Zarco.

b) *Cuenca Hidrológica RH36A-B. Río Nazas-Rodeo.*

Se encuentra en el estado de Durango y está integrada por los municipios de Coneto de Comonfort, Dgo., S. Luis del Cordero, Dgo., San Juan del Río, Dgo. Y San Pedro del Gallo, Dgo.

Se encuentra el río Sextín-Nazas.

c) *Cuenca Hidrológica RH36A-C. Presa Lázaro Cárdenas.*

Se encuentra en el estado de Durango y está integrada por los municipios de El Oro, Dgo., Guanaceví, Dgo., Indé, Dgo., San Bernardo, Dgo., Santiago Papasquiario, Dgo. Y Tepehuanes, Dgo. Se encuentra los ríos Sextín-Nazas, Santiago-Ramos y Tepehuanes; y la presa Lázaro Cárdenas.

d) *Cuencas Hidrológicas RH36A-D. Río Aguanaval.*

Está en el estado de Durango en el municipio de Cuencamé, Dgo.

No se encuentran cuerpos de aguas superficiales importantes.

e) *Cuenca RH36B A. Río Nazas-Torreón.*

Se encuentra en el estado de Durango y está integrada por los municipios de Gómez Palacio, Dgo., Lerdo, Dgo. Y Tlahualilo, Dgo.

Se encuentra el río Nazas-Sextín y la presa Francisco Zarco.

f) *Cuenca Hidrológica RH36B D. Río Aguanaval.*

Está en estado de Durango en el municipio de Lerdo, Dgo.

Se encuentra el río Nazas-Sextín.

g) *Cuenca Hidrológica RH36B E. Laguna de Mayrán y Viesca.*

Está en el estado de Coahuila, en el municipio de Parras, Coah.

Se encuentran los ríos Nazas y Aguanaval y la presa La Lagunilla.

h) *Cuenca Hidrológica RH36C A. Río Nazas-Torreón. .*

Se encuentra en el estado de Coahuila y está integrada por los municipios de Matamoros, Coah. Y Torreón, Coah.

Se encuentra el río Nazas.

i) *Cuenca Hidrológica RH36C D. Río Aguanaval.*

Está integrada por los estados de Coahuila, Durango y Zacatecas, y por los municipios de Matamoros, Coah., Torreón, Coah., Viesca, Coah., General Simón Bolívar, Dgo., Santa Clara Dgo., Francisco R. Murguía, Zac., Juan Aldama, Zac., Miguel Auza, Zac., Río Grande, Zac., Saín Alto, Zac.

Se encuentra el río Aguanaval en Coahuila y Zacatecas; el río San Francisco en Zacatecas; y las presas El Cazadero y Santa Rosa en Zacatecas.

j) *Cuenca Hidrológica RH36C E. Laguna de Mayrán y Viesca.*

Está integrada por los estados de Coahuila y Zacatecas, y por los municipios de Viesca, Coah. y Melchor Ocampo, Zac.

Se encuentran los ríos Nazas y Aguanaval y la presa La Lagunilla en Coahuila.

2.3. Aguas Subterráneas.

En la región Hidrológica 36, es de fundamental importancia las aguas de origen subterráneo. La fuente básica de esta agua la constituyen los acuíferos que a continuación se mencionan sus principales características.

2.3.1. Acuíferos

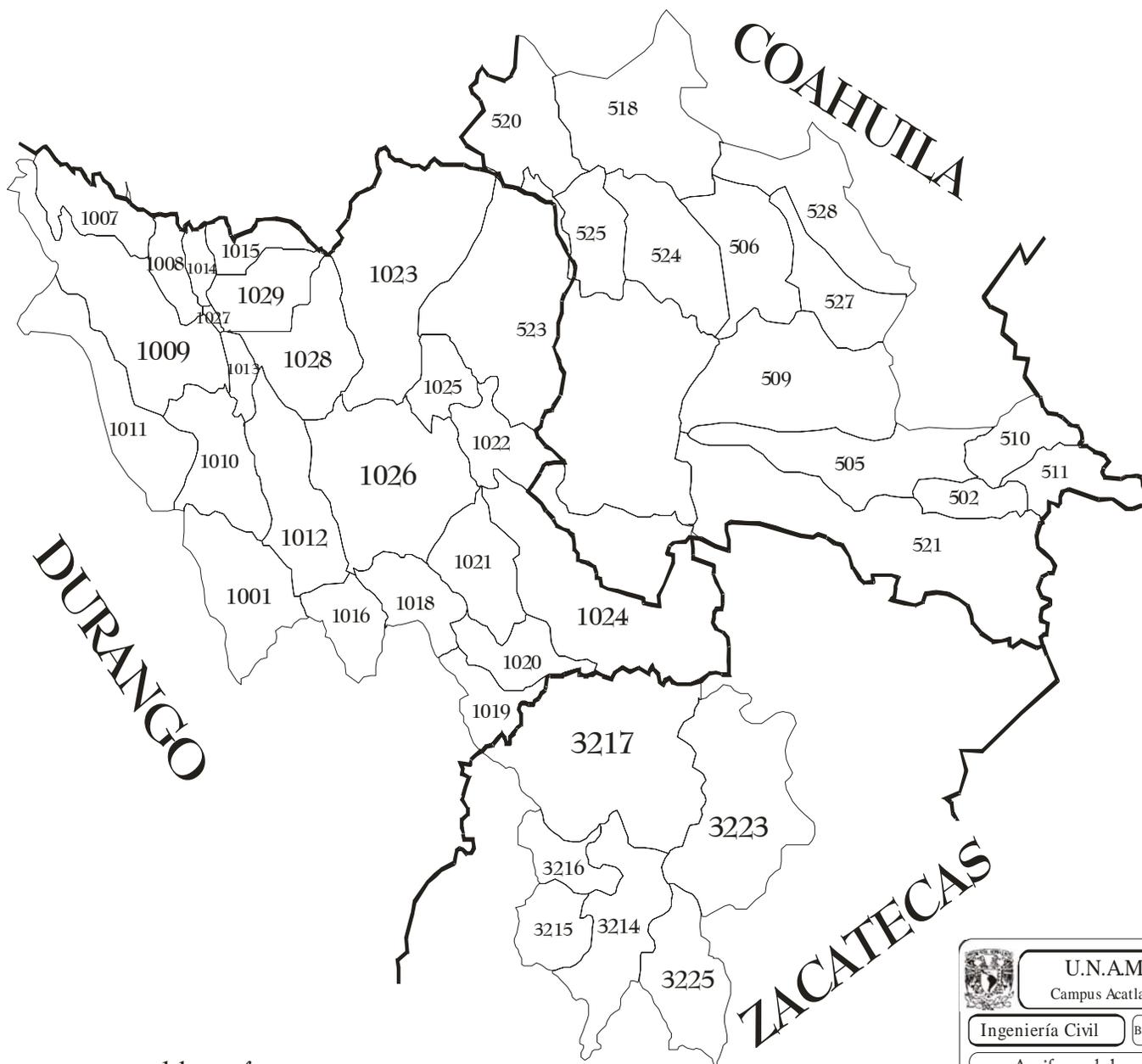
Se encuentran 42 acuíferos en la región hidrológica 36, 14 en el estado de Coahuila; 22 en el estado de Durango y 6 en el estado de Zacatecas. Pero de los 42 acuíferos no hay datos de su situación.

La superficie de los acuíferos suma un total de 45 298.70 km², con un volumen de extracción anual de 2, 349.74 Mm³, y una recarga anual de 1, 842.41Mm³, de lo que resulta un volumen disponible de -507.33 Mm³: Aunque este valor significa que no hay disponibilidad, de los 25 existentes en esta región tienen una disponibilidad de 101.10 Mm³ por año, pero uno de ellos, el acuífero principal reporta por sí sólo un déficit de -396.49 Mm³.

Los volúmenes extraídos por uso en esta región son: 1,951.41Mm³ para uso agrícola, 248.89 Mm³ para uso público-urbano, 148.43 Mm³ para uso industrial y 1.01 Mm³ para otros usos.

ACUÍFEROS DE LA REGIÓN HIDROLÓGICA 36			
ESTADO	CLAVE	NOMBRE	NUMERO
COAHUILA	502	CAÑON DEL DERRAMADERO	1
	505	GENERAL CEPEDA-SAUCEDA	2
	506	EL HUNDIDO	3
	509	LA PAILA	4
	510	SALTILLO-RAMOS ARIZPE	5
	511	REGIÓN MANZANERA-ZAPALINAME	6
	518	LAGUNA EL COYOTE	7
	520	LAGUNA DEL REY-SIERRA MOJADA	8
	521	SALTILLO SUR	9
	523	PRINCIPAL-REGION LAGUNERA	10
	524	ACATITLA	11
	525	LAS DELICIAS	12
	527	VALLE DE SAN MARCOS	13
	528	CUATROCIENEGAS	14
DURANGO	1001	VALLE DE SANTIAGUILLO	1
	1007	PROVIDENCIA	2
	1008	CABRERA-OCAMPO	3
	1009	MATALOTES-EL ORO	4
	1010	SAN JOSE DE NAZARENO	5
	1011	GALEANA-QUEMADO	6
	1012	LA VICTORIA	7
	1013	BUENOS AIRES	8
	1014	TORREON DE CAÑAS	9
	1015	SAN FERMIN	10
	1016	SAN JUAN DEL RIO	11
	1018	PEÑON BLANCO	12
	1019	CUAUHTEMOC	13
	1020	SANTA CLARA	14
	1021	PEDRICEÑA-VELARDEÑA	15
	1022	VILLA JUAREZ	16
	1023	CEBALLOS	17
	1025	NAZAS	18
	1026	VICENTE SUAREZ	19
	1027	CABRERA	20
	1028	LA ZARCA-REVOLUCION	21
	1029	REVOLUCION	22
ZACATECAS	3214	AGUANAVAL	1
	3215	ABREGO	2
	3216	SAIN ALTO	3
	3217	EL PALMAR	4
	3223	GUADALUPE DE LAS CORRIENTES	5
	3225	CALERA	6

FUENTE: COMISION NACIONAL DEL AGUA.(CNA)



3217 Numero del Acuífero.

	U.N.A.M. Campus Acatlan	
Ingeniería Civil	Bazan Ortiz Avelino	
Acuíferos de la R.H.36.		Tesis Profesional Figura No 9

2.3.2. Región Lagunera.

Situación actual de los acuíferos.

El agua subterránea en la región Lagunera se almacena en 8 acuíferos (Principal, Villa Juárez, Ceballos, Nazas, Aguanaval, Vicente Suárez, Acatitla y Las Delicias) de los cuales 4 se localizan en el estado de Durango, 3 en el estado de Coahuila y uno en el estado de Zacatecas.

Son acuíferos libres, constituidos en material granular, con un área total de 23974 km², estos son explotados por 3200 aprovechamientos subterráneos, por medio de los cuales se extraen 950 millones de m³, la recarga se estima en tan solo 616 millones de m³, por lo que existe en déficit de 334 millones de m³.

Sin embargo cabe mencionar que durante el año 2000 la recarga de los acuíferos disminuyó en gran parte debido a la sequía que predominó en el norte del país.

La sobre explotación de estos acuíferos ha traído como consecuencia el descenso del nivel estático y el deterioro de la calidad del agua subterránea.

La red de monitoreo piezométrico esta integrada por 327 pozos piloto, los cuales son revisados 2 veces por año.

De acuerdo con la información piezométrica con que se cuenta, durante el periodo 1975-2000 el nivel estático ha descendido en promedio 8.18 m y la profundidad para el año 2000 por municipios es la siguiente:

Edo. de Durango	Prof. N.E.(m.)
Gómez Palacio	79.05
Lerdo	11.20
Tlahualilo	62.66
Mapimi	69.11
Nazas	22.46
Simón Bolívar	23.76

Prof. N.E.=Profundidad del Nivel Estático

Edo. Coahuila	Prof. N.E.(m.)
Torreón	80.31
S. Pedro c.	42.24
Fco. I. Madero	70.37
Matamoros	87.11

Prof. N.E.=Profundidad del Nivel Estático

Acuífero Principal

Es un acuífero libre constituido por material granular, cuenta con un área aproximada de 14,000km². Es explotado por 1958 aprovechamientos subterráneos por medio de los cuales anualmente se extraen 670 Mm³; la recarga se estima en 273.51 Mm³, por lo que existe un déficit de 396.49 Mm³.

Este un acuífero sobre explotado, tiene un descenso promedio anual en el nivel estático de 0.56 mts. de acuerdo a lo observado en los últimos 29 años. Durante el período Septiembre 1999-Septiembre 2000 el descenso del nivel estático fue de 0.87 mts.

Este acuífero cuenta con una red de monitoreo piezométrico integrada por 161 pozos piloto, los cuales son monitoreados 2 veces por año.

Este valle cubre totalmente el municipio de Matamoros en el estado de Coahuila, Gómez Palacio en el estado de Durango y en forma parcial los municipios de Torreón, San Pedro de las Colonias, Fco. I. Madero y Viesca en el estado de Coahuila, así como Tlahualilo y Lerdo en el estado de Durango, se encuentra en rocas sedimentarias y en muchos casos mezclada con rocas evaporíticas, esto propicia que el agua se encuentre contaminada en forma natural, principalmente por carbonatos, bicarbonatos, sulfatos y en algunos casos puntuales por nitratos y metales pesados.

⇒ Calidad del agua.

Para la evaluación de la calidad del agua se han seleccionado parámetros que nos dan un panorama para definir el grado de concentración de sustancias extrañas en el agua de la región Lagunera, Dicha evaluación se ha enfocado principalmente por cada acuífero existente en esta comarca. Se han obtenido resultados de análisis de 133 pozos piloto, que son monitoreados en la región, con una frecuencia de muestro de 4 veces por año. También en esta evaluación se incluye la calidad del agua de los principales sistemas operadores de agua potable.

Las características de calidad del agua de este acuífero son heterogéneas. Desde principios de los años 70's se tiene el antecedente de la presencia de arsénico en el agua, principalmente en las zonas norte y noroeste de la gran llanura de la región Lagunera, y se ha evidenciado en la salud de algunos pobladores rurales en esas áreas, lo que ha motivado el inicio de estudios tendientes a conocer las problemáticas que se ha generado en la región.

En el municipio de Torreón, que es la parte suroeste del acuífero la calidad del agua es buena, medianamente dura, baja en sales por su contenido de sólidos disueltos, conductividad y arsénico que cumple con las normas de calidad del agua para uso potable, de ahí es que en este municipio que colinda con los municipios de Gómez Palacio y Lerdo fue decretada como zona de agua potable por su calidad.

En los municipios de Viesca, San Pedro, norte de Matamoros, norte de Fco. I. Madero, norte de Gómez Palacio y Tlahualilo son aguas que se consideran altas en sales por su conductividad eléctrica además de que son aguas sulfatadas y en la parte norte caracterizada por su contenido de arsénico con concentraciones de hasta 0.027 mg/l. Este dato esta dentro del limite establecido por la norma NOM-127-SSA1-1994, que establece que su limite permisible del asénico para consumo humano es de 0.05 mg/l.

Acuífero Villa Juárez.

Es un acuífero libre constituido por material granular, cuenta con área aproximada de 600 km^2 , es explotado por 448 aprovechamientos subterráneos por medio de los cuales anualmente se extraen 78 Mm^3 ; la recarga se estima en 78 Mm^3 .

Es un acuífero en equilibrio, su principal fuente de recarga es el agua que año con año circula a través del río Nazas, la profundidad promedio del nivel estático para el año 2000 es de 25.61 mts.

Este acuífero cuenta con una red de monitoreo piezométrico integrada por 55 pozos piloto, los cuales son monitoreados 6 veces por año.

Esta zona se localiza en el municipio de Lerdo en el estado de Durango.

⇒ Calidad del agua.

En un principio se había desarrollado la hipótesis de que la concentración de nitrógeno como nitrato en el agua era producto de la actividad ganadera, por los establos que se encuentran en la zona del municipio de Lerdo. El motivo de la contaminación es por la profundidad de la extracción que en algunos casos llega hasta los 150 y 200 metros. Este acuífero considerado de manera general con concentraciones de sólidos disueltos de 57 a 2348 mg/l, baja de arsénico y como contaminante característico de esta zona, es pH (potencial de hidrógeno, en unidades de pH) con un máximo contenido de 6.69 unidades.

Acuífero Ceballos.

Es un acuífero libre, constituido por material granular, cuenta con un área aproximada de 1826 km^2 , es explotado por 346 aprovechamientos subterráneos, por medio de los cuales anualmente se extrae un volumen de 104 Mm^3 y la recarga se estima en 48 millones de m^3 , por lo que existe un déficit de 56 Mm^3 .

Es un acuífero sobre explotado, cuenta con una red de monitoreo piezométrico integrado por 30 pozos pilotos, los cuales se monitorean 2 veces por año.

El descenso promedio anual del nivel estático es de 0.50 mts.

En el año 2000 el descenso de este nivel fue de 1.13 mts.

Este acuífero se ubica en la parte noroeste del municipio de Mapimí y norte de Tlahualilo en el estado de Durango.

⇒ Calidad del agua.

Por lo general el agua de este acuífero es de mala calidad por el contenido de sales, los cuales tienen concentraciones de sólidos disueltos totales arriba de 2,500 mg/l, en términos generales el agua de este acuífero se considera salobre, contiene altas concentraciones de sulfatos (1859 mg/l), en la parte norte del acuífero existen concentraciones de arsénico de hasta 0.3736 mg/l, las características físico químicas del agua la clasifican como no apta para el abastecimiento público urbano.

Contiene durezas totales de 520 a 2080 mg/l, concentraciones de cloruros de 46 a 220 mg/l, pH de 6.66 a 7.39 unidades.

Acuífero Nazas

Es un acuífero libre, constituido por material granular, cuenta con un área aproximada de 600 km², es explotado por 218 aprovechamientos subterráneo, por medio de los cuales anualmente se extraen un promedio de 32 Mm³, la recarga se estima en 50 Mm³.

Este acuífero cuenta con una red de monitoreo piezométrico integrada por 10 pozos piloto, los cuales se monitorean 2 veces por año. Este acuífero se ubica dentro de los municipios de Nazas, Rodeo, San Luis Del Cordero, y San Pedro Del Gallo en el estado de Durango; este último dentro de una zona de libre alumbramiento. Es un acuífero subexplotado.

⇒ Calidad del agua.

El agua de este acuífero se considera de regular a buena, ya que en la parte cercana al río Nazas, se encuentran concentraciones de sólidos disueltos totales de 922 mg/l y en las zonas de las sierras concentraciones de hasta 7580 mg/l, también se caracteriza por el bajo contenido de arsénico en el agua que es de 0.001 a 0.019 mg/l.

Acuífero Aguanaval.

Es un acuífero libre, constituido por material granular, cuenta con un área aproximada de 4000 km², es explotado por 124 aprovechamientos subterráneo por medio de los cuales anualmente se extrae un volumen de 36 Mm³, la recarga se estima en 30 Mm³, por lo que existe en déficit de 6 Mm³.

Es un acuífero sobre explotado, durante el periodo 1975-2000 el nivel estático se ha recuperado 1.55 mts. La profundidad de este nivel para 2000 es de 56.92 mts.

Este acuífero cuenta con una red de monitoreo piezométrico integrada por 34 pozos pilotos los cuales son monitoreados 2 veces por año.

Este acuífero se ubica en los municipios de Simón Bolívar, San Juan de Guadalupe y parcialmente Lerdo en el estado de Durango, así como parcialmente Torreón y Viesca en el estado de Coahuila.

⇒ Calidad del agua.

Este acuífero presenta características de calidad regulares, ya que contiene agua alta en sales, llegando al límite de salobres, es un agua muy dura por su contenido de carbonatos y bicarbonato de calcio, también es un agua sulfatada por su contenido de sulfatos (1758 mg/l), es bajo su contenido de arsénico y se puede utilizar para abastecimiento público en relación a este parámetro, por lo demás se requieren remover las sales para bajar sus concentraciones.

Acuífero Vicente Suárez.

Es un acuífero libre, constituido por material granular, cuenta con un área aproximada de 500 km², es explotado por 54 aprovechamientos subterráneos por medio de los cuales anualmente se extraen 13 Mm³.

Durante el periodo de 1975-2000 el nivel estático se ha recuperado 2.45 mts. La profundidad actual al nivel estático es de 53.05 mts y el descenso durante el año 2000 es de 1.08 mts. Este acuífero cuenta con una red de monitoreo piezométrico integrada por 12 pozos piloto, los cuales son monitoreados 2 veces por año. Este valle se localiza en la parte sur del municipio de Mapimí, en el estado de Durango. Es un acuífero sobre explotado.

⇒ Calidad del agua.

No existe información precisa de este acuífero sobre de el tema.

Acuífero Acatitla.

Es un acuífero libre, constituido por material granular, cuenta con un área aproximada de 648 km², es explotado por 28 aprovechamientos subterráneo, por medio de los cuales anualmente se extraen un promedio de 6 Mm³, la recarga se estima en 20 Mm³.

Este acuífero se ubica dentro del municipio de Francisco I. Madero, en el estado de Coahuila. Es un acuífero sobre explotado.

⇒ Calidad del agua.

No existe información precisa de este acuífero sobre de el tema.

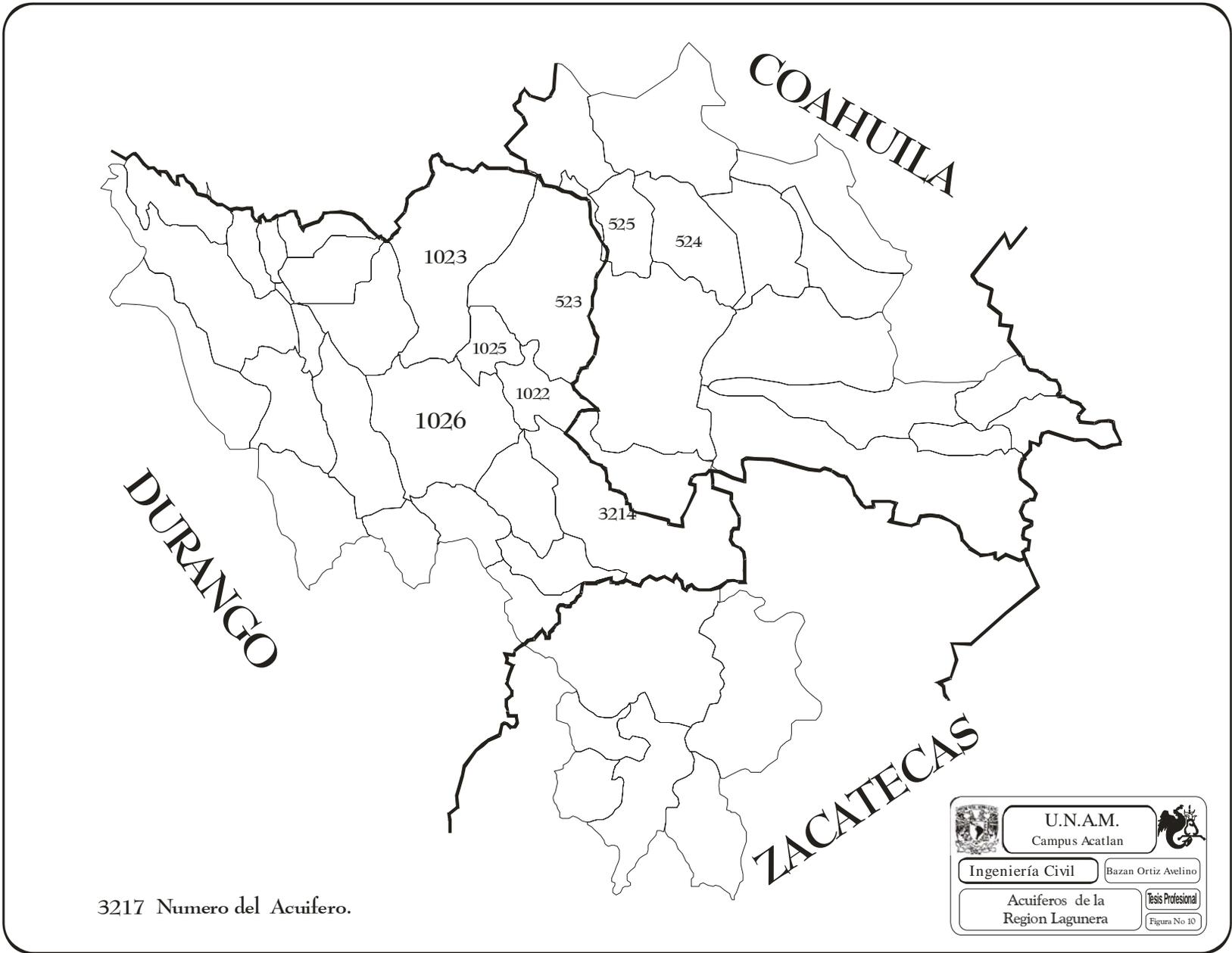
Acuífero Las Delicias.

Es un acuífero libre, constituido por material granular, cuenta con un área aproximada de 1800 km², es explotado por 29 aprovechamientos subterráneo, por medio de los cuales anualmente se extraen un promedio de 11 Mm³, la recarga se estima en 2.5 Mm³.

Este acuífero se ubica dentro del municipio de San Pedro, en el estado de Coahuila. Es un acuífero sobre explotado.

⇒ Calidad del agua.

No existe información precisa de este acuífero sobre de el tema..



Evolución Geohidrológica.

Región Lagunera.

Durante las últimas cinco décadas, la renovación acuífera se ha modificado por la acción del hombre (desarrollo agrícola, urbanización y extracción de agua subterránea) y por causas naturales (inundación y sequías extremas), que han influido en la disponibilidad y calidad en el recurso hidráulico.

La sobreexplotación se ha manifestado desde el año de 1955 y su recarga natural es de 616 Mm³ anuales, lo que provoca el abatimiento de los niveles estáticos y dinámicos del acuífero regional y su posterior agotamiento.

El acuífero más importante de la región es el acuífero principal; antes del auge en el desarrollo agrícola (fines de la década de los 30's) la recarga era natural por medio de la infiltración de los escurrimientos en los flancos montañosos y los cauces de los ríos Nazas y Aguanaval y aportaciones subterráneas de los valles adyacentes de la llanura.

La descarga natural del acuífero tenía lugar por evaporación en las depresiones lacustres, donde los niveles freáticos afloraban en los lagos permanentes de Viesca, Mayrán, Laguna Seca y Tlahualilo, así como por transpiración de la vegetación nativa abundante en las fajas fluviales.

Con el auge en la agricultura de los años 40, debido a la creación del Distrito de Riego 017 "Región Lagunera" se crearon obras de infraestructura hidroagrícola, se modificó el régimen hidrológico de la cuenca, algunas de las cuales afectaron al Acuífero Principal. Por una parte la alimentación que recibía a lo largo del cauce del Nazas fue desapareciendo gradualmente, conforme se fueron regulando y derivando los escurrimientos superficiales al Distrito; por otra, la red de canales y el riego poco tecnificado, en aquel entonces, se convirtieron en nuevas fuentes de recarga.

La combinación de estos procesos fue favorable para la renovación del acuífero, que desde el inicio de la agricultura en gran escala hasta principios de la década de los 60, recibió una alimentación mucho mayor que la recarga natural: se estima que en ese lapso dicha alimentación llegó a ser del orden 600 Mm³/año, y fue generada principalmente por la pérdida en los canales y por infiltración de excedentes de riego.

Durante la década de 40's se perforaron cerca de 3,000 pozos agrícolas de gran escala en el intervalo de 1940-60 se perforaron cerca de 3,000 pozos; consecuentemente creció el volumen de agua extraído del subsuelo hasta alcanzar en 1958 un máximo estimado de 1500 Mm³/año. En los años siguientes la explotación disminuyó gradualmente, debido a que muchos pozos fueron inutilizados por el rápido descenso de los niveles del agua; luego en el lapso de 1970-80, las extracciones se estabilizaron alrededor de los 900 Mm³/año. En los programas de uso eficiente y de medidas de control más estrictas, hasta llegar a su valor actual estimado en unos 670 Mm³/año.

Desde mediados de la década de los años 50, la extracción del agua subterránea rebasó con mucho la recarga del acuífero, dando lugar al vaciado gradual del almacenamiento subterráneo. A pesar de las vedas que se implantaron en los años 1949, 1952, 1958 y 1968, para preservar al Acuífero Principal, los efectos perjudiciales derivados de la sobreexplotación crecieron progresivamente en forma incontrolada, agravando cada vez más la economía regional.

El efecto inmediato fue el descenso progresivo de los niveles del agua. En 1940, estos se encontraban a menos de 10 cm de la superficie del terreno en las porciones bajas de la llanura; ahora están de 40 m a más de 110 m. En el lapso de 1941-1995 se provocaron abatimientos entre 40 m y 90 m, registrándose los mayores en Matamoros, Fco. I. Madero y Torreón, donde el bombeo está más concentrado.

La rehabilitación del Distrito de Riego, realizada en 1963-1972, vino a modificar nuevamente las condiciones geohidrológicas en la llanura, pero ahora en forma totalmente adversa para el acuífero. En efecto, con el

revestimiento de más de 1,000 km. de canales, la compactación de los terrenos de cultivo y la tecnificación del riego, se redujo drásticamente las pérdidas por conducción y los excedentes de riego; como consecuencia, a partir de 1972 la descarga del acuífero quedó reducida a unos 300-350 Mm³/año.

A su vez, el abatimiento de los niveles originó efectos colaterales. El agua ha tenido que extraerse a profundidades cada vez mayores, en la actualidad los niveles dinámicos se encuentran en algunas áreas a profundidades hasta de 140 m.; un sinnúmero de pozos fueron afectados inutilizados, haciendo necesaria su profundización, reposición o equipamiento con motores de mayor potencia; se ha provocado el asentamiento de la superficie del terreno, con manifestaciones muy aparatosas en el borde sur occidental de la llanura, donde se observan grietas de gran tamaño.

A fines de las décadas de los años 80, se emprendieron acciones tendientes a la estabilización y recuperación del acuífero, incluyendo la protección de la fuente de agua potable, la reglamentación de las extracciones de aguas subterráneas, pruebas de recarga artificial y la adecuación gradual del manejo del acuífero, entre otros.

Extracción del Agua Subterránea.

Según datos de archivos de reportes técnicos realizados por la gerencia de aguas subterráneas (1978), Consultivo Técnico de IMTA (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.1989), se menciona que el sistema acuífero en la región Lagunera recibe una recarga que representa una tercera parte del volumen estimado en extracción por bombeo de 1,200 Mm³ anuales, sin embargo se menciona también que la recarga del acuífero pudiera ser solo del orden de 100 Mm³ anuales, siendo el volumen restante proveniente del retorno de riego en el área del distrito 017, se estima un volumen de recarga de 350 Mm³ con una extracción total de bombeo de 670 Mm³, lo cual muestra un volumen sobre explotado de 320 Mm³.

Por otra parte es relevante el impacto de la actual sequía en los almacenamientos de las presas. Lo que ha reducido drásticamente los escurrimientos a través del lecho del río Nazas, por debajo del volumen anual promedio de 1,100 Mm³ destinados a cubrir la demanda a los ciclos agrícolas del distrito 017.

La tabla siguiente muestra la extracción por uso:

Uso	No. Pozos	Volumen extraído Mm ³	%
Agrícola	1583	543.57	81.13
Doméstico-Pecuario	151	2.90	0.43
Pub.-Urb.-Recreativo	155	88.36	13.19
Industrial	69	35.17	5.25
Total	1958	670	100

Profundidad del nivel estático.

Para el análisis estadístico del comportamiento hidrodinámico del acuífero principal, se consideró un arreglo cronológico representativo el cual marca eventos importantes en la variación de su régimen hidráulico, reseñándose de la manera siguiente.

Año de 1941.- La extracción por bombeo es baja debido al funcionamiento natural del río Nazas observándose los niveles estáticos más someros de 5 mts. hacia los depósitos de cauce del río Nazas e incrementándose hacia las zonas lacustres en el área comprendida entre Gómez Palacio y Bermejillo y

laguna de Mayrán con profundidades hasta de 10 mts. exceptuando la región de Francisco I. Madero donde el nivel estático oscila entre 4 y 5 m., en contraste con niveles de entre 15 y 25 m. en el área de Matamoros y Viesca, Coah.

Año de 1963.- La extracción por bombeo se acentúa con el incremento en la perforación de pozos y el comportamiento hidrodinámico del acuífero guarda relación directa con el bombeo. En estas condiciones, se definen tres conos de abatimientos importantes, localizados en el área de Bermejillo con 40 m. de profundidad en el nivel estático, otro en el área de Francisco I. Madero- Tlahualilo con profundidades entre 40 y 45 m. y un tercero hacia la porción sur de Matamoros con profundidades de nivel estático de 60 a 65 m. Cabe mencionar que para estas fechas ya había sido construida la presa Lázaro Cárdenas con una capacidad disponible de 3,655.95 Mm³ iniciando su almacenamiento en el año de 1946.

Año de 1986.- La extracción por bombeo tiene un fuerte incremento y se hacen mas notables los descensos en los niveles por bombeo en las zonas de los tres conos de abatimiento arriba mencionados.

En el correspondiente al área de Francisco I. Madero-Tlahualilo, los niveles estáticos fluctúan entre 50 a 80 m. En el área de Matamoros de 100 m., y en la zona que comprenden la porción de Torreón, Gómez Palacio y Bermejillo la profundidad del nivel estático alcanza los 110 m., en contraste con estos conos de abatimiento se tiene el área de San Pedro de las colonias Coah. Donde la profundidad del nivel estático fluctúa entre 5 y 10 m, asociándose probablemente a salidas de flujo regional independiente al sistema subterráneo de la llanura aluvial en la región Lagunera.

Cronológicamente, para estas fechas ya se había concluido la construcción de la presa Francisco Zarco (Las Tórtolas) localizada a 45 km al sureste de la Cd. de Torreón, Coah., con una capacidad disponible de 336 Mm³ y cuya finalidad es la de regular los volúmenes derivados a través del río Nazas desde la presa Lázaro Cárdenas, adicionalmente como parte del programa de rehabilitación a la comarca Lagunera, se realizó el revestimiento de canales que modificaron la conducción y el tránsito de volúmenes de agua, que en otro tiempo se conducían sobre el lecho natural del río Nazas y canales secundarios, siendo esto un factor importante que impactó en la reducción de la infiltración del río al subsuelo y por lo tanto a la recarga del acuífero principal de la comarca Lagunera.

Año de 1990.- Se incrementó mayormente la extracción por bombeo, persistiendo el descenso en los niveles de bombeo en las 3 áreas con conos de abatimiento ya reconocidos.

Hacia la porción Noro-Oriental de la zona concurvada de Torreón-Gómez Palacio los niveles estáticos fluctúan entre 80 y 100 m. Hacia la porción oriental de Francisco I. Madero los niveles varían entre 80 y 90 m. y hacia la población sur de Matamoros los niveles fluctúan entre 120 y 130 m.

Año de 2000.- Los tres conos de abatimiento se constituyen como notables megadepresiones, a las cuales se asocian numerosos hundimientos y agrietamientos periféricos efectos de la sobreexplotación por bombeo de pozos y para el caso del área de Francisco I. Madero, ya se tienen evidencias de contaminación arsenical y los niveles estáticos alcanzan los 131.4 m., así mismo en el área de Matamoros-Viesca los niveles estáticos alcanzan valores máximos de 137.62 m.(marzo de 1996) y los valores de arsénico, que en el año de 1990

rebasan la norma para consumo humano de 0.005 mg/lit, se estima que en estas fechas se haya rebasado también la norma establecida para riego de 0.1 mg/lit., recomendándose en lo inmediato un monitoreo para análisis de metales pesados que confirme o descarte tal premisa, en cuanto al tercer cono en el área de Torreón-Laguna Seca, el nivel estático máximo alcanzado los 102.02 m.

Para estas fechas, ya se había tenido el evento extraordinario de tránsito de avenidas de los excedentes de almacenamiento de la presa Francisco Zarco, lo cual permitió realizar experimentos de recarga artificial desde el lecho del río Nazal al acuífero reflejándose en una recuperación de los niveles de bombeo básicamente en los pozos aledaños al propio cauce.

Elevación del Nivel Estático.

Del análisis de la configuración de las elevaciones de niveles estáticos de diciembre de 1990 y marzo de 2000 se puede observar lo siguiente:

Año de 1990.- Persisten las tres megadepresiones, que inciden en la dirección de flujo subterráneo regional con dirección preferente SW-NE para modificarse en flujos radiales hacia dichas megadepresiones en las NW de Matamoros, NE de Gómez Palacio-Torreón SE de Matamoros, Coah.

Se definen dos domos piezométricos, el primero al norte de Gómez Palacio y el segundo al sureste de Torreón de donde se infiere una recarga vertical ascendente proveniente probablemente de las aportaciones del acuífero calizo, se incluyen además algunas zonas de recarga lateral del valle desde el acuífero calizo en las sierras de Vinagrillo y Mapimi, además de la que se manifiesta al norte de la sierra de San Lorenzo.

Evolución del Nivel Estático.

Para estimar la evolución del nivel estático, se tomó como base la información de archivo de estudios previos realizados, destacando, el estudio geohidrológico realizados por S.A.R.H. en el año de 1986.

Los datos de la evolución de nivel estático se resumen a continuación.

Periodo 1941-1986.- Descenso en el nivel estático que fluctúan entre 10 y 95 m. en un periodo de 45 años, con abatimientos medios anuales entre 0.22 y 2.11 m., siendo más notable en la zona de alta concentración por bombeo asociados a los conos de abatimiento en las áreas de Francisco I. Madero, Torreón y Matamoros siendo la evolución de los niveles estáticos en este periodo de 50, 80 y 95 m. respectivamente.

Periodo 1986-1990. - Los descensos de los niveles estáticos en los tres conos de abatimiento reconocidos, son variables siendo de 5 m. en la zona comprendida entre Bermejillo, Sierra de Mapimi, Gómez Palacio Dgo. y torreón, Coah., respectivamente, lo cual muestra evoluciones promedios anuales de 1.25, 5.0 y 7.5 m. respectivamente.

Por otro lado hacia las zonas aledañas orientales de la Sierra de Vinagrillo, Noas y Jimulco se manifiestan evoluciones negativas de hasta 20 m. con promedios anuales de 5 m.

Periodo 1990-2000.- Los descensos de los niveles estáticos en los tres conos de abatimientos, arriba mencionados son de 24.70 m. en la zona de Francisco I. Madero, de 7.62 m. en la zona de Matamoros y 13.80. en la zona del noreste de Torreón, Bermejillo, Sierra de Mapimi y Gómez Palacio Dgo., lo cual muestra evoluciones promedio anuales de 1.4, 1.2, 1.27 y 2.3 m. respectivamente.

De lo anterior expuesto se desprende que los mayores descensos en los niveles de bombeo se asocian a las zonas de mayor concentración de pozos de uso agropecuario. Siendo relevante el abatimiento en los niveles de bombeo en las zonas agrícolas cercanas a la zona conurbada de Torreón, Gómez y Lerdo. En donde se tiene la zona de reserva de agua potable, la cual recibe una recarga importante de agua subterránea proveniente de la zona del Paleocauce del río Nazas y aportaciones del acuífero calizo de los frentes montañosos de las Sierras de Jimulco y las Noas.

Por otro lado, la sobre explotación a la que ha sido sujeto el acuífero, ha incidido en los altos costos por bombeo que implica extraer agua subterránea a profundidades mayores a los 160 m. Haciendo selectivo su aprovechamiento a sectores que puedan amortizar los costos de inversión del bombeo tales como los usuarios industriales y de uso agropecuario, restringiendo su aprovechamiento para los usos agrícolas comunes.

2.3.3. Evolución de los niveles de agua.

Para estudios de la evolución de los niveles de agua que han experimentado los acuíferos de la Región, se graficaron algunos registros de los niveles estáticos y dinámicos realizados en algunos pozos ubicados en los siguientes acuíferos:

Acuífero	R.H	Estado
Villa de Juárez	36	Dgo.
Ceballos	36	Dgo.
Nazas	36	Dgo.
Oriente Aguanaval	36	Dgo.
Vicente Suárez	36	Dgo.
Acatita	36	Coah.
Las Delicias	36	Coah.

En estas gráficas se observa que en el caso del acuífero Villa Juárez, se presenta un ascenso en los niveles estáticos registrados. De 1975 a 1995 se tiene un incremento de 5 metros. En Cambio en el acuífero Ceballos se ha presentado en el mismo periodo un descenso continuo, llegando a un decremento de aproximadamente 19 m.

Por lo que respecta a los otros 5 acuíferos de la relación anterior, mantienen su nivel estático, experimentando en esos 20 años aumentos y descensos pero sin sufrir una variación importante en su nivel original.

A continuación se muestran las graficas niveles estáticos y dinámicos de los diferentes acuíferos.

Localización=Municipio de Lerdo, Durango
 Area= 600 km²
 Vol. Extraccion anual=78 millones de m³
 Vol. Recarga= 78 millones de m³
 Fecha de veda: 6 de Diciembre de 1958 y 17 de abril de 1965.

Año	Nivel estático	Nivel dinámico	Gasto
1975	-30.95	-49.07	31.00
1976	-31.98		33.00
1977	-30.71	-56.66	50.00
1978	-30.00	-48.59	57.00
1979	-25.93	-55.83	51.00
1980			51.00
1981			53.00
1982			43.00
1983			40.00
1984			
1985	-19.20	-46.15	51.00
1986	-19.14	-45.65	45.00
1987	-15.53	-46.36	44.00
1988	-11.60	-44.77	38.00
1989	-12.05	-40.04	42.00
1990	-17.85	-36.25	40.00
1991	-20.19	-34.66	39.00
1992	-21.81	-34.09	40.00
1993	-20.81	-29.98	39.00
1994	-19.98	-33.31	41.00
1995	-25.61	-34.50	37.00
Evolución	5.34	14.57	6.00
Pozos piloto	55	55	55

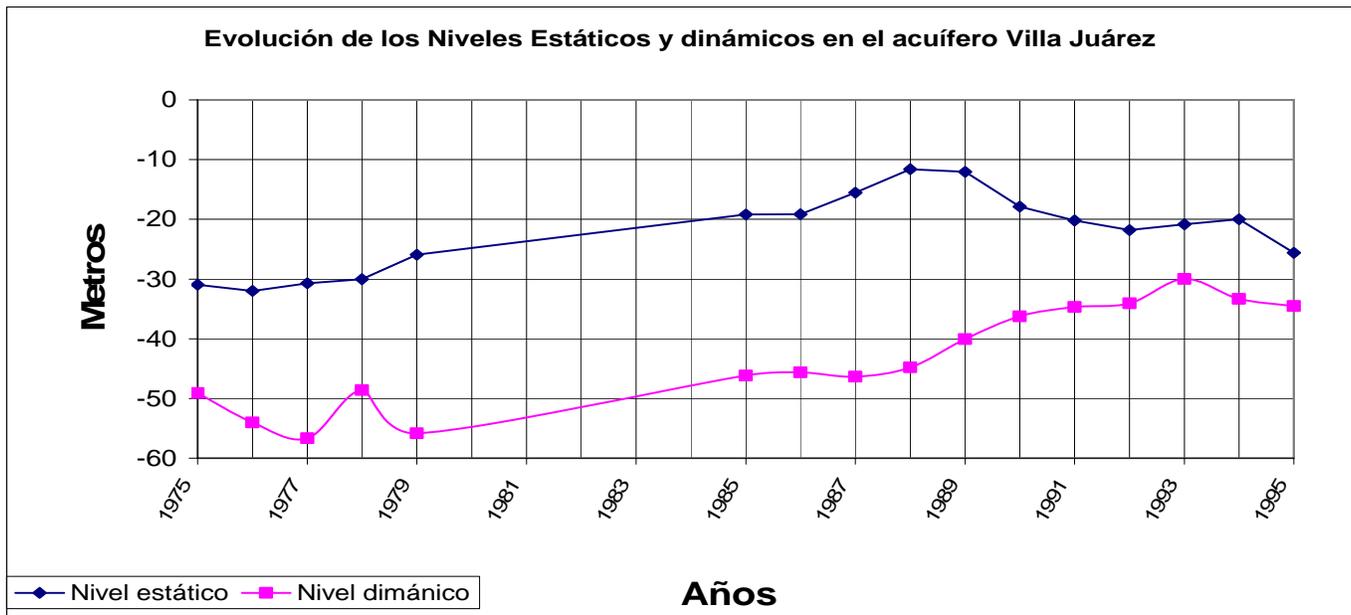


Fig.2.3.1

Localización=Municipios de Mapimi y Tlahualilo, Durango
 Area= 1,826 km²
 Vol. Extracción anual=104 millones de m³
 Vol. Recarga= 48 millones de m³
 Fecha de veda:28 de Octubre de 1952 y 17 de abril de 1965.

Año	Nivel estático	Nivel dinámico	Gasto
1957	-48.52	-63.98	
1958	-50.02	-54.00	
1959	-50.50	-56.66	
1960	-52.66	-48.59	
1961	-52.53	-55.83	
1962	-52.60	-46.15	
1963	-53.36		
1964	-53.45		
1965	-53.95		
1966	-54.52		
1967	-55.41		
1968	-55.94		
1969	-58.72		
1970	-56.40	-67.34	
1971	-58.52		
1972	-58.00	-71.21	
1973			
1974	-59.00	-72.35	
1975	-60.53	-72.20	
1976	-60.70	-72.04	
1977	-60.33		
1978	-58.56	-77.30	
1979	-61.87	-75.96	
1980	-64.44	-76.59	
1981	-63.49		
1982	-65.81	-82.91	
1983	-67.03	-72.60	
1984	-68.11	-82.06	
1985	-66.29	-80.14	
1986	-68.48	-82.10	
1987	-66.61	-80.59	
1988	-72.42	-83.00	
1989			
1990			
1991			
1992	-64.00	-84.66	
1993	-64.92	-79.56	
1994	-67.02	-79.92	
1995	-68.15	-87.27	
Evolución	19.63	23.29	0.00
Pozos piloto	30	30	30

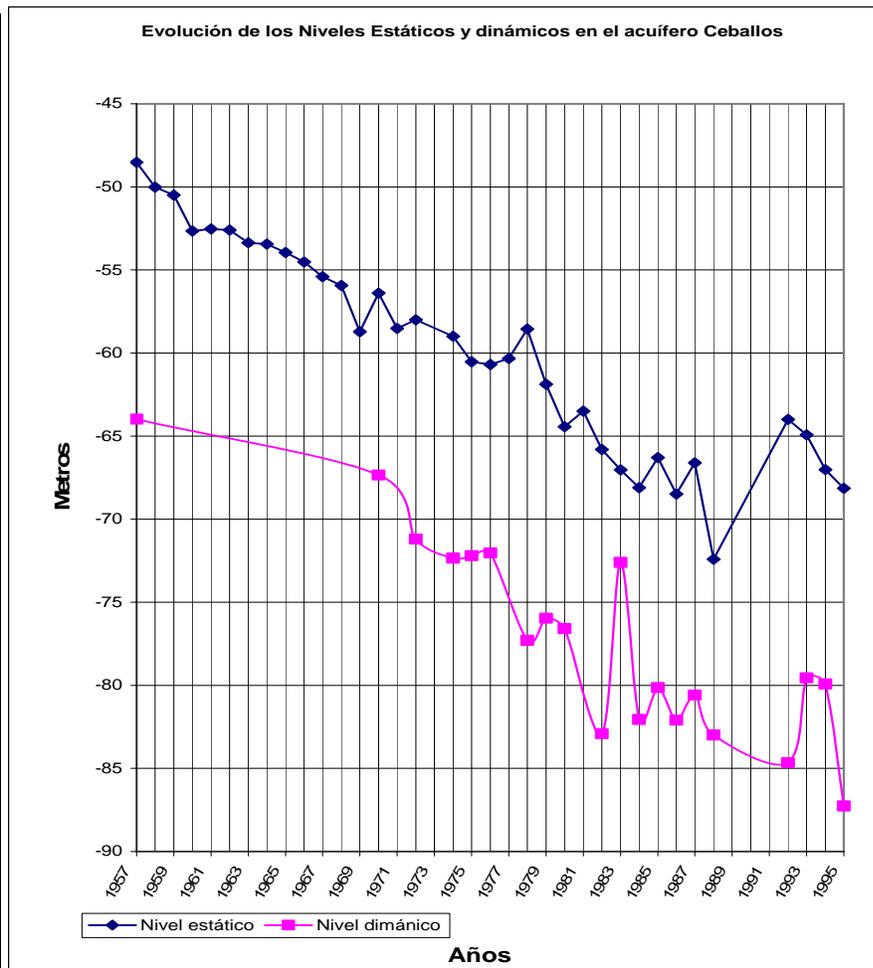


Fig.2.3.2

Localización=Municipios de Nazas, Rodeo, San Luis del Cordero y San Pedro del Gallo, Durango

Area= 600 km²

Vol. Extracción anual=32 millones de m³

Vol. Recarga= 50 millones de m³

Fecha de veda: 27 de marzo de 1981.

Año	Nivel estático	Nivel dinámico	Gasto
1975	-24.89		
1976	-22.18		
1977	-20.18	-32.84	
1978	-19.03	-30.00	
1979	-21.00	-29.44	
1980	-21.03	-28.73	
1981	-18.88	-37.15	
1982	-21.47	-43.93	
1983	-19.39	-50.00	
1984	-22.19	-51.00	
1985	-19.78	-52.11	
1986	-15.97	-39.93	
1987	-21.25	-41.70	
1988	-15.75	-45.96	
1989	-16.00	-43.00	
1990	-13.15	-42.72	
1991	-18.60	-30.09	
1992	-17.50	-47.45	
1993	-21.49	-46.94	
1994	-19.30	-31.57	
1995	-22.46	-29.76	
Evolución	2.43	29.76	0.00
Pozos piloto	10	10	10

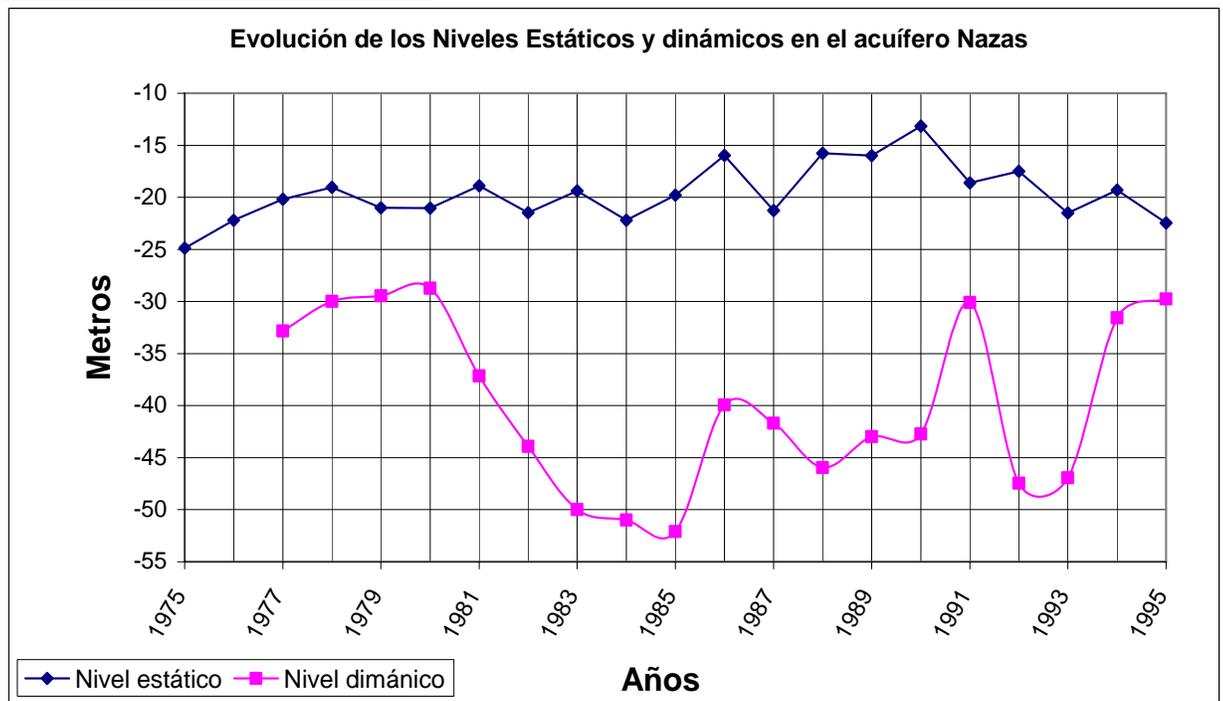


Fig.2.3.3

Localizaci Municipios de Simón Bolívar, San Juan de Guadalupe y Lerdo, Durango; Municipios de Torreón y Viesca, Coahuila.

Area= 4,000 km²

Vol. Extraccion anual=36 millones de m³

Vol. Recarga= 30 millones de m³

Fecha de veda: 17 de Abril de 1965 y 27 de Marzo de 1981.

Año	Nivel estático	Nivel dinámico	Gasto
1975	-58.47		
1976	-57.74		
1977	-57.58		
1978	-55.54		
1979	-58.63		
1980	-54.80	-62.47	
1981	-57.29	-73.02	
1982	-58.29	-85.24	
1983	-57.62	-76.82	
1984	-53.93	-70.33	
1985	-58.53	-61.50	
1986	-58.42	-73.21	
1987	-50.05	-79.20	
1988	-55.83	-79.08	
1989	-57.95	-77.02	
1990	-59.97	-75.96	
1991	-62.09	-74.91	
1992	-57.82	-76.32	
1993	-57.72	-63.12	
1994	-56.34	-66.25	
1995	-56.92	-79.65	
Evolución	1.55	79.65	0.00
Pozos piloto	34	34	34

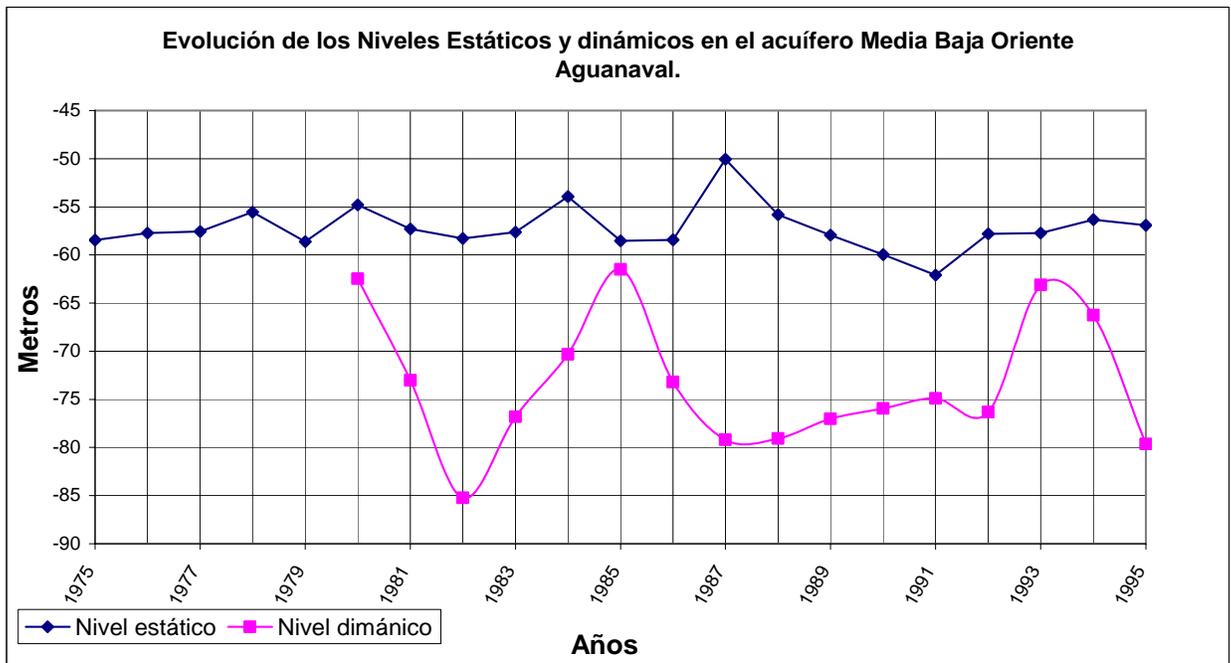


Fig.2.3.4

Localización=Municipio de Mapimi, Durango
 Area= 500 km²
 Vol. Extracción anual=13 millones de m³
 Vol. Recarga= 10 millones de m³
 Fecha de veda: 17 de abril de 1965.

Año	Nivel estático	Nivel dinámico	Gasto
1975	-55.50		
1976	-56.03		
1977	-53.20	-66.73	
1978	-55.94	-62.00	
1979	-51.32	-60.00	
1980	-41.72	-58.00	
1981	-43.77	-56.80	
1982	-47.70	-64.31	
1983	-47.18	-63.20	
1984	-47.24	-61.53	
1985	-48.49	-58.37	
1986	-44.76	-66.69	
1987	-45.83	-65.30	
1988	-42.86	-67.31	
1989	-45.10	-66.00	
1990	-48.70	-64.23	
1991	-46.34	-71.07	
1992	-47.39	-64.66	
1993	-46.30	-59.95	
1994	-51.97	-68.54	
1995	-53.05	-67.35	
Evolución	2.45	0.62	0.00
Pozos piloto	12	12	12

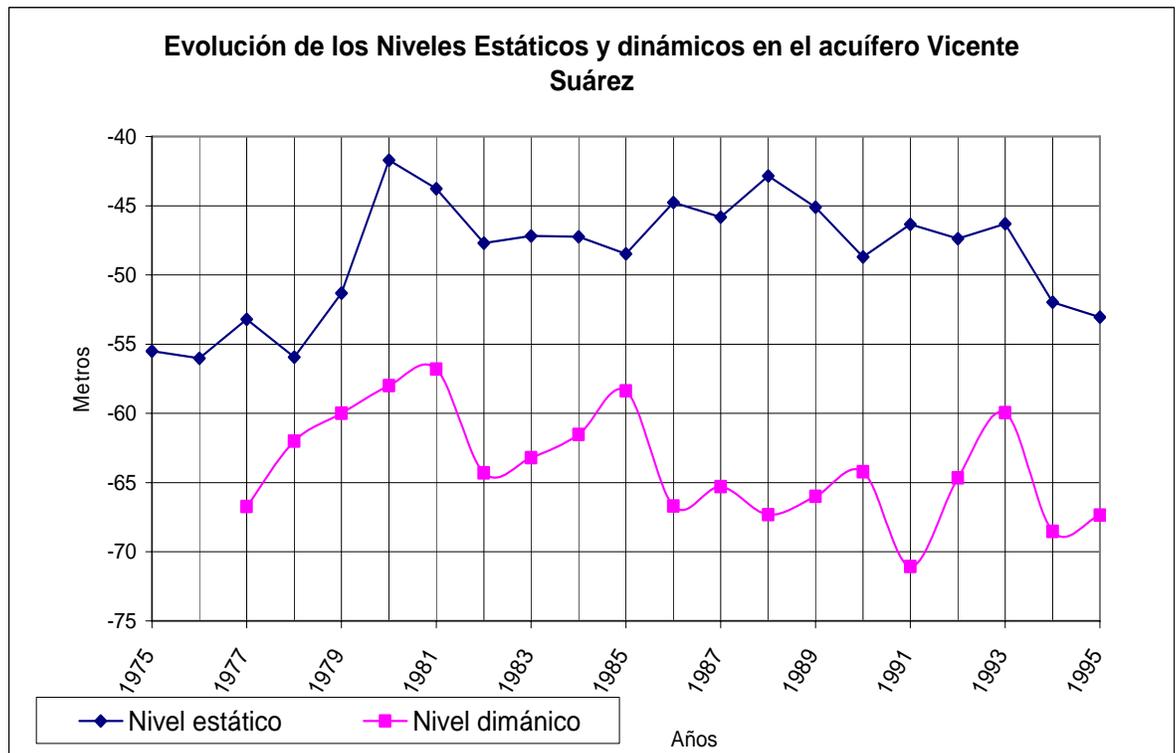


Fig.2.3.5

Localización=Municipios de Francisco I. Madero, Coahuila
 Area= 648 km²
 Vol. Extracción anual=13 millones de m³
 Fecha de veda:28 de Octubre de 1962

Año	Nivel estático	Nivel dinámico	Gasto
1993	-62.96	-81.00	
1994	-68.05	-81.00	
1995	-66.10		
Evolución	3.14		0.00
Pozos piloto	7	7	7

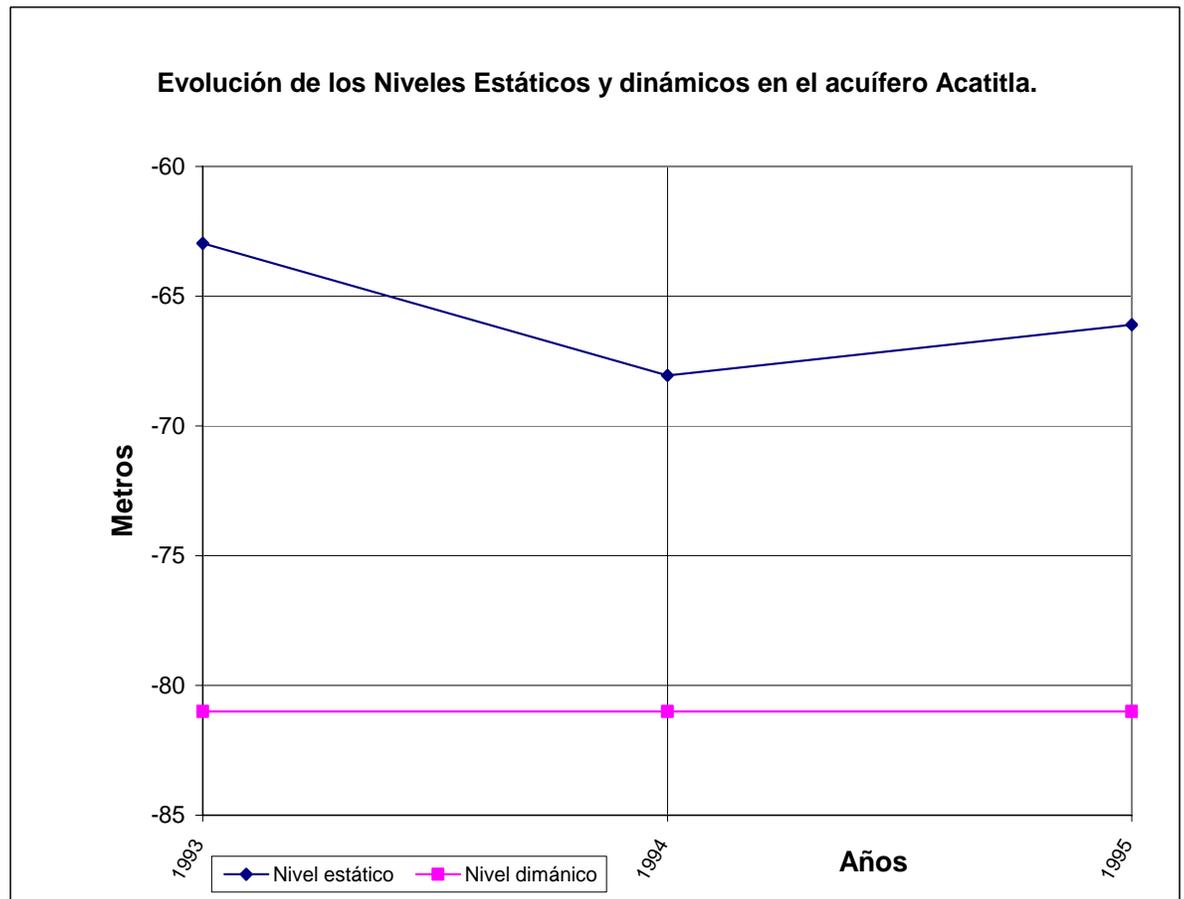


Fig.2.3.6

Localización=Municipios de San Pedro, Coahuila

Area= 1,800 km²

Vol. Extraccion anual=11 millones de m3

Fecha de veda:28 de Octubre de 1962 y 17 de abril de 1965.

Año	Nivel estático	Nivel dinámico	Gasto
1993	-41.73	-47.18	35.00
1994	-41.64	-48.67	41.00
1995	-42.41		38.00
Evolución	0.68	2.24	3.00
Pozos piloto	18	18	18

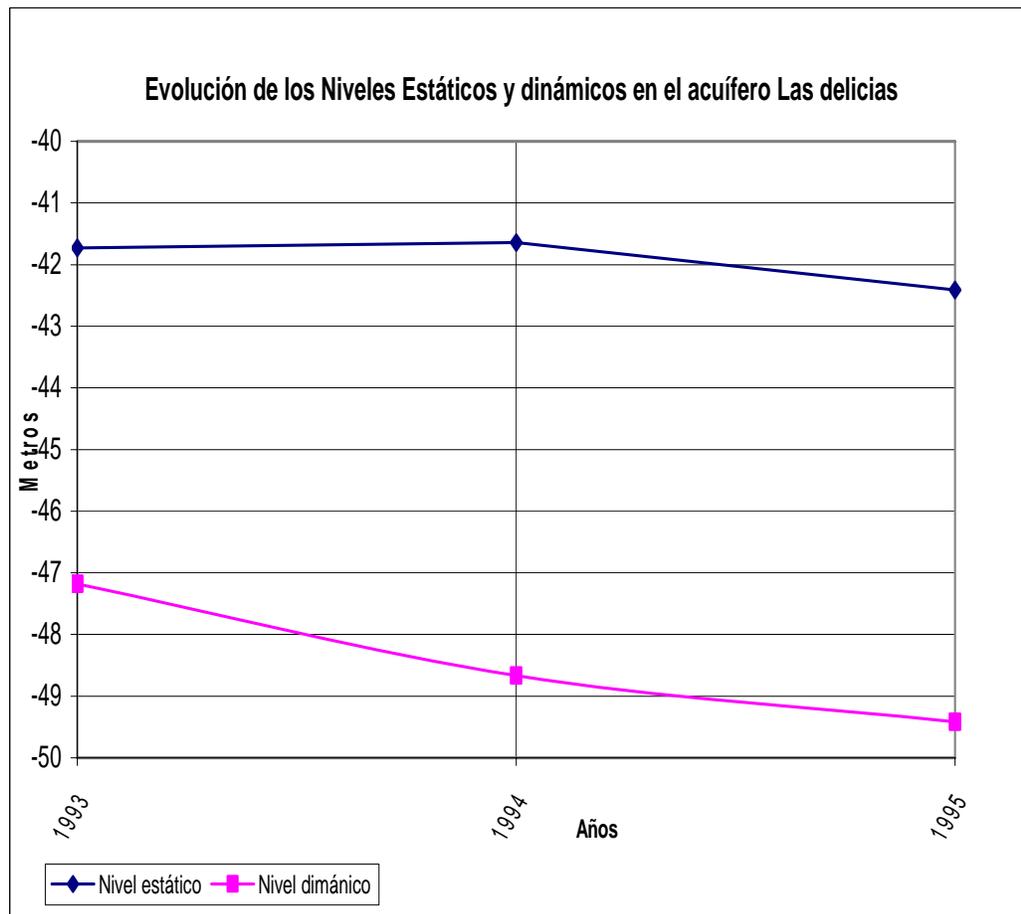


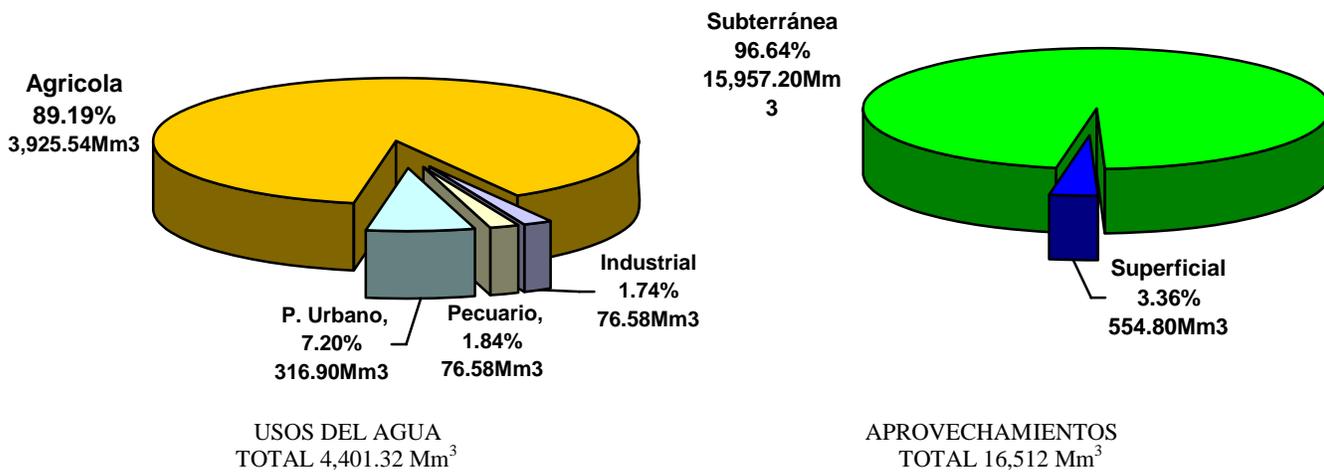
Fig.2.3.7

CAPITULO III

3. Usos del Agua.

En la Región Hidrológica 36, existen 16,512 aprovechamientos entre el agua superficial y subterránea y los porcentajes correspondientes se observan en la gráfica 3.1. Dentro de esta gráfica también se mencionan los usos que se le da al agua.

Aprovechamientos y Usos del Agua de la Región Hidrológica 36.



Grafica 3.1

A continuación se dará una breve explicación de los usos y las cantidades utilizadas, para sus distintos destinos, en el año 2000.

3.1 Agua potable

En cuanto al uso de agua potable, presenta contrastes importantes con relación a la disponibilidad y su demanda. En general se aprecia que la disponibilidad resulta menor a la demanda, manifestándose de manera más preocupante en los polos de desarrollo donde se asienta el 49.96% del total de la población regional.

Caso contrario se registra en las subregiones Nazas y Mapimí, donde la disponibilidad es superior a la demanda esperada para el año 2020, ello considerando como disponibilidad únicamente el agua subterránea de aquellos acuíferos que están en condiciones de subexplotación, ya que con respecto al agua superficial, en la subregión Nazas, ésta se encuentra comprometida hacia aguas abajo.

En la tabla siguiente se presenta un resumen del número de aprovechamientos y el volumen que actualmente se extrae, destinado al agua potable.

Extracciones para uso público urbano por subregión
Tabla 3.1

Subregión	Población al año 2000		Demanda Actual Mm ³	Extracciones					
	Total	Con Servicio		Aguas Superficiales		Aguas Subterráneas		Total	
				No. De Aprov.	Volumen Mm ³	No. de Aprov.	Volumen Mm ³	No de Aprov.	Volumen Mm ³
Nazas	158,544	129,860	11.781	55	0.830	343	9.260	398	10.090
Aguanaval	334,132	278,524	18.737	59	1.152	161	6.560	220	7.712
Comarca. Lagunera-Parras	1,258,186	1,165,457	158.161	1	0.000	509	141.970	510	141.970
Total	1,750,862	1,573,841	188.679	115	1.982	1,013	314.093	1,128	159.772

De la tabla anterior se puede apreciar que los volúmenes de extracción en algunos casos son superiores a la demanda requerida, indicando que la eficiencia global con la que operan los organismos es generalmente baja. En otros casos la extracción es menor a la demanda, lo cual se traduce en una cobertura baja y una dotación no satisfactoria.

Como se mencionó anteriormente, la disponibilidad para agua potable en toda la Región Hidrológica 36 "Nazas-Aguanaval" es limitada, sobre todo pensando en un horizonte de planeación futuro hacia el año 2020, donde la disponibilidad será insuficiente para cubrir la demanda para ese año.

Actualmente la disponibilidad por subregión es suficiente en cantidad y aceptable en calidad. En la tabla siguiente se presentan los valores que registran la oferta potencial, la extracción y la oferta real tanto para aguas subterráneas como superficiales por cada una de las subregiones que integran la Región Hidrológica.

Disponibilidad para Agua Potable del 2000.
Tabla 3.2

Subregión	Oferta Potencial			Volumen de Extracción			Oferta Real (Mm ³)
	Subterránea	Superficial	Total	Subterránea	Superficial	Total	
Aguanaval	28.840	1.152	29.992	6.560	1.152	7.712	22.280
Comarca Lagunera	215.240	-- --	215.240	141.970	-- --	141.970	73.270
Nazas	22.570	0.830	23.400	9.260	0.830	10.090	13.310
Total	266.65	1.982	268.632	157.79	1.982	159.772	108.86

Como se puede apreciar, el margen de disponibilidad para enfrentar la demanda futura en cada subregión es limitado, y en algunos casos, como son las zonas conurbanas de la región que albergan a la mayor parte de la población urbana, como son: los municipios de Torreón, Coah., Gómez Palacio y Lerdo, Dgo., se prevé que la demanda crecerá por arriba de la disponibilidad antes de los próximos 20 años, tal situación alerta sobre la necesidad de aumentar la eficiencia en el suministro de agua potable y en el requerimiento de nueva infraestructura.

3.1.1 Potabilización

El suministro de agua potable de buena calidad para consumo humano es fundamental para la salud y el bienestar de la población.

Las plantas potabilizadoras son parte importante de los sistemas de abastecimiento, ya que su adecuada operación garantiza que el agua que reciben los usuarios a través de las redes de distribución, sea apta para el consumo humano.

Dentro de la región hidrológica 36, se encuentran en total 15 plantas de potabilización, situándose la mayor parte en el municipio de Torreón y Gómez Palacio. Esto debido a que estos municipios se encuentran incluidos en la región de la comarca lagunera, la cual tiene la mayor demanda de agua potable.

3.2 Agricultura y ganadería.

3.2.1 Delimitación de las principales zonas de riego

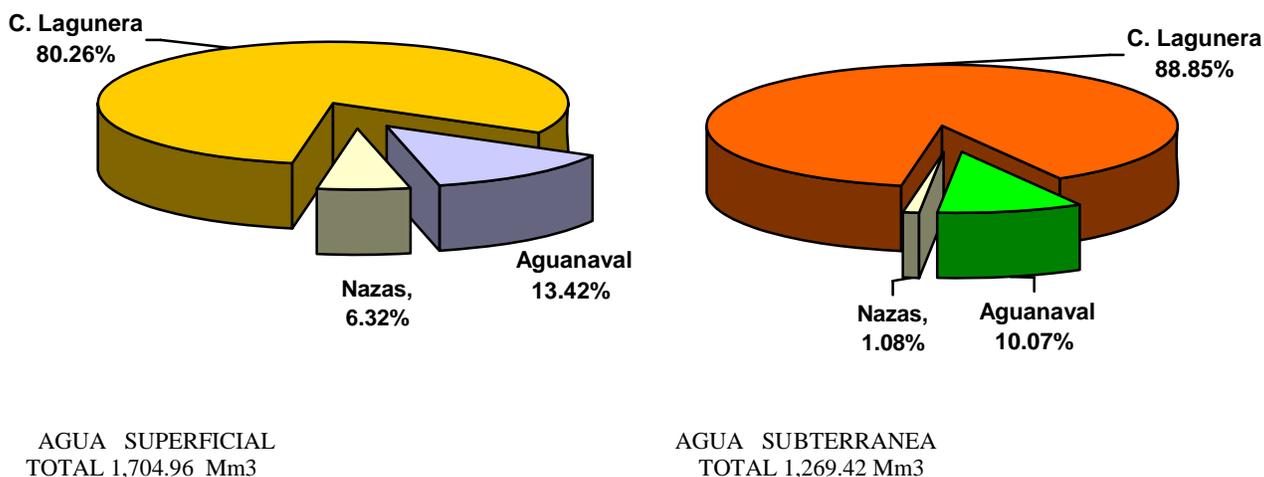
El distrito de riego 017, localizado en la subregión Comarca Lagunera-Parras y el distrito de riego 034 localizado en la subregión Aguanaval, y como principales zonas de riego cuentan en conjunto con 230 000 ha, con una eficiencia de riego de 35%. De los pozos de las unidades de riego y particulares se obtiene más del 80% de la extracción total. En la ganadería se emplean 200 ha, 70% es destinado para el ganado bovino, le sigue con el 20% el ganado caprino y la avicultura intensiva con el 10%.

Otras zonas dedicadas a la Agricultura se concentran sobre todo al pie de la sierra, al este de la región hidrológica se realiza agricultura de temporal y de riego y hacia el noreste en la comarca lagunera, la cual cuenta con infraestructura para riego.

El uso agrícola dispone de 2,974.38 Mm³ de agua por año, correspondiendo de agua superficial 1,704.96 Mm³; y de agua subterránea 1,269.42 Mm³, De este total el 83.92% lo detenta la subregión Comarca Lagunera - Parras, 11.99% el Aguanaval y 4.09% la subregión Nazas. Respecto al agua superficial, la Comarca Lagunera tiene el 80.26%, Aguanaval el 13.42 y Nazas el 6.32%.

Referente a las aguas subterráneas, se registran los porcentajes utilizados por cada región, en la grafica 3.2.1

Agua disponible para uso agrícola.



Grafica 3.2.1

3.2.2 Identificación de los principales cultivos para la región

En la región es importante la producción de maíz, frijol, sorgo, alfalfa y manzana, el algodón es de ciclo anual y su producción se destina al comercio regional, nacional y autoconsumo.

El sector agrícola está soportado por la siembra de 642,000 hectáreas que año con año se cultivan, de las cuales el 79% son de temporal y el 21% de riego; predominando los cultivos básicos como frijol, maíz y trigo, con el 82% de superficie cultivada; los forrajeros con el 12%; frutales el 3%, y el resto, cultivos industriales y hortalizas.

La producción de granos básicos alcanza una cosecha anual promedio de 400,000 toneladas, obtenidas de una superficie cultivable de 526,000 hectáreas; 5% de riego y 95% de temporal.

Los forrajes son el sustento de la ganadería de bovinos lecheros y de carne; se cultivan en 60,000 hectáreas anuales; sembrándose un 28% de alfalfa, 40% de avena, 25% de maíz y sorgo para ensilar. De la superficie cultivada, el 50% es de riego y el 50% de temporal.

3.2.3 Transferencia de agua en los Distritos de riego

En México la agricultura de riego se practica en 6.3 millones de hectáreas distribuidas entre los Distritos y las Unidades de Riego. En estos sistemas se opera un volumen medio anual de 60 mil millones de metros cúbicos para el riego de cultivos agrícolas. Los sistemas de transporte y distribución del agua, se deben mejorar, ya que los volúmenes rescatados mediante programas de recuperación de agua (como infiltración, fugas) constituyen una fuente alternativa para mantener la producción agrícola y eventualmente satisfacer otros usos.

Las pérdidas de agua por infiltraciones en canales, fugas en estructuras y las debidas a la operación cotidiana de las obras de transporte y distribución del agua de riego representan más del 50% de los almacenamientos destinados al uso agrícola. En las pérdidas debidas a la operación de las obras intervienen varios aspectos interdependientes que se relacionan con los procedimientos de distribución del agua, los métodos de regulación de canales y los sistemas de riego en la parcela.

En 5.9 millones de hectáreas se practica el riego por gravedad, el agua se distribuye por turno o por demanda controlada y la regulación de los canales es aguas arriba con una operación manual de las estructuras. Esta combinación de factores no siempre facilita la entrega oportuna del agua para riego ni el uso eficiente del agua.

La transformación de los sistemas de riego tradicionales por tuberías de multicompuertas de baja presión y sistemas presurizados deberá acompañarse con sistemas de distribución y regulación de canales que reduzcan las pérdidas de agua y aseguren la entrega oportuna de la misma en la parcela. Para lograr esta transformación se necesita modificar o adaptar los sistemas de regulación tradicionales mediante el uso de sistemas más actualizados, así como en tecnología y técnicos más capacitados.

En México la modernización de la operación de canales se ha abordado según dos orientaciones principales: la primera ha consistido en el uso de sistemas electrónicos para automatizar la regulación de las estructuras de control; y la segunda, en la instalación de compuertas hidromecánicas para la regulación también automática del nivel en los canales. Aunque ambas orientaciones se han aplicado desde hace varios años y han producido resultados positivos en otros países, en los Distritos de Riego del país su aplicación ha presentado problemas técnicos y económicos que no han permitido identificar una línea tecnológica adaptable a las características de la infraestructura y de la operación de los canales de riego.

El manejo de las presas, cuya tendencia es la utilización de la máxima cantidad de agua posible, tiene un considerable costo, ya que el valor producido por el agua que se extrae en volúmenes mayores que la disponibilidad media de las cuencas, es mínimo, comparado con el que podría producir, si ese volumen se guardara para épocas de escasez. Como ejemplo, se presenta la falta de agua en la Región Lagunera, donde, a pesar de existir dos decretos presidenciales que señalan que no debe extraerse más de 1050 millones de m³ anuales, en los últimos 10 años las extracciones medias han rebasado considerablemente dicho volumen y la gran capacidad de regulación de sus dos presas no se ha utilizado de manera adecuada.

Las pérdidas de agua durante la conducción, en los módulos y distritos de riego, son considerables; debido a que el agua perdida que escurre puede usarse aguas abajo en otro sistema de riego, o bien, recargar los acuíferos. Parte de estas pérdidas se debe a un manejo deficiente del agua en las redes de distribución, en lo cual influye la falta de una mayor capacitación del personal operativo.

3.2.4 Uso pecuario

La actividad pecuaria se encuentra sustentada en la cría y explotación de bovinos, porcinos, ovinos, caprinos, aves, equinos y abejas. Existen factores de orden económico, social y político, que aunados a las condiciones fisiográficas y climáticas, han determinado el éxito o fracaso, de las diferentes cadenas productivas, especie-

producto. Esta actividad es la más difundida en el medio rural, desarrollándose en el 90% del territorio estatal.

Existen alrededor de 50,000 unidades de producción, con un inventario de 1'138,000 cabezas de ganado, de las cuales más del 50% se ubican en los valles centrales del Estado. Su producción es del orden de las 56,000 toneladas de carne, de las cuales 37,500 se producen en sistemas extensivos y 18,000 en forma intensiva (engordas y desechos de bovinos de leche).

El inventario de bovinos productores de leche asciende a 207,000 cabezas, de las cuales, 180,000 se ubican en la Comarca Lagunera, con explotaciones de alto nivel tecnológico e integración y 27,000 están establecidas en los municipios de Nuevo Ideal y Durango, en explotaciones con nivel tecnológico medio y bajo. En conjunto, producen más de dos millones de litros de leche diarios.

El inventario estatal de caprinos asciende a 289,000 cabezas, de las cuales 204,000 se ubican en la Comarca Lagunera, para la producción de leche y carne; el resto se distribuye principalmente en los municipios de Tamazula, Mezquital y Cuencamé.

3.3 Industrias.

3.3.1 Principales industrias.

La región tiene una diversificada estructura Industrial integrada por 13 ramas Industriales, tales como: Agricultura, Ganadería, Minería, Metal Mecánica, Confección de Prendas de Vestir, Mármol, Mueblera y Alimenticia entre otras.

Así también se tiene un avance importante en el ramo de las maquiladoras, la cual ocasiona una importante fuente de empleos.

Se cuenta con una importante compañía de procesamiento de productos mineros -Peñoles- y tres parques industriales como son el Parque Industrial Lagunero, ubicado en la ciudad de Gómez Palacio, Durango; la Zona Industrial de Torreón; y el Parque Industrial de las Américas, en el oriente de esta ciudad coahuilense.

Parques Industriales

En la parte de la Laguna de Coahuila, operan ocho parques industriales que registran 324 unidades económicas, de las cuales el 41.4% se dedica a la industria manufacturera. La Ciudad Industrial de Torreón cuenta con 259 establecimientos y el Parque Las Américas cuenta con 15, también los Parques Industriales Lajat y Oriente, dos que operan en el municipio de Torreón, captando juntos 17 unidades económicas.

Así tenemos también a los Parques Industriales Amistad (05035), Jumbo Plaza y Torreón, como los anteriores, operan en el municipio citado y por otro lado, en San Pedro, se localiza el Parque Industrial del mismo nombre.

La Laguna cuenta con una importante infraestructura en lo que respecta a parques industriales, estando estos totalmente equipados con infraestructura de agua potable, drenaje, energía eléctrica, teléfono, pavimentación, gas entubado y fibra óptica.

PARQUES INDUSTRIALES: SUPERFICIE EN HECTÁREAS					
Parque Industrial	Municipio	Total	Disponible	Urbanizada	Sin Urbanizar
Ferropuerto Laguna	Torreón	281	194	71	210
Jumbo Plaza	Torreón	16.4	4.97	13.8	2.6
Las Américas de Torreón	Torreón	44	10	44	0
Amistad de Torreón	Torreón	24	2.5	24	0
Lajat	Torreón	45	16	29	16
San Pedro	San Pedro	22.5	5	17.5	5
Amistad Alianza					
San Pedro	San Pedro	10.8	10.8	6.8	4
Matamoros	Matamoros	28.81	14.2	4.83	23.98

Fuente: Secretaría de Planeación y Desarrollo Económico de Coahuila.

La Laguna tiene una larga tradición textilera que se inicia con la siembra del algodón en el siglo XIX. Durante la última década la región se ha convertido en uno de los más importantes fabricantes de mezclilla en el ámbito mundial, con cerca de 100 millones de metros lineales producidos anualmente.

De manera paralela se ha desarrollado una importante presencia de empresas dedicadas a la confección de prendas de vestir, sumando en total la cantidad de 204 empresas tan solo en Torreón, siendo estas nacionales y extranjeras, de las cuales 35 son exportadoras.

La Comarca Lagunera de Coahuila y Durango es sede de la cuenca lechera más importante del país, prueba de ello es la presencia del Grupo LALA, el cual produce, procesa y comercializa productos lácteos y sus derivados, logrando con esto colocarse como la empresa lechera más importante de México.

Importancia de la Industria Textil en la Región Laguna

El cluster textil de La Laguna, engloba las ciudades vecinas de Torreón, Gómez Palacio, Ciudad de Lerdo y Parras entre otras. Como ya lo mencionamos, el Cluster se integra por aproximadamente 350 empresas orientadas casi en su totalidad a la exportación y muy particularmente de pantalones de mezclilla. Una gran proporción de la población de la región (aproximadamente 65,000) está ocupada en este sector, muchos de los cuales se emplearon a partir de 1994.

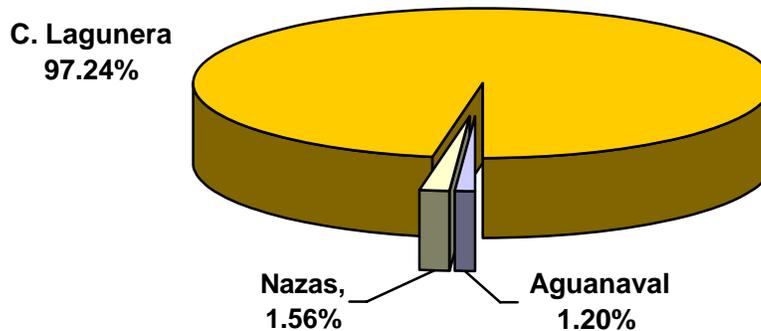
Empresas en la Comarca

Torreón es la sede de dos importantes empresas que figuran como de las más importantes del país es el caso de Grupo LALA y Met-Mex Peñoles, las cuales tienen sus oficinas corporativas en la región. En lo que respecta a las Pequeñas y Medianas Empresas (PYMES) la Laguna cuenta con una amplia presencia de estas y entre las mismas existe un respetable número de exportadoras.

3.3.2 Extracción, demanda y consumo de los principales giros industriales.

En el uso industrial el volumen total anual utilizado es de 45.57 Mm³, mostrándose su distribución por subregiones en la grafica 3.3

Distribución del Uso Actual del Agua para la Industria por Subregiones.
Grafica 3.3



3.4 Medio Natural.

3.4.1 Relación de agua superficial y subterránea.

La relación de agua superficial y subterránea que se aprecia en la Comarca Lagunera-Parras; es en primer término porque casi el 100% del agua de origen superficial se emplea para el uso agrícola, obligando a que los demás usos sean cubiertos con agua subterránea, la cual es cada día más limitada, debido a la disminución de su calidad derivada de la sobreexplotación de los acuíferos, la demanda de cultivos prevaecientes y las extracciones mayores a los volúmenes concesionados. Aunado a lo anterior, la situación se agrava en la subregión Comarca Lagunera-Parras donde se prevé que la demanda aumentará dado el auge del desarrollo socioeconómico que presentan. Para cubrir la demanda en el futuro de los usos público urbano e industrial, es impostergable emprender acciones que permitan aprovechar en forma más racional el agua, preservar su calidad y fomentar una administración mas eficiente del recurso a través del mercadeo del agua entre los diferentes usos y el fortalecimiento y descentralización de los organismos

CAPITULO IV

4. Balance Hidrológico.

El balance hidrológico representa la comparativa entre los volúmenes de ingreso y egresos a una cuenca o masa de agua, a continuación se presentan los principales parámetros que intervienen en el análisis del agua superficial, así como del agua subterránea dentro de la región hidrológica 36.

4.1 Balance Hidrológico superficial.

Este balance es representado por el ciclo hidrológico ya que el volumen de agua llovido, parte escurre en forma superficial y gran parte del restante regresa a la atmósfera por medio de la evapotranspiración, a la vez una pequeña proporción se infiltra al subsuelo recargando los acuíferos.

Tabla 4.1.1

CUENCA	AREA Km ²	LAMINA DE LLUVIA (mm)	VOLUMEN LLOVIDO EN Mm ³
NAZAS	30,483.40	495.52	15,105.13
COMARCA LAGUNERA-PARRAS	32,641.99	253.10	8,261.69
AGUANAVAL	21,820.00	405.60	8,850.19
TOTAL	84,945.39	384.74	32,217.01

El volumen de escurrimiento superficial V_{sup} es determinado por los registros en las estaciones hidrométricas en donde se miden los caudales que pasan a través de las estaciones (Este dato se obtuvo de la tabla 4.1.2.)

$$V_{sup} = \text{Suma del caudal en las estaciones hidrométricas}$$

$$V_{sup} = 3,903.80 \text{ Mm}^3/\text{año}$$

4.2 Métodos de cálculo de la precipitación media.

Para el cálculo de la precipitación media para nuestro balance hidráulico preliminar se usó el cálculo de la media aritmética, el cual es un método sencillo pero nos aproxima a resultados con otros métodos.

Con los datos de las estaciones climatológicas, las cuales con la ayuda de los pluviógrafos, es posible realizar un cálculo estimativo acerca del nivel medio de precipitaciones pluviales caídas sobre una zona determinada.

A continuación se revisa el uso de tres técnicas de estimación de precipitaciones.

Los métodos son básicamente tres:

- Media Aritmética
- Polígonos de Thiessen
- Isoyetas

4.2.1 Media Aritmética:

$$P_m = \frac{\sum P_i}{n}$$

P_m = Precipitación media del área en estudio, en el tiempo j (mm).

P_{ij} = Precipitación de la estación i en el tiempo j (mm).

n = Número de estaciones.

4.2.2 Método de los Polígonos de Thiessen:

El método de los Polígonos de Thiessen asigna a cada estación una superficie, la cual es obtenida representando las estaciones en un plano, las que luego se unen a través de líneas rectas. A estas rectas posteriormente se les trazan sus mediatrices hasta que se intersectan entre sí. Con los límites del área en estudio y los límites que definen las mediatrices, se obtiene la superficie de influencia asignada para cada estación. Matemáticamente esto queda expresado como:

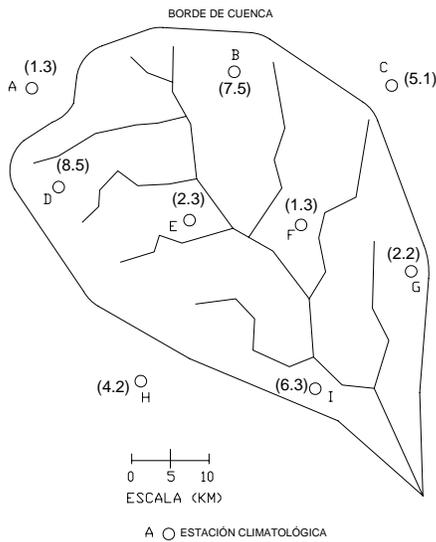
$$P_{m_j} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i * P_{ij}}{\sum_{i=1}^n S_i}$$

P_{m_j} = Precipitación media del área en estudio, en el tiempo j (mm).

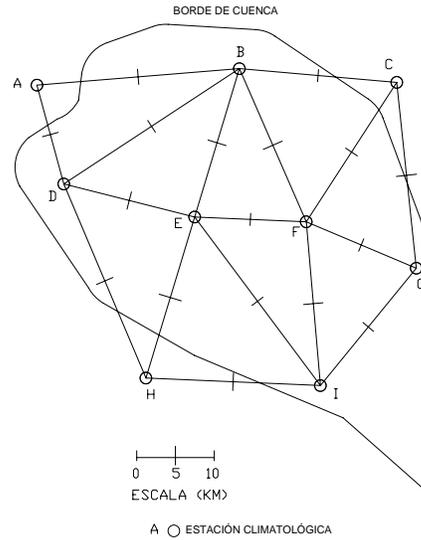
S_i = Superficie de la influencia de la estación i (Km²).

P_{ij} = Precipitación de la estación i , en el tiempo j (mm).

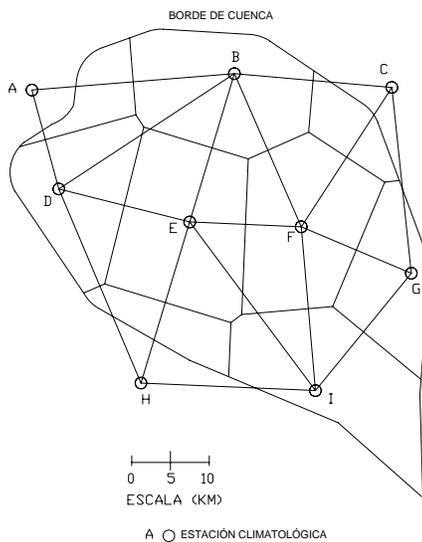
ESTIMACION DE LA PRECIPITACION PROMEDIO METODO DE THIESSEN.



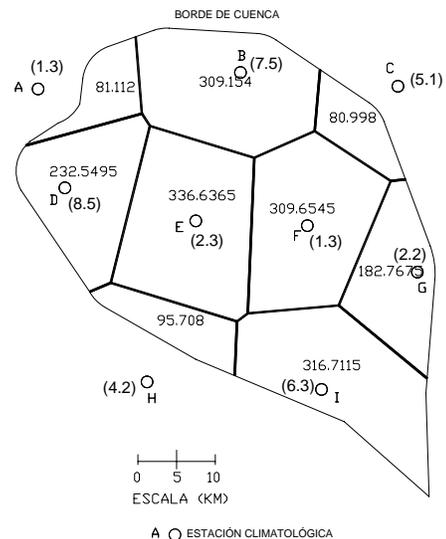
1.-La zona de interés está delimitada por el borde de cuenca y las estaciones climatológicas indicadas en su sitio. Generalmente tenemos también una escala gráfica.



2.-Se unen con una línea recta las estaciones más cercanas y se calcula el punto medio entre estaciones.



3.-Se traza una línea perpendicular a la línea que se une las estaciones, que pase por el punto central marcado.



4.-Se eliminan las líneas que unen a las estaciones para dejar visible los polígonos de Thiessen. Se calcula el área de cada polígono dentro de la cuenca y el área total.

4.2.3 Método de las curvas isoyetas:

El método de los se interpolan de forma lineal el valor de la precipitación entre estaciones contiguas de la misma forma que se hacen para estimar las curvas de nivel de un levantamiento topográfico. Se consideran todas las estaciones dentro de la cuenca y las que están fuera pero próximas a la misma. Con este método se evita que se considere los puntos intermedios como zonas discontinuas de precipitación. Esta es la mayor ventaja sobre el método de los polígonos de Thiessen. Aunque su cálculo es más difícil si se realiza de forma manual.

Ahora se procede a completar el trazado de todas las isoyetas que pasan por el área de estudio, para luego medir la superficie entre isoyetas. De esta forma, la precipitación media se calculará utilizando la siguiente expresión:

$$Pm = \frac{\sum_{i=1}^n \left[\frac{(Pi + 1 + Pi)}{2} \right] \times S_{i+1,i}}{St}$$

Donde:

Pm = Precipitación media del área geográfica en estudio (m)

P_{i+1} = Precipitación de la isoyeta $i+1$ (m)

P_i = Precipitación de la isoyeta i .

$S_{i+1,i}$ = Superficie comprendida entre dos isoyetas secuenciales (m^2)

St = Superficie total (m^2)

Por otra parte, es posible calcular el volumen medio de aportación hídrica del área en estudio, a través de la siguiente expresión:

$$Vm = \sum_{i=1}^n \left[\frac{(Pi+1 + Pi)}{2} \right] \times S_{i+1,i}$$

Donde:

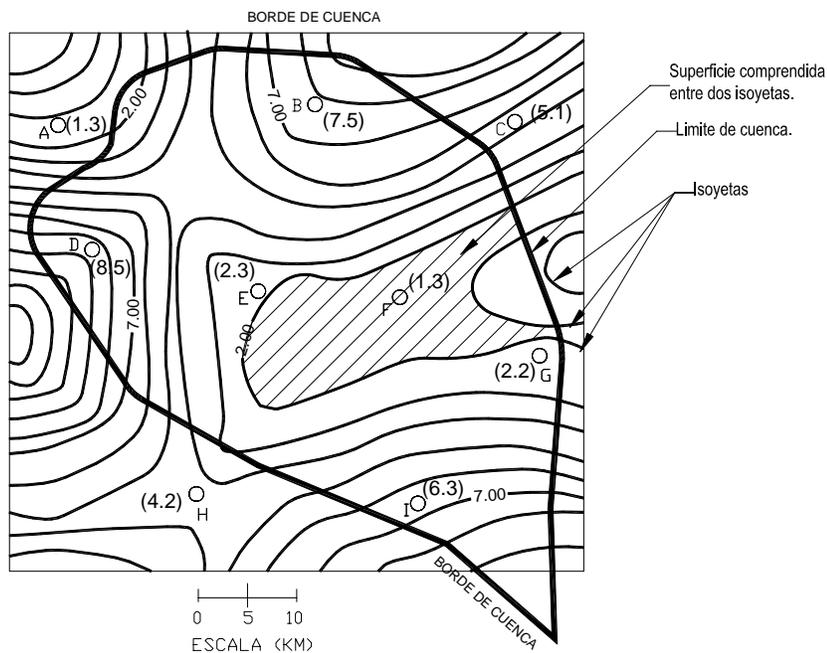
Vm = Precipitación media del área geográfica en estudio (m^3)

$Pi+1$ = Precipitación de la isoyeta $i+1$ (m)

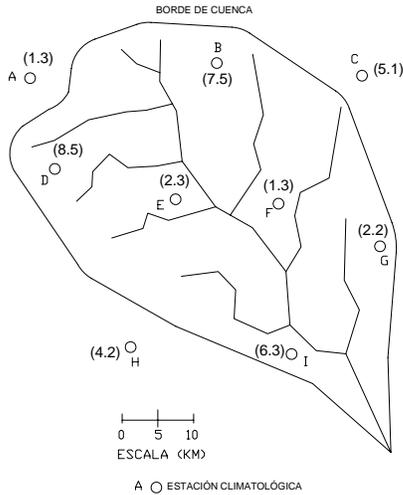
Pi = Precipitación de la isoyeta i .

$S_{i+1,i}$ = Superficie comprendida entre dos isoyetas secuenciales (m^2)

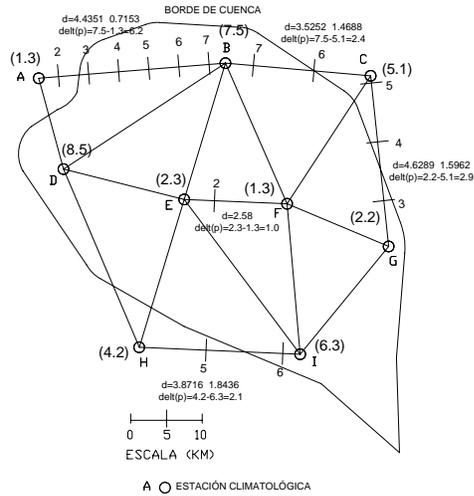
St = Superficie total (m^2)



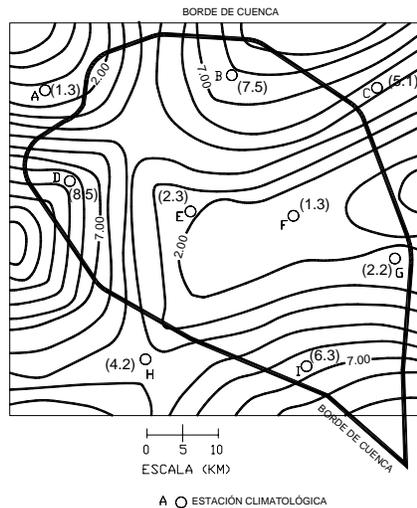
ESTIMACION DE LA PRECIPITACION PROMEDIO METODO DE ISOYETAS.



1.-La zona de interés está delimitada por el borde de cuenca y las estaciones climatológicas indicadas en su sitio. Generalmente tenemos también una escala gráfica.



2.-Se unen con una línea recta las estaciones más cercanas y se calcula el punto medio entre estaciones y se calcula una escala grafica con los datos de una estación a otra.



3.-Se eliminan las líneas que unen a las estaciones para unir las posibles isoyetas de acuerdo a la escala grafica obtenidas de una estación a otra. Dejando ver las isoyetas.

4.3 Evapotranspiración.

Para comprender el significado y el proceso que realiza la evapotranspiración necesitamos hablar de las partes que la componen que son: la evaporación y la transpiración, a que a continuación se hace una pequeña descripción:

4.3.1 Evaporación:

La evaporación se define como "el proceso físico por el cual un sólido o líquido pasa a estar en fase gaseosa." La evaporación del agua a la atmósfera ocurre a partir de superficies de agua libre como océanos, lagos y ríos, de zonas pantanosas, del suelo, y de la vegetación húmeda. La cantidad de evaporación depende fundamentalmente de los siguientes factores:

- **Disponibilidad de energía** (radiación solar)
- **Capacidad de la atmósfera de recibir humedad** (poder evaporante de la atmósfera)

Los principales factores que controlan la evaporación son los siguientes:

- **Radiación solar.** Este término comprende la luz visible y otras formas de energía radiante (radiaciones infrarrojas y ultravioleta). El principal efecto de las radiaciones solares sobre la evapotranspiración proviene de la influencia de la luz sobre la apertura y cierre de los estomas, ya que en la mayoría de las especies vegetales, los estomas por lo común, permanecen cerrados cuando desaparece la luz.
- **Temperatura del aire.** Cuanto más frío está el aire mayor será la convección térmica hacia el mismo y por tanto menos energía habrá disponible para la evaporación. Por otra parte, cuanto mayor sea la temperatura del aire, mayor es su presión de vapor de saturación.
- **Humedad atmosférica.** El aire seco se satura más tarde y tiene menor tensión de vapor, por lo que cuanto mayor es la humedad relativa menor será el déficit de saturación.
- **Viento.** El proceso de la evaporación implica un movimiento neto de agua hacia la atmósfera. Si el proceso perdura, las capas de aire más cercanas a la superficie libre se saturarán. Para que el flujo continúe, debe establecerse un gradiente de depresiones de vapor en el aire. Por ello, cuanto mayor sea la renovación del aire, esto es el viento, mayor será la evaporación.
- **Tamaño de la masa de agua.**
- **Salinidad.**

4.3.2 Transpiración:

Es el proceso físico-biológico por el cual el agua cambia de estado líquido a gaseoso a través del metabolismo de las plantas y pasa a la atmósfera. Esencialmente es el mismo proceso físico que la evaporación, excepto que la superficie desde la cual se escapan las moléculas del líquido no es de agua libre sino que es la superficie de las hojas.

4.3.3 Aspectos teóricos de la evapotranspiración.

La evaporación directa a partir el suelo (Es) y la transpiración (T) tienen lugar de forma simultánea en la naturaleza, y no es fácil distinguir cuánto vapor de agua es producido por cada uno de los dos procesos. Por ello, se usa el término Evapotranspiración (ET) que engloba el proceso de transferencia de agua a la atmósfera tanto por acción de las plantas como por evaporación directa a partir del suelo.

Mientras exista agua disponible, la evaporación tendrá lugar a la mayor cuantía posible, dependiendo sólo de la cantidad de energía disponible y del control ejercido por la vegetación, si es que la hay. Cuando el suelo está seco o cuando la cantidad de agua en el suelo empieza a disminuir, la tasa de evapotranspiración irá disminuyendo. Por tanto la cantidad de agua en la superficie del suelo, y la contenida en la zona radicular, sobre todo es muy importante en los procesos de evapotranspiración.

4.3.4 Métodos para determinar la evapotranspiración.

Los métodos pueden clasificarse en *métodos directos* e *indirectos*. Los primeros proporcionan directamente el consumo total del agua requerida, utilizando para ello aparatos e instrumentos para su determinación. Los segundos en forma directa y bajo la utilización de fórmulas empíricas, obtienen los consumos de agua a través de todo el ciclo vegetativo de la planta.

Métodos directos

Miden directamente los consumos por evaporación y requieren para su determinación la instalación de aparatos, el cuidado de ellos y seguir la metodología específica en cada paso. Son aplicables para zonas donde se tiene una agricultura establecida, ya que proporcionan valores mucho más apegados a la realidad y sirven a la vez para ajustar los parámetros de los métodos empíricos. Los métodos más utilizados son: el del lisímetro, del evapotranspirómetro de Thornthwaite, los atmómetros y el método gravimétrico.

Evapotranspirómetro de Thornthwaite

Consta de las siguientes partes:

- a) Tanque evapotranspirador de fierro galvanizado, con área rectangular de 4 m² y 90 cm de profundidad. Este tanque va hundido hasta el nivel del suelo. Se llena de tierra y se siembran las plantas. En el fondo tiene un lecho de grava que ayuda a eliminar el exceso de agua.
- b) Tubería subterránea ramificada y perforada para conducir el agua al suelo.
- c) Tanque alimentador en donde se mide y agrega diariamente el agua consumida
- d) Tanque regulador en donde se mide y agrega diariamente el agua consumida.
- e) Tanque de excedentes, que recoge los excesos de agua, generalmente provocados por lluvias.
- f) Junto a los tanques de excedentes y de alimentación se colocan higrómetros que permiten tener las medidas exactas del agua.
- g) Tubería que conecta a todo el sistema.

La cantidad de agua consumida (Uc) será la que se agrega al tanque alimentador (va) más la lluvia (vll), menos la cantidad medida en el tanque de excedentes (ve).

$$Uc = va + vll - ve$$

Para el buen funcionamiento del aparato se recomienda que los tanques alimentador, regulador y de excedentes, estén bajo una caseta, para disminuir los efectos de evaporación, además alrededor del tanque evapotranspirador, deberá estar sembrado el cultivo que está en estudio.

Las dificultades que presenta la operación del equipo, el hecho de no poder aplicarse a más de un solo cultivo, hacen que su utilización sea altamente costosa.

Atmómetro de Livingstone

Está formado por una esfera de cerámica porosa, que tiene un vástago barnizado del mismo material que se introduce dentro de un recipiente graduado que contiene agua; la esfera se encuentra pintada de blanco o de negro. Al recibir energía de la atmósfera, se produce una evaporación en la superficie de la esfera que se traduce en una succión en el depósito graduado, el cual mide la cantidad de agua evaporada.

Se ha visto que existe mayor correlación entre la evapotranspiración y las lecturas de los atmómetros si se utilizan dos, uno negro y otro blanco. El valor se obtiene con la diferencia de lecturas.

Los métodos más comunes para estimar la evapotranspiración son:

METODO INDIRECTO	MEDIDAS NECESARIAS	OTROS DATOS
Thornthwaite	Temperatura	De la latitud por una tabla se obtiene el n° teórico de horas de sol.
Turc	Temperatura Horas reales del sol.	De las horas de sol se obtiene la radiación global incidente (cal/cm ² .día)
Blaney y Criddle	Temperatura	De la latitud por una tabla se obtiene el n° teórico de horas de sol. Coeficiente que depende del cultivo.
Penman	Temperatura Horas reales del sol. Veloc. Viento Humedad relativa.	Por tablas se obtienen otros parámetros necesarios.

La mayor parte de ellos son demasiado teóricos ya que han sido deducidos bajo condiciones definidas entre regiones y su aplicación precisa de una serie de datos que generalmente no se tienen a la disposición. El método de Thornthwaite calcula la evapotranspiración potencial mediante los datos existentes de las temperaturas medias mensuales, el de Turc utiliza la precipitación y temperatura medias de una cuenca, y los de Blaney y Criddle y Grassi y Christensen hacen uso de la radiación solar.

4.3.4.1 Método de Thornthwaite

La fórmula se basa en la temperatura y en la latitud determinando que esta última constituye un buen índice de la energía en un lugar específico. Sirve para estimar la evapotranspiración potencial y tiene la ventaja de que la fórmula usa datos climatológicos accesibles. Se obtienen buenos resultados en zonas húmedas con vegetación abundante. Su expresión general es:

$$Et = 1.6 \left(\frac{10T}{I} \right)^a$$

Donde:

Et = evaporación potencial no ajustada para meses de 30 días de 12 horas luz (mm)

T = temperatura media mensual (°C)

I = suma de (i) para todos los meses del año o semana anual de calor

a = constante que depende del lugar y que es función del índice de eficiencia anual de temperatura, cuyo valor es:

$$a = 0.000000675 I^3 - 0.0000771 I^2 + 0.017925 I + 0.49239$$

i = eficiencia de la temperatura

I = índice anual de calor (o temperatura). Es la suma de las eficiencias mensuales de Temperatura.

$$I = \sum_{12}^1 i$$

$$I = \left(\frac{T}{5} \right)^{1.514}$$

La evapotranspiración potencial no ajustada se corrige por la duración real del día en horas y los días del mes y se obtiene la evapotranspiración potencial ajustada.

Las críticas que pueden hacerse a este método son:

1. La temperatura no es buena indicadora de la energía disponible para la evapotranspiración.
 2. La temperatura del aire respecto a la temperatura de radiación puede ser diferente.
 3. La evaporación puede cesar cuando la temperatura promedio desciende de cero grados centígrados, lo cual es falso.
 4. El viento puede ser un factor importante en algunas áreas requiriéndose en ocasiones para ello, un factor de corrección.
 5. La fórmula no toma en cuenta el efecto de calentamiento o enfriamiento del aire por advección.
- Se obtienen resultados aceptables en zonas húmedas con vegetación abundante, pero los errores aumentan en zonas áridas o semiáridas.

4.3.4.2 Método de Turc

Turc desarrolló la fórmula siguiente la cual se basa en estudios estadísticos de 254 cuencas alrededor del mundo; relaciona evapotranspiración, precipitación y temperatura. También, desarrolló otra fórmula mucho más complicada para periodos más pequeños (10 días); en esta fórmula trata de tomar en cuenta el efecto de la humedad del suelo para diferentes plantas.

$$E_{tr} = \frac{hp}{\sqrt{\left(0.90 + \frac{hp^2}{L^2}\right)}}$$

Donde:

E_{tr} = evapotranspiración anual (mm)

hp = precipitación anual (mm)

$L = 300 + 25 T + 0.05 T^3$

t = temperatura media del aire (°C)

4.3.4.3 Método de Blaney y Criddle

Harry F. Blaney y Wayne D. Criddle lograron perfeccionar su fórmula en el oeste de los Estados Unidos, donde haciendo intervenir la temperatura media mensual y el porcentaje de horas-luz, así como un coeficiente que depende del cultivo se puede estimar el uso consuntivo.

$$U. C. = K F$$

Donde:

$U. C.$ = uso consuntivo o evapotranspiración real (cm)

K = coeficiente de ajuste que depende de varios factores entre ellos, el tipo de cultivo, de la humedad a que está sujeta al suelo

$$F = \sum_I^n f$$

$$f = p \left(\frac{T + 17.8}{21.8} \right)$$

Donde:

n = número de meses que cubre el ciclo vegetativo del cultivo

f = factor climático

T = temperatura media mensual (°C)

p = porcentaje de horas-luz del mes, con respecto al total anual.

La fórmula propuesta relaciona la temperatura media de un lugar con la luminosidad y la evapotranspiración, eliminando la humedad relativa; determinando los coeficientes globales del cultivo.

Coefficiente de corrección "KT"

La fórmula reporta valores en algunos casos no específicos, por haber sido deducida en una región desértica, Penman introdujo una corrección por temperatura "KT", que se calcula como sigue:

$$KT = 0.031144 T + 0.2396$$

T = temperatura media mensual (°C)

Nota: esta corrección se lleva a efecto solamente en zonas desérticas.

La expresión general de Blaney y Criddle, permite obtener valores del uso consuntivo en periodos no menores de 30 días, en virtud de que "K" es una constante que varía en función del desarrollo que permita obtener valores de U. C. en el periodo que se desee, por lo cual el factor "K" se transforma en "KD"; y por lo tanto la expresión final de la fórmula tal como se usa actualmente es la siguiente:

$$U. C. = KD \times KT \times f$$

Donde:

KD = coeficiente de desarrollo

Para poder aplicar esta fórmula es necesario tener las curvas que proporcionan los valores del coeficiente de desarrollo "KD", de cada cultivo, las cuales deben obtenerse en cada lugar y para cada cultivo o bien usar las obtenidas en lugares similares.

4.3.5 Obtención de la Evapotranspiración.

Para nuestro estudio del balance hidrológico utilizaremos el método de Turc, el cual lo podemos utilizar con los datos que contamos, precipitación y temperaturas medias.

Ya que carecemos de datos para las demás formulas, como la radiación solar.

Utilizando la fórmula de Turc:

$$E_{tr} = \frac{hp}{\sqrt{\left(0.90 + \frac{hp^2}{L^2}\right)}}$$

Donde:

E_{tr} = Lámina de evapotranspiración (mm/año)

hp = Promedio precipitación pluvial obtenido en las estaciones climatológicas (mm/año)

$$L = 300 + 25t + 0.05t^3$$

t = Temperatura media anual (°C)

Sustituyendo:

$$hp = 309.20 \text{ mm/año (Dato obtenido de la tabla 2 en Anexo A.)}$$

$$L = 300 + 25t + 0.05t^3 = 300 + 25(13.52) + 0.05(13.52)^3 = 638.31$$

$$t = 13.52 \text{ °C (Dato obtenido de la tabla 4 en Anexo A.)}$$

$$E_{tr} = \frac{309.20}{\sqrt{\left(0.90 + \frac{309.20^2}{638.31^2}\right)}}$$

$$E_{tr} = 318.25 \text{ mm/año}$$

Volumen que se evapotranspira:

$$V_{etr} = E_{tr} \text{ (m/año)} \times \text{Area total de la cuenca (m}^2\text{)} \text{ (Ver tabla 4.1.1)}$$

$$V_{etr} = 0318 \text{ m/año} \times 84,945.39 \times 10^6 \text{ m}^2$$

$$V_{etr} = 27,033.87 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{año} = 27,033.87 \text{ Mm}^3/\text{año}$$

El volumen de infiltración (V_{inf}) se calcula siguiendo la ley de la conservación de la masa.

$$V_{llovido} = V_{sup} - V_{etr} - V_{inf}$$

$$V_{inf} = V_{llovido} \text{ (Ver tabla 4.1.1.)} - V_{sup} \text{ (Ver tabla 4.1.2.)} - V_{etr}$$

$$V_{inf} = (32,217.01 - 3,903.80 - 27,033.87) \text{ Mm}^3/\text{año}$$

$$V_{inf} = 1,279.38 \text{ Mm}^3$$

Por lo tanto:

La zona de estudio recibe un volumen de la lluvia de 32,217.01 millones de metros cúbicos anualmente de los cuales 3,903.80 millones de metros cúbicos escurren superficialmente, 27,033.87 Mm³ son evapotranspirados y 1,279.38 Mm³ se infiltran en el suelo, siendo retenido un porcentaje por las plantas y el suelo, lo restante sirve para alimentar a los acuíferos.

Pero en la Región Hidrológica existe una demanda de agua de 4,401.32 millones de metros cúbicos (ver pagina 53), en distintos usos industrial, urbano, agrícola, pecuario. De acuerdo con el volumen que escurre (3,903.80 millones de metros cúbicos) el balance de la disponibilidad para la región es -497.52 Mm³.

Tabla 4.1.2. Datos obtenidos de la CNA.

ESTACIONES HIDROMETRICAS DE LA REGION HIDROLOGICA 36						
ESTACION	CUENCA	CORRIENTE	ESTADO	VOLUMEN TOTAL ESCURRIDO m³ X10³	GASTO MEDIO ANUAL m/s	GASTO MAXIMO m/s
SARDINAS	RIO NAZAS	RIO DEL ORO	DURANGO	340,216.08	17.12	1,830.00
EL PALMITO II	RIO NAZAS	RIO NAZAS	DURANGO	596,123.00	31.57	141.80
EL PALMITO	RIO NAZAS	RIO NAZAS	DURANGO	671,213.00	41.49	2,706.00
AGUSTIN MELGAR	RIO NAZAS	RIO NAZAS	DURANGO	577,680.77	34.15	525.70
CAÑON DE FERNADEZ	RIO NAZAS	RIO NAZAS	DURANGO	3,461.48	0.24	8.98
CAÑON DE FERNADEZ II	RIO NAZAS	RIO NAZAS	DURANGO	1,011,262.36	35.22	153.20
LOS ANGELES	RIO NAZAS	RIO NAZAS	DURANGO	393,510.60	32.25	153.50
CUJE	RIO NAZAS	RIO NAZAS	COAHUILA	192,934.70	12.45	1,396.00
SOMBRERETILLO	RIO AGUANAVAL	CANAL SOBRERETILLO	DURANGO	15,667.23	0.50	6.43
LA FLOR II	RIO AGUANAVAL	RIO AGUANAVAL	COAHUILA	902,41	0.22	0.19
LA FLOR	RIO AGUANAVAL	CANAL LA FLOR	COAHUILA	100,789.71	3.19	292.76
TOTAL				3,903,801.93	208.4	7,214.56
				ESCURRIMIENTO		

4.4 Balance Hidrológico subterráneo.

Agua subterránea.- Es aquella que se encuentra en el subsuelo alojada en materiales geológicos y que satura completa o parcialmente los huecos existentes.

El agua que llega al nivel freático se convierte en agua subterránea. A partir de ese momento inicia una lenta percolación a través de los acuíferos, con una velocidad que en condiciones naturales varía entre más de un metro por día a sólo unos cuantos milímetros en un año. El agua subterránea se mueve hacia una salida natural del acuífero, que generalmente es un punto en donde el nivel freático intercepta la superficie del terreno o al mar. En estos lugares, el agua descarga o fluye del acuífero a la superficie del terreno; por lo que termina su condición de agua subterránea para alcanzar nuevamente la de agua superficial.

Existen 8 acuíferos en la Región Hidrológica 36, 7 se encuentran sobre explotados, siendo la recarga de 588.5 Mm^3 , y la extracción de 950 Mm^3 , resultando déficit de 361.5 Mm^3 , como se muestra en la siguiente tabla 4.2.1.

BALANCE HIDRÁULICO PRELIMINAR DE LA REGIÓN HIDROLÓGICA 36 “NAZAS-AGUANAVAL”.

Tabla 4.2.1.

ZONA GEO HIDROLOGICA	AREA KM ²	MUNICIPIOS	CONDICION GEO HIDROLOGICA	PROF.PROM NIV. EST. MTS.	AGRICOLA		DOM-PEC		PUB-URB RCTVO		INDUSTRIAL		TOTAL		RECARGA Mm ³	BALANC E
					NUM POZOS	VOL.EXT Mm ³	NUM POZOS	VOL.EXT Mm ³	NUM POZOS	VOL.EXT Mm ³	NUM POZOS	VOL.EXT Mm ³	NUM POZOS	VOL. EXT Mm ³		
PRINCIPAL	14000	GOMEZ PALACIO, MATAMOROS Y PARCIALMENTE TORREON, FCO I MADERO, SAN PEDRO, VIESCA, TLAHUILLO Y LERDO	SOBRE EXPLOTADO	72.89	1583	543.57	151	2.9	155	88.36	69	35.17	1958	670	350	-320
VILLA JUAREZ	600	PARCIALMENTE LERDO	EQUILIBRIO	25.61	237	61.57	185	3.57	14	8.87	7	3.98	443	78	78	0
CEBALLOS	1326	MAPIMI	SOBRE EXPLOTADO	68.15	259	99.07	84	3.03	3	1.9			346	104	48	-56
OTE AGUANAVAL	4000	SIMON BOLIVAR, SAN JUAN DE GUADALUPE Y PARCIALMENTE TORREON, VIESCA Y LERDO	SOBRE EXPLOTADO	56.92	84	32.16	36	1.3	4	2.54			124	36	30	-6
NAZAS	600	NAZAS, RODEO, SAN LUIS DEL CORDERO Y SAN PEDRO DEL GALLO	SUB EXPLOTADO	22.46	61	23.34	152	5.49	5	3.17			218	32	50	18
VICENTE SUAREZ	500	PERCIALMENTE MAPIMI	SOBRE EXPLOTADO	53.05	19	7.27	27	0.98	5	3.05	3	1.7	54	13	10	-3
ACATITLA	648	PARCIALMENTE FCO. I MADERO	SOBRE EXPLOTADO	66.1	14	5.5	14	0.5					28	6	20	14
LAS DELICIAS	1800	PERCIALMENTE SAN PEDRO	SOBRE EXPLOTADO	42.41	29	11							29	11	2.5	-8.5
TOTAL	23474				2286	783.48	649	17.77	186	107.89	79	40.85	3200	950	588.5	-361.5

CONCLUSIONES

La problemática del agua que presenta la Región Hidrológica 36 , es resultado de una serie de procesos de tipo productivo, tecnológico y social, puestos en marcha desde el pasado, que han incidido en efectos graves para el medio físico y ambiental, particularmente respecto a sus recursos hídricos. La problemática se ve agravada por la ubicación geográfica de la región, caracterizada por condiciones hidroclimatológicas adversas, propias de zonas áridas y semiáridas que limita aún más la posibilidad de contar con una mayor disponibilidad de agua.

Esto aunado a las sequías, fenómenos que se presentan en ocasiones en forma prolongada (3 a 5 años continuos). Las altas temperaturas y evaporación prevalecen en buena parte del año (5 meses continuos) haciendo más grave la situación, ante la escasa disponibilidad del agua.

Se mencionan algunas opciones para hacer frente a las problemáticas y resolver las cuestiones claves del uso del agua.

Suministro del agua potable

- Definir los conos de abatimiento de los pozos incorporados al sistema de agua potable con el objeto de establecer y reglamentar un radio de veda.
- Incorporar tecnologías ahorradoras de agua para uso doméstico de acuerdo con las normas correspondientes.
- Rehabilitar, modernizar y crear la infraestructura adecuada necesaria para aumentar la cobertura de agua potable.
- Complementar el Estudio Geohidrológico de la Región Hidrológica 36 "Nazas Aguanaval" para determinar los volúmenes de agua del subsuelo potencialmente disponibles para la subregión en el uso agropecuario.
- Determinar criterios técnicos y reglamentarios para disminuir volúmenes de extracción en épocas de sequía.
- En el corto plazo, crear infraestructura que eficiente la conducción y ahorro de agua de los canales principales a las tomas de granja, así como en la aplicación de las láminas de agua que recomiendan las instituciones científicas y tecnológicas de acuerdo a los cultivos de la región.
- Definir las zonas de disponibilidad de agua subterránea, tanto en su estado actual como futuro, e informar a los usuarios así como promover su participación para en forma consensada tomar acciones que detengan el deterioro de los acuíferos de la región.
- Precisar en el reglamento de operación de los Distritos lo relativo al derecho de agua y dotación de la misma en función de las disponibilidades hidráulicas.

- Modernizar y rehabilitar la infraestructura de uso eficiente y tratamiento de aguas residuales.
- Definir las áreas estratégicas para el establecimiento de plantas de tratamiento de uso común, de acuerdo a las áreas o zonas de asentamiento industrial.
- Promover un desarrollo industrial ordenado para un uso eficiente del agua y la prevención de la contaminación del recurso.

Entre las recomendaciones para lograr el equilibrio de los acuíferos, destaca el control de extracciones que permita ajustarlas a los volúmenes concesionados, mediante una actualización de padrón de usuarios y revisiones de las características constructivas y operativas de las obras. Esto permitiría disminuir paulatinamente el descenso en los niveles dinámicos ocasionada por las excesivas extracciones de los pozos.

En la Región Hidrológica 36 existe la siguiente situación en materia de agua:

Balance Hidráulico Preliminar (Mm³).				
Origen	Escurremientos/Recarga	Demandas/Extracción	Diferencia	Condición
Superficial	3,903.80(TABLA 4.1.2)	4,401.32(GRAFICA 3.1)	-497.52	Con déficit
Subterránea	588.5(TABLA 4.1.2)	950	-361.5	Con déficit
Total	4,492.3	5,351.32	-859.02	Con déficit

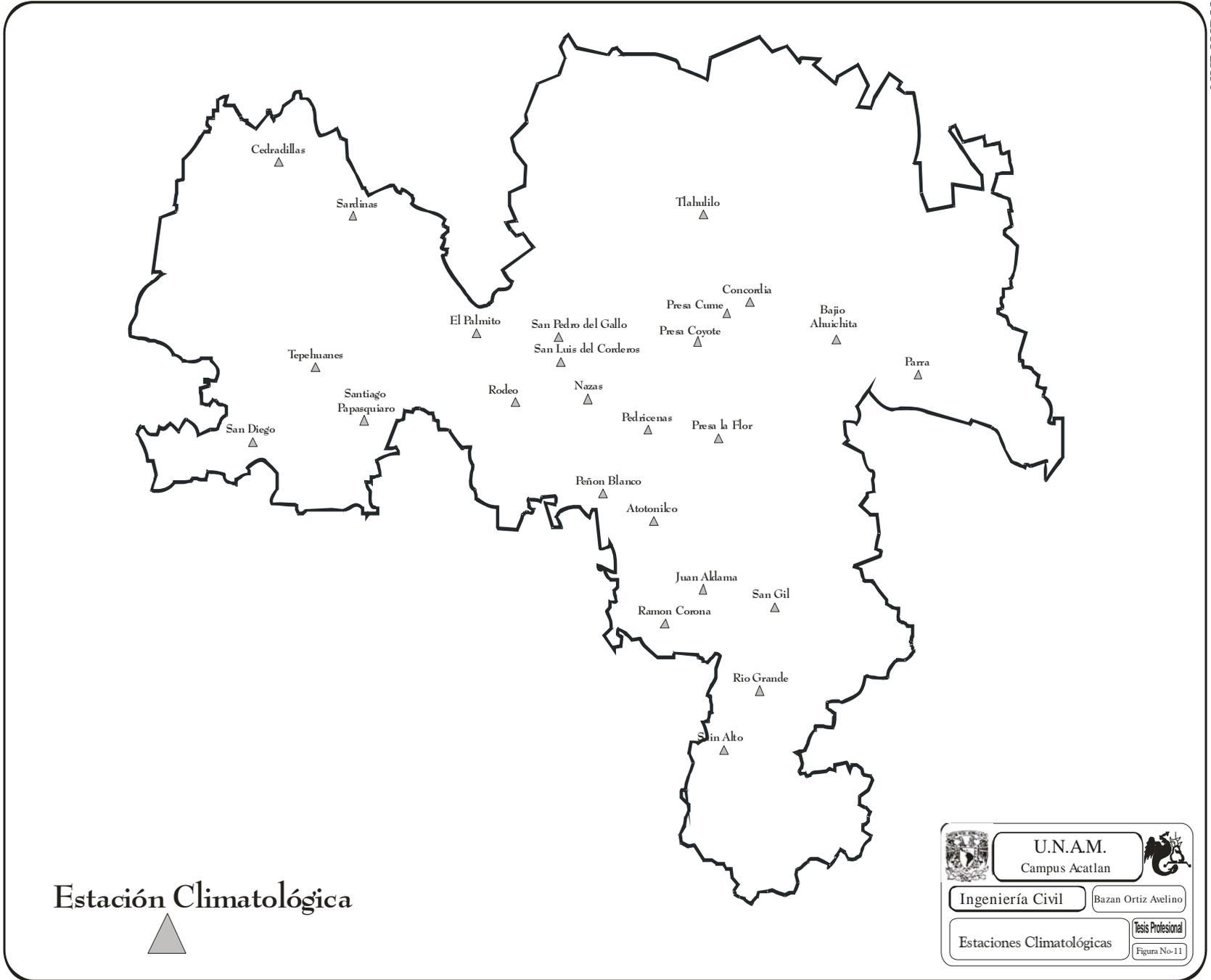
ANEXO A

Como se sabe el Balance Hidrológico está determinado por la influencia de un conjunto de elementos y factores que actúan simultáneamente, tomando como base el análisis de los promedios mensuales y anuales de datos temperatura, precipitación y evaporación.

En este anexo se presentan las gráficas realizadas con los datos obtenidos de las estaciones hidrométricas y climatológicas que hay en la región hidrológica 36.

Así como las tablas realizadas de precipitación, temperatura y evaporación, en sus promedios mensual y anual respectivamente.

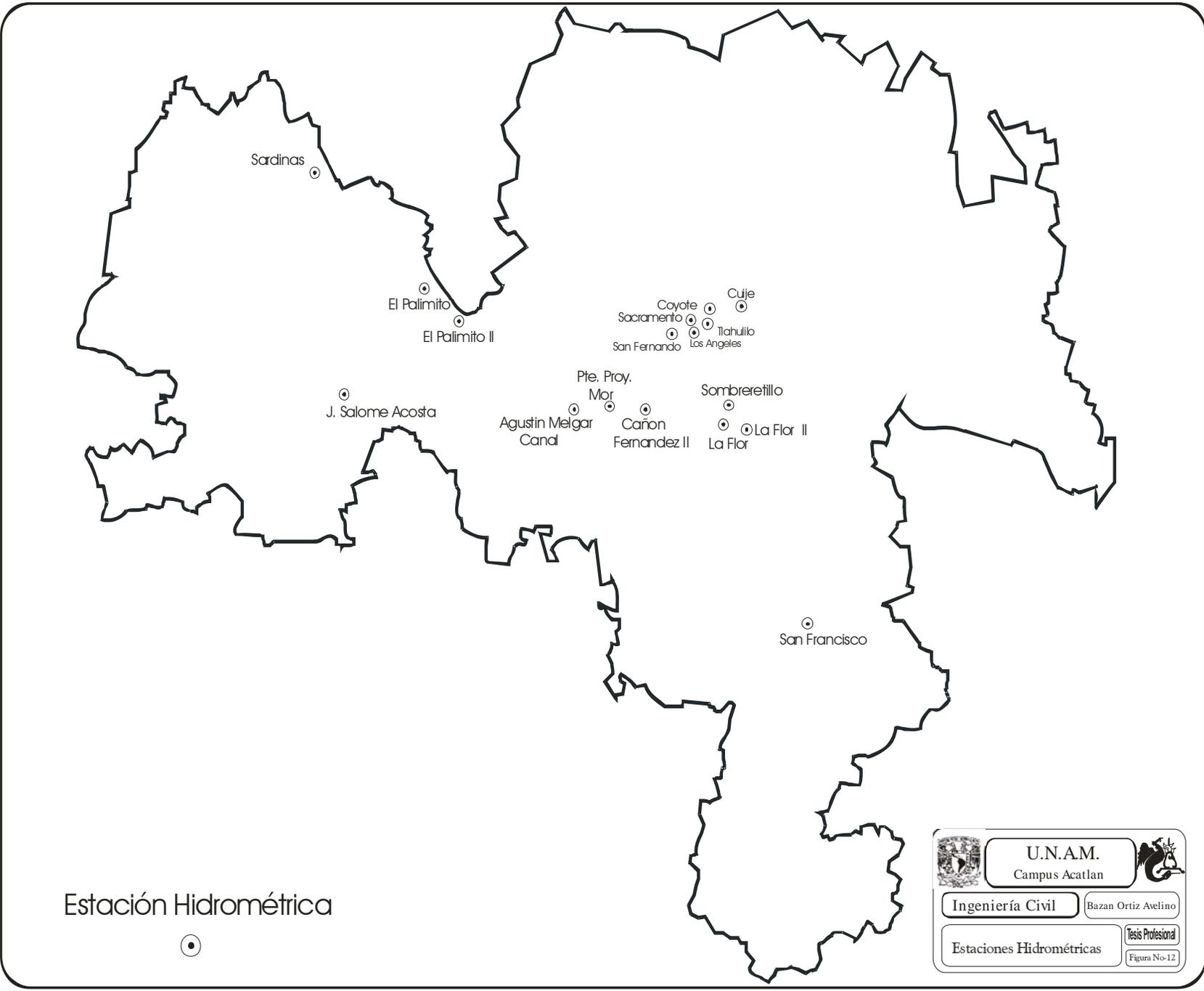
Comprendido dentro del periodo de 1982 y 1996.



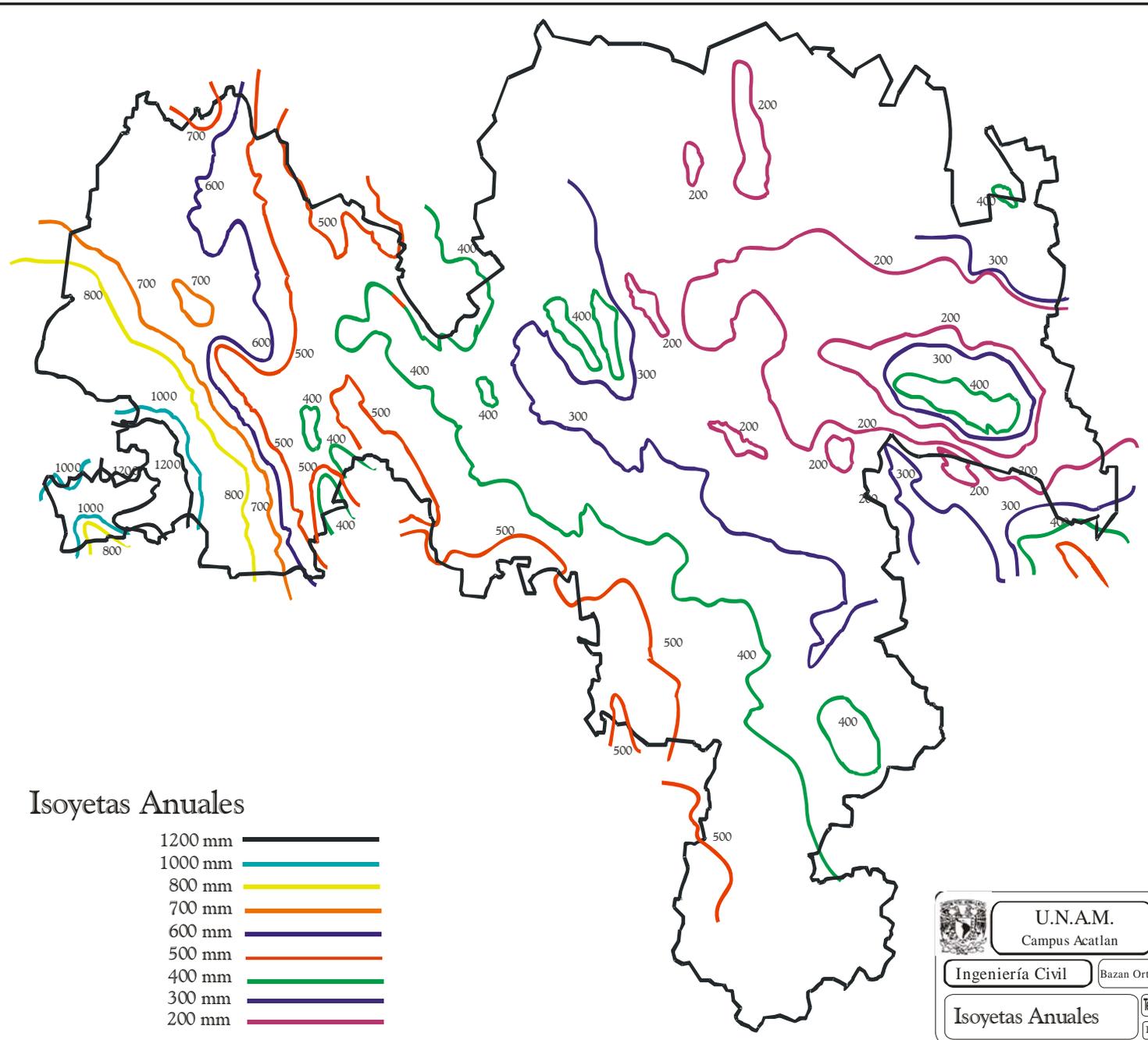
Estación Climatológica



	U.N.A.M. Campus Acatlan	
Ingeniería Civil	Bazan Ortiz Avelino	
Estaciones Climatológicas	Tesis Profesional	
Figura No-11		



	U.N.A.M. Campus Acatlan	
Ingeniería Civil	Bazan Ortiz Avelino	
Estaciones Hidrométricas	Tesis Profesional	
	Figura No-12	



Isoyetas Anuales

1200 mm	
1000 mm	
800 mm	
700 mm	
600 mm	
500 mm	
400 mm	
300 mm	
200 mm	

	<p>U.N.A.M. Campus Acatlán</p>	
Ingeniería Civil	Bazan Ortiz Avelino	
Isoyetas Anuales	Tesis Profesional	
	Figura No-13	

PRECIPITACION PROMEDIO MENSUAL EN (mm)

TABLA No. 1

PERIODO 82-96

Estación	Meses												Promedios	
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.		
Parras	22.36	6.51	2.69	11.60	39.85	41.77	66.84	63.66	59.73	38.71	19.43	15.18	388.34	32.36
Presa Coyote	20.21	3.00	1.08	13.49	24.23	47.89	47.46	45.57	36.09	28.53	9.09	21.42	298.05	24.84
Presa La Flor	13.60	4.40	2.30	7.90	25.32	28.05	59.24	57.49	36.00	24.56	12.17	14.45	285.48	23.79
San Vicente	7.45	5.95	1.00	8.82	17.29	31.55	22.91	27.95	32.78	14.10	13.10	10.72	193.63	16.14
San Gil	11.3	5.3	1.7	6.5	17.9	59.6	86.1	65.1	67.7	13.0	6.7	19.3	360.10	30.01
Atotonlco	3.6	1.9	0.3	4.0	20.3	38.7	60.6	92.1	61.9	25.5	5.8	10.9	325.63	27.14
El Palmito	15.93	2.12	1.25	3.03	10.84	78.12	90.14	93.93	64.23	23.08	7.34	10.60	400.61	33.38
Nazas	9.52	3.37	4.89	6.25	15.44	43.22	81.65	92.57	47.07	16.83	5.08	14.02	339.92	28.33
Pedricenas	14.54	3.15	1.55	10.54	17.82	58.16	67.14	74.81	36.72	15.26	4.44	13.56	317.68	26.47
Rodeo	5.97	4.98	5.38	2.48	15.28	48.76	86.54	100.76	90.35	17.00	4.55	5.76	387.80	32.32
Sardinas	8.19	3.35	1.56	4.14	8.97	68.00	110.16	124.15	94.35	25.94	13.78	5.72	468.30	39.02
Guanacevi	22.79	12.97	17.19	4.48	5.79	49.81	113.35	150.39	146.66	47.70	15.65	24.85	611.62	50.97
Tepehuanes	19.19	6.42	6.36	9.17	8.18	60.21	118.08	110.17	85.09	35.91	8.51	22.18	489.47	40.79
Tlahuaillo	12.81	4.33	1.50	15.65	17.00	33.13	59.42	44.10	30.26	15.45	11.00	13.62	258.27	21.52
Promedio Mensual	13.39	4.84	3.47	7.72	17.45	49.07	76.40	81.63	63.50	24.40	9.76	14.45	366.06	30.51

FUENTE: BOLETINES INFORMATIVOS.(CNA)

PRECIPITACION PROMEDIO ANUAL EN (mm)

PERIODO 82-96

TABLA No. 2

Estación	Meses															Promedios	
	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996		
Parras	395.90	303.10	558.30	359.40	235.10	264.20	650.20	288.00	588.50	252.80	422.40	560.00	298.00	306.10	343.10	5825.1	388.34
Presa Coyote				138.10	118.30	324.20	224.60	493.90	203.70	182.00	467.30	196.60	231.60	256.40	8.50	2845.2	237.10
Presa La Flor				343.50	277.00	206.80	189.00	378.80	244.00	330.00	133.00	176.00	326.00	271.00	257.50	3132.6	261.05
San Vicente			173.00	292.00	217.00	138.00	105.00	261.50	112.00	4.00	111.00	121.00	217.00	121.00	129.00	2001.5	153.96
San Gil				186.5	161.7	75.6	245.0	109.4	417.6	336.5	177.0	172.9	494.0	412.0	241.1	3029.3	252.44
Atotonlco		194.9	335.8	354.2	467.3	292.8	242.9	566.5	35.5	309.1	147.7	108.0	375.4	165.2	406.7	4002.0	285.86
El Palmito				256.30	244.60	424.70	374.80	505.10	329.90	388.00	413.10	222.10	319.00	511.90	21.10	4010.6	334.22
Nazas			549.20	212.30	162.90	358.90	327.30	408.00	227.30	318.50	509.20	172.50	235.30	453.40	16.40	3951.2	303.94
Pedricenas			206.00	339.00	166.00	211.00	256.00	169.30	286.70	410.40	317.30	337.20	423.60	477.60	0.00	3600.1	276.93
Rodeo		439.70	232.20	490.70	310.50	612.20	234.50	429.50	430.20	442.80	495.40	220.70	130.90	0.00	75.44	4544.7	324.62
Sardinas				449.40	439.90	304.20	399.00	576.80	426.60	546.50	433.00	496.60	687.50	271.30	324.30	5355.1	446.26
Guanacevi				6.60	582.90	857.50	375.70	645.70	5.50	146.30	16.90	384.40	967.40	379.00	440.80	4808.7	400.73
Tepehuanes			547.00	461.50	485.00	343.00	472.50	626.50	368.60	449.00	529.00	393.00	647.00	413.00	0.00	5735.1	441.16
Tlahuaillo		372.70	212.90	107.00	130.00	283.00	221.00	304.50	228.80	256.00	313.30	205.00	148.50	317.50	11.00	3111.2	222.23
Promedio Anual	395.90	327.60	351.80	285.46	285.59	335.44	308.39	411.68	278.92	312.28	320.40	269.00	392.94	311.10	162.50	3996.6	309.20

FUENTE: BOLETINES INFORMATIVOS.(CNA)

TEMPERATURA PROMEDIO MENSUAL EN °C
PERIODO 82-96

TABLA No. 3

Estación	Meses												Promedios	
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.		
Parras	12.75	14.92	18.98	22.13	25.01	26.30	25.26	22.93	22.93	20.56	20.68	13.94	246.39	20.53
Presa Coyote	8.30	10.29	16.24	20.69	22.54	31.56	24.87	21.60	23.66	21.52	10.22	8.94	220.42	18.37
Presa La Flor	6.26	6.75	10.25	14.22	16.90	19.89	20.27	20.24	19.30	15.71	9.46	6.92	166.16	13.85
San Vicente	5.52	6.85	11.71	15.41	18.51	21.51	21.72	21.30	20.05	15.43	10.23	7.09	175.33	14.61
San Gil	6.9	7.9	10.3	15.2	20.6	23.7	21.5	18.9	20.7	16.5	10.5	8.6	181.22	15.10
Atotonilco	7.8	8.9	11.6	14.7	17.4	18.4	17.6	18.0	17.3	14.5	11.2	8.9	166.36	13.86
El Palmito	12.97	15.22	18.26	20.94	23.91	25.81	24.24	23.96	22.99	20.75	16.65	14.29	239.97	20.00
Nazas	3.90	4.52	10.93	14.21	18.98	22.87	21.94	20.80	18.02	13.56	7.03	4.73	161.50	13.46
Pedricenas	7.34	8.50	13.38	17.33	21.17	21.91	21.38	20.51	19.18	14.99	10.31	7.36	183.33	15.28
Rodeo	5.06	5.84	8.71	13.26	16.37	19.33	19.07	18.76	17.46	12.46	7.98	6.10	150.41	12.53
Sardinas	1.93	2.63	6.35	10.20	13.06	17.15	16.97	15.89	14.02	9.45	3.63	1.42	112.69	9.39
Guanacevi	2.01	3.57	5.47	9.54	11.65	14.97	14.55	13.72	12.73	8.60	3.37	3.09	103.25	8.60
Tepehuanes	1.02	1.17	3.80	7.91	12.65	15.96	16.23	15.70	14.39	10.05	4.23	1.53	104.62	8.72
Tlahualillo	4.01	6.06	10.50	15.83	21.05	24.65	24.44	21.08	18.58	15.97	7.77	3.96	173.89	14.49
Promedio Mensual	6.13	7.36	11.18	15.11	18.55	21.71	20.72	19.53	18.66	15.00	9.52	6.92	170.40	14.20

FUENTE: BOLETINES INFORMATIVOS.(CNA)

TEMPERATURA PROMEDIO ANUAL EN °C
PERIODO 82-96

TABLA No. 4

Estación	Meses															Promedios	
	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996		
Parras	20.65	20.57	20.49	20.94	21.31	20.68	21.53	20.21	20.25	20.28	20.28	19.67	19.79	20.75	20.58	307.99	20.53
Presa Coyote				16.00	16.33	15.72	15.48	15.29	14.81	15.15	14.79	14.38	16.43	16.71	8.11	179.20	14.93
Presa La Flor				16.06	15.96	14.97	14.44	14.32	14.65	14.24	13.19	10.18	12.18	12.03	13.93	166.16	13.85
San Vicente			17.03	14.80	16.17	15.24	13.17	13.60	12.69	16.51	13.64	13.79	14.32	14.97	14.00	189.94	14.61
San Gil				13.3	12.4	13.2	12.7	13.9	12.0	13.2	13.7	14.3	12.2	12.3	10.9	154.08	12.84
Atotonilco		13.5	14.3	14.2	12.9	12.5	12.1	12.7	12.9	12.6	12.9	13.7	14.2	13.6	15.7	187.86	13.42
El Palmito				19.07	20.22	20.12	19.81	20.28	20.20	22.08	20.30	19.34	20.03	19.50	19.02	239.97	20.00
Nazas			13.83	15.09	13.73	13.18	13.66	14.64	12.55	13.52	13.57	13.54	11.99	11.90	13.75	174.96	13.46
Pedricenas			18.23	16.58	14.82	15.07	15.15	15.02	14.18	14.00	13.68	12.68	16.02	12.24	6.93	184.62	14.20
Rodeo		12.71	12.64	12.43	12.43	12.37	13.02	11.30	11.87	12.58	13.14	13.27	12.98	6.48	15.97	173.18	12.37
Sardinas				11.58	9.61	9.57	9.34	9.54	9.36	9.67	9.60	8.84	8.41	7.92	9.39	112.83	9.40
Guanacevi				4.87	8.35	9.18	10.68	9.58	8.17	13.45	8.20	9.95	9.12	8.68	7.41	107.64	8.97
Tepehuanes			8.00	8.49	8.71	8.42	8.65	9.12	8.82	8.82	8.88	9.10	9.01	7.28	0.12	103.41	7.95
Tlahualillo		16.24	13.75	14.41	14.44	13.54	13.91	13.16	11.61	12.40	12.97	13.91	13.16	12.67	2.48	178.65	12.76
Promedio Anual	20.65	15.75	14.79	14.13	14.10	13.84	13.83	13.76	13.15	14.18	13.49	13.33	13.56	12.65	11.30	175.75	13.52

FUENTE: BOLETINES INFORMATIVOS.(CNA)

**EVAPORACION PROMEDIO MENSUAL EN (mm)
PERIODO 82-96**

TABLA No. 5

Estación	Meses												Promedios	
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.		
Parras	4.09	5.48	8.06	8.85	9.08	8.93	7.10	6.35	5.84	5.39	4.37	4.02	77.55	6.46
Presa Coyote	1.31	2.57	4.55	8.01	8.08	6.73	7.03	6.78	4.70	3.19	2.08	1.74	56.75	4.73
Presa La Flor	5.22	6.74	8.92	10.43	10.28	10.69	9.49	7.79	6.95	7.44	4.85	4.14	92.93	7.74
San Vicente	3.18	4.78	6.00	8.39	8.98	10.39	9.08	8.25	6.04	5.34	5.17	4.32	79.92	6.66
San Gil	4.2	5.6	6.6	8.3	9.9	9.7	6.7	5.8	6.5	5.8	4.8	4.0	77.87	6.49
Atotonlco	4.0	4.7	6.8	7.2	7.8	7.3	5.9	4.9	4.1	4.4	4.2	3.8	65.01	5.42
El Palmito	3.97	6.36	7.58	8.83	9.57	8.96	6.66	5.24	5.27	5.61	3.68	2.99	74.71	6.23
Nazas	2.66	4.51	6.97	7.98	8.79	8.69	6.80	5.92	5.55	4.67	3.54	2.41	68.49	5.71
Pedricenas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.94	0.00	0.00	0.94	0.08
Rodeo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.24	0.44
Sardinas	3.25	4.58	6.72	7.62	7.59	7.34	5.02	4.13	3.85	3.59	3.02	2.56	59.26	4.94
Guanacevi	2.38	3.53	5.49	7.02	6.71	7.00	4.84	3.90	3.36	3.59	3.02	2.48	53.30	4.44
Tepehuanes	2.12	2.58	4.46	4.98	5.62	5.30	4.16	4.06	4.36	3.57	1.94	2.04	45.20	3.77
Tlahualillo	2.85	4.31	6.55	8.59	9.69	9.74	9.10	8.17	7.44	6.06	4.53	2.98	80.01	6.67
Promedio Mensual	2.80	3.98	5.62	6.87	7.29	7.19	6.22	5.09	4.56	4.26	3.23	2.68	59.80	4.98

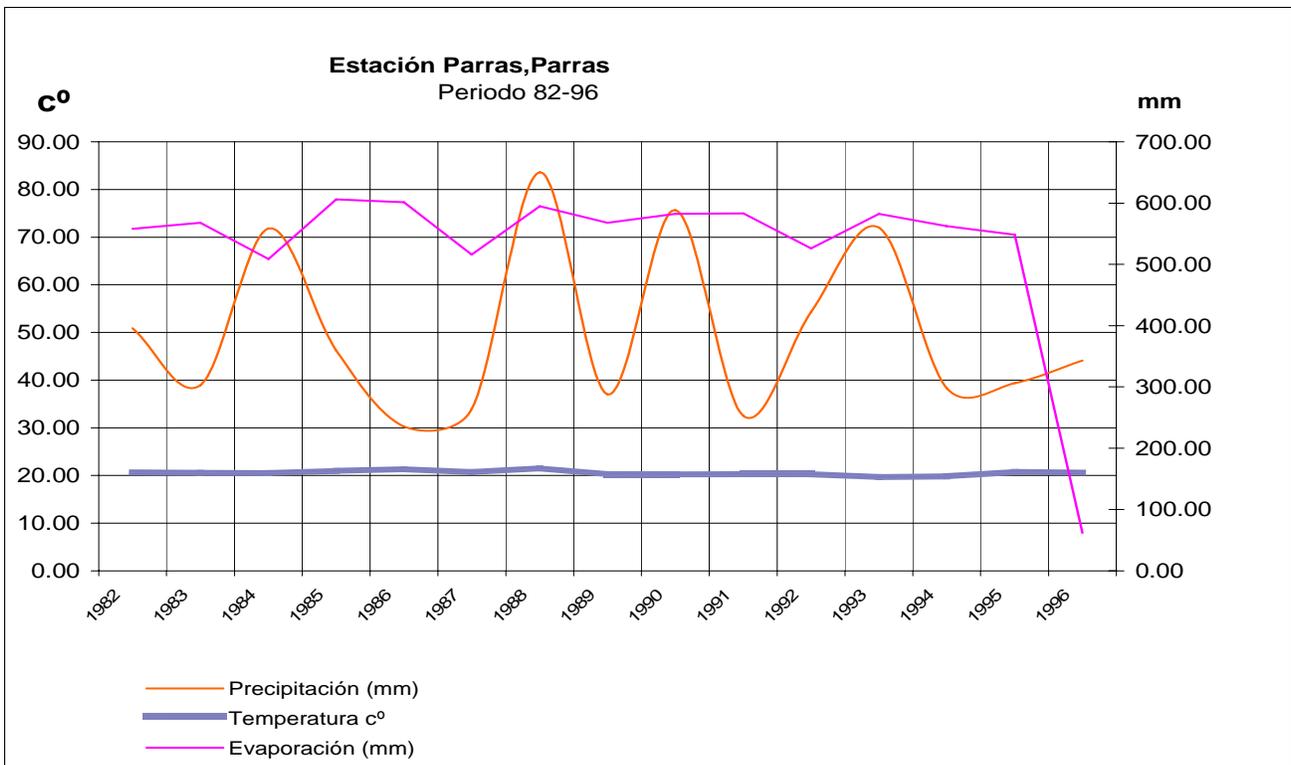
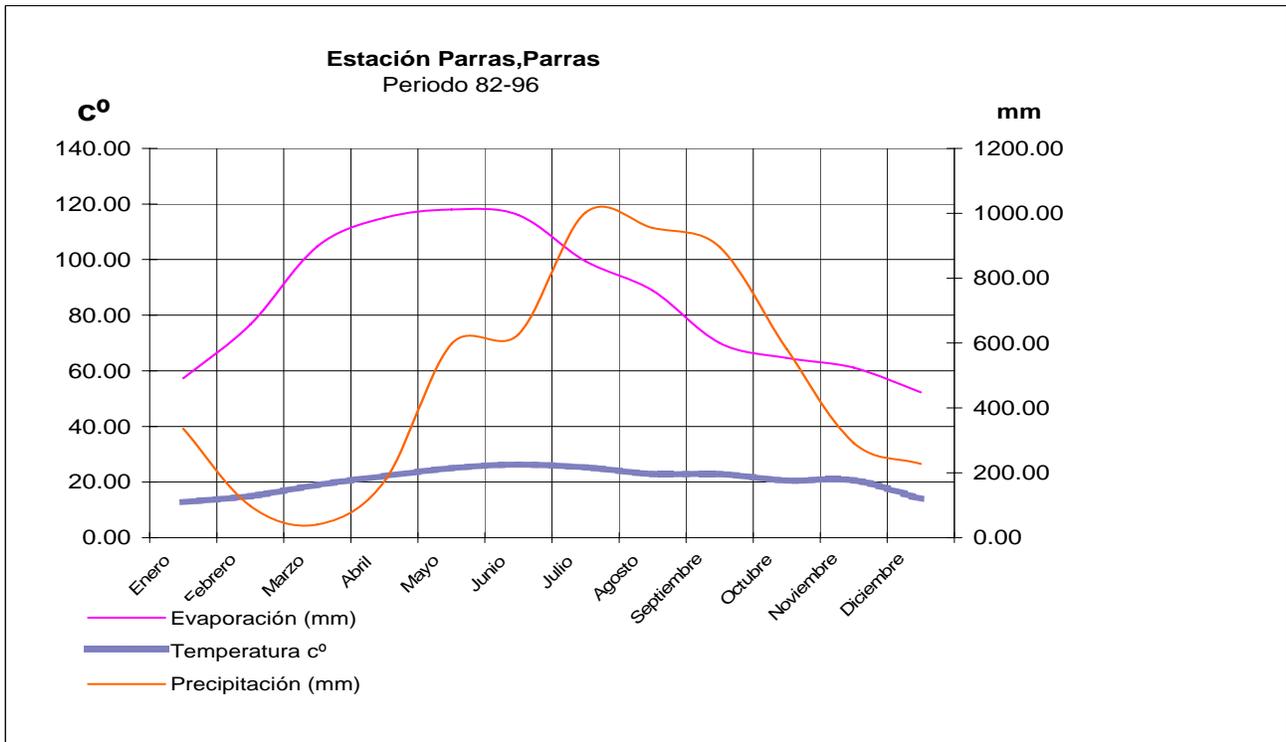
FUENTE: BOLETINES INFORMATIVOS.(CNA)

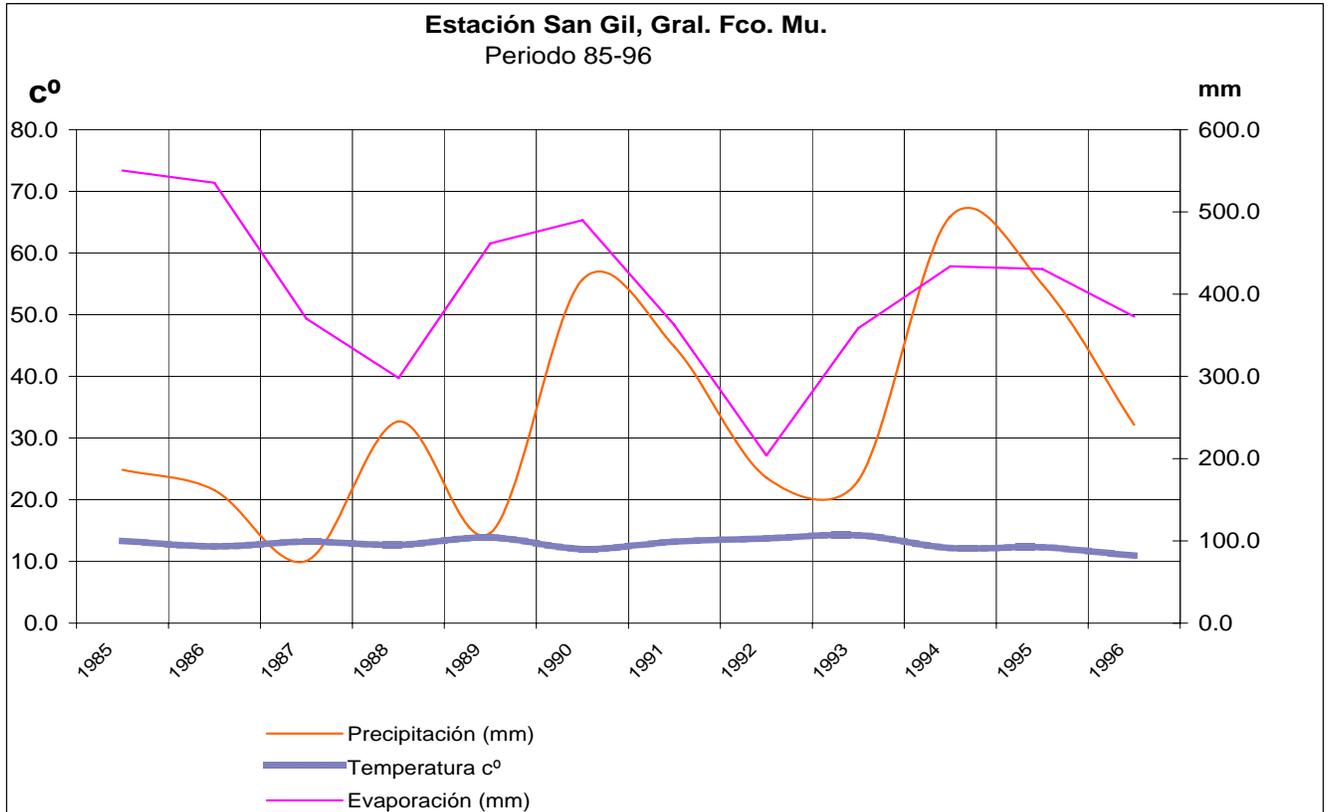
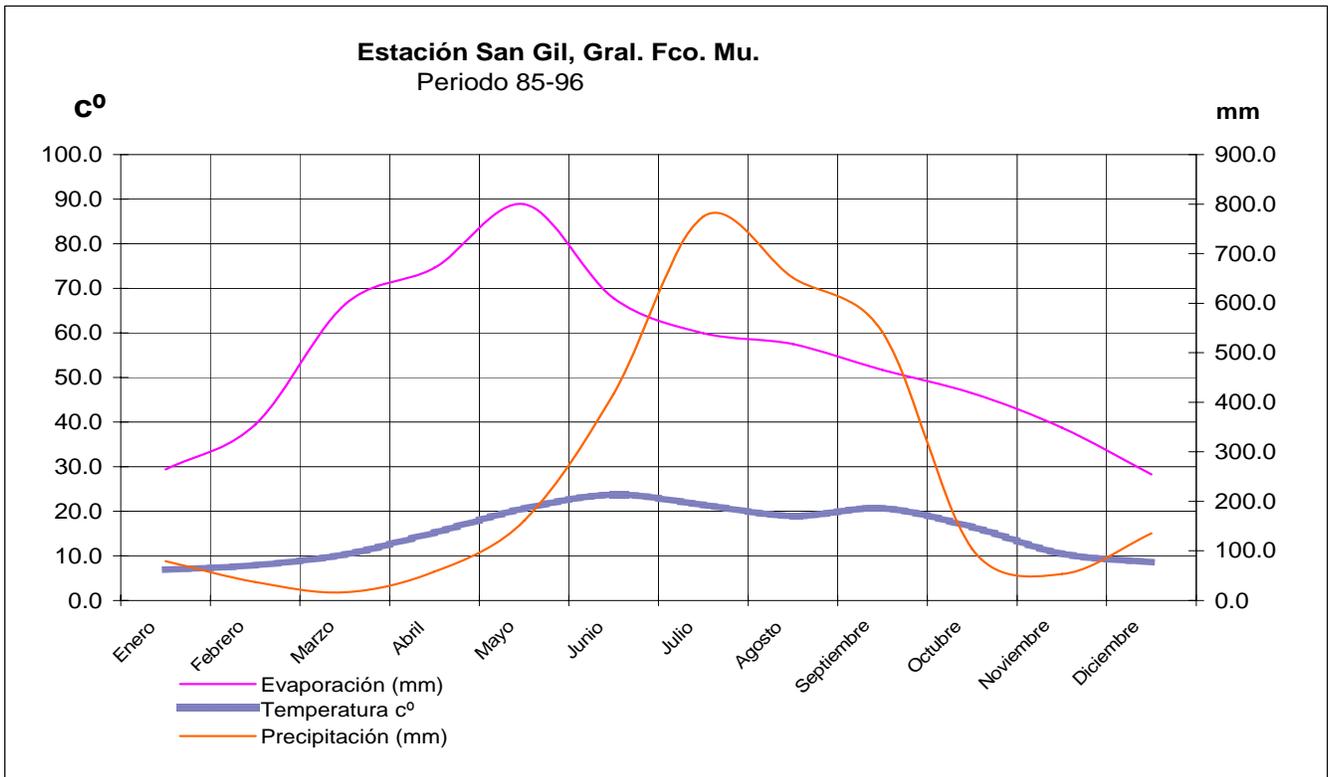
**EVAPORACION PROMEDIO ANUAL EN (mm)
PERIODO 82-96**

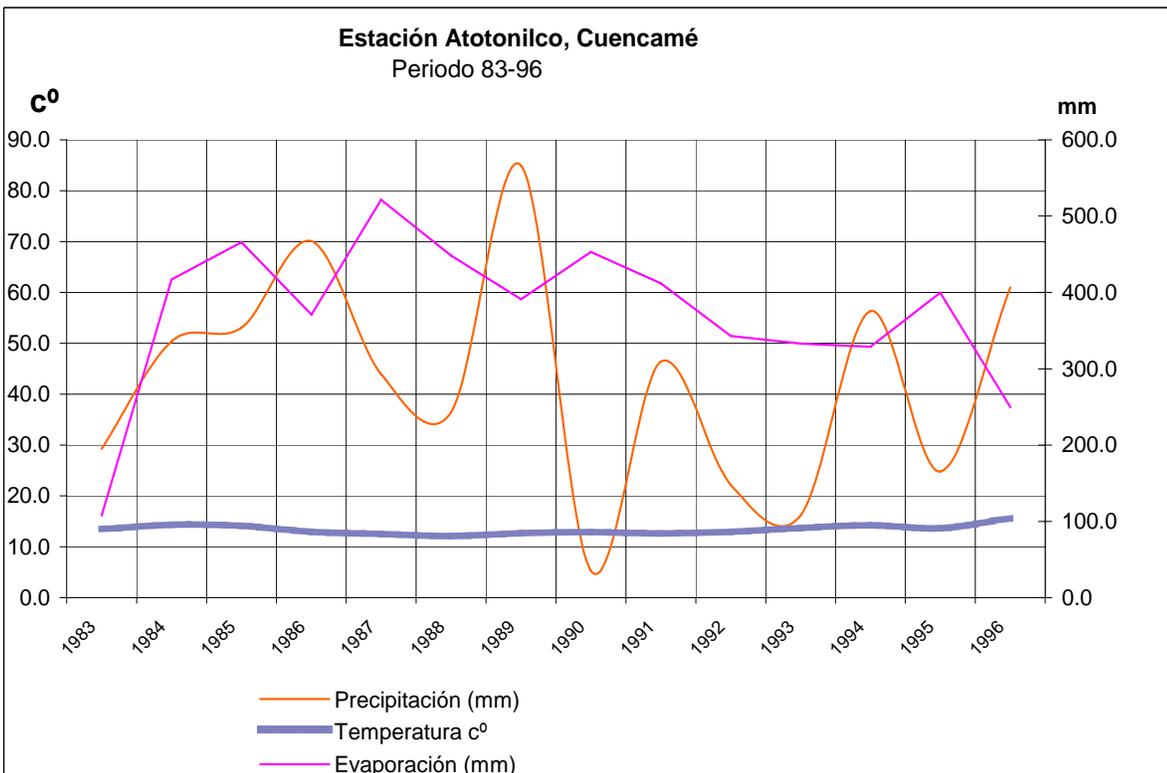
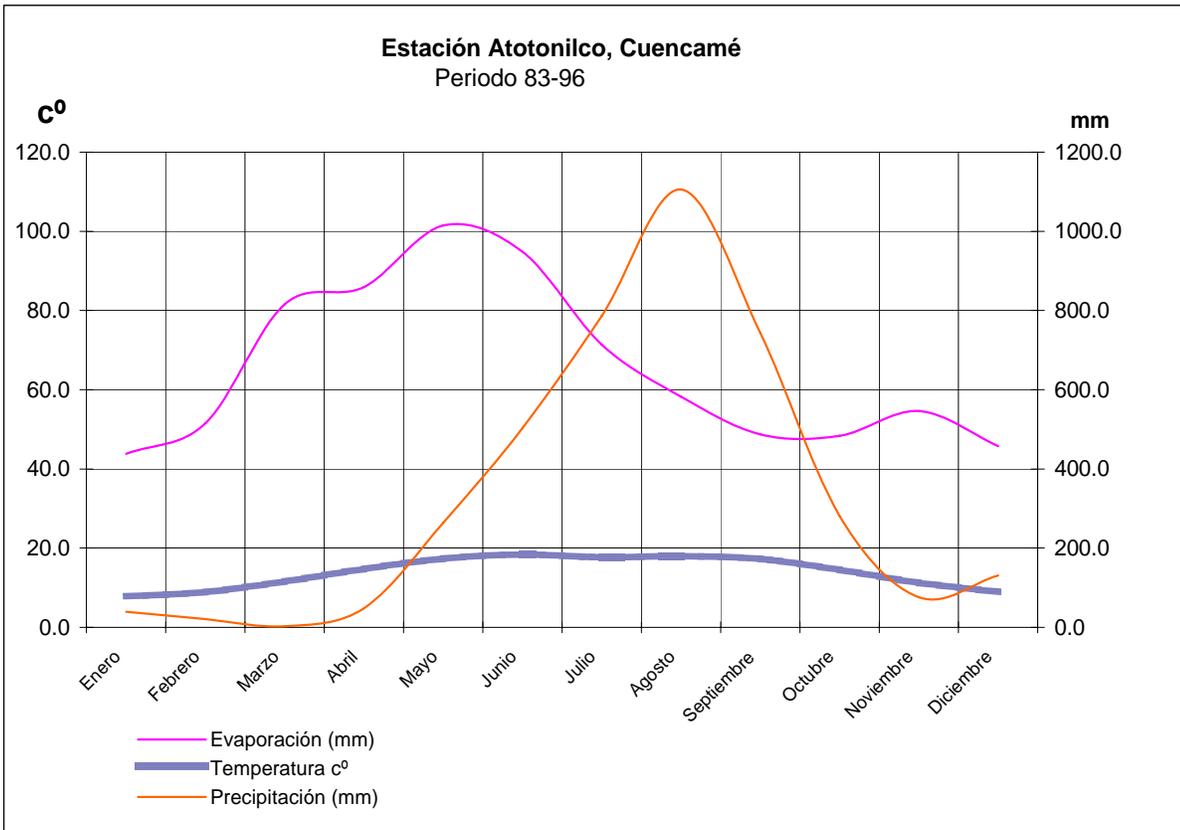
TABLA No. 6

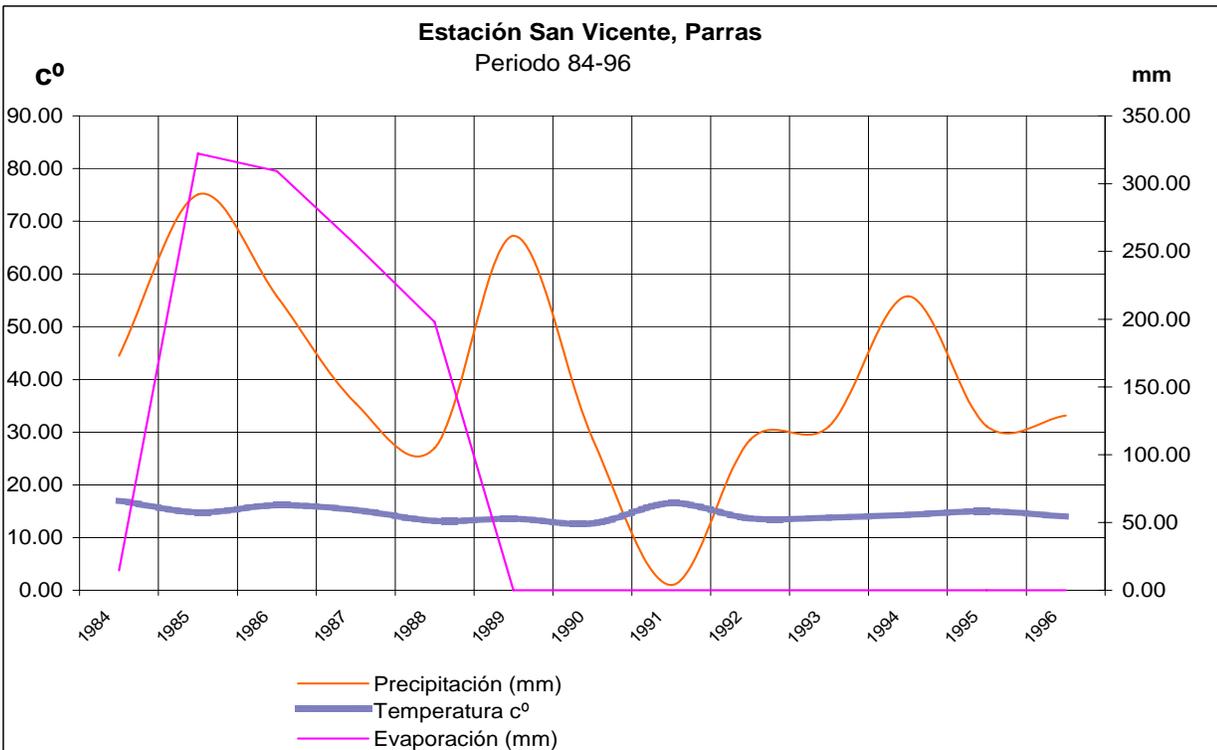
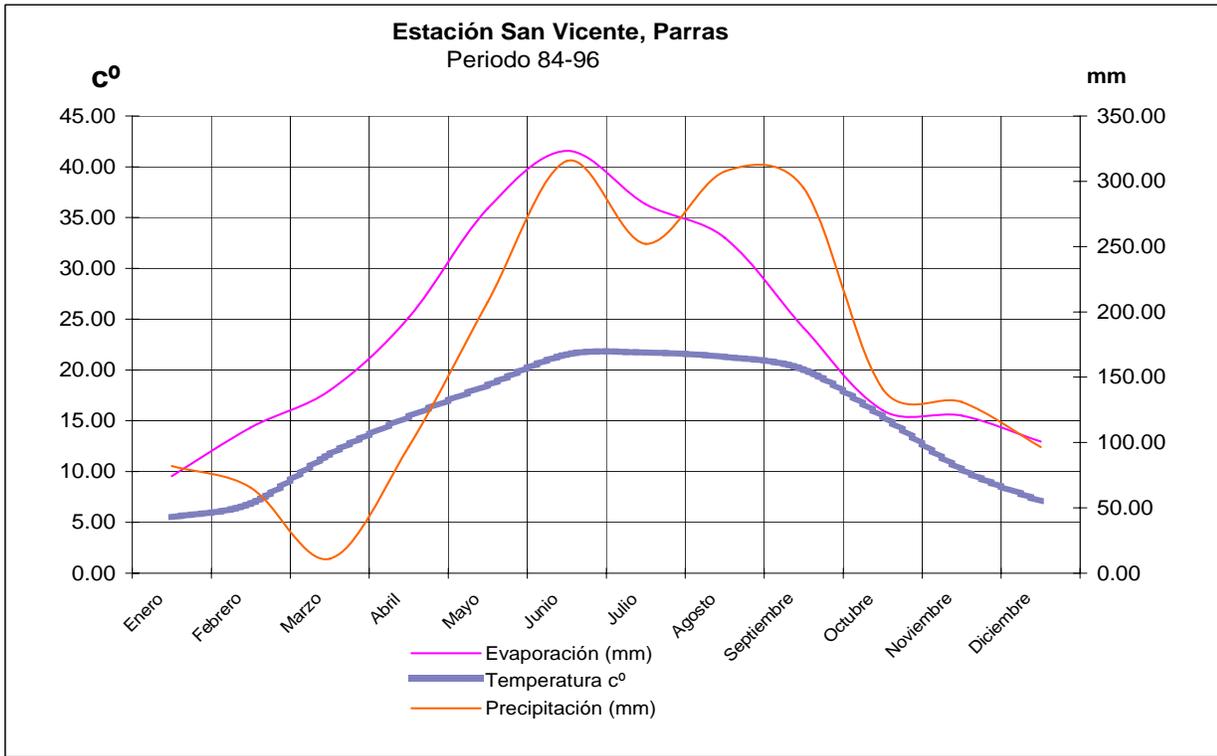
Estación	Meses																Promedios
	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996		
Parras	71.75	72.99	65.37	77.90	77.32	66.32	76.50	73.02	74.86	74.96	67.62	74.89	72.32	70.49	7.97	1024.28	68.29
Presa Coyote				31.34	65.69	55.92	41.35	29.40	54.95	0.00	3.69	0.00	0.00	0.00	0.00	282.34	23.53
Presa La Flor				90.93	73.65	95.86	93.28	83.46	82.09	81.89	86.69	72.55	68.88	82.52	76.90	988.70	82.39
San Vicente			3.78	82.82	79.51	65.52	50.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	282.51	21.73
San Gil				73.4	71.4	49.4	39.8	61.5	65.3	48.4	27.2	47.8	57.8	57.4	49.7	649.04	54.09
Atotonlco		16.2	62.6	69.9	55.6	78.2	67.3	58.7	67.9	61.8	51.5	49.9	49.3	60.0	37.5	786.31	56.17
El Palmito				67.97	68.35	65.32	73.23	71.27	70.14	64.99	56.37	66.70	66.76	57.10	6.96	735.16	61.26
Nazas			64.53	50.80	63.81	57.44	64.75	59.73	78.35	77.66	69.61	77.18	72.86	64.74	6.65	808.11	62.16
Pedricenas			0.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.94	0.08
Rodeo		5.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.24	0.37
Sardinas				60.34	51.13	57.38	64.43	58.40	65.62	58.98	44.71	55.95	47.45	53.23	39.97	657.59	54.80
Guanacevi				5.88	45.54	46.85	48.71	52.20	22.94	3.68	6.97	24.47	35.21	58.13	52.89	403.47	33.62
Tepehuanes			45.79	49.39	48.76	48.71	46.36	43.35	27.21	1.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	311.04	23.93
Tlahualillo		83.08	71.35	89.95	82.47	71.73	81.63	78.65	75.84	75.91	72.28	78.60	78.79	68.34	6.01	1014.63	72.47
Promedio Anual	71.75	44.37	39.29	53.61	55.95	54.19	53.44	47.84	48.95	39.26	34.76	39.15	39.24	40.85	20.32	567.81	43.92

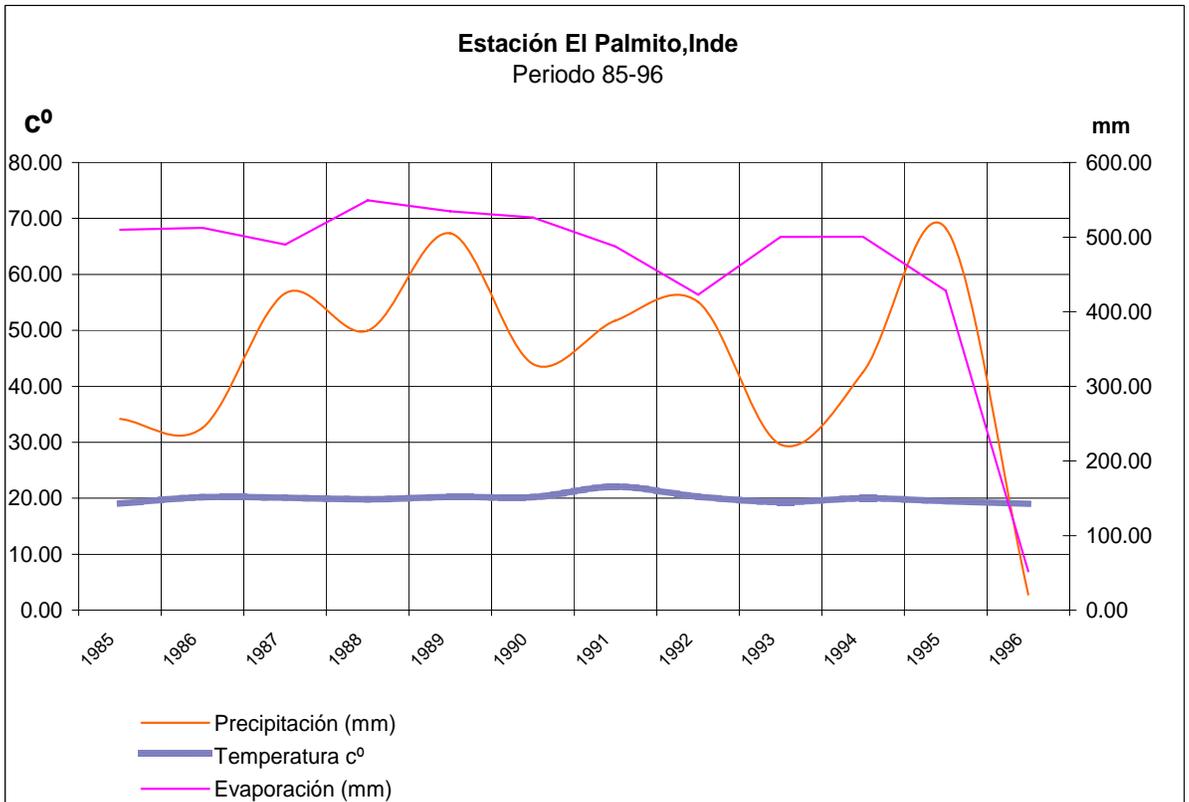
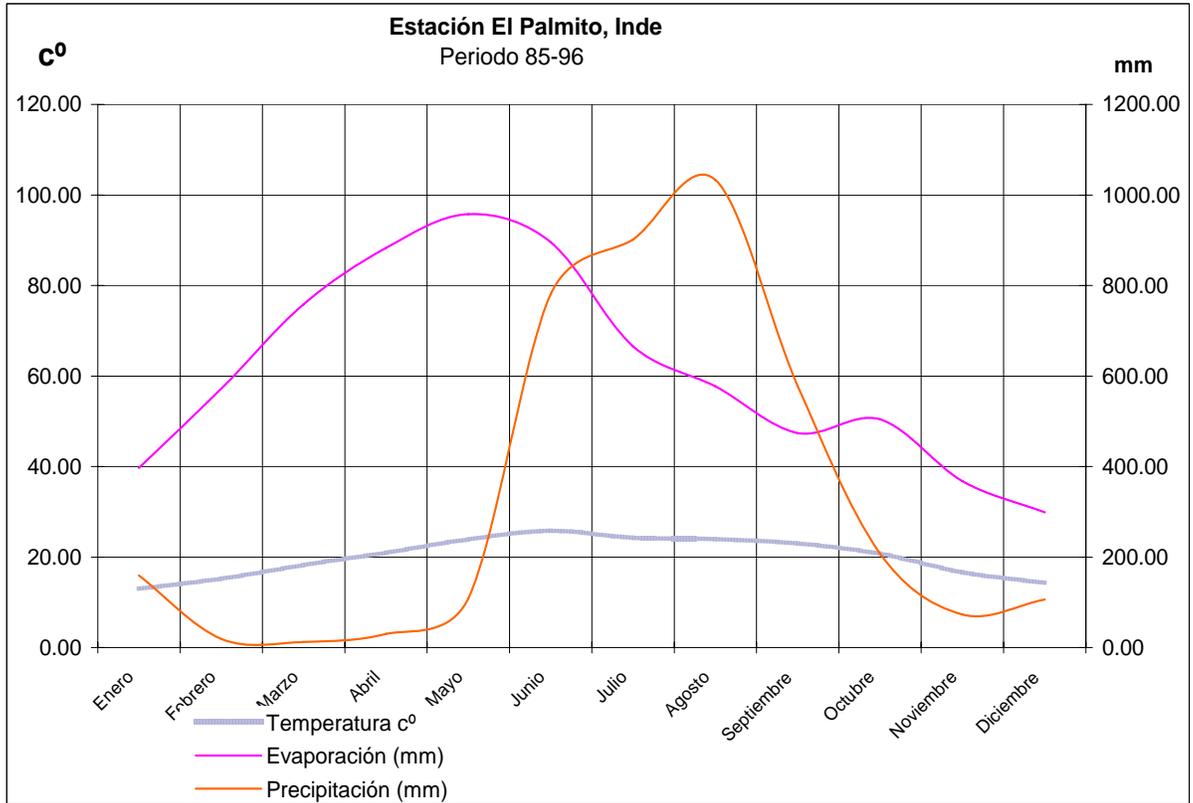
FUENTE: BOLETINES INFORMATIVOS.(CNA)

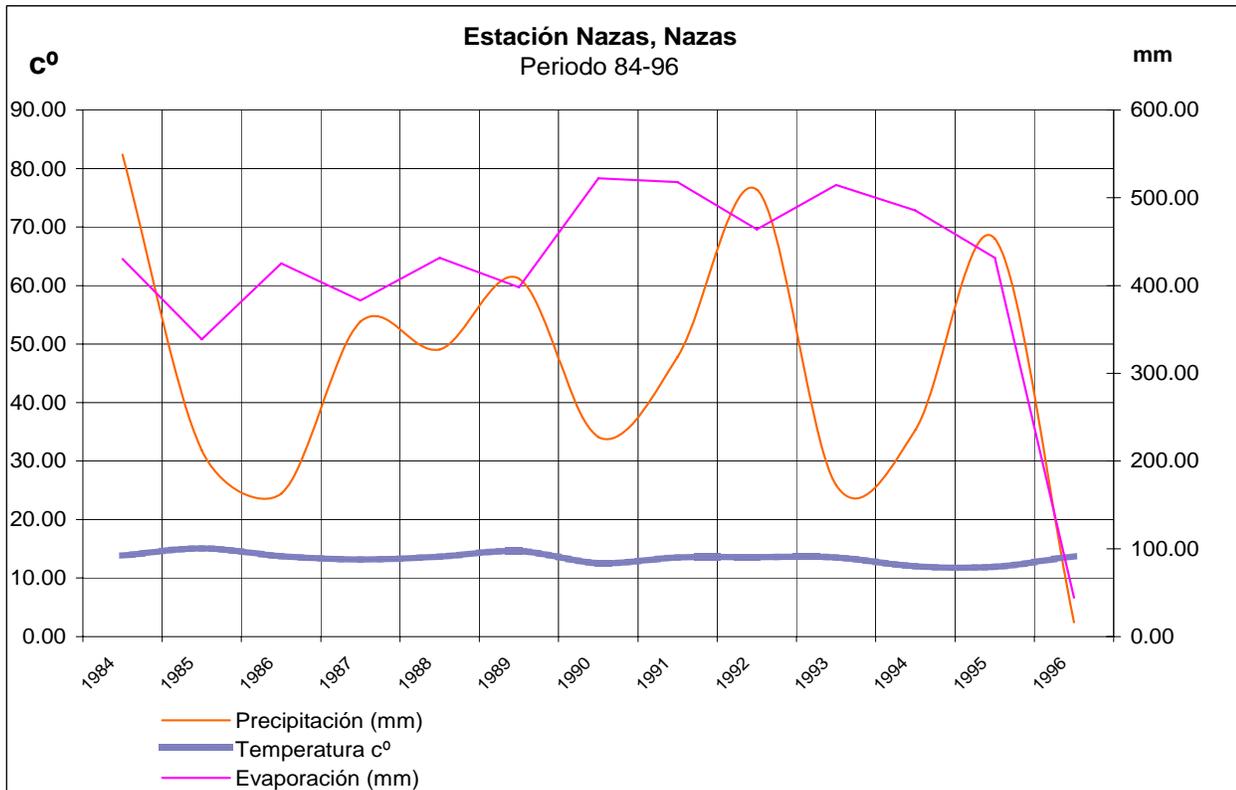
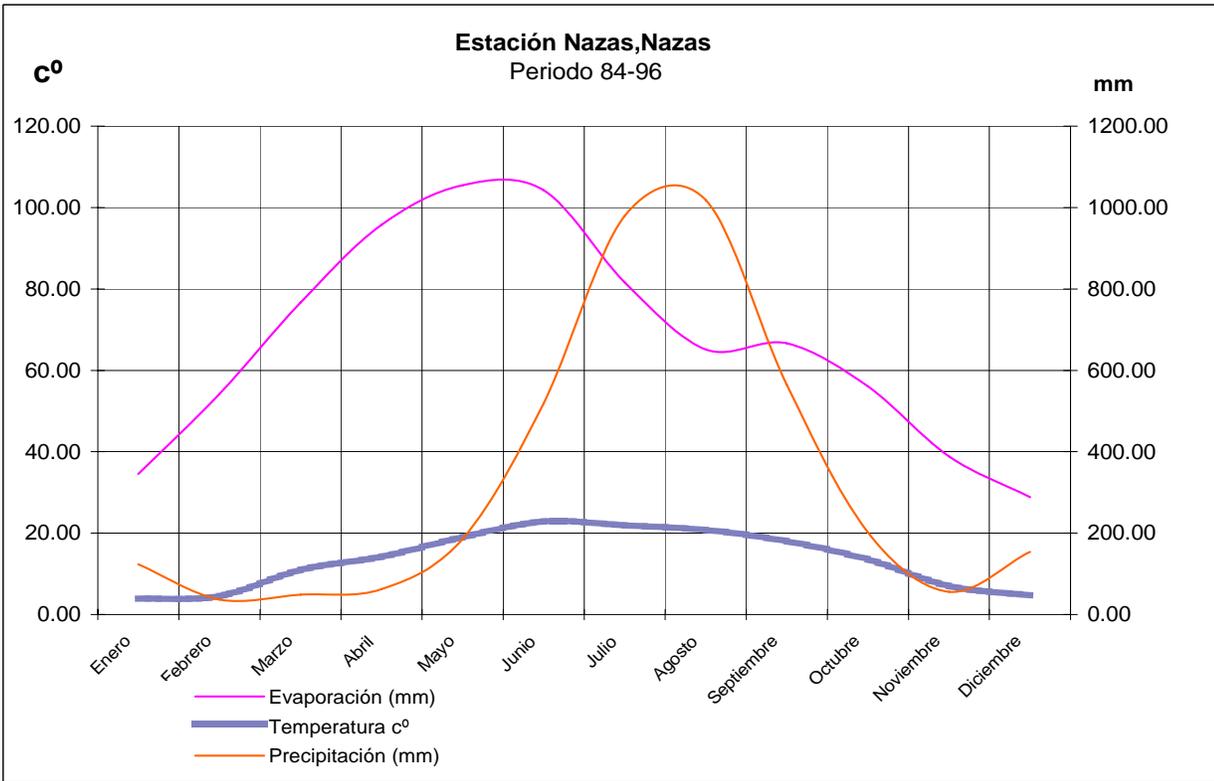


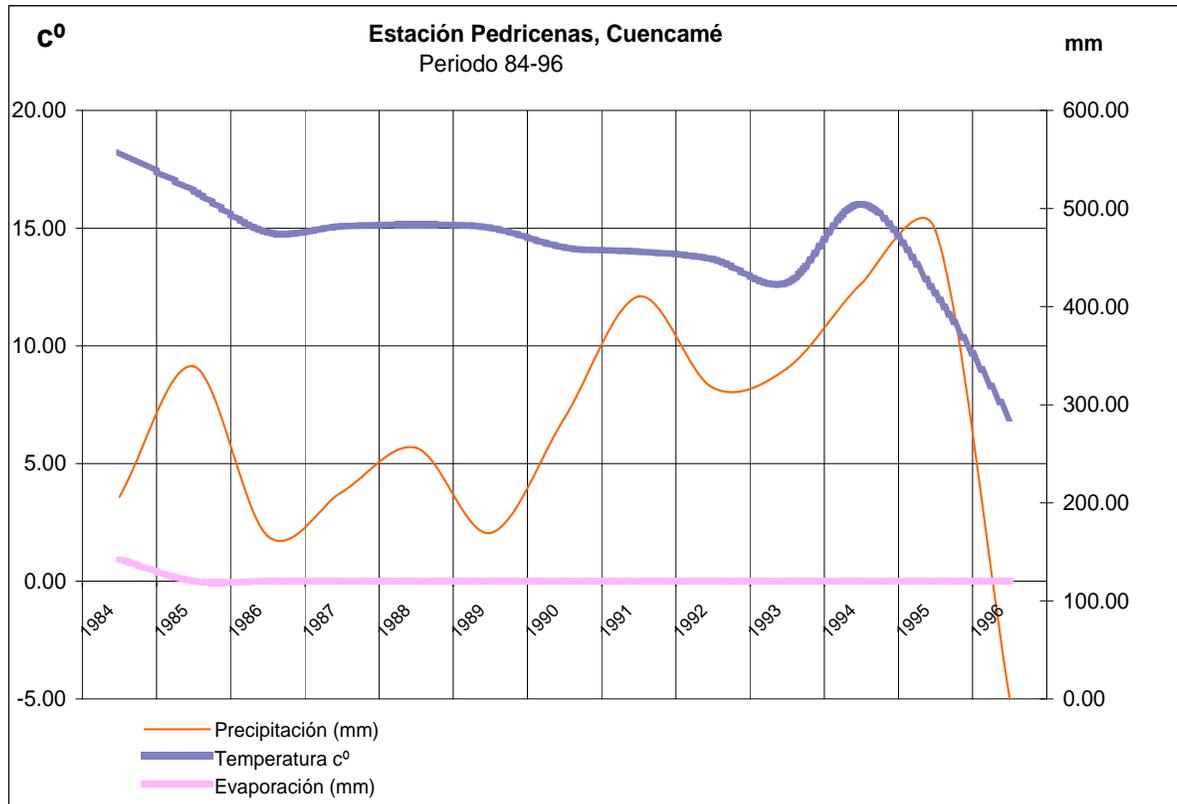
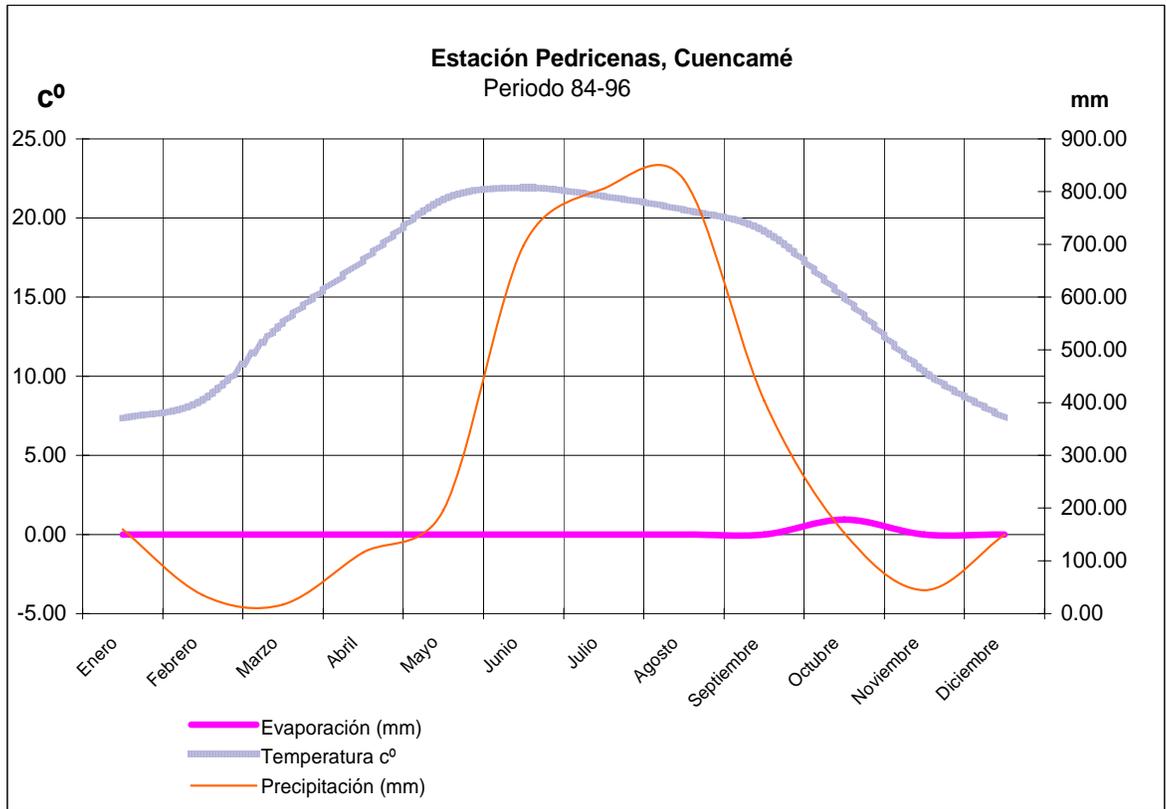


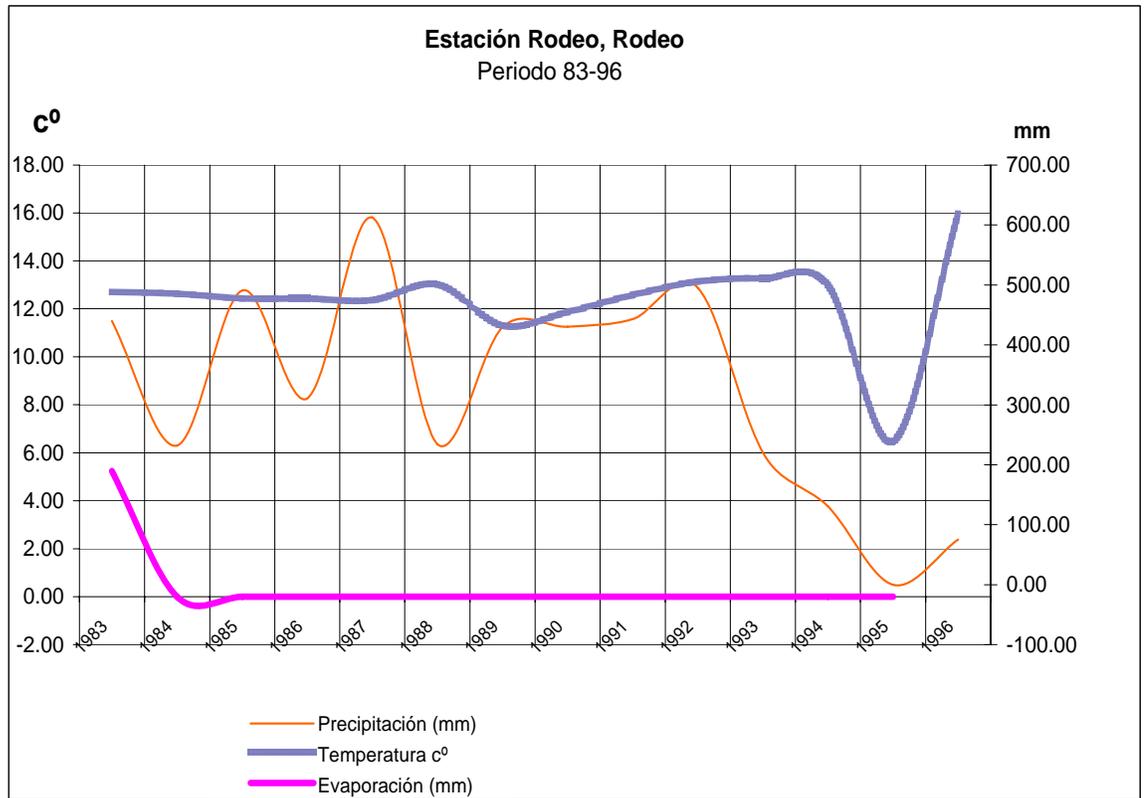
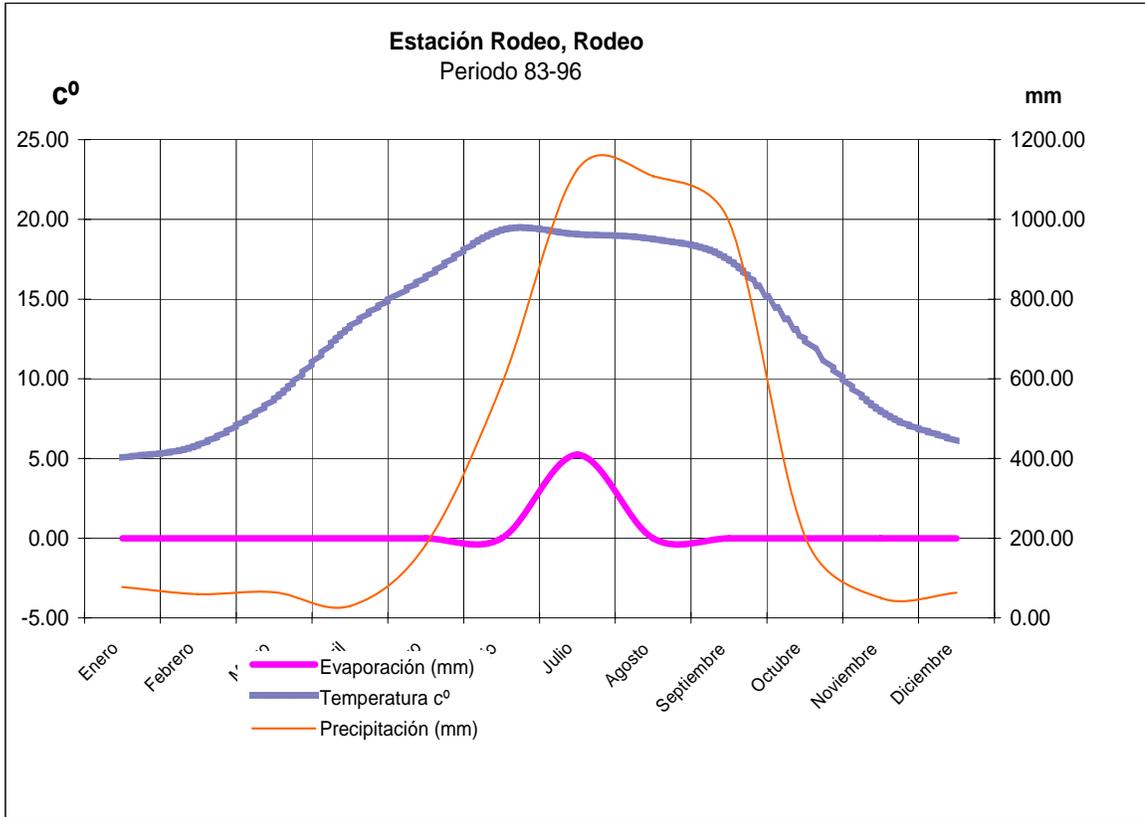


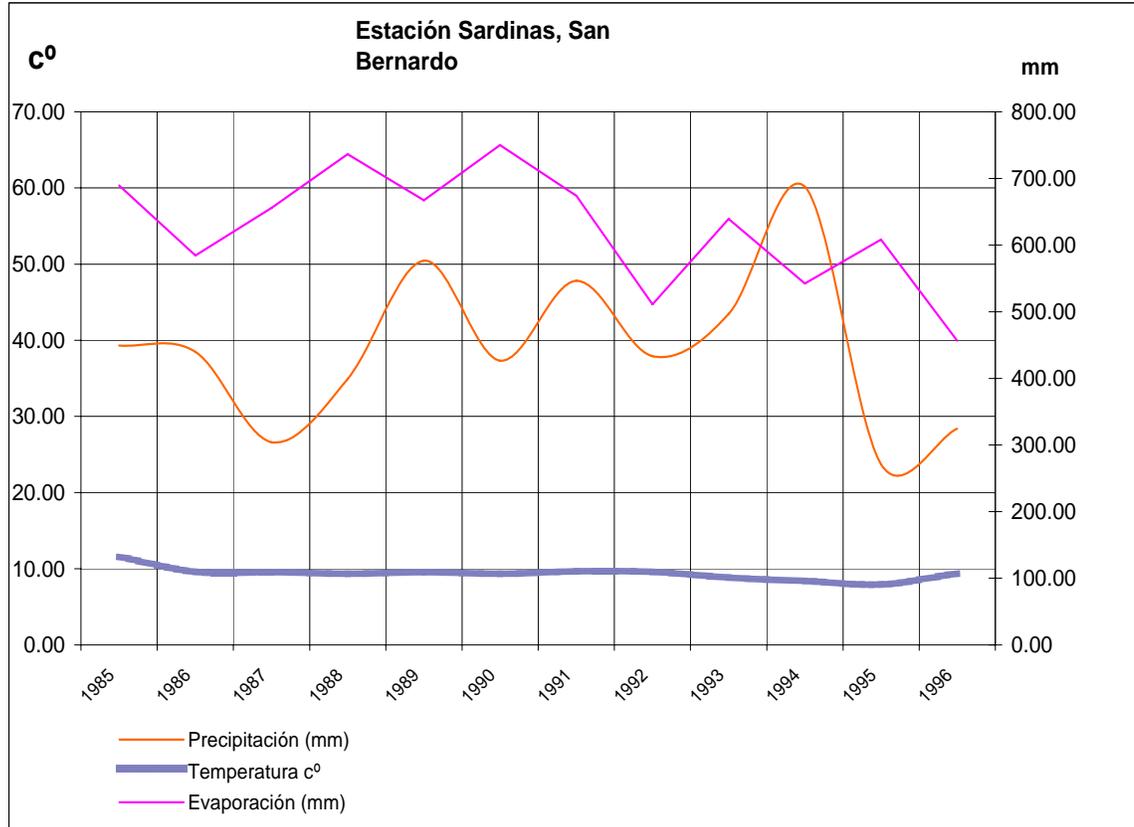
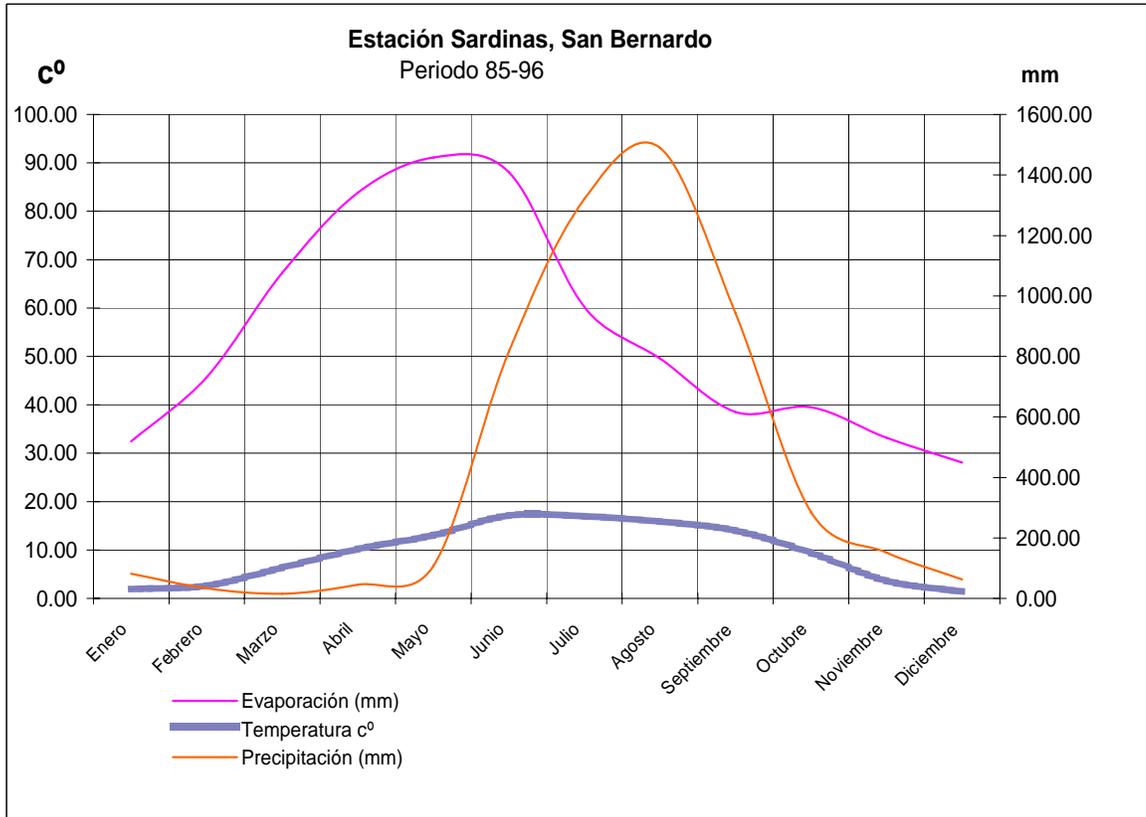


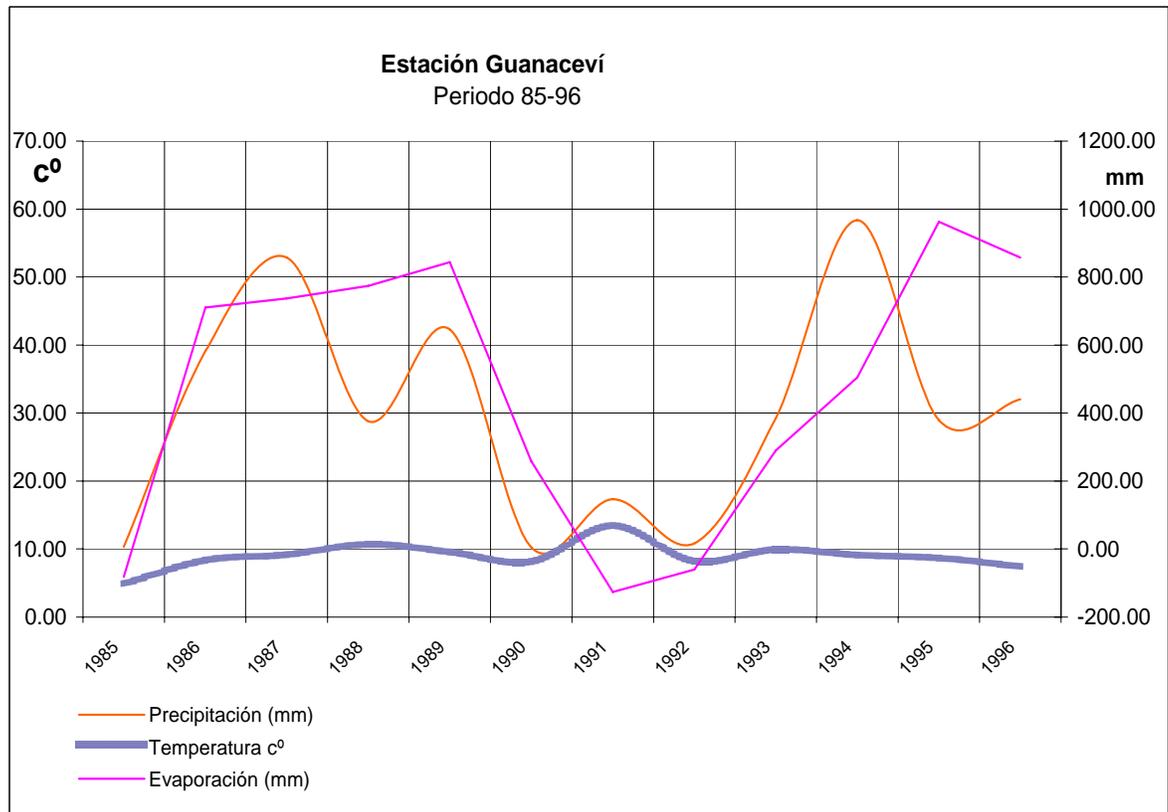
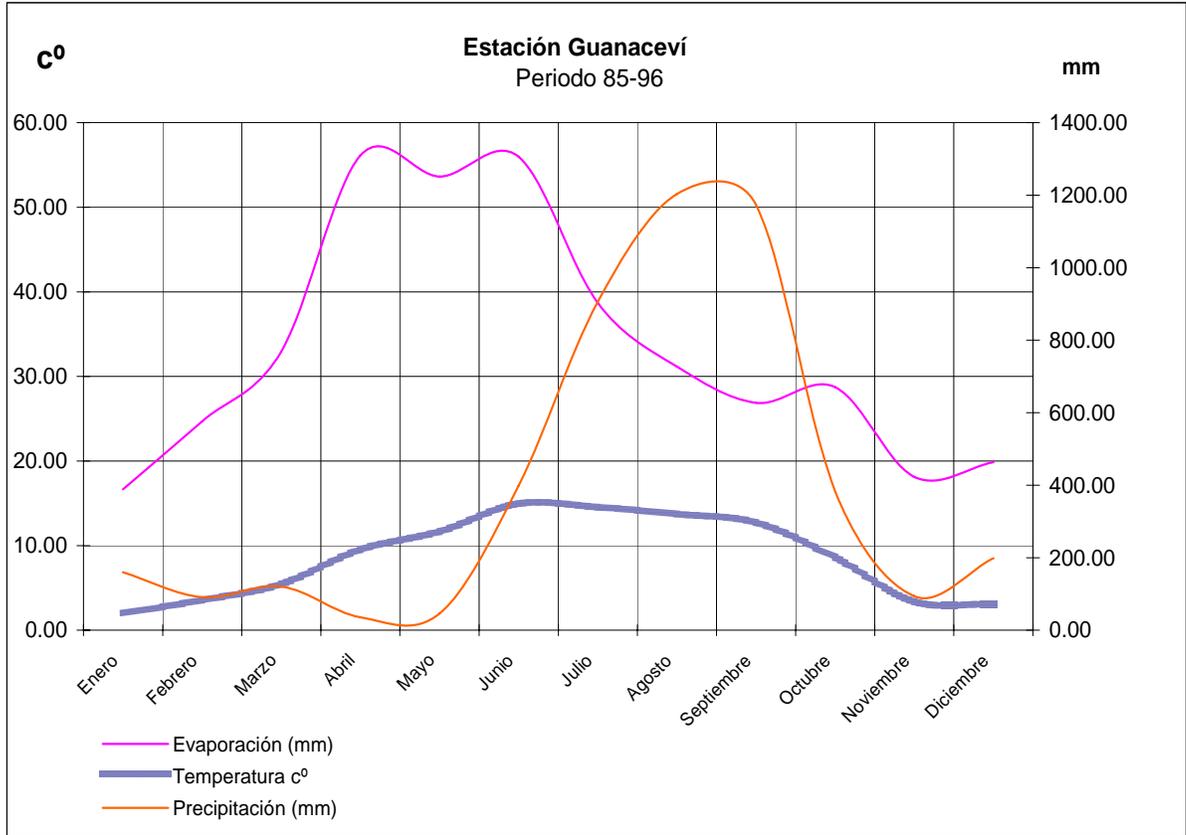


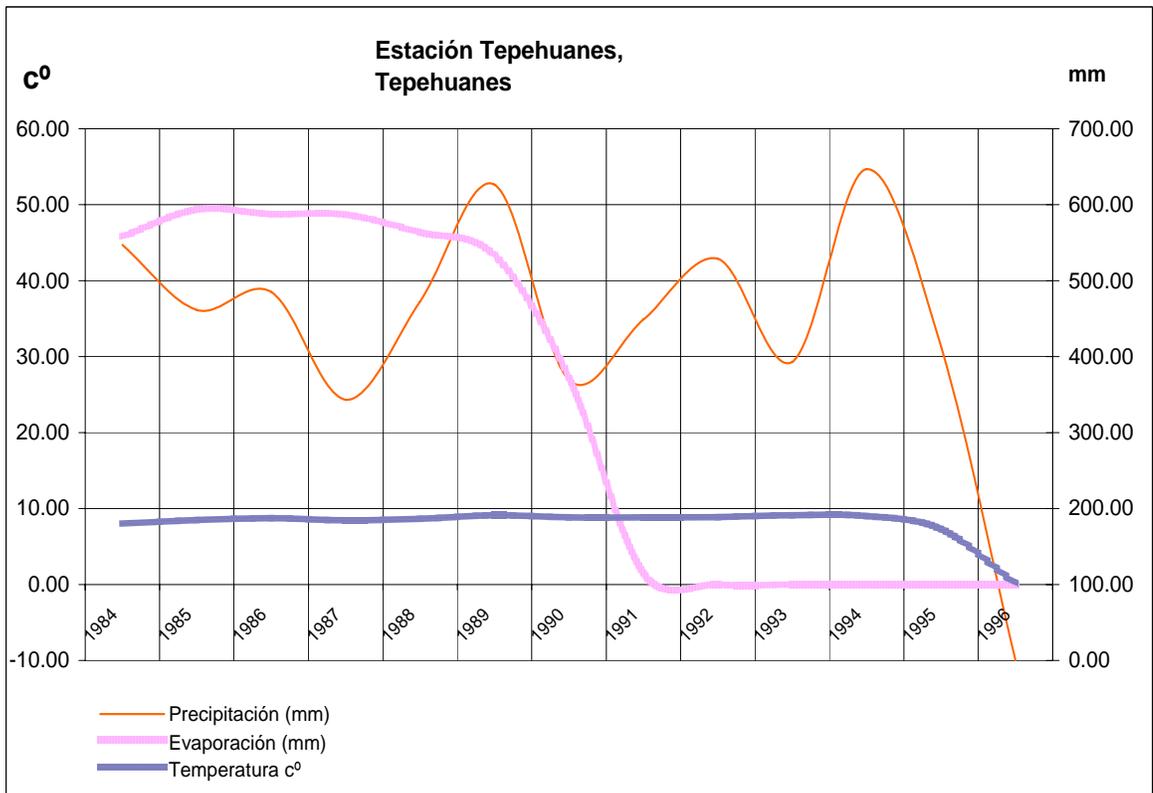
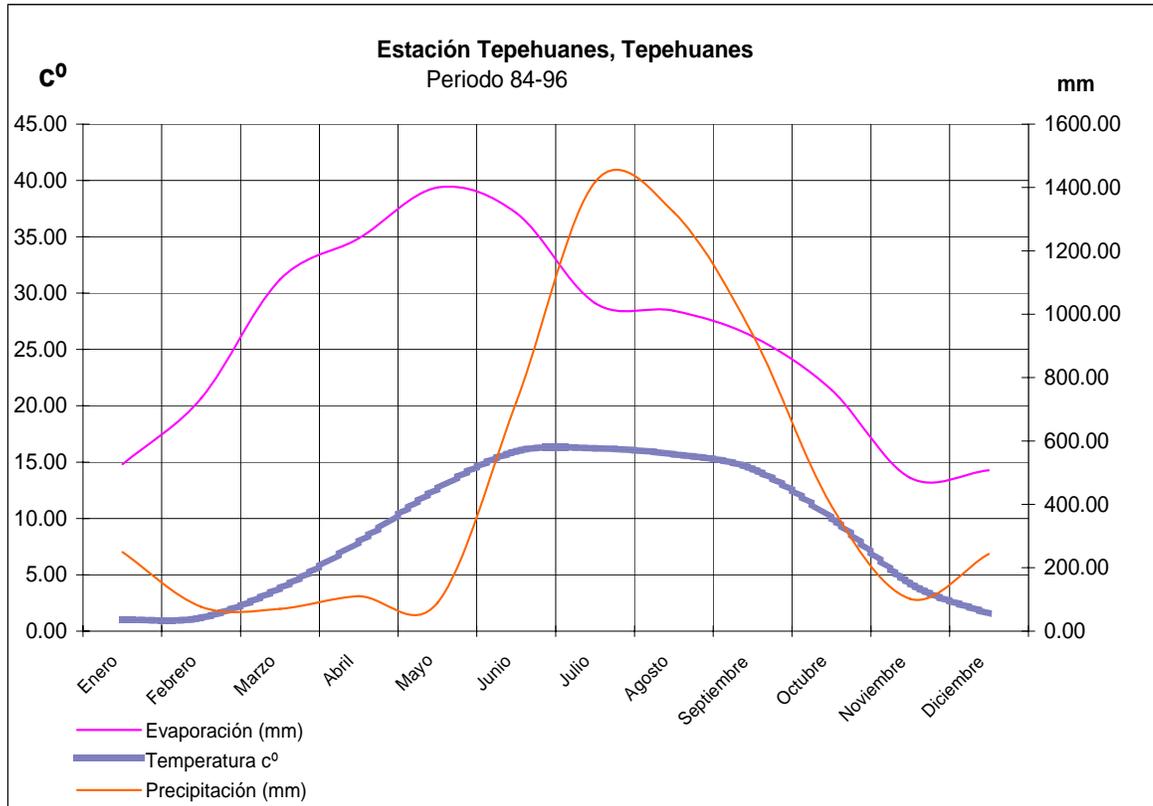


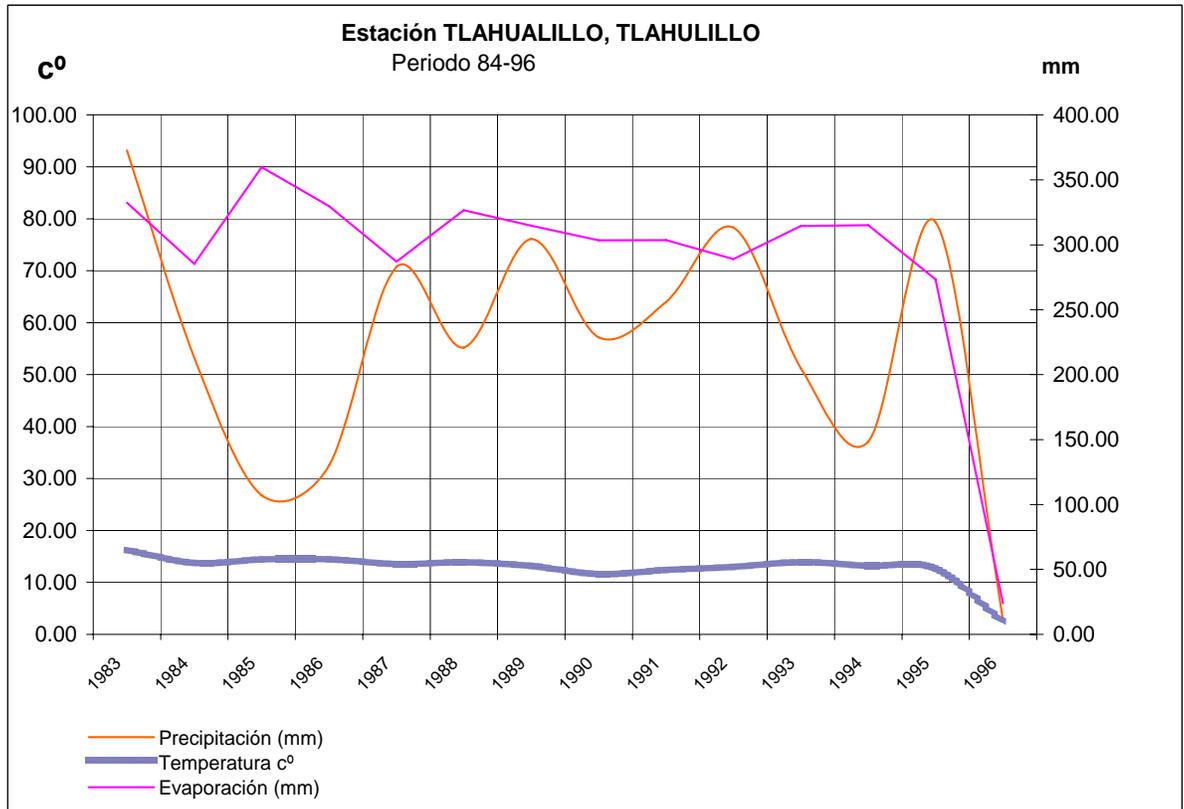
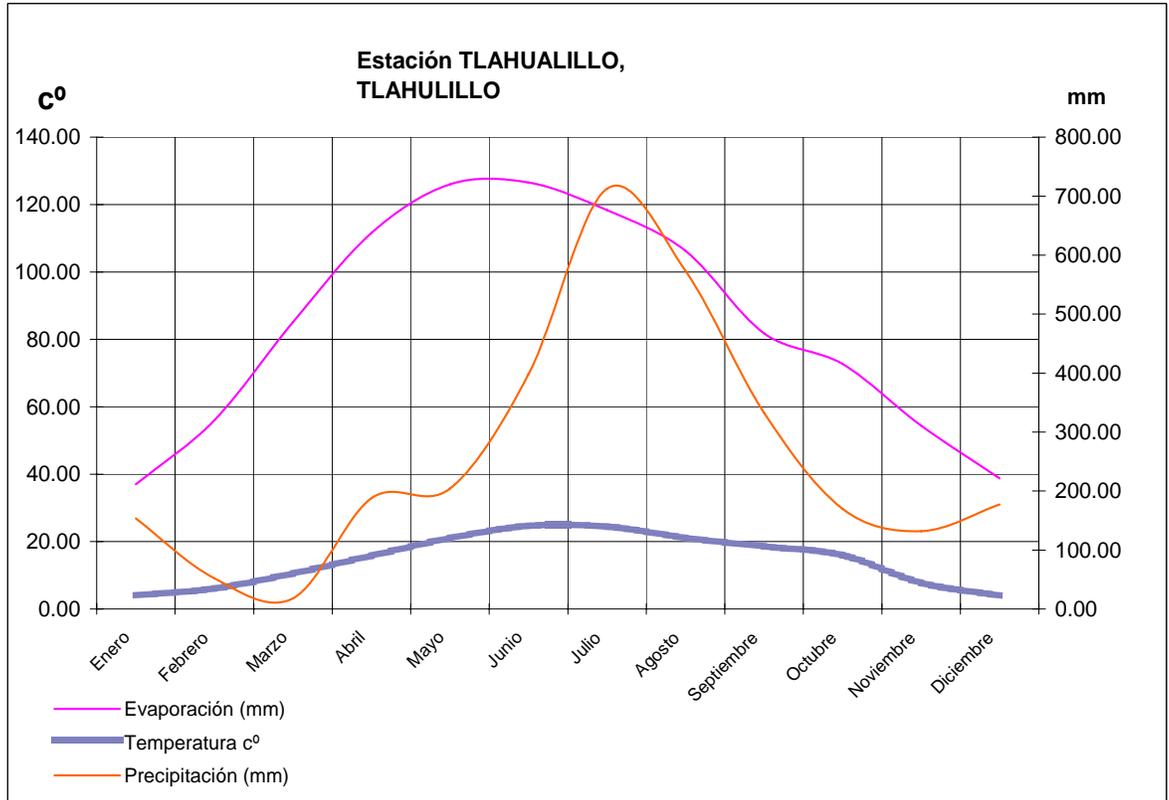












Bibliografía

- 1.- Boletín hidrológico de la R.H. 36
Secretaría de recursos hidráulicos
Jefatura de irrigación y control de ríos
Dirección de hidrología, México D.F. 1970
 - 2.- Plan hidráulico del Estado de Durango
Comisión Nacional del Agua
Subdirección General de Programación
Gerencia de Planeación hidráulica, 1996
 - 3.- Plan hidráulico del Estado de Coahuila
Comisión Nacional del Agua
Subdirección General de Programación
Gerencia de Planeación hidráulica, 1996
 - 4.- Plan hidráulico del Estado de Zacatecas
Comisión Nacional del Agua
Subdirección General de Programación
Gerencia de Planeación hidráulica, 1996
 - 5.- CD-ROM Acuíferos de la República Mexicana, INA
Gerencia Regional Norte, Torreón Coahuila.
 - 6.- La producción Rural en México
Alternativas ecológicas
Víctor M. Toledo
Julia Carabias
Carlos Toledo
Cuahutémoc Gonzáles-Pacheco.
E.D Fundación Universo Veintiuno.
 - 7.- Comisión Nacional del Agua
Subdirección General Técnica.
Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos.
Reporte Hidrometricos
Periodo: sep/1965-Dic/1992
Corriente General Izquierdo
Cuenca Río Aguanaval
R.H. Nazas-Aguanaval
Entidad Federativa Zacatecas.
 - 8.- Cartas Topográficas del Estado de Durango, INEGI escala 1:50,000
 - 9.- Cartas Topográficas del Estado de Coahuila, INEGI escala 1:50,000
 - 10.- Cartas Topográficas del Estado de Zacatecas, INEGI escala 1:50,000
 - 11.- Boletines informativos C.N.A
Gerencia Regional Norte Estado de Durango.
 - 12.- Boletines informativos C.N.A
Gerencia Regional Norte Estado de Coahuila.
 - 13.- Boletines informativos C.N.A
Gerencia Regional Norte Estado de Zacatecas.
-