

J
2ej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

**FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS
COLEGIO DE GEOGRAFIA**

**ESTUDIO HIDROGEOGRAFICO DE LA
CUENCA ALTA DEL RIO
CUPATITZIO**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
LICENCIADO EN GEOGRAFIA
P R E S E N T A :
MARIA ROSALBA DURAN RANGEL

Mexico, D. F.

1987



Universidad Nacional
Autónoma de México



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 está 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.

INDICE

	PAG.
I. INTRODUCCION	1
II. LOCALIZACION Y CARACTERISTICAS GENERALES DEL AREA DE ESTUDIO	6
III. FISIOGRAFIA	12
Geología	15
Edafología	21
Clima	38
Temperatura	41
Precipitación	46
Evaporación, evapotranspiración	52
Tipos de clima	56
Vegetación	60
Vegetación y uso actual del suelo	65
IV. HIDROLOGIA	68
Descripción general de la red Hidrográfica	64
Patrones de Drenaje	74
Red de Drenaje de acuerdo con las jerarquias	84
Relación de Longitud	87
Relación de bifurcación y longitud	90
Infiltración	94

	PAG.
Escurrimiento	98
Balance Hidrológico	103
V. CONCLUSIONES	110
VI. SUGERENCIAS	112
VIII. BIBLIOGRAFIA	114

INTRODUCCION

La cuenca alta del río Cupatitzio es una región que presenta, desde varios puntos de vista, aspectos muy importantes y de interés, tanto en lo local como en lo referente a zonas circunvecinas. Entre los aspectos que más destacan se tienen: el abastecimiento de agua para la Ciudad de Uruapan, el riego para las regiones frutícolas, el escurrimiento para la generación de energía hidroeléctrica, la utilidad de los bosques para la explotación resinera e incluso la hermosura de sus paisajes para fines turísticos. También es pertinente indicar que la cuenca alta del río Cupatitzio es una zona intermedia entre la cuenca de absorción Paracho-Nahuatzen y la cuenca baja del río Cupatitzio: estos dos lugares presentan características diferentes entre sí e incluso puede afirmarse que algunos aspectos son opuestos. Así, la cuenca alta del río Cupatitzio es una zona de transición entre las zonas altas, templadas y húmedas y las partes bajas, calientes y secas. Al respecto, debe considerarse que si bien en las partes de mayor altitud se registra mayor precipitación y escurrimiento, hacia las partes bajas, localizadas al sur de la cuenca, la precipitación disminuye y el clima se torna tropical y seco en algunas partes. De esta manera, el agua adquiere una mayor importancia, de tal modo que el escurrimiento que se inicia en la cuenca alta del río Cupatitzio representa un recurso natural de mucho interés. Por lo tanto, cualquier aspecto que se modi

fique, positiva o negativamente, en las partes altas, repercutirá de igual forma en las partes bajas de la cuenca y, en general, de la región.

De acuerdo con lo anterior, se estimó conveniente - - efectuar un estudio hidrogeográfico de la cuenca del río Cupatitzio a fin de destacar algunos aspectos, tales como: su relieve, litología, edafología, clima y lo referente a la red - - lluvial así como el comportamiento hidrológico. Al respecto, se trató de establecer, en primer término, una serie de descripciones, determinación de parámetros y finalmente las principales correlaciones de las características de la superficie con la hidrología. De este modo se obtuvo una serie de conclusiones que permiten sentar las bases para realizar estudios regionales para la planeación, el buen uso y conservación de la cuenca.

Antes de la elaboración de la tesis, se efectuó una - - revisión bibliográfica referente a esta cuenca, a fin de evitar repeticiones o duplicidad del trabajo, sin que se haya obtenido noticia alguna de un estudio como el que aquí se presenta; por lo cual se estima que este trabajo es original.

Sin embargo, cabe reconocer que se tienen algunos estudios aislados de esta región, con enfoques diferentes realizados con otra metodología.

Entre los trabajos que más destacan están: "Estudio - - de gran visión sobre la cuenca del río Cupatitzio y su cuenca de absorción", elaborado por la Comisión Federal de Electricidad (1971); "Protección y embellecimiento de la cuenca del - -

Río Cupatitzio" por Arturo Apan et. al. presentado en VI Congreso Nacional de Geografía (1972); y "La Cuenca alta del río Cupatitzio" presentado por Robles Padilla y Martínez Luna, X Congreso Nacional de Geografía (1985).

Para la elaboración del material cartográfico, se recurrió a los trabajos publicados por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática de la Secretaría de Programación y Presupuesto. De estas cartas se extrajo información topográfica, geológica, edafológica, en escala 1:50 000. Lo anterior se complementó con información cartográfica de aguas superficiales, aguas subterráneas, geología y clima en escalas 1:250 000; 1:500 000 y 1:1 000 000 respectivamente. La información anterior, a su vez, se obtuvo de fotografías aéreas tomadas en 1977. Por lo tanto, la estimación de algunos parámetros pueden haber cambiado y las apreciaciones hechas así como la cartografía presentada puede tener algunos aspectos que no coincidan totalmente con la realidad actual. Para la determinación del comportamiento hidrológico se consultaron los registros de escurrimiento de la Comisión Federal de Electricidad; para la precipitación y algunos aspectos climáticos se recurrió al archivo de datos del Servicio Meteorológico Nacional dependiente de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

Entre los métodos que se emplearon para generar nueva información está la construcción de una carta base en cuya reproducción se vertieron diferentes aspectos temáticos; para ver los aspectos relativos a la correlación, se hicieron so-

breposiciones de mapas en una mesa de luz. Para clasificar la red hidrográfica se empleó el criterio de A. N. Strahler (1974). El escurrimiento general de la cuenca se calculó con base en las estimaciones propuestas por Junco (1964).

La determinación de las áreas, en diferentes aspectos, se calculó mediante papel milimétrico. Otros aspectos metodológicos secundarios se citan en el capítulo correspondiente.

El trabajo de gabinete se complementa con visitas de observación al campo, particularmente a aquellos lugares en donde se tenía incertidumbre de la información cartográfica.

Para reafirmar la importancia de este tipo de estudio hidrográfico a continuación se mencionan algunos de los conceptos de cuencas más completos y que sirvieron de base para el análisis de los aspectos que conforman el desarrollo de las cuencas como unidades geográficas.

"El concepto de cuenca representa una unidad física, económica y social, es un área geográfica constituida esencialmente por el drenaje del terreno que contribuye a que las aguas fluyan a una corriente principal o colectora".

Stallings, H.H. El Suelo. Su uso y mejoramiento. Ed. Continental, México (1972).

"La cuenca es una unidad topográfica circunscrita por otras unidades de la misma naturaleza".

Cruickshank García, Gerardo. Conservación y Manejo de Cuencas. Mex. 1972. Octava Reunión del Comité Central Coordinador de Programas para el Mejoramiento del Ambiente.

"La cuenca es una superficie grande o pequeña donde -

la topografía y la precipitación dan lugar al nacimiento y -
formación de un sistema de corrientes que por su naturaleza -
forman una unidad geográfica, en la que se realiza el desarro-
llo social y económico de las comunidades, cuya vida a su vez,
depende de la conservación del agua, el suelo, los bosques y -
otros recursos".

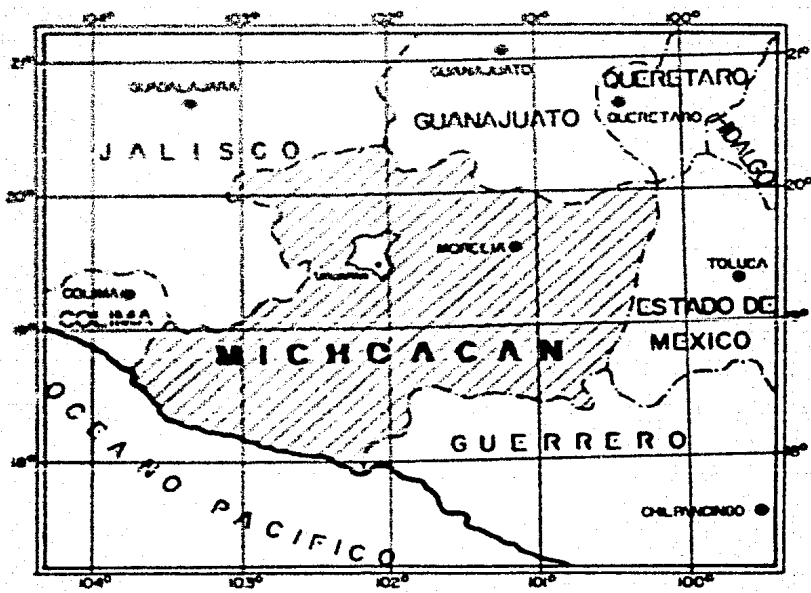
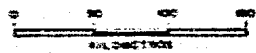
Buenrostro Hernández, César. Manejo de Cuencas. Primer Semina-
rio Latinoamericano FAO/PNUD, sobre Evaluación Sistemática de
Tierras y Aguas. México, 1971.

Soto Romero, Juan Antonio. Manejo de Cuencas: Una solución al
problema de desarrollo integrado.

**LOCALIZACION DEL EDO.
DE MICHOACAN Y DE LA
CUENCA ALTA DEL RIO
CUPATITZIO**



ESCALA GRAFICA



LIMITE ESTATAL - - - - -
CAPITAL DE ESTADO ●

**CUENCA DEL RIO
CUPATITZIO**



MEDIO GEOGRAFICO

1 Localización

La Cuenca alta del río Cupatitzio se localiza en las subcuencas vertientes, orientadas hacia el centro sur del Sistema Volcánico Transversal. Sus coordenadas y lugares extremos la ubican entre los paralelos $19^{\circ}15'16''$ y $19^{\circ}19'52''$ de latitud norte y de los meridianos $101^{\circ}58'11''$ y $102^{\circ}13'00''$ de longitud oeste. Regionalmente la cuenca está limitada por distintas sistemas orográficos como son: la Sierra de Tancitaro y Sierra de Paracho al norte y noroeste; al este con la Sierra de Tingambato y las partes altas del valle de Uruapan al Sur. Estos sistemas orográficos forman la línea divisoria de aguas de la cuenca.

La Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos ubica a la cuenca del río Cupatitzio dentro de la región hidrográfica Balsas; esta cuenca, a su vez, localizada en la llamada Depresión del Balsas al suroeste del país, abarca los Estados de Tlaxcala, Puebla, noroeste de Oaxaca, Morelos, norte y noroeste de Guerrero, sureste del Estado de México y sureste de Michoacán. Dicha gran cuenca ($117,405.6 \text{ km}^2$), dividida en tres zonas: 1) La Cuenca del río Amacuzac, 2) Cuenca del río Atoyac y Mixteco, y 3) Cuenca del Medio y Bajo Balsas, -- siendo esta última de interés para el presente trabajo por -- ser en donde se encuentra la Cuenca del río Cupatitzio.

La Cuenca del Medio y Bajo Balsas comprende parte del suroeste del Estado de México, el noroeste de Guerrero y suroeste de Jalisco Y Michoacán; la integran numerosos e importantes escurrimientos, entre ellos el del río Tepalcatepec. A su vez, este río se forma de las confluencias de los ríos Plátanos e Itzacuaro, además recibe escurrimientos de los ríos San Jerónimo, el río Cajón y río Chila por su margen derecha y del río Buenavista y el río El Marqués por la margen izquierda.

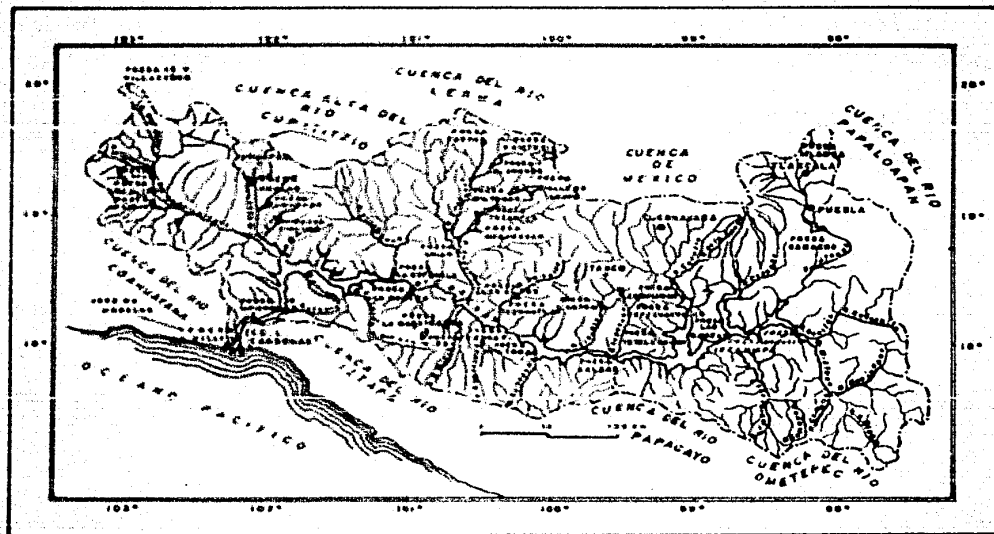
Al norte y noroeste de la ciudad de Uruapan, a una altura de 3,340 metros sobre el nivel del mar, se originan los escurrimientos que dan lugar al río Cupatitzio, que cinco kilómetros aguas abajo de la derivadora Tumpimito recibe, por su margen izquierda, al arroyo Santa Bárbara y aguas abajo el río Conejos, por la margen derecha; Asimismo a trescientos metros aguas abajo de la caída La Tzaríracua se encuentra la estación hidrométrica del mismo nombre, sitio que se consideró como la desembocadura de la Cuenca alta del río Cupatitzio. A 1,400 m. sobre el nivel del mar donde se encuentra la presa Cupatitzio; 10 km. al sur, sobre el cauce, se construyó la derivadora Jicalán y aguas abajo a más de 26 km. atraviesa la población El Marqués; de la que toma su nombre hasta su desembocadura al río Tepalcatepec.

Políticamente la cuenca alta del río Cupatitzio se encuentra en su totalidad, en el estado de Michoacán de Ocampo; dentro de los municipios de Uruapan, en un 85% de su área

un 10% en el de Nuevo San Juan Parangaricutiro y 5% en el municipio de Paracho.

El área objeto de este estudio cuenta con todos los medios de comunicación terrestre y aérea por lo que tiene un excelente acceso, así se puede llegar a Uruapan por un moderno aeropuerto; por ferrocarril, a través del ramal que cubre la ruta México-Apatzingán-Puerto Lázaro Cárdenas de la red -- Nacional de Ferrocarriles y por carretera a través del tramo Paracho-Tamora, que atraviesa la zona de norte a sur, por la vía corta Morelia-Uruapan, también recorren la cuenca las de Uruapan-Ziracuaretiro, de Uruapan a Nuevo San Juan Parangaricutiro y los caminos de terracería San Lorenzo-Angahuan, en el norte de la misma, y de San Juan Nuevo a Tancitaro en el suroeste.

LOCALIZACION DE LA CUENCA ALTA DEL RIO CUPATITZIO, EN LA CUENCA DEL RIO BALSAS



Dimensiones de la cuenca, coeficiente de compacidad.

De todos los parámetros que se requieren para estudiar una cuenca, se seleccionaron únicamente aquellos más importantes para definir su comportamiento hidrométrico, éstos son: el área, largo y ancho principales, la longitud del perímetro y el coeficiente de circularidad.

El área total de la cuenca es de 428.00 km².

De la cabecera de la cuenca, en el cerro Paracho (3 340 m), a la desembocadura situada en la estación hidrométrica la Tzaráracua se tiene una distancia de 26.5 km.

En la parte más ancha, desde una altura de 3 040 m, en el cerro Prieto, hasta la población de la Providencia, se tiene una distancia de 24.9 km.

El perímetro total medido sobre la divisoria de aguas es de 105 km.

El coeficiente de circularidad o compacidad ayuda a describir la forma de la cuenca, fue establecido por el alemán Gravelius con la fórmula siguiente:

$$k \approx 0.28 \frac{P}{A}$$

donde:

0.28 = constante

P = perímetro de la cuenca

A = área de la cuenca

Aplicándola a la cuenca del río Cupatitzio se tiene:

$$k = 0.28 \frac{105}{425.06}$$

$$k = 0.28 \frac{105}{10.68}$$

$$k = 0.28 \times 5.06 = 1.42$$

$$L = 1.42$$

Este valor refleja que la forma de la cuenca se aleja de la forma circular y, de acuerdo con otras características de la misma, significa que existen pocas posibilidades de que se produzcan avenidas, puesto que el agua tarda más tiempo en llegar desde las cabeceras de la cuenca a la salida de la misma.

II Fisiografía

1.- La cuenca alta del río Cupatitzio forma parte de las laderas orientadas hacia el sur de la porción occidental del Sistema Volcánico Transversal, perteneciente a la Subprovincia Volcánica Terasca. El relieve, en términos generales, está constituido por diversas topografías, algunas de ellas mezcladas entre sí, ya que se tienen laderas tendidas, mesetas basálticas escalonadas y asociaciones con valles, lomeríos, cañadas y volcanes aislados.

Debido a los objetivos hidrogeográficos se estimó pertinente simplificar el estudio del relieve de la siguiente manera.

La fisiografía de la cuenca está constituida, básicamente, por los siguientes elementos: elevaciones montañosas mayores, talud de transición, zona de cañadas y altipeniplanicies y elevaciones secundarias internas asociadas menores.

Las elevaciones montañosas mayores están constituidas por el conjunto de grandes dimensiones y altitudes notables, éstos se inician aproximadamente entre los 2,300 y 2400 msnm en la parte inferior y llegan a alcanzar alturas hasta un poco más de 3,300 msnm.

Esta primera unidad de relieve está formada por las laderas vertientes localizadas al norte y occidente de la cuenca; presenta una forma semejante a un arco que se inicia en las laderas del suroeste del cerro El Metate (2,900 m.s.n.m. y termina en el Cerro Prieto (3,040' m.s.n.m.) (ver mapa no. 3).

A este arco montañoso le corresponden partes de tres serranías localmente denominadas como Sierra de Tingambato, - Sierra de Paracho y Sierra de Tancítaro, todas correspondientes al Sistema Volcánico. Debido a que se desconocen los límites locales y precisos de estas serranías no fue posible indicar cuáles montañas forman específicamente el arco de la divisoria de la cuenca y que corresponden a cada una de estas serranías.

Únicamente se puede decir que la porción del noreste forma parte de la serranía de Tingambato, la del centro norte de las estribaciones de la Sierra de Paracho y la del centro occidente de las estribaciones de la Sierra de Tancítaro.

Esta sucesión montañosa que forma la línea divisoria de la cuenca en su parte norte y occidente y mide 44 kms.

Las principales elevaciones que constituyen la línea divisoria son de oriente a occidente el cerro El Metate (2,900 msnm); cerro Tacapolo (2,600 msnm); cerro Paracho (3,340 msnm); cerro Scirurdin (2,540 msnm); cerro El Horno (2,900 msnm); cerro Janamo (3,100 msnm); Cerro Schindio (2,820 msnm); cerro Curato (2,800 msnm); cerro Pario (2,920 msnm); cerro La Perita (2,780 msnm) y cerro Prieto (3,040 msnm).

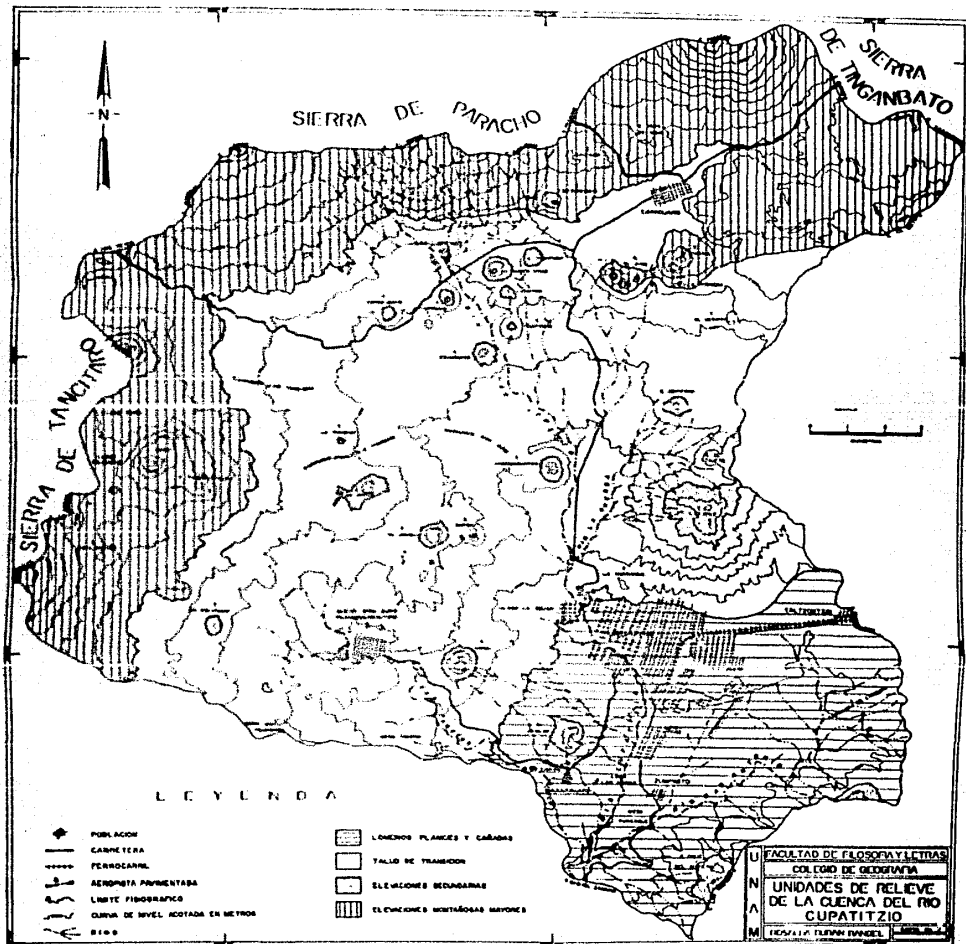
Además de estas grandes elevaciones que constituyen el arco, también se pueden identificar algunas montañas asociadas directamente con las anteriores aunque no forman parte de la línea divisoria de aguas. De acuerdo con las cartas topográficas y geológicas, algunas de estas montañas son edifi-

cios volcánicos cuyas cimas alcanzan altitudes entre 2,300 y 2500 metros. Entre las más importantes se pueden distinguir el cerro Olla de Agua (2,520 msnm); cerro El Varal (2,520 msnm); cerro El Aire (2,440 msnm); cerro Trintzunagua (2,460 msnm); cerro Arichín (2,540 msnm); cerro Tumbiscatillo (2,720 msnm); cerro El Escaladero (2,510 msnm).

El talud de transición se inicia en donde las montañas disminuyen de altitud y además sus laderas presentan menor inclinación. Se puede afirmar, de acuerdo con la observación de las curvas de nivel, que esta segunda unidad se inicia entre los 2,300 y 2,400 metros, al sur del arco montañoso se extiende hasta aproximadamente la cota de 1,400 metros, -- ocupa la mayor parte del área de la cuenca ubicada principalmente en las porciones centro oeste, centro y centro sur. -- Esta unidad se hecho continúa hasta las cuencas vecinas correspondientes a los ríos La Parota hacia el este, y del Bajo Tepalcatepec en el centro sur. El talud de transición presenta en general montes y estribaciones con pendientes suaves, -- incluso lomeríos y pequeñas planicies aunque en algunas partes se forman cañadas con mayor disección y declive. Dentro de esta misma unidad también se presentan algunas elevaciones secundarias internas y todas estas formadas por pequeños edificios volcánicos cuyas altitudes varían entre algo más de -- 2,000 y 2,300 metros. En esta zona destaca la elevación formada por el cerro La Cruz (2,310 msnm). Esta montaña constituye un elemento asociado a la línea divisoria de aguas del -- centro oriente de la cuenca, además, entre las elevaciones --

del talud de transición se tienen los cerros El Cerrito - - (2,200 msnm), El Tarengo (2,280 msnm), Carapan (2,200 msnm), Piruaní (2,240 msnm), Taranjuata (2,220 msnm), Coatzión - - (2,220 msnm), Aguacuario (2,200 msnm), El Puerto (2,200 msnm); Copitiro (2,200 msnm), La Trinidad, Las Varas (2,340 msnm) -- Cheranguarón (2,130 msnm), Cajete (2,140 msnm), Sapico (2,100 msnm). El Jabalí (2,240 msnm), El Rosario (2,200 msnm), Curicutá (2,340 msnm), El Colorado (2,300 msnm), La Querenda - - (2,100 msnm), Pánguaro (2,150 msnm), El Aguacate (2,000 msnm) Chino (2,050 msnm).

La zona de cañadas y planicies se localiza en la porción sureste de la cuenca en altitudes comprendidas entre - - 1,500 y 1,700 m, como su nombre lo indica, está constituida - básicamente por planicies de poca pendiente. Además, se tiene una alternancia de lomeros, con pequeñas planicies inclinadas y algunas cañadas producto de una disección fluvial intensa. En esta porción los flancos en los que se desarrolla la línea divisoria de aguas presentan, en general, poca pendiente. Dicha línea se define básicamente a lo largo de lomeros entre los que están el cerro La Providencia (1,840 msnm), Cerro Cruz del Arriero (1,840 msnm) y cerro Jicalmí - - (1,860 msnm). Cerca del extremo sureste de la cascada La --- Tzaráracua en donde se ha aprovechado el caudal del agua y - la diferencia de altura para la construcción de pequeñas hidroeléctricas.



Geología.

Debido a las condiciones geológicas que predominan en general en esta parte del Sistema Volcánico, la zona de la Cuenca Alta del Río Cupatitzio se constituye fundamentalmente por rocas ígneas extrusivas, correspondientes al Terciario y Cuaternario, según se reporta en la Carta Geológica Colima (E-13-3 INEGI/SPP), de acuerdo con esa información y algunas observaciones en campo se encontraron los siguientes tipos de rocas en las porciones que se indican dentro de la cuenca.

Basalto	511.49 km ²	75.11 %
Basalto con brecha volcánica básica	13.06 km ²	5.3 %
Toba básica	1.08 km ²	0.25 %
Toba y Brecha	16.34 km ²	5.8 %
Brecha volcánica básica	15.52 km ²	5.9 %
Brecha volcánica intermedia	1.3 km ²	0.30 %
Material aluvial	40.51 km ²	9.4 %

Las rocas basálticas cubren la mayor parte de la cuenca y su distribución es bastante amplia presentando una continuidad superficial, dentro de la que se ubican superficies de diferentes tamaños correspondientes a otros materiales. En términos generales, los basaltos se localizan lo mismo en las montañas, en el talud que en la planicie. Las altitudes entre las que se encuentra el basalto, comprenden desde los 1,500 m hasta los 2,900 m. En la porción de las altas monta-

ñas predominan en el arco orográfico de la parte occidental y en el centro norte.

Estos basaltos representan unidades constituidas por derrames de basalto con textura porfídica en las que se observa mugita; es de color gris oscuro e intemperiza a café rojizo. Sobrevacen a las intrusivas del Cretácico Superior encontrándose pseudoestratificadas con las tobas y brechas volcánicas ácidas.

Presenta una morfología de cerros, cuya superficie es irregular debido a que ha sido erosionada la cubierta del material alterado por el intemperismo, y presenta permeabilidad alta.

La cubierta de materiales de origen basáltico se prolonga al talud en donde se encuentran áreas aisladas de otros materiales que forman la estructura de las elevaciones secundarias internas. En la porción de lomeríos, cañadas y planicies también se tienen indicios notables de la cubierta de estos materiales, principalmente, en las laderas del sureste, - en donde se localiza la divisoria de aguas correspondiente.

Los basaltos y las brechas volcánicas se localizan -- en el extremo norte de la cuenca que forma parte de las Montañas. Este material se encuentra desde un poco más de 2,200 m hasta 3,340 m, rodeado en la parte inferior por materiales basálticos, aluviales y brechas volcánicas. En la porción suroeste de estas laderas se encuentra una pequeña superficie - cubierta por tobas.

Esta unidad de basalto y brecha volcánica subyace a todas las unidades anteriores y está por debajo de tobas cineríticas contemporáneas, se localiza junto con derrames basálticos y presenta permeabilidad alta.

Las tobas básicas se localizan únicamente en dos pequeñas porciones de Altas Montañas, concretamente, en las laderas del suroeste del cerro Paracho, en alturas comprendidas entre los 2,300 m y 2,400 m, rodeados, completamente, por basaltos y brecha volcánica. La otra pequeña superficie se encuentra cerca del extremo noroeste, en la proximidad de la divisoria de aguas al nornoroeste del cerro Cusato, entre los 2,400 y 2,500 m, rodeadas totalmente por materiales basálticos.

Se identifican tobas y brechas volcánicas en la proximidad del cerro La Cruz, en pequeñas áreas, las primeras en la porción central y las segundas en el centro este de la cuenca, en la unidad correspondiente al talud. Ambas porciones se relacionan con algunas elevaciones secundarias internas como son los cerros Copitiro, El Puerto y El Cajete en la parte centro oeste y el cerro Cheranguarán en el área del centro. Se encuentran en altitudes que varían entre los 1,700 y 2,100 m. Prácticamente se localizan rodeados por materiales basálticos, excepto en la porción sur, en donde se encuentran en contacto con materiales aluviales.

Las tobas y brechas volcánicas básicas son rocas piroclásticas del Cuaternario las cuales se encuentran formando conos cineríticos y depósitos de gran extensión. Están forma-

dos por cenizas y brechas, cuyo depósito cubrió y niveló, en gran parte, los terrenos Terciarios.

Las brechas volcánicas básicas se observan dispersas en varias partes de la cuenca, principalmente en la zona de montañas, en el talud de transición e incluso en una pequeña porción de la zona de lomeríos y peniplanicies. Este material constituye fundamentalmente la estructura de los volcanes ubicados en el área de la cuenca, aunque predominan en las elevaciones secundarias del talud. Debido a su distribución en la cuenca se encuentra en alturas variables y rodeados principalmente por basalto aunque en algunas partes tienen contacto con el material aluvial.

Esta unidad está constituida por fragmentos de ceniza, lapilli, bombas y bloques volcánicos, predominando las últimas; su color varía de negro a rojo. Se encuentran generalmente formando los conos volcánicos en los cuales las brechas pueden presentarse masivas o pseudoestratificadas, sueltos o compactos, con un fracturamiento escaso y permeabilidad alta.

Las brechas volcánicas intermedias se localizan únicamente en una pequeña porción ubicada en el centro sur de la cuenca, dentro de la zona de lomeríos en la vecindad de Jucutucato; en altitudes comprendidas entre los 1,500 y un poco más de 1,600 m.

Esta unidad, compuesta de brecha volcánica andesítica se encuentra constituida por fragmentos granosos y bloques subangulares de rocas andesíticas dispuestas en forma caóti-

ca. Estos cuerpos volcánicos subyacen discordantes a los granitos del Cretácico Superior, así como los derrames volcánicos del Terciario Medio lo hace con los derrames volcánicos del Cuaternario.

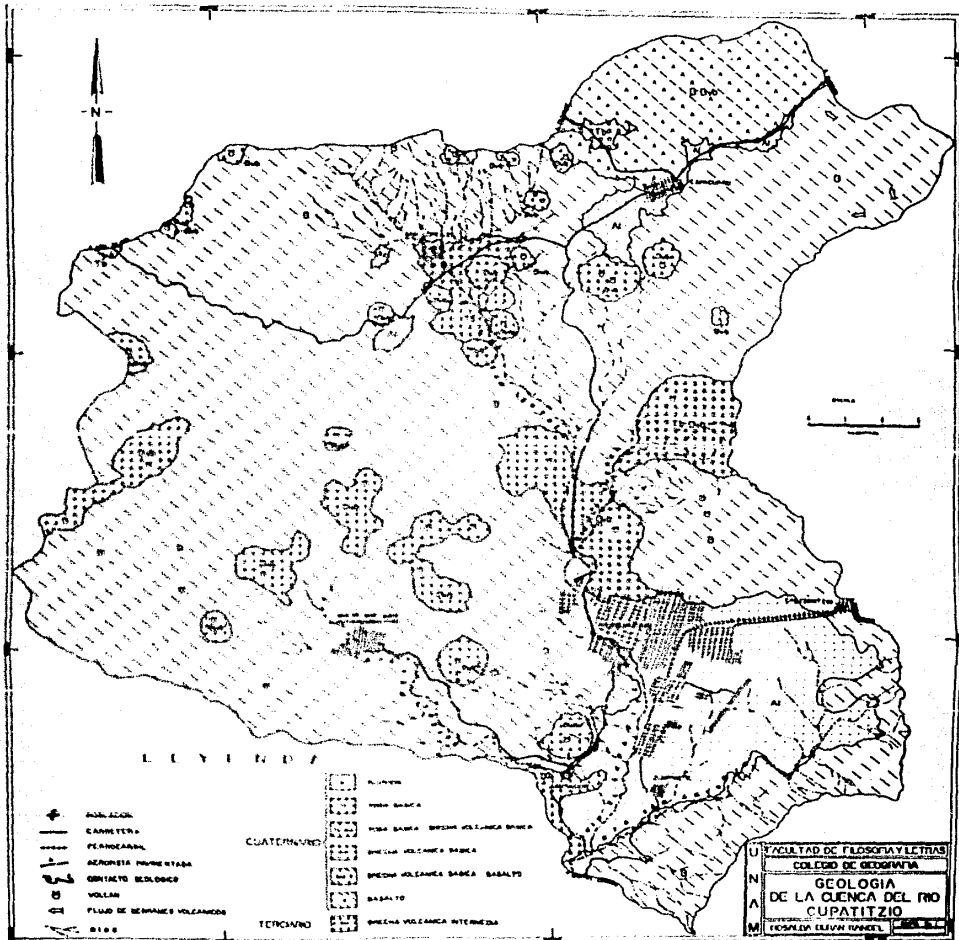
El material aluvial se encuentra en varias porciones de la cuenca: se tienen pequeñas superficies en el norte de la zona de montaña al pie de las laderas del sureste del cerro Paracho en altitudes comprendidas entre 2,300 y 2,400 m., formando una cubierta en la zona de contacto entre los basaltos y la brecha volcánica de dicho cerro y el material basáltico de las laderas del noroeste del cerro El Metate en una pequeña depresión local.

En el talud se tienen cuatro áreas de material aluvial, particularmente hacia el norte; se localiza en altitudes comprendidas entre los 2,000 y 2,300 m., rodeadas principalmente de materiales basálticos y pequeños contactos con basalto, y brecha volcánica básica. La mayor superficie de material aluvial se encuentra ubicado en la unidad de lomeríos, peniplanicies y cañadas, en altitudes comprendidas entre 1,500 y 1,700 m. En términos generales, constituye una área importante de esta unidad de relieve. Se encuentra rodeada, principalmente, de materiales basálticos, tobas y brechas volcánicas. Sobresale el hecho de que el río San Antonio define el límite de esta cobertura aluvial ya que la margen izquierda de este río está constituida por material basáltico.

Este material aluvial incluye a todos los depósitos -

recientes de origen aluvial que, en el caso particular de esta área, se derivan totalmente de la denudación, intemperismo y erosión de rocas volcánicas. La granulometría de estos depósitos es ampliamente variable y depende de la distribución de los depósitos con respecto a los elementos orográficos.

Estos aluviones se encuentran formando pequeñas y -- grandes planicies en medio de cuencas endorreicas originadas por el volcanismo propio de la zona, dando lugar a una permeabilidad alta (ver Mapa geológico).



Edafología

La cubierta de suelos de la cuenca alta del río Cupatitzio es otro de los aspectos de la superficie que es pertinente incluir en el estudio hidrogeográfico ya que por las características edafológicas que se presentan en algunas partes de la cuenca es posible establecer algunas correlaciones con el desarrollo de la red hidrográfica. La relación, más estrecha, que tienen los suelos es, indudablemente, con la litología, la vegetación y con algunos aspectos de la infiltración del agua.

Hasta el momento de efectuar el presente se desconoce la existencia de estudios referentes a las condiciones edafológicas específicas de la cuenca, aunque se tiene conocimiento de que se han efectuado algunos estudios de suelos en varias partes de la cuenca con fines agrícolas, forestales y/o enfocados hacia la actividad forestal con el objeto de conocer básicamente sus características relacionadas con la productividad y rendimiento de cultivos específicos. La información edafológica más completa es la que realizó la Dirección General de Geografía de la Secretaría de Programación y Presupuesto (1983). Esta información es la que se empleó, tanto para la cartografía como para obtener la información particular de los suelos en los puntos de verificación, mismos que se exponen más adelante.

Debido a las condiciones litológicas de la zona en estudio los suelos, predominantes, son derivados de productos-

de origen volcánico, aunque en algunas partes tienen cierta influencia de arenas y cenizas volcánicas emitidas por el volcán Parícutín, entre 1943 y 1945. Asimismo, las condiciones climáticas y del relieve determinan diferentes tipos de suelo.

Las principales unidades de suelo tienen las siguientes áreas y porcentajes:

		km ²	%
Th	Andosol húmico	207.1	50.7
To	Andosol ócrico	136.3	33.4
I	Litosol	31.7	7.7
R	Regosol	19.7	4.8
A	Acrisol	10.9	2.6
L	Luvisol	2.5	0.5
	Total	408.0	99.7

Derivados de estas unidades se tienen varios tipos -- específicos de suelos, de los cuales se tiene su localización en la carta correspondiente. Las áreas que cubre cada uno de éstos se agrupan dentro de las unidades anteriores.

La unidad edafológica de andosol es la que cubre el 84.2% de la extensión de la cuenca. En esta unidad se distinguen dos tipos, andosol húmico y andosol ócrico el primero cubre la mitad del área total de la cuenca y el segundo el 33.4%; se localizan prácticamente en las tres unidades del relieve y de hecho su continuidad se ve interrumpida por las intrusiones que se presentan en las áreas de los volcanes o por las zonas de acumu-

lación y derrames de lava que forman superficies de malpaís.

Son los suelos más importantes en la cuenca por la extensión y volumen que ocupan, derivados de cenizas volcánicas, se presentan en montañas, talud, lomeríos, cañadas y peniplanicies, en general. Son profundos, negros y pardo-rojizos, muy ligeros pues su espacio poroso es muy abundante, tienen una alta retención de fósforo, los contenidos de calcio, sodio y magnesio son moderados y los de potasio son bajos.

La textura dominante de estos suelos es de migajón arcilloso, por lo que tienen permeabilidad media y drenaje moderado, en cuanto al contenido de materia orgánica se distinguen tres tipos de andosoles, húmicos, mólicos y ócricos, los más abundantes son los húmicos y ócricos.

Sobre estos suelos se desarrollan las principales masas forestales de la cuenca formadas por bosques de pino y encino y asociaciones de ambos, así como agricultura de temporal, de cultivos permanentes como el aguacate (Síntesis Geográfica del Estado de Michoacán S.P. 1985).

La segunda unidad edafológica que sigue en importancia por la superficie que abarca es la litosol, ya que cubre el 7.7% de la superficie de la cuenca. Se localiza en el extremo noreste de la cuenca, en las laderas de los cerros Tzacapolo y El Metate; y en el centro sur de la cuenca, en la parte baja del talud y en una parte de la zona de lomeríos, cañadas y peniplanicies al suroeste de la Ciudad de Uruapan.

Los litosoles son suelos poco desarrollados en rocas duras, en los que persiste la influencia de sedimento de la -

superficie. El litosol es un suelo que limita a cierta profundidad con una roca continua dura y coherente; estos suelos se han empleado para la agricultura con el riesgo de que si se secan se agotan fácilmente, aunque asociados con otros tipos de suelos y con la humedad requerida pueden ser utilizados en el cultivo de café y cítricos y otros frutales.

Por otra parte, se tienen pequeñas áreas cubiertas -- por Regosol, las cuales en total cubren el 4.8% de la superficie de la cuenca. Se localizan, principalmente, en las montañas del occidente, en el talud, en el centro y sur de la cuenca y sobre algunos edificios volcánicos del suroeste de la cuenca como son: el Cerro Las Varas, La Trinidad, el Cerro Parí y el Cerro Prieto.

Este elemento edáfico es poco desarrollado, formado por materiales no consolidados y blandos, exceptuando los materiales aluviales recientes y los arenoferosos. Presentan bajo contenido de materia orgánica (Correa Pérez, G. Geog. Física del Estado de Michoacán, 1984). Se encuentran donde hay cenizas, arenas y escorias volcánicas poco consolidadas en zonas montañosas.

Este tipo de suelos se usa para pastoreo, y los frutales en las porciones bajas de la cuenca como es la zona que rodea al poblado de Nuevo San Juan Parangaricutiro, estos suelos presentan una permeabilidad alta.

La unidad de Acrisol, que cubre una área de 10.9 km² que equivale al 2.6% se localiza en el sureste, en correspon-

dencia con los lomeríos, cañadas y peniplanicies, a una altura aproximada entre 1,600 m y 1,800 m, predominan en las laderas de la margen izquierda del río San Antonio.

Los acrisoles son suelos francos y arcillosos, por lo que son permeables y poco permeables y drenaje moderado y lento, acumulan arcilla en el subsuelo, son fuertemente ácidos, derivado de lo anterior influyen en la infiltración y el escurrimiento. Al iniciarse la época de lluvias o durante precipitaciones aisladas tienden a absorber bastante agua incrementando la infiltración, sin embargo durante la época de lluvias una vez que estos suelos se han saturado de agua, disminuye la infiltración y aumenta el escurrimiento son sumamente pobres en fósforo, sus rendimientos agrícolas son muy bajos. El uso que menos los destruiría sería el forestal.

Por último, se encuentra el luvisol que cubre la menor área dentro de la cuenca, 2.3 km². Se localiza al extremo suroriente, se encuentran, exclusivamente, en la zona de lomeríos y cañadas, cerca de la divisoria de aguas, en la barranca de Enmedio y la Providencia, constituyen las laderas altas de la margen izquierda del río San Antonio.

Los luvisoles son sumamente arcillosos de permeabilidad baja y drenaje lento y ligeramente ácidos, saturados de contenido de sodio y potasio; en tanto que el calcio y el magnesio se presentan en concentraciones altas.

En general, estos tipos de suelo, acrisol y luvisol, tiene fertilidad baja; en ambos se desarrollan bosques de pino-encino, en áreas ya desmontadas se lleva a cabo la agricultura

tura de temporal, aunque son propios para los bosques y frutales.

Correlación que existe entre el clima y los suelos.

De acuerdo con los aspectos teóricos y prácticos de la edafología y bioclimatología, continuamente se hace referencia a la relación existente entre suelo, clima y vegetación incluso se establece un ciclo con estos tres elementos.

Para el caso de la cuenca alta del río Cupatitzio las relaciones más estrechas se manifiestan entre los suelos andosoles con los bosques de pino y pino-encino en coincidencia con los climas templados que cubren gran parte de la cuenca, excepto en la porción del extremo sureste. Lo anterior es, sin considerar el uso agrícola e introducción de vegetación, ajena al área. En el caso de los regosoles también se tiene coincidencia con bosques de pino-encino y secundariamente con los de pino también dentro de la zona de climas templados.

En las áreas de suelo litosol, desarrollado en zonas planas originadas por derrames de lava, éstas se encuentran cubiertas por bosques de pino, que conciden en localización dentro de la región de clima templado. Estos suelos se han conservado cubiertos de bosques debido a que son no aptos para la agricultura.

En el extremo sureste de la cuenca, en donde se inician los climas tropicales de tipo semicálido subhúmedo se nota una correlación más clara entre los suelos y las condiciones climatológicas y parcialmente las de vegetación. En esta región se tienen superficies cubiertas por suelos de las unidades de luvisol y acrisol. En los primeros aún perdura la

cobertura del bosque de pino, en tanto que, hacia el extremo sur, aparece de una manera más definida el bosque de pino-encino. El Andosol es muy erosionable, lo mismo el luvisol y acrisol. Un uso forestal es el indicado.

En lo que se refiere a las condiciones generales de los suelos es difícil establecer particularidades y se requeriría de un estudio específico. Sin embargo, se puede afirmar que en las altas montañas de la cuenca, los suelos están expuestos a una mayor erosión y acarreo especialmente en aquellas áreas en donde se tienen perturbaciones por la tala de bosques o el uso inadecuado del suelo.

Por otro lado, aunque las planicies son regiones de acumulación de materiales provenientes de las partes altas, y por tanto, de materiales terrígenos, también se tiene una perturbación generada por la agricultura, incluso en las zonas donde se tienen cultivos permanentes, debido a que en muchos casos se deshierba áreas alrededor de los árboles, quedando el suelo al descubierto.

Comentario acerca de edafología y sus relaciones con otros elementos.

Debido a que la cobertura de andosoles se encuentra, prácticamente, en toda la cuenca no pudo establecerse una correlación exacta con algunos elementos. La cubierta edáfica del andosol en sus diferentes variaciones, de hecho, es continua y únicamente se ve interrumpida en algunas porciones por las otras unidades de suelos.

Los suelos denominados como regosol tienden a presentarse con relación a los edificios volcánicos del centro y -- occidente de la cuenca y en otros puntos aislados. Subyacen en una litología correspondiente a brechas volcánicas básicas de los edificios volcánicos y en sus alrededores, hacia donde han sido transportados. Debido a las características geográficas generales de la cuenca no se tiene, aparentemente, una relación directa con la cubierta vegetal natural, aunque se observa que sobre estos suelos se desarrollan bosques de pino y pino-encino; incluso en la parte central y del sur se emplean para cultivos permanentes o una agricultura de temporal de cultivos anuales.

La cobertura de litosol corresponde a las áreas cubiertas por derrames basálticos recientes localizados en el -- noroeste de la cuenca, dentro de la zona de altas montañas y en la parte centro sur de la cuenca tanto en el talud como la zona de lomeríos, cañadas y peniplanicies. La vegetación que se desarrolla en estos suelos es básicamente de pinos.

La ubicación geográfica de los acrisoles es básicamente hacia el sureste de la cuenca, dentro de la zona de lomeríos, peniplanicies y cañadas, de hecho, en las laderas de menor altitud de la cuenca. Los suelos acrisoles se desarrollan en coincidencia con basaltos del Terciario Superior. -- También sobre ellas se desarrollan bosques de pino y pino-encino y las partes más bajas se ocupan en cultivos permanentes.

Los luvisoles también sobreyacen en materiales basálticos del Terciario Superior; y de igual manera se tiene una cubierta de bosques de pino.

Tanto los acrisoles y luvisoles mencionados, correspondientes a la línea divisoria, constituyen un elemento importante para los escurrimientos del río San Antonio que se inician en esta parte de la cuenca, ya que hacia las laderas bajas la vegetación de los bosques ha sido substituida por los cultivos de frutales.

De acuerdo con lo analizado, los suelos de la cuenca alta del río Cupatitzio tienden a presentar áreas en donde están conservados, pero existen otras en las cuales las alteraciones producidas por la substitución de cultivos permanentes, la agricultura y la tala inmoderada están sufriendo una alteración y procesos erosivos. Entre éstos destaca, principalmente, el acarreo de material, como sedimentos terrígenos hacia los colectores principales, especialmente, en los ríos -- San Lorenzo y San Juan, en la parte media de la cuenca. En menor escala, tal vez se encuentran las cuencas de los ríos --

Los Conejos y San Antonio en la parte meridional ya que en estas áreas los suelos se emplean básicamente en cultivos permanentes.

Por lo expuesto anteriormente, se puede decir que la erosión de los suelos, su transporte y sedimentación no es -- uniforme en toda la cuenca, ya que se encuentran áreas con diferentes características de conservación de la cobertura vegetal, del uso del suelo en la agricultura con diversas pendientes, etc., por lo tanto, para determinar de que manera es esta alteración o conservación, se requiere un estudio de mayor detalle, enfocado a las zonas críticas. Estas se encuentran básicamente hacia el centro de la cuenca en el talud de transición y secundariamente en la zona de lomeríos, cañadas y peniplanicies.

Características específicas de los tipos de suelos de acuerdo con los pozos correspondientes a los puntos de verificación.

Las cualidades de los suelos que se encuentran en la cuenca alta del río Cupatitzio fueron tomadas en base a la información contenida en las cartas edafológicas 1:50 000 Uruapan y Paracho (E-14B-39 y E-14B-29).

Existen reportes de 27 puntos dentro de la cuenca, pero se consideró pertinente usar la información de los más representativos, por tener los datos más completos y así tener una idea más clara del comportamiento de los suelos en diferentes sitios de la cuenca.

A continuación se da la localización y las características de los 11 puntos seleccionados.

1). Andosol húmico. Se localiza en el talud de transición a una altitud de 2 120 m al suroeste del cerro Taranjuata, este punto tiene una profundidad menor de 100 cm.

Horizonte	A	B
Profundidad	25 cm	25-40 cm.
Reacción al HCl	Nula	nula
Textura	gruesa	gruesa
Forma	bloques	bloques subangulares
Tamaño	medio	grueso
Desarrollo	débil	moderado
Denominación	úmbrico	cámbico

2). Andosol húmico. Este punto se encuentra al sur - oeste de Zumpimito cerca del cauce del río Cupatitzio sobre material aluvial, profundidad menor de 100 cm.

Horizonte	A	B
Espesor	36 cm	70-100 cm
Reacción al HCl	nula	nula
Textura	media	media
Forma	bloques subangulares	bloques subangulares
Tamaño	muy grueso	muy grueso
Desarrollo	moderado	moderado
Denominación	úmbrico	cámbico

se encuentra excesivamente drenado y está compuesto de 16% de arcilla, 32% de limo y 52% de arena. (Carta Edafológica).

3). Andosol húmico. Se localiza en el talud de transición, sobre rocas de toba y brecha volcánica básica, al norte de la ciudad de Uruapan sobre la carretera a Paracho.

Horizonte	A	B
Espesor	64 cm	-
Reacción al HCl	nula	nula
Textura	media	media
Forma	bloques	bloques
Tamaño	grueso	grueso
Desarrollo	moderado	moderado
Denominación	úmbrico	cámbico

Excesivamente drenado.

4). Andosol ócrico. Este pozo de verificación se localiza en el cerro Paracho a una altitud de 2 900 m en la zona de altas montañas, sobre roca basáltica. Su profundidad es menor de 100 cm.

Horizonte	A	B
Profundidad	10 cm	15-39 cm
Reacción al HCl	nula	nula
Textura	gruesa	media
Forma	bloques subangulares	bloques subangulares
Tamaño	medio	gruesa
Desarrollo	débil	débil
Denominación	ócrico	cámbico

El horizonte B está muy drenado y tiene una composición general de: 10% de arcilla, 28% de limo y 62% de arena.

5). Acrisol ócrico. Se localiza en la zona de lomeríos, cañadas y peniplanicies, al sureste de la cuenca a unos 1 660 m sobre rocas de basalto.

Horizonte	A	B
Espesor	28 cm	28-75 cms
Reacción al HCl	nula	nula
Textura	media	fina
Forma	bloques subangulares	bloques
Tamaño	grueso	muy grueso
Desarrollo	moderado	moderado
Denominación	ócrico	argílico

se encuentra muy drenado está compuesto en un 54% de arcilla, 24% de limo y 22% de arena.

6). Acrisol ócrico. Este punto de verificación edafológico se localiza en la zona de lomeríos, cañadas y peniplanicies a una altura de 1 720 m en las laderas del suroeste -- del cerro Jicalami.

Horizonte	A	B
Espesor	12 cm	-
Reacción al HCl	nula	nula
Textura	media	finá
Forma	Bloques subangulares	bloques
Tamaño	fino	muy grueso
Desarrollo	moderado	fuerte
Denominación	ócrico	argílico
está drenado.		

7). Andosol ócrico. Este punto de muestra está localizado en el extremo noroeste del talud de transición, al -- suroeste del poblado San Lorenzo, sobre material aluvial, con profundidad menor de 100 cm.

Horizonte	A	B
Profundidad	22 cm	-
Reacción al HCl	nula	nula
Textura	media	media
Forma	bloques	bloques
Tamaño	grueso	grueso
Desarrollo	moderado	moderado

Denominación	ócrico	cámbico
--------------	--------	---------

Estos horizontes se muestran muy drenados.

8). Andosol ócrico. Este punto de muestra se localiza al noroeste del talud de transición, sobre roca basáltica, cerca del lugar llamado Barranca Las Paredes, su profundidad es menor de 100 cm.

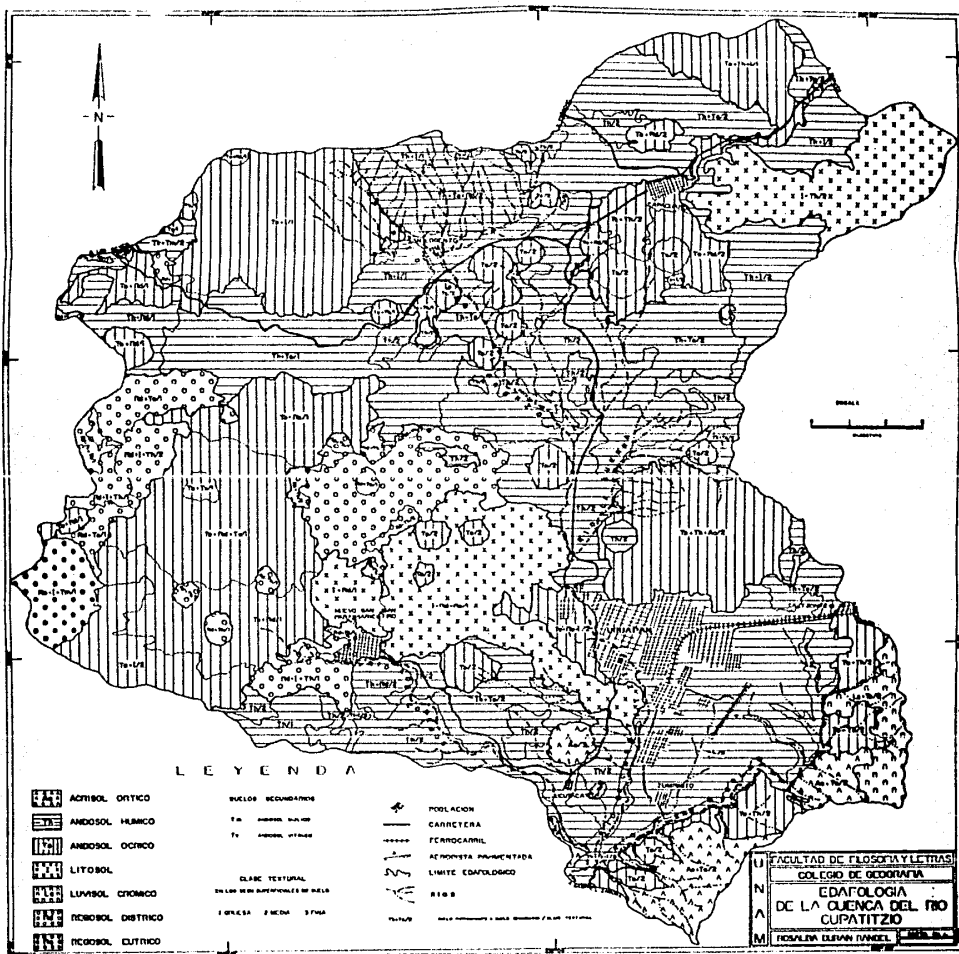
Horizonte	A	B
Espesor	14 cm	-
Reacción al HCl	nula	nula
Textura	gruesa	gruesa
Forma	bloques subangulares	bloques subangulares
Tamaño	medio	grueso
Desarrollo	débil	débil
Denominación	ócrico	cámbico

9). Litosol. Este punto de muestreo se localiza al noroeste del poblado de Nuevo San Juan Parangaricutiro, en una altitud de 2 000 m sobre roca de origen basáltico. Se hizo un análisis somero ya que el suelo está excesivamente drenado y no se pudo analizar en detalle como los anteriores.

10). Regosol dístrico. Se localiza al suroeste del cerro Las Varas en el talud de transición a una altitud de 2140 m sobre rocas basálticas. La profundidad es de 100 cm y es excesivamente drenado.

11). Regosol dístico. Se localiza este pozo de muestreo en el centro este de la cuenca, en la zona de altas montañas, sobre las laderas occidentales del cerro Juritzícuaro, en material de toba volcánica.

Horizonte	A
Espesor	30 cm
Reacción al HCl	nula
Textura	media
Forma	bloques subangulares
Tamaño	grueso
Desarrollo	moderado
Denominación	úmbrico
Excesivamente drenado.	



CLIMA

En términos generales el estado de Michoacán presenta una gran variedad de climas debido a sus condiciones geográficas, por esta razón la porción norte, en coincidencia con el Sistema Volcánico presenta climas templados subhúmedos. Hacia el centro sobre la depresión del río Tepalcatepec, se encuentran los climas secos y semicálidos. En la parte septentrional en concordancia con la Sierra Madre del Sur en las partes más altas de las montañas se encuentran climas templados, en tanto que en las cañadas y en la zona costera se encuentran climas cálidos y semicálidos (S.P.P.-INEGI-Síntesis Geográficas del Edo. de Michoacán).

Cabe destacar que en la región centro occidente del estado de Michoacán desde las laderas occidentales del cerro Tancítaro, hasta las cabeceras del río Acumbaro, existe una zona climática única en el estado, en la cual se destaca el clima templado, húmedo con abundante lluvia en verano C(m)(w) perteneciente al subgrupo de climas templados. Es pertinente indicar que en esta parte se llegan a registrar algunas de las temperaturas medias anuales más bajas particularmente en la zona del cerro Tancítaro (3,840 msnm).

En lo que se refiere a la precipitación esta porción es la más importante del estado en cuanto a los valores, que aquí se registran, de 1,500 a 2,000 mm de precipitación media anual.

En esta zona se encuentran las cabeceras de algunas cuencas fluviales cuyos escurrimientos de aguas constituyen afluentes de los ríos Tepalcatepec y Balsas (S.P.P. Carta Hidrológica de Aguas Superficiales 1:1 000 000).

En estas cuencas se tienen variaciones notables entre la cabecera y la desembocadura, en el caso concreto de las cabeceras localizadas hacia el centro occidente del estado de Michoacán, entre ellas la cuenca alta del río Cupatitzio, se caracterizan porque en gran parte de ellas se encuentran climas templados húmedos con lluvias abundantes en verano.

Las áreas climáticas de la cuenca alta del río Cupatitzio se determinaron con base en los registros de temperatura y precipitación expuestos en varias de las cartas de climas (Colima 13-Q-III, Carta Estatal de Climas 1:500 000) y de acuerdo con E. García (1964), se obtuvieron los tipos de climas regionales. La delimitación cartográfica se hizo con base en la carta de climas (1:500 000, Colima 13-Q-III). Se hicieron algunos ajustes para la escala 1:50 000, de acuerdo con los registros termopluviométricos locales y algunas particularidades del ritmo.

La cuenca alta del río Cupatitzio presenta dos zonas climáticas bastante definidas, de acuerdo con el sistema de Köppen. Una parte corresponde al clima tropical y otra al clima templado. Con base en las modificaciones a la clasificación climática antes mencionada realizadas por E. García, se derivan otros subtipos, dos correspondientes a la zona cálida de la cuenca y tres a la templada.

En términos generales, los climas templados cubren las porciones del norte y occidente de la cuenca en correspondencia con las partes más altas como son la región montañosa y el talud de transición. Los climas tropicales se localizan hacia el centro y el sur de la cuenca en coincidencia con la zona de lomeríos, cañadas y peniplanicies.

TEMPERATURA

Para conocer las condiciones generales de temperatura, y el clima de la cuenca alta del río Cupatitzio se recurrió a las cartas de temperatura, precipitación, climas y aguas superficiales (S.P.P. op cit.) y al estudio de E. García (op. cit.). Asimismo se recurrió a los registros climáticos de la S.A.R.H. De acuerdo con esta información asociada a las condiciones altitudinales del relieve, se hicieron algunos ajustes al trazo de las líneas isotermas e isoyetas.

Debido a las altitudes del relieve la orientación de las laderas, y la penetración de masas de aire húmedo, la cuenca alta del río Cupatitzio presenta también diversas características térmicas, de precipitación y clima.

El relieve de esta cuenca llega a alcanzar altitudes hasta 3,340 m en las partes correspondientes a las altas montañas y 1,400 m en el punto considerado como desembocadura, debido a este desnivel de 1,900 m se generan variaciones derivadas de los parámetros meteorológicos y climáticos, pero particularmente de temperatura en el área de estudio.

De acuerdo con las fuentes de información consultada, la temperatura media de la cuenca varía entre aproximadamente 10°C en altitudes superiores a los 3,000 m y 21°C en la parte más baja de la cuenca.

Las temperaturas más bajas, obviamente, corresponden a las partes altas de los cerros Paracho, El Horno y Janamo. Debido a la marcada variación altitudinal el descenso de la

temperatura también es notable (ver mapa climático). Así la isoterma de 14°C está en coincidencia con la cota de 2,300 m aproximadamente y la distancia entre isotermas es corta. Hacia el talud la variación térmica ya no es tan notable por lo que la distancia entre las isotermas de 18° y 16°C tiende a ser mayor, lo cual indica un incremento de temperatura menos marcado.

De igual modo en los sitios donde el talud, que coincide aproximadamente con la isoterma de 20°C y 18°C la distancia entre isotermas es muy grande de tal modo que la variación térmica es menos fuerte en esta unidad del relieve.

Dentro del área de la cuenca sólo se tiene una estación climatológica (con datos más completos) ubicada en la Ciudad de Uruapan. Sus registros desde luego no son representativos de las condiciones y precipitación de toda la cuenca, pero permiten tener una idea de las variaciones mensuales y obtener una descripción (Tablas de temperaturas No.)

De acuerdo con la secuencia mensual media registrada, las temperaturas más bajas se registran durante el mes de enero (16.2°C). El valor térmico se va incrementando de una manera moderada a partir de febrero hasta alcanzar su máximo valor medio en mayo (21.4°C); a partir de este mes hasta octubre las temperaturas medias mensuales disminuyen paulatinamente.

Sin embargo, entre octubre y noviembre la disminución es más notable (14°C).

En síntesis en las zonas de altas montañas de la cuenca se tienen temperaturas medias que oscilan entre los 16° y 13°C. En la zona del talud de transición las temperaturas -- varían entre 16° y 18°C.

En la zona de lomeríos, cañadas y peniplanicies la -- temperatura media se registra entre los 18° y 20°C.

Con base en estos datos también se determinaron las -- disminuciones con respecto a la temperatura media anual y la -- oscilación térmica de la temperatura media anual. La tempera -- tura media anual registrada en Úruapan es de 19°C, por lo que -- con respecto a la máxima hay una diferencia de 2.4°C y con -- respecto a la mínima es de 5°C. De acuerdo con lo anterior -- se puede observar claramente que las variaciones térmicas en -- las zonas de lomeríos, cañadas y peniplanicies no es muy va -- riada. Por lo anterior tal vez sea factible afirmar que este -- comportamiento cuantitativo puede aplicarse a las otras par -- tes de las variaciones térmicas que le corresponden.

Temperatura media.

A fin de tener un panorama general del comportamiento de la temperatura media anual en la región, se procedió a analizar los datos registrados en la estación meteorológica de Uruapan, correspondiente al período comprendido entre 1951-1984 (Cuadros de Temperaturas). De una manera general se calcularon las temperaturas medias mensuales y medias anuales.

De este modo se puede apreciar la variación de la temperatura media anual durante el lapso comprendido de 1951 a 1984. En conjunto se puede apreciar una variación térmica en la cual se distinguen tres etapas.

El primer período, entre 1951 y 1963, registró temperaturas medias anuales entre los 17.5° y 19.5°C . Estas temperaturas medias anuales son menores con respecto a los registros del período 1964-77, lapso en el que se registraron las temperaturas medias anuales más altas, mismas que oscilan entre 20.0° y 20.8°C . Debido a lo anterior, este período puede considerarse como el más caluroso registrado en Uruapan.

El tercer período térmico se inicia en 1978 y concluye en 1984; año hasta el cual se tienen datos. En el se registraron temperaturas medias un poco más bajas que el lapso antes mencionado, pero también destaca el hecho de que es durante estos años en los que se registran ciertas oscilaciones -- sin una tendencia definida, especialmente, porque existe una variación notable en las temperaturas medias anuales en 1982- y en 1983, años en los que se registraron las temperaturas me

días anuales más altas 19.4°C y más baja 17.1°C respectivamente y durante el cual se registró además la temperatura media-anual más baja del lapso 1982-84 (17.1°C).

De acuerdo con lo anterior se puede afirmar que en el primer periodo existe una tendencia a incrementarse la temperatura; durante el segundo las temperaturas medias anuales -- tienden a conservarse altas y en el tercero, aunque disminuyen tienden a presentarse irregulares.

Aunque la oscilación de las temperaturas medias anuales es relativamente mínima si se puede apreciar una variación con respecto al tiempo, pero además también se nota cierta correlación con los tres periodos estudiados.

En el primero (1951-1963) la temperatura media anual es de 18.5°C ; durante el segundo (1964-1967) asciende a 20.4°C ; posteriormente de 1978-1984 la temperatura media anual registrada disminuyó a 18.2°C ; y el valor promedio de los 34 años, es de 19.1°C .

Con base en lo que antecede se pueden detectar las correlaciones que tienen estas variaciones de temperatura con la evaporación. También se puede observar cierta correlación con la precipitación y el escurrimiento que se presenta en la cuenca alta del río Cupatitzio.

CUADRO DE TEMPERATURA MEDIA MENSUAL REGISTRADA EN LA ESTACION
METEOROLOGICA URJAPAN, MICHOACAN, EN EL PERIODO 1951-1961

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Anual
1951	13.7	13.9	19.1	20.7	21.6	20.5	19.7	19.7	19.0	18.5	18.4	16.8	18.5
1952	16.5	16.5	17.8	20.0	20.4	20.2	20.0	19.7	19.6	16.9	17.5	15.8	18.4
1953	15.2	17.0	18.8	19.8	20.1	20.8	19.6	19.9	18.6	19.0	16.4	15.3	18.4
1954	16.9	17.9	18.4	19.8	21.1	20.4	19.2	19.1	18.9	18.3	16.1	14.7	18.4
1955	14.6	15.2	16.8	18.1	20.0	19.7	19.1	18.7	17.9	17.1	17.0	15.5	17.5
1956	13.8	15.8	17.3	19.8	19.6	18.2	18.8	18.3	18.6	18.6	16.9	16.0	17.6
1957	16.0	17.1	16.1	19.0	20.3	20.6	20.0	19.8	19.2	18.0	18.0	16.3	18.3
1958	14.0	14.7	17.8	20.3	20.6	20.6	19.6	19.5	19.6	19.3	18.8	16.4	18.4
1959	15.8	17.7	17.9	18.8	19.9	19.9	18.6	18.9	18.6	18.6	17.2	15.7	18.1
1960	16.3	14.4	17.7	19.1	20.6	21.1	19.6	20.0	18.8	18.6	17.1	15.6	18.2
1961	17.1	17.0	19.3	20.0	21.4	20.5	19.6	20.3	19.3	18.3	18.4	16.5	18.9
Media	15.4	16.1	17.9	19.5	20.5	20.2	19.4	19.4	18.9	18.2	17.4	15.8	18.2

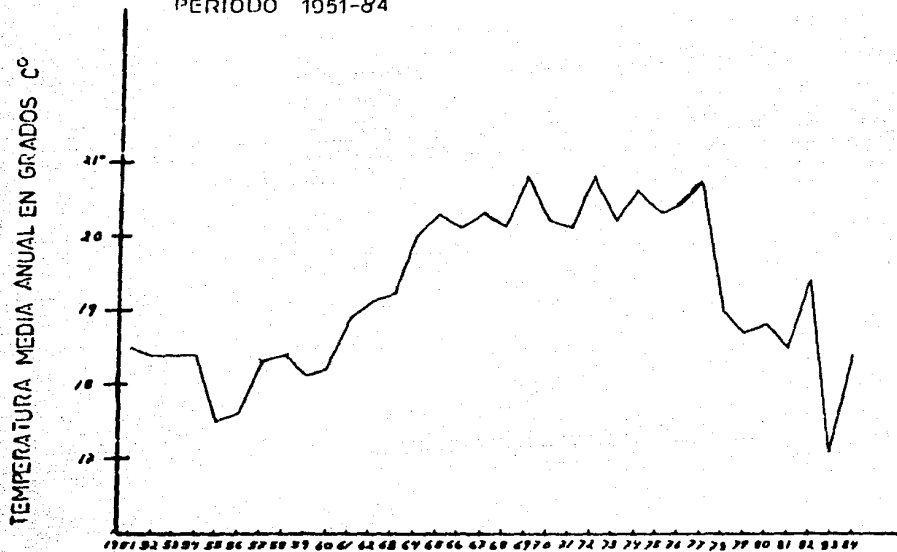
CUADRO DE TEMPERATURA MEDIA MENSUAL REGISTRADA EN LA ESTACION
METEOROLOGICA URUAPAN, MICHOACAN, EN EL PERIODO 1962-1972.

Años	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Anual
1962	16.8	18.0	19.1	20.4	21.2	21.5	20.3	19.7	19.2	19.3	17.3	16.9	19.1
1963	17.4	16.4	20.0	21.3	21.5	20.5	19.4	19.9	19.8	18.9	18.2	17.1	19.2
1964	16.2	17.8	19.5	21.7	23.4	22.0	20.9	21.0	20.1	20.2	20.1	18.0	20.0
1965	17.8	17.3	20.3	22.7	23.3	22.4	21.1	20.3	20.4	20.3	19.4	19.3	20.3
1966	17.6	18.1	20.4	21.7	22.6	21.9	21.3	21.1	20.6	20.6	19.3	17.6	20.1
1967	17.1	18.4	20.7	22.3	22.9	21.9	21.2	20.8	20.3	20.0	20.5	18.1	20.3
1968	18.2	17.2	18.4	22.5	22.8	21.8	21.0	20.7	20.9	20.6	19.4	18.6	20.1
1969	18.3	19.7	20.5	22.6	23.3	23.6	22.0	20.5	20.8	20.7	19.9	18.3	20.8
1970	17.3	19.2	19.7	22.3	22.7	21.6	20.5	21.0	20.2	21.0	19.0	18.9	20.2
1971	18.9	18.1	21.1	21.0	22.6	21.3	20.6	19.9	20.1	20.1	19.7	18.9	20.1
1972	18.9	18.6	20.7	22.8	23.5	20.9	21.5	20.9	21.3	21.6	20.5	19.2	20.8
Media	17.6	18.0	20.0	21.9	22.7	21.7	20.8	20.5	20.3	20.3	19.3	18.2	20.0

CUADRO DE TEMPERATURA MEDIA ANUAL REGISTRADA EN LA ESTACION
METEOROLOGICA URUAPAN, MICHOACAN, EN EL PERIODO 1973-1984.

Años	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Anual
1973	17.8	19.7	21.3	21.5	22.6	20.9	20.9	20.5	20.6	20.6	19.6	17.2	20.2
1974	18.8	19.4	20.6	22.6	23.3	21.5	20.8	21.1	20.5	21.1	19.6	18.7	20.6
1975	17.5	18.7	21.1	23.1	23.0	21.6	20.0	20.9	20.3	20.8	19.9	17.7	20.3
1976	18.2	18.7	21.1	22.6	22.8	22.2	20.3	20.6	20.5	20.1	18.6	19.1	20.4
1977	17.9	18.6	21.6	21.9	22.9	21.3	21.5	21.6	21.4	21.4	19.5	19.1	20.7
1978	15.1	17.5	20.0	17.4	23.7	21.0	19.7	20.0	19.8	19.4	18.0	17.0	19.0
1979	16.1	17.2	17.7	19.7	19.6	21.6	20.7	20.1	19.5	18.8	17.2	16.8	18.7
1980	15.1	16.6	18.8	19.6	21.8	21.5	20.4	20.0	20.0	19.5	17.5	15.9	18.8
1981	13.2	16.6	19.8	21.3	22.0	20.9	15.0	20.1	20.0	19.8	17.8	15.9	18.5
1982	17.0	18.3	19.0	21.9	21.5	21.8	20.3	20.4	20.6	19.3	17.6	15.7	19.4
1983	15.5	14.5	16.5	19.0	20.7	21.3	20.6	20.2	20.2	19.2	18.1	Inap	17.1
1984	15.8	16.6	19.1	20.4	20.7	20.6	19.8	19.4	19.5	19.7	18.0	16.1	18.8
Media	16.5	17.3	19.2	20.8	21.7	21.1	20.1	20.1	19.8	20.1	18.4	16.6	19.1

GRAFICA DE TEMPERATURAS MEDIAS ANUALES REGISTRADAS
EN LA ESTACION METEOROLOGICA URUAPAN MICH EN EL
PERIODO 1951-84



PRECIPITACION

Distribución de la Precipitación

De acuerdo con la cartografía consultada la cuenca alta del río Cupatitzio tiene una precipitación determinada por la orografía y los movimientos de masas de aire húmedo provenientes del Océano Pacífico, sin dejar de existir la influencia de la circulación aérea de los vientos alisios. "Sands -- (1960), en su tesis doctoral de la Universidad de Clark, da una explicación detallada de las razones de la distribución de la lluvia en la República Mexicana, según los principios de la climatología dinámica, basándose en Mosiño (1958).

Mosiño (1959) señala la existencia de una "lengua" de aire húmedo que se presenta comúnmente en verano, sobre la -- costa del pacífico. Sands afirma que esta lengua de aire húmedo del verano penetra por el Pacífico hacia el norte, sobre la Altiplanicie Mexicana y la Sierra Madre Occidental, para -- internarse en los Estados Unidos" (García, E. "Distribución de la precipitación en la República Mexicana" Boletín V del -- Instituto de Geografía, UNAM, 1974).

"En las vertientes del pacífico la precipitación se -- presenta esencialmente en verano y parte del otoño, lo primero insinúa, como Sands sugiere, que la entrada de la lengua húmeda hacia el interior del -- país, por el lado del Pacífico, puede ser factible -- y por lo segundo relaciona la mayor frecuencia de -- los ciclones tropicales que se originan en el Océano Pacífico, con el aumento de la precipitación en -- Septiembre". (García E. op. cit.).

Aparentemente en la cuenca se tienen las condiciones -- adecuadas para que ocurran lluvias orográficas, ya que con-

me va aumentando la altitud del relieve, disminuye la temperatura y la precipitación tiende a incrementarse. Sin embargo lo anterior únicamente funciona dentro de ciertos límites por que tal parece que la precipitación disminuye en el norte de la cuenca, aproximadamente entre los 2,300 y 2,500 m; a pesar de que las cabeceras corresponden, en esta parte, a las laderas del cerro Paracho el cual alcanza hasta 3,340 m. Todo parece indicar que en estas laderas vertientes, la precipitación tiende a disminuir. Este fenómeno ya fue detectado en algunas partes de México, por lo que al parecer no es privativo de esta zona de Michoacán (Mosiño y García, E. Climate of México 1974).

Es pertinente resaltar el hecho espacial de que a pesar de que la zona norte de la cuenca en estudio es la que tiene mayor precipitación, es en cambio el área en donde la formación de una red hidrográfica definida queda truncada, pues los escurrimientos se insumen rápidamente en los materiales de basalto, lo anterior implica por otra parte, que en esta zona las precipitaciones contribuyan en gran medida a la recarga de acuíferos subterráneos.

PRECIPITACION

También de acuerdo con la información climática consultada se detectó una variación en los valores de las precipitaciones medias anuales de la Ciudad de Uruapan, así como en la ubicación de las líneas isoyetas, por lo que hubo necesidad de efectuar algunos ajustes en el trazo de dichas líneas. La causa de estas variaciones se debe fundamentalmente a las diferencias del período de registro.

Por ejemplo, en la carta de climas de escala 1:500 000 publicada en 1970, cubre un período de seis años para la temperatura y 37 para la precipitación. Estos datos a su vez tienen como base los estudios de E. García (op. cit.). De acuerdo con estas fuentes, las que a su vez obtuvieron datos de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, en la estación de Uruapan se registra una precipitación anual de 1,630.6 mm.

En cambio en la carta de precipitación total anual de escala 1:1 000 000 (S.P.P., 1981) se tienen variaciones en los registros de precipitación, de tal modo que el registro de C.F.E. tiene 1,699 mm, en tanto que el del Servicio Meteorológico Nacional tiene como dato 1,799.3 mm.

La precipitación que ocurre en la cuenca alta del río Cupatitzio es la que determina los procesos de escurrimiento, infiltración y evapotranspiración, como procesos integrantes del ciclo hidrológico local.

La lluvia representa el ingreso de agua en tanto que-

los otros procesos significan acarreo de material y pérdida de agua así como la recarga de los acuíferos subterráneos.

Para analizar y describir el proceso general de la lluvia en el área de la cuenca se recurrió a los registros meteorológicos de la S.A.R.H. y se tomó como referencia básica de toda la cuenca la estación Uruapan debido a que se carece de otras estaciones en la región de estudio.

Se considera que este procedimiento es correcto ya que si se extrapolan los datos registrados o se comparan con los de otras regiones se puede apreciar que este comportamiento es semejante. También se estimó que los registros de la estación Uruapan son representativos de las variaciones de lluvia mensual en la cuenca por ser la única estación meteorológica dentro de la cuenca. Sin embargo, por la posición geográfica de la Ciudad de Uruapan se tomó en cuenta que no pueden considerarse como representativos de los valores medios de la precipitación mensual y anual del área.

Esto se debe a que en la zona septentrional de la cuenca se tienen altitudes notables en donde la lluvia tiende a ser mayor, pero está distante del sitio de registro. Lo anterior aparentemente podría estar compensado por la disminución de lluvia hacia la parte meridional pero ésta se encuentra muy próxima a la Ciudad de Uruapan.

Sin embargo independientemente de los valores registrados, estos datos permiten conocer cómo es la distribución mensual de la lluvia y tener de este modo una forma de correlación con los registros del escurrimiento medio mensual de--

tectado en la estación hidrométrica La Tzaráracua.

A fin de tener una idea del comportamiento de la precipitación y de las tendencias que tiene se analizó el período comprendido entre 1951-1984, aunque existen datos anteriores, esta selección se hizo intencionalmente para que coincidieran los datos de precipitación con los registros hidrométricos de la estación La Tzaráracua, iniciadas el segundo semestre de 1950.

En el período de 34 años analizado se puede apreciar que los meses con precipitación mínima o nula corresponden al lapso de diciembre a abril, aunque la mayor frecuencia de lluvia nula o inapreciable se presentó en marzo. Precisamente es a este mes al que corresponde el valor mínimo (1.5 mm.) de la precipitación media mensual, por lo que se puede considerar como un mes seco.

En lo referente a la época de mayor precipitación ésta se presentó entre junio y septiembre, aunque cabe mencionar que en este período las precipitaciones disminuyen en agosto de tal manera que en junio y julio hay lluvias abundantes, en agosto una disminución y en septiembre un incremento.

Los valores de la precipitación media mensual más alta corresponden al mes de julio, aunque en algunos años los valores más altos de precipitación corresponden a septiembre.

Durante todo el período se pueden identificar como años secos 1957 (1088.5mm) 1961 (1237.0 mm); 1978 1181.4 mm - 1979 (1107.3mm); 1982 (1030.3 mm) estos 5 años se encuentran por debajo de los valores de concentración de tendencia de precipi

pitación que esta entre 1250 mm y 1750 mm.

En cuanto a los años con mayor precipitación se tiene 1955 (2098.6 mm); 1958 (2154.1 mm); 1959 (2096.2 mm); 1967 (2261.7 mm) 1970 (2112.8 mm).

Observando la gráfica de los registros de precipitación se puede ver una tendencia a disminuir la cantidad de lluvia registrada en los últimos años de 1973 a 1984. Esta disminución se puede atribuir a la disminución de áreas boscosas dentro y/o cercanas a la cuenca.

También con estos datos se puede concluir que no existe una alternancia regular entre años de lluvia escasa y de lluvia abundante, ya que no existe una relación proporcional en períodos semejantes entre años lluviosos y secos.

DATOS REGISTRADOS EN LA ESTACION METEOROLOGICA URUAPAN DE
PRECIPITACION MEDIA MENSUAL EN EL PERIODO 1951-1966

	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	Suma	Media Mensual	México	Unión	Diferencia
Enero	INAP	19.1	0.1	0.7	INAP	5.1	1.8	134.4	14.0	8.8	27.0	211.0	19.18	134.4	INAP	134.3
Febrero	0.0	0.2	0.4	INAP	0.0	27.2	1.3	10.7	INAP	1.5	7.6	48.9	4.4	27.2	INAP	27.2
Marzo	7.6	INAP	INAP	INAP	0.0	INAP	0.0	9.0	0.2	0.0	INAP	16.8	1.5	9.0	0.0	8.8
Abril	INAP	27.7	0.0	20.5	3.5	6.5	INAP	0.0	139.3	INAP	6.3	211.8	19.25	139.3	0.0	139.3
Mayo	94.0	99.8	2.7	40.0	0.8	238.0	20.5	12.6	97.5	19.5	13.4	638.6	56.07	238.0	0.8	237.8
Junio	283.0	312.3	249.8	369.3	199.4	341.6	187.8	410.6	549.8	81.8	359.3	3 346.3	304.20	549.8	81.8	488.0
Julio	379.6	377.6	363.8	354.2	504.2	361.2	259.2	397.8	343.3	265.8	311.7	3 917.6	326.14	504.2	258.2	479.8
Agosto	247.9	273.2	218.8	246.4	425.3	303.2	232.5	283.8	294.0	248.9	191.5	2 965.5	269.59	425.3	191.5	233.8
Septiembre	491.4	316.4	137.0	332.7	602.1	280.6	285.8	472.4	260.1	361.3	217.4	3 757.2	341.56	602.1	217.4	384.7
Octubre	68.2	18.1	274.8	225.4	325.8	64.9	93.5	263.5	364.0	229.3	72.3	1 999.8	181.8	364.0	18.1	345.9
Noviembre	9.4	92.5	26.7	46.3	33.0	43.9	6.9	106.4	34.6	57.7	30.0	487.4	44.30	106.4	8.9	99.8
Diciembre	0.3	1.2	24.9	INAP	4.5	1.8	0.2	52.9	INAP	48.9	1.5	136.2	12.38	48.9	0.2	52.7
Annual	1 581.3	1 538.1	1 299.0	1 643.5	2 020.6	1 673.9	1 088.5	2 184.1	2 036.2	1 323.5	1 237.0	17 734.7	1612.2			

DATOS REGISTRADOS EN LA ESTACION METEOROLOGICA URUAPAN DE
PRECIPITACION MEDIA MENSUAL EN EL PERIODO 1962-1972

	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	Suma	Media Mensual	Máxima	Mínima	Diferencia
Enero	INAP	0.0	30.0	12.3	16.6	406.6	40.0	4.8	5.1	0.2	0.2	515.8	46.8	406.6	0.8	406.4
Febrero	INAP	0.3	0.0	52.1	53.8	INAP	47.3	2.0	15.2	2.4	0.5	173.8	15.7	53.8	0.0	53.8
Marzo	INAP	2.8	8.6	0.0	0.6	5.9	74.4	24.6	0.0	20.1	4.7	141.7	12.8	74.4	0.0	74.4
Abril	4.5	INAP	0.0	12.9	23.9	3.0	INAP	0.0	0.0	5.8	0.0	50.1	4.5	23.9	0.0	23.9
Mayo	13.5	29.0	3.9	55.0	104.6	25.2	32.5	14.3	2.9	6.3	86.3	375.5	34.13	104.6	2.9	101.7
Junio	321.6	233.2	297.8	203.8	193.9	394.7	266.2	104.3	431.4	280.7	414.8	3 142.4	285.6	431.4	104.3	327.1
Julio	294.6	301.9	260.8	260.6	266.3	265.9	243.7	342.6	698.8	551.1	477.6	3 980.9	362.1	698.8	243.7	455.1
Agosto	302.1	251.6	274.8	474.5	442.0	378.5	247.7	604.4	472.8	320.7	189.6	3 958.7	359.8	474.5	189.6	284.9
Septiembre	347.8	325.0	522.2	228.9	243.5	475.3	298.2	273.3	361.2	430.4	212.3	3 758.1	341.6	475.3	212.3	263.0
Octubre	210.7	182.4	54.9	162.7	135.3	277.2	119.5	150.4	102.2	214.8	77.7	1 687.8	153.4	277.2	54.9	222.3
Noviembre	56.1	14.7	17.8	43.9	INAP	19.7	55.2	INAP	23.2	32.2	88.3	351.1	31.9	88.3	INAP	88.3
Diciembre	2.2	47.7	54.0	1.4	4.9	9.7	28.8	17.1	0.0	16.2	0.5	182.5	16.5	54.0	0.0	54.0
Anual	1 553.10	1 386.60	1 524.80	1 528.10	1 525.10	2 261.70	1 453.80	1 537.80	2 112.60	1 882.90	1 552.50	18 321.2	1665.5			

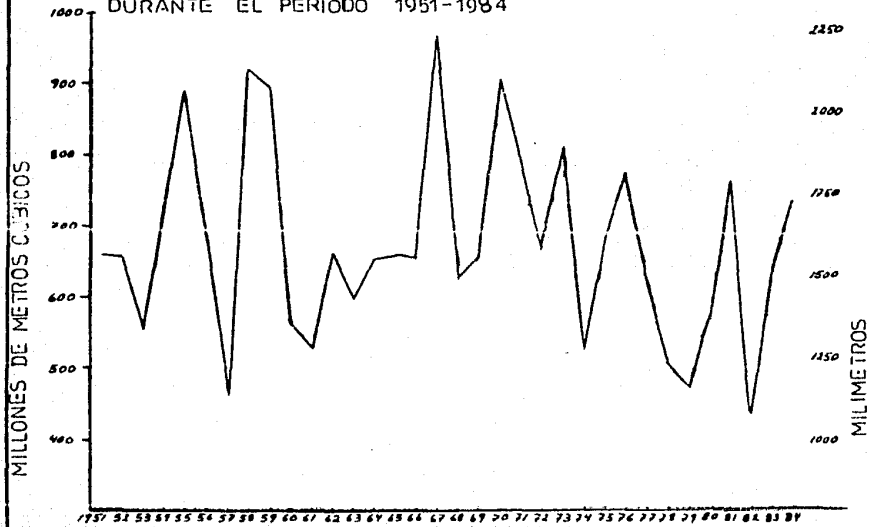
DATOS REGISTRADOS EN LA ESTACION METEOROLOGICA GRUAPAN DE
PRECIPITACION MEDIA MENSUAL EN EL PERIODO 1973-1984

MESES	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	Suma	Maxima	Minima	Diferencia	Media
Enero	1.2	0.0	45.8	1.8	10.4	36.7	0.0	173.3	112.1	0.0	40.4	1.9	412.9	173.3	0.0	173.3	34.4
Febrero	12.1	1.7	10.5	22.6	17.4	4.5	21.0	0.5	0.4	5.1	4.2	19.0	119.0	22.6	0.4	22.2	9.9
Marzo	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	3.1	22.5	0.4	33.3	22.5	0.0	22.5	2.7
Abril	149.5	0.2	0.0	8.4	11.9	17.1	0.0	11.7	22.0	0.6	0.0	0.0	221.4	149.5	0.0	149.5	18.4
Mayo	76.5	72.3	43.2	9.0	29.0	6.4	34.4	0.2	41.8	172.3	206.0	45.9	737.0	206.0	0.2	206.0	81.4
Junio	244.7	-	393.7	277.2	284.8	274.9	74.0	165.8	286.9	120.6	78.9	405.0	2 805.5	405.0	74.0	405.0	217.1
Julio	361.8	376.5	176.0	466.4	291.2	378.9	233.0	187.9	339.7	210.9	403.3	446.7	3 872.1	466.4	176.0	466.4	328.8
Agosto	408.7	400.4	313.0	354.9	364.8	316.7	449.6	355.6	337.5	227.8	357.1	289.4	4 175.5	449.6	227.8	449.6	347.9
Septiembre	358.2	269.4	441.5	304.6	337.3	-	257.3	344.9	273.1	129.0	310.1	376.6	3 402.0	441.5	129.0	441.5	283.5
Octubre	263.7	83.2	129.5	227.0	89.0	139.9	12.1	46.4	246.0	43.3	143.1	118.1	1 541.3	263.7	12.1	263.7	188.4
Noviembre	-	32.5	7.3	131.9	19.5	0.0	0.4	63.5	131.0	81.6	117.1	3.6	568.4	131.9	0.4	131.9	49.0
Diciembre	27.2	19.7	18.0	12.9	4.0	0.0	25.9	Resp.	10.4	36.0	Resp.	-	154.1	36.0	0.0	36.0	12.8
Anual	1 700.4	1 256.5	1 578.5	1 816.7	1 459.3	1 181.4	1 107.3	1 349.8	1 790.3	1 030.3	1 476.7	1 706.1	17 862.0				1 486.5

DATOS REGISTRADOS EN LA ESTACION METEOROLOGICA URUAPAN DE
PRECIPITACION MEDIA MENSUAL EN EL PERIODO 1973-1984

MESES	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	Suma	Máxima	Mínima	Diferencia	Media
Enero	1.2	0.0	45.8	1.8	10.4	36.7	0.0	173.3	102.1	0.0	40.4	1.9	412.9	173.3	0.0	173.3	34.4
Febrero	12.1	1.7	10.5	22.6	17.4	4.5	21.0	0.5	0.4	5.1	4.2	19.0	119.0	22.6	0.4	22.2	9.9
Marzo	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	4.3	0.0	0.0	0.4	3.1	22.5	0.4	33.3	22.5	0.0	22.5	2.7
Abril	149.5	0.2	0.0	8.4	11.9	17.1	0.0	11.7	22.0	0.6	0.0	0.0	221.4	149.5	0.0	149.5	18.4
Mayo	76.5	72.3	43.2	9.0	29.0	6.4	34.4	0.2	41.8	172.3	205.0	45.9	737.0	205.0	0.2	205.0	51.4
Junio	244.7	-	393.7	277.2	284.8	274.9	74.0	165.8	285.9	120.6	78.9	405.0	2 605.5	405.0	74.0	405.0	217.1
Julio	361.6	376.5	176.0	466.4	291.2	378.9	233.0	187.9	339.7	210.9	403.3	445.7	3 872.1	466.4	176.0	466.4	322.6
Agosto	406.7	400.4	313.0	354.9	364.8	316.7	449.6	355.6	337.5	227.8	357.1	289.4	4 175.5	449.6	227.8	449.6	347.9
Septiembre	358.2	269.4	441.5	304.6	337.3	-	257.3	344.9	273.1	129.0	310.1	376.6	3 402.0	441.5	129.0	441.5	283.5
Octubre	263.7	83.2	129.5	227.0	89.0	139.9	12.1	46.4	246.0	43.3	143.1	118.1	1 541.3	263.7	12.1	263.7	126.4
Noviembre	-	32.5	7.3	131.9	19.5	0.0	0.4	63.5	131.0	81.6	117.1	3.8	598.4	131.9	0.4	131.9	49.0
Diciembre	27.2	19.7	16.0	12.9	4.0	0.0	25.9	Insp.	10.4	36.0	Insp.	-	154.1	36.0	0.0	36.0	12.8
Anual	1 903.4	1 256.5	1 578.5	1 816.7	1 459.3	1 181.4	1 107.3	1 349.8	1 750.3	1 030.3	1 476.7	1 705.1	17 852.0				1 486.5

GRAFICA DE LOS REGISTROS TOTALES ANUALES DE
 PRECIPITACION METEOROLOGICA URUAPAN MICH
 DURANTE EL PERIODO 1951-1984



EVAPORACION TOTAL

Entre los datos que se tuvieron disponibles para conocer el ciclo hidrológico de la cuenca alta del río Cupatitzio están los de evaporación total (S.A.R.H, estación meteorológica -- 16-108 Uruapan). Sin embargo estos registros solo abarcan el lapso comprendido entre 1967-1984, por lo cual no se tiene -- una correspondencia directa con los registros de precipitación, temperatura y escurrimiento.

Al analizar los datos se encontró que la evaporación-media mensual registra sus valores máximos durante los meses de marzo a junio y tiende a disminuir a partir de julio, registrándose los valores mínimos en noviembre y diciembre (gráfica, de evaporación media mensual). La gráfica correspondiente a la evaporación muestra claramente una correlación con -- las temperaturas medias mensuales. Así puede inferirse la influencia de la radiación solar y de la nubosidad en la zona, independientemente de la intensidad de los vientos de los cuales se desconocen registros en Uruapan.

Por lo que se refiere a la evaporación media anual del periodo 1967-84, se observa claramente una tendencia a la disminución de la lámina. Los valores más altos se tienen en -- 1969 y 1971 en tanto que los mínimos tienden a presentarse en 1981, 1983 y 1984, lo cual está en absoluta correspondencia -- con los registros de las temperaturas medias anuales ya que -- en los años señalados se registraron aproximadamente las temperaturas medias anuales, más altas y más bajas respectivamente.

EVAPOTRANSPIRACION REAL.

Con respecto a la evapotranspiración media anual se hicieron los cálculos con la fórmula de Turc.

En la gráfica No..... de precipitación, evaporación y evapotranspiración, se observa que existe una correlación de las variaciones de la precipitación con la evapotranspiración, de tal modo que en términos generales se siguieron las mismas tendencias de variación.

La gráfica de evapotranspiración tiende a presentar, aproximadamente, tres etapas. La primera parte de la gráfica abarca de 1951 a 1966; la segunda de 1967 a 1977 y la tercera de 1978 a 1984.

La primera etapa, 1951-66 tiende a mostrar valores bajos de evapotranspiración aunque presenta las variaciones naturales de un año a otro, algunos de ellos incluso bastante notables. Destaca el año 1957 por tener la menor evapotranspiración (780.3mm), el cual también corresponde al menor valor de precipitación de este lapso, aunque no corresponde la menor precipitación

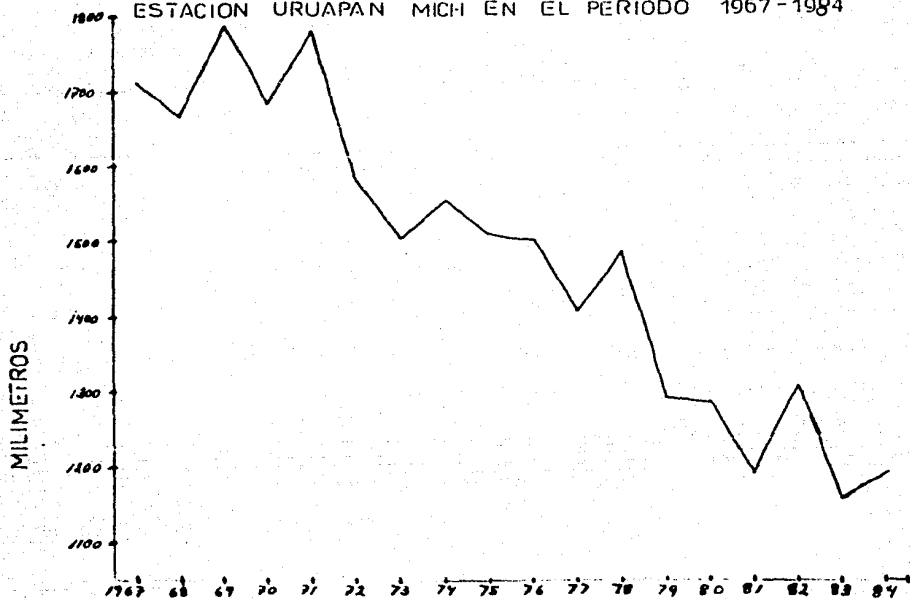
También destaca 1965 año en el que se registró el valor más alto de evapotranspiración (975.4 mm).

El segundo lapso (1967-1977) corresponde a valores de evapotranspiración, durante el cual también existen oscilaciones notables. Destaca 1967 por ser año en el cual se tuvo el mayor valor de evapotranspiración (1092.6 mm), mismo que a su vez es el registro más alto calculado entre 1951-84, también-

corresponde al año en que se registraron las máximas lluvias de todo el período.

La tercera fase de la gráfica corresponde al lapso -- comprendido de 1978 a 1984. Durante estos siete años la evapotranspiración tiende a disminuir con respecto a la etapa anterior. Al parecer tiene un comportamiento similar al que se registró entre 1951 y 1966. También se nota su correlación -- con las variaciones de la precipitación registrada.

GRAFICA DE EVAPORACION TOTAL ANUAL REGISTRADA EN LA
ESTACION URUAPAN MICH EN EL PERIODO 1967-1984



Tipos de climas y descripción de la carta de climas.

De acuerdo con la clasificación climática de Köppen - modificada por E. García (1964) la cuenca alta del río Cupatitzio presenta los siguientes tipos de climas:

(A)C(m)(w) subtipo de clima semicálido húmedo con lluvias abundantes en verano, correspondiente al subgrupo de climas semicálidos, del grupo de climas templados. Presenta un porcentaje de lluvia invernal mayor de cinco. Se caracteriza por ser el más cálido de los templados, con temperatura media anual mayor a los 18°C y la del mes más frío menor de 18°C. Este subtipo de clima se localiza en la porción centro sur de la cuenca y centro occidente. En esta zona es en donde se localizan las dos poblaciones más importantes del área, Uruapan y Nuevo San Juan Parangaricutiro. Se encuentra en correspondencia con la porción sureste del talud de transición, con la parte septentrional de la zona de lomeríos, cañadas y peniplanicies, entre alturas comprendidas entre los 2,000 y 1,600 metros. Mapa no. 8.

Cabe observar que este clima cubre las laderas meridionales del cerro La Cruz, incluso hasta altitudes de 2,200 m. Se estima que esto se debe básicamente a la radiación solar que se presenta en las laderas del sur, especialmente durante el invierno, en cambio en las laderas del norte se tiene un clima templado (C(m)(w).

Las únicas cabeceras de subcuencas y redes hidrográficas en correspondencia con este tipo de clima son las que se-

originan al sur del cerro La Cruz, algunas de las cuales dan lugar al arroyo La Presa y del arroyo Barranca la Guerra como afluentes de la margen izquierda del río Cupatitzio. Otras cabeceras secundarias en esta zona de clima son las del arroyo Inyantcurini afluente de la margen derecha del colector principal. Cabe mencionar que dentro del área correspondiente a este subgrupo climático es en donde se encuentran las estaciones de registro termopluviométrico de la cuenca en estudio. En estas estaciones se llegaron a registrar temperaturas medias de 19°C y precipitaciones hasta de 1,800 mm anuales.

(A)C(m₂)(w). Subtipo de clima semicálido subhúmedo con lluvias en verano, correspondiente también al subgrupo de climas templados. Presenta un porcentaje de lluvia invernal, menor de 5. Es el más húmedo de los semicálidos; su temperatura media anual es mayor a los 18°C. El cociente de precipitación entre la temperatura es mayor de 55.0 (1500 mm/18°C=83). Este tipo de clima se localiza en el extremo sureste de la cuenca en coincidencia con la parte meridional de la zona de lomeríos, cañadas y peniplanicies que a su vez son la parte más baja y cálida de la cuenca entre los 1,450 y 1,800 msnm. En esta zona se encuentran las laderas vertientes en donde se desarrollan pequeñas corrientes de la margen derecha del río San Antonio.

C(m)(w). Subtipo de clima templado húmedo con abundantes lluvias en verano con una precipitación menor de 40 mm durante el mes menos seco y un porcentaje de lluvia inver-

nal menor de 5 con respecto al total anual, corresponde al subgrupo de climas templados C. Se caracteriza porque su temperatura media anual oscila entre 12° y 18°C; la del mes más frío oscila entre menos tres y 18°C. La cobertura espacial que tiene este subtipo de clima es la de mayor área en la cuenca alta del río Cupatitzio; comprende prácticamente todo el talud de transición y la mayor parte de las altas montañas, excepto las del extremo noreste. Puede decirse que este subtipo con su funcionamiento pluvial, es el que determina, por coincidencia de área la mayor parte de los escurrimientos de las cabeceras de las redes hidrográficas del norte y occidente de la cuenca.

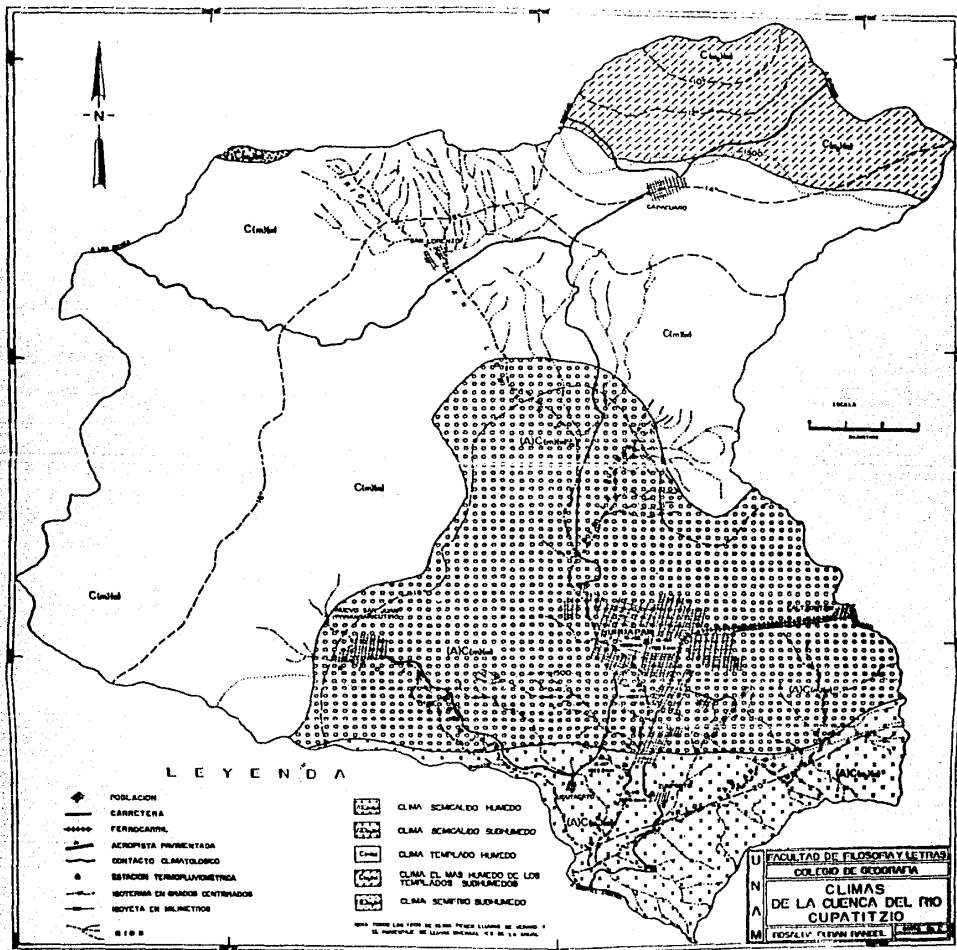
$C(w_2)(w)$. Subtipo de clima templado subhúmedo con lluvias en verano, corresponde al subgrupo de climas templados C. Es semejante al subtipo anterior ya que también su temperatura media anual oscila entre 12° y 18°C, la temperatura del mes más frío oscila entre -3°C y 18°C. Es el subtipo más húmedo de los templados con lluvia en verano, su cociente de precipitación sobre temperatura es menor de 55.0, su porcentaje de lluvia invernal menor de 5.

Este subtipo de clima se localiza en el extremo noreste de la cuenca alta del río Cupatitzio en coincidencia con las laderas meridionales del cerro Paracho, corresponde a altitudes entre 2,300 m y 3,300 m en la cumbre del cerro Paracho y cerro Olla de agua. Cabe destacar que aún cuando en esta región se registra la mayor precipitación y aquí se encuentran las cabeceras de algunos escurrimientos, estos no lo

gran un desarrollo efectivo debido a las características litológicas, ya que el agua de estas corrientes se insume hacia el subsuelo.

C(e)(w₂)(w). Subtipo de clima semifrío subhúmedo con abundantes lluvias en verano. Se caracteriza porque su temperatura media anual oscila entre 5° y 12°C y la del mes más frío entre -3° y 18°C, la temperatura del mes más caliente oscila entre 6.5° y 22°C, se considera que en este subtipo el verano es fresco y largo, el porcentaje de lluvia invernales menor de 5, es el más húmedo del subgrupo de climas semifríos.

El área cubierta por este tipo de clima en la cuenca alta del río Cupatitzio únicamente se localiza en una pequeña porción del extremo noroeste de la cuenca, en las laderas meridionales del cerro Janamo en altitudes comprendidas entre los 2,700 y algo más de 3,100 m, en la cumbre del cerro mencionado. A pesar de las lluvias que ahí se registran no se encuentra relación con una alta red de drenaje, debido a que su cubierta vegetal de bosque no permite la formación de éste.



VEGETACION

La vegetación natural del Sistema Volcánico Transversal es variada, particularmente en lo que se refiere a los tipos de bosques. Dentro del área correspondiente al estado de Michoacán los bosques presentan porciones notables; incluso, esta entidad federativa, fue la primera en terminar su inventario forestal.

Como es obvio, existen relaciones muy bien definidas entre la altitud del relieve, el clima, los suelos y la vegetación. Así la cuenca alta del río Cupatitzio ubicada en las laderas vertientes del sur de este gran sistema volcánico está sujeta a cambios térmicos de las partes altas del norte, del Cerro Paracho (5,340 m) hasta la desembocadura en la porción sur en la cascada Tzaráracua, ubicada altitudinalmente a 1,440 m. se pueden encontrar pisos bioclimáticos, cuya manifestación más notable en el paisaje se tiene en la cubierta vegetal. Debido a sus características, orográficas, térmicas, litológicas y edafológicas puede decirse que el área estudiada de la cuenca alta del río Cupatitzio es una zona de transición de varios aspectos, destacando entre ellos lo referente a la cobertura boscosa y de vegetación en general.

Al analizar el mapa de vegetación y de uso del suelo se pueden observar como principales tipos de vegetación los bosques de pino, en algunos casos asociados al bosque de pino-encino, zonas con agricultura de cultivos anuales y con cultivos permanentes.

LOS BOSQUES DE PINO Y PINO-ENCINO

El pino ocupa aproximadamente 40% de la superficie de los bosques, se extienden a manera de manchones desde los 2,600 m a los 3,400 m de altitud sobre las elevaciones montañosas. La distribución de estas zonas forestales está marcada por dos factores principales, el clima y los suelos en que se desarrollan. En lo que se refiere al clima, la temperatura media anual varía de 12° a 20°C y la precipitación total anual entre 1,500 y 2,000 mm, que corresponden a climas templados principalmente húmedos, y semicálidos. La precipitación se concentra entre 6 y 7 meses, que son de junio a noviembre. La frecuencia de heladas varía de 20 a 60 días anuales y las granizadas de 2 a 4 días por año.

En cuanto al segundo factor, estos bosques se desarrollan sobre suelos de tipos andosol, litosol, regosol y luvisol, que con frecuencia tienen un horizonte de humus de unos 10 a 30 cms.

El bosque de pino forma asociaciones principalmente con bosques de encino (*Quercus*), con el cual comparte todas las características antes mencionadas.

En todos los casos se trata de una comunidad siempreverde, pues tal condición la imponen los pinos, pero la presencia eventual de otros árboles, sobre todo del género *Quercus*, con frecuencia hace que el bosque pueda ser caducifolio.

El estrato inferior que acompaña al bosque de pino ofrece cambios fenológicos notables a lo largo del año, en

función de las condiciones climáticas. Tal estrato está formado mayormente por plantas herbáceas, las que en parte desaparecen por completo de la superficie del suelo en la época - menos húmeda del año y las especies que persisten, suelen cambiar de color. Entre las especies que se encontraron en los cerros Taranjuata, en el Janamo, El Horno, Shirundín, Aricha, Tzintzunzahua, Tarengo y cerro Olla de Agua, se encuentran: - Seliginella spp, Senecio Salignus, Saccharis spp, Muhlenbergia spp, Lupinus spp, Crataegus spp (Reyna R. T. et. al. sobretiro del Boletín del Instituto de Geografía, 1974).

La altura del bosque es muy variable, en la mayor parte de los casos oscila entre 8 y 25 m, aunque puede alcanzar mayores alturas.

Los troncos de los pinos son generalmente derechos y cuando estos árboles forman un bosque, sólo pueden persistir las ramas superiores.

El grosor de los fustes en algunos lugares no explota dos pasa de un metro de diámetro, pero más comúnmente varía de 20 a 60 cms.

La estructura de los bosques mixtos de pino-encino -- frecuentemente revela la existencia de un estrato superior de los primeros y otro más bajo de encinos. En general es raro encontrar árboles maduros de Pinus en niveles inferiores, hecho que parece estar en relación con sus fuertes exigencias de luz.

* Entre las especies de Pinus importantes en la cuenca se encuentran las siguientes:

Nombre Científico	Nombre Común
Pinus Leiophylla	Pino Chino
Pinus Michoacana	Pino Escobetón
Pinus Pseudostrobus	Pino de Brazo
Pinus Oocarpa	Pino Ocote, Pino Lacio
Pinus Douglasiana	Pino
Pinus Tenuifolia	Pino - Tenue
Pinus Lawsoni	Pino

Estas especies son explotadas tanto por su madera como por su resina. Entre las especies de encino sobresalen:

Quercus Crassipes
 Quercus Laurina
 Quercus spp

La explotación forestal inadecuada, sobre todo la clandestina (abril 8, 1986 "La Voz de Michoacán" pág. 23), así como los desmontes para fines de ampliación de zonas agrícolas, ganaderas y en algunos casos de carácter habitacional, constituyen factores que restan superficie a los bosques y modifican la composición de los que quedan.

El principal uso de la madera es para la construcción, ebanistería, como materia prima en la obtención de papel, celulosa y leña para combustible aunque éste último uso se reduce a algunas regiones.

De mucho mayor importancia es el llamado "Ocoteo" que consiste en la obtención de rajadas de madera impregnadas de re

sina que se emplean para prender fuego en las cocinas.

La obtención de resinas constituye otro uso generalizado de los bosques de Pinus. La resinación se lleva generalmente en zonas donde el tamaño de los árboles y la rapidez de su crecimiento no son adecuados para una explotación maderera intensiva. Michoacán es uno de los primeros productores de resina, brea y aguarrás, existiendo la industrialización de la misma en Uruapan.

Vegetación y uso actual del suelo

En la cuenca alta del río Cupatitzio se tienen además de la cobertura natural de vegetación, algunas áreas dedicadas a la agricultura, distinguiéndose dos tipos básicos: 1) - Agricultura de temporal de cultivos anuales, y 2) Agricultura de temporal de cultivos permanentes.

Las áreas de agricultura de cultivos anuales se localizan básicamente en el centro norte de la cuenca. Se distinguen tres áreas bastante definidas: la más pequeña ubicada en el centro norte de la cuenca, la cual se desarrolla en planicies intermontanas entre 2,300 y 2,500 m de altitud, en coincidencia con la ubicación de los cerros Shurundin y Arechan, - en las cabeceras de la subcuenca del río San Lorenzo.

La segunda, un poco mayor, está localizada hacia el occidente de la cuenca y se desarrolla en las laderas orientales del cerro Cuzato en altitudes comprendidas entre los 2,100 y 2,400 metros, en coincidencia con la zona del talud. Esta superficie agrícola se encuentra en la parte media de la subcuenca del río San Juan.

Otra superficie agrícola de cultivos anuales mayor que las anteriores de las tres, se encuentra separada de la anterior por una pequeña franja de bosque de pino, se localiza hacia el interior de la cuenca, en el centro y centro-oriental, básicamente en el talud de transición, en altitudes de 2,000 y 2,200 metros. Destaca en esta área agrícola, la parte que se desarrolla hacia el noreste, entre los cerros Tiran

juata, Riruani y Eguacaro, ya que en esta zona de la cuenca - algunos cauces desaparecen por infiltración, es muy posible - que esta área tenga bastante humedad.

El resto de esta área agrícola se desarrolla en la -- parte meridional de la subcuenca del río San Lorenzo y la par te media de la subcuenca del río San Juan.

En términos generales los cultivos predominantes co-- rresponden a maíz, trigo, frijol y cebada, aunque se descono-- cen los rendimientos y condiciones en las que se desarrollan.

La distribución espacial de la agricultura de tempo-- ral de cultivos permanentes presenta una continuidad aunque - en la carta presenta una forma irregular, se extiende desde - el norte de Uruapan hasta la Tzaráracua, de norte a sur y des de el poblado de Nuevo San Juan Parangaricutiro, al de Calt-- zontzin en el oriente. La mayor parte de esta zona agrícola-- corresponde a la zona de lomeríos, cañadas y peniplanicies. - Se desarrolla entre altitudes comprendidas entre los 1,500 y 2,000 m. En esta parte se localiza la Ciudad de Uruapan, la zona conurbada de poblados vecinos (Caltzontzin, Emiliano Za-- pata, Zumpimito, etc.) y algunos otros poblados.

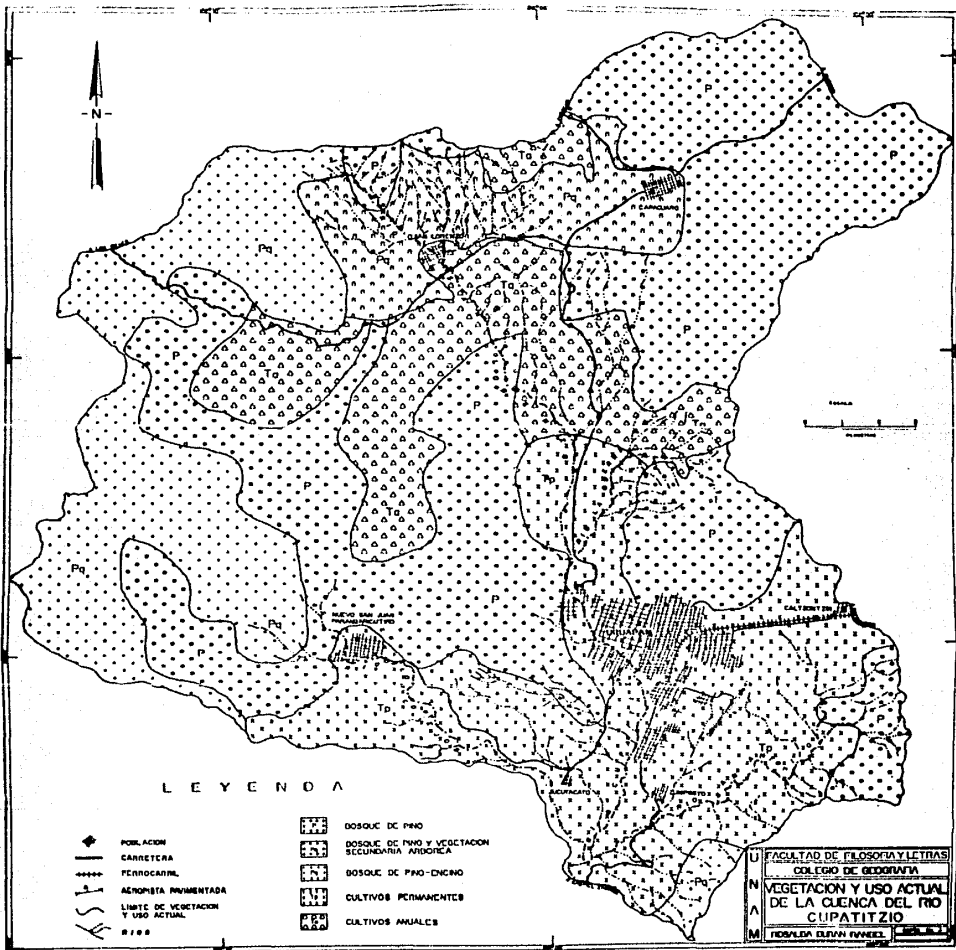
Esta área agrícola se desarrolla en las partes bajas-- de las subcuencas de los ríos Conejos, San Antonio y la parte meridional del colector principal, el río Cupatitzio.

Los productos permanente s que se cultivan en esta zona son principalmente: aguacate, café, durazno, limón, naranja, plátano, guayaba y granada, esta variedad de cultivos se debe en parte a la variación altitudinal y climática, además de sus caracte

rísticas transicionales.

Sobre poniendo los mapas donde se muestra la red hidrográfica y distribución de la vegetación, se puede apreciar que en las áreas cubiertas por bosques es donde se tiene un menor desarrollo de la red de drenaje. ya que la vegetación impide que se erosione el suelo y además ayuda a la retención de agua en el mismo.

Otro aspecto que se nota es que algunos cauces que llegan a formarse en las partes altas al llegar al talud se infiltran y es esta parte donde se tienen las áreas de cultivo anuales dentro de la cuenca. Puede decirse que los requerimientos más altos de agua en esta parte sea uno de los motivos por lo que se infiltre la misma impidiendo la formación de cauces permanentes.



U
N
A
M
FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS
COLEGIO DE GEOGRAFIA
VEGETACION Y USO ACTUAL
DE LA CUENCA DEL RIO
CUPATITZIO
FIDELDA OLIVERA RIVERA

IV. HIDROLOGIA

Descripción General de la Red Hidrográfica

La orientación general de la cabecera principal a la desembocadura es de norte a sur, sin embargo, debido a la conformación orográfica y al desarrollo del sistema de cauces la cuenca presenta asimetría en estos dos aspectos. Con respecto a la cabecera y a los sistemas montañosos laterales hay bastante contraste, ya que la parte norte y la occidental tienen relieves y declives notables. En cambio, la porción oriental y suresta presentan menos desarrollo orográfico.

En lo que se refiere a la red hidrográfica, ésta presenta también una asimetría notable, ya que el conjunto de las cuatro subcuencas principales tienen forma diferente.

Estas subcuencas son las del río San Lorenzo que tiene su origen en la porción noreste de la cuenca, a partir de cauces ubicados en la ladera sur del cerro Paracho, los cuales en su gran mayoría corresponden a las zonas de altas montañas, pero que se insumen en las partes altas del talud de transición aproximadamente a los 2,800 metros. En el extremo noreste se forman cauces en las laderas occidentales del cerro El Metate mismos que tienen longitudes cortas y que de inmediato se insumen en la zona de montañas, en altitudes superiores a los 2,500 metros.

En primer término, se puede observar que las laderas del occidente, donde se forman los afluentes de la margen de-

recha del río la red tiene una mayor definición, comparada -- con el sistema de cauces del extremo norte y, en general, de todas las laderas de la parte occidental.

Se puede afirmar que la auténtica cabecera principal del río se localiza en la porción centro norte de la cuenca - en donde se encuentran los cerros El Horno y Shirundín, el colector que se forma en esta zona define al río San Lorenzo, - cuyo colector principal sigue una orientación sensible de -- noroeste a sureste. La siguiente subcuenca importante es la del río San Juan, con una orientación de oeste-noroeste a este-sureste.

La tercera subcuenca importante de la parte occidental es la del río Los Conejos, también con una orientación general de noroeste a sureste.

En la margen izquierda únicamente hay dos subcuencas, una en el centro este de la cuenca que se forman a partir de algunos escurrimientos que se forman en los cerros La Cruz y Copitiro, que constituyen el río La Guerra, el cual tiene una orientación de nor-noroeste a sur-suroeste.

Y la subcuenca formada por el río San Antonio, se origina con los cauces iniciales localizados al sureste del cerro La Cruz y de otros afluentes que nacen en las pequeñas -- elevaciones sobre las cuales se desarrolla la divisoría del - sureste de la cuenca alta del río Cupatitzio.

Este afluente, en su primer tramo, sigue una dirección general de norte a sur y después de noreste a sureste -- hasta desembocar en el río Cupatitzio, cerca de la estación-

hidrométrica Zumpimito.

Como se puede observar en el mapa los cauces de la --
margen izquierda también presentan irregularidades.

De acuerdo con la clasificación de cauces por jerar--
quía, la cuenca alta del río Cupatitzio hasta la cascada Tza--
rarácua está formada fundamentalmente por cuatro subcuencas -
principales ya descritas de diferentes órdenes y tamaños. Es
estas subcuencas las constituyen los ríos: 1) San Lorenzo, 2) -
San Juan, 3) Los Conejos, 4) San Antonio. Existen además - -
otros afluentes de menor importancia tanto en caudal como en-
frea drenada, marcados en el mapa de acuerdo a su jerarquía.

La subcuenca del río San Lorenzo constituye la cabece--
ra central de la cuenca y abarca el área del extremo norte y
noreste; se desarrolla tanto en la zona de altas montañas co-
mo en el talud de transición. Desde el punto de vista mera-
mente hidrógrafico es la subcuenca que define el inicio del -
colector principal.

La subcuenca del río San Juan se encuentra en la por-
ción occidental, es el primer afluente de la margen derecha -
y se desarrolla a partir de los escurrimientos de las zonas -
montañosas del centro oeste de la cuenca en donde se forman--
los cauces correspondientes a los órdenes inferiores. Aguas-
abajo se desarrolla en el talud de transición ubicado hacia -
el centro de esta cuenca.

La confluencia de los ríos San Lorenzo y San Juan lo-
calizados, aproximadamente a 1.5 km, al sur del cerro Cheran-
guaran constituye de una manera más definida el cauce del río

Cupatitzio.

La subcuenca del río Los Conejos corresponde a la margin derecha, se localiza en el suroeste y centro sur de la -- cuenca. Se origina en las laderas orientales de la serranía de Tancítaro. El colector principal de esta subcuenca lleva una dirección general de noroeste a sureste hasta unirse al -- río Cupatitzio en la margin derecha en la proximidad de Zumpi -- mito.

Los ríos de la margin izquierda son de dimensiones me -- nores y presentan escaso desarrollo de la red. Únicamente se -- tienen el arroyo La Guerra y el río San Antonio.

El arroyo La Guerra se localiza en la parte centro -- occidental de la cuenca y alimenta con su escurrimiento al co -- lector principal en el noroeste de la ciudad de Uruapan.

La subcuenca del río San Antonio es la única importan -- te de la margin izquierda; se localiza en la porción sureste -- de la cuenca. Los cauces de primer orden tienen origen en -- las laderas del noroeste y las montañas que constituyen la di -- visoria de aguas de esta misma zona entre las que destacan -- los cerros La Providencia, Cruz del Arriero y Las Ventanas.



FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
 COLEGIO DE GEOGRAFÍA

La Red Hidrográfica

Al observar la carta de la red hidrográfica de la cuenca alta del río Cupatitzio se aprecia que este sistema muestra características bastante heterogéneas en lo referente a sistemas de drenaje. De hecho no existe una concordancia entre la forma de la cuenca y la red hidrográfica, porque no hay uniformidad en el sistema de drenaje. También se nota una simetría en lo que se refiere a la forma de los patrones de drenaje y las longitudes de los cauces.

Se observa, además una distribución irregular de los cauces, ya que se aprecian algunas porciones de la cuenca donde tienden a estar agrupados de una manera más regular, por ejemplo en la porción norte; en contraposición, algunos lugares la red fluvial no tiene desarrollo y se notan áreas en las cuales se carece de líneas de escurrimiento, como por ejemplo en la porción del noreste de la cuenca.

Es interesante observar que muchos cauces se insumentan a distancia relativamente corta de la divisoria de aguas como en las laderas del cerro Paracho, el cerro Janamo, el cerro Prieto y en las laderas en donde se ubican los edificios volcánicos del cerro El Colorado y La Querenda, también en algunas partes interiores de la cuenca se observa la interrupción de cauces, tal es el caso de las corrientes que se forman en las laderas de los cerros Las Varas, Jabalí y Sapien.

Debido a lo anterior se estimó pertinente hacer una descripción parcial de las subcuencas que constituyen la cuen

ca alta del río Cupatitzio.

El análisis de la red hidrográfica de la cuenca del río Cupatitzio se hizo con base en la extracción de la información hidrógrafica a partir de la cartografía disponible. Después se efectuaron las correlaciones espaciales por medio de la superposición de diferentes cartas temáticas.

Inicialmente, se elaboró una carta en donde quedó representada exclusivamente la red hidrógrafica y con base en el criterio de A.N. Strahler se clasificaron los cauces de acuerdo con su jerarquía. Lo anterior permitió detectar los colectores principales y las zonas correspondientes de captación de las subcuencas respectivas. También se logró apreciar la manera como están constituidas cada una de las partes de la cuenca y se observaron las características verdaderas de su sistema hidrográfico. Asimismo, se encontraron las partes de la cuenca que tienen sistemas de escurrimiento de poco desarrollo, mismos que se insumen localmente.

Por otra parte, esta misma carta permitió apreciar claramente los principales patrones de drenaje de cada subcuenca y de algunos lugares aislados. Con base en la información temática se procuró observar cuáles son los principales elementos de la superficies de la cuenca que se relacionan con algunos aspectos de la red hidrográfica.

Patrones de Drenaje

Al observar la carta de la red hidrógrafica de la cuenca alta del río Cupatitzio se pueden detectar diferentes modelos. Se notan claramente variedades de líneas y formas generales de las subcuencas las cuales indudablemente están en función de la estructura orográfica, litológica y de algunos aspectos climáticos. Estas características determinan en conjunto los patrones de drenaje en la zona de montañas, el talud y la planicie.

En primer término, se observa claramente que la red de drenaje presenta, en diferentes sitios, sistemas hidrográficos bien definidos por su continuidad; esto es muy claro en los lugares donde los cauces van formando confluencia hasta los colectores principales. En otros lugares las redes hidrográficas se aprecian algo definidas ya que los cauces se insu^{men} en el terreno, sin llegar a constituir afluentes de otros cauces colectores, aun cuando estos últimos están relativamente cerca.

A fin de facilitar la ubicación y descripción de la red de drenaje de la cuenca del río Cupatitzio se trazaron líneas envolventes circundantes, en donde el patrón de la configuración del drenaje presenta características semejantes de acuerdo con los criterios sintetizados por Guerra Peña (1980) Inicialmente cabe mencionar que las redes de cauces donde se presenta mayor continuidad se localizan en el centro norte, en la mayor parte de la zona occidental y en pequeñas áreas -

del centro oriente y del sureste de la cuenca. Los sistemas de cauces que se insumen en diversas áreas de la cuenca se encuentran ubicados en las porciones del noreste, centro-este, en el sur-oeste y en algunos lugares del centro de la cuenca.

A continuación se describen las características de los patrones de drenaje de cada una de las subcuencas que forman el río Cupatitzio.

La subcuenca del río San Lorenzo está constituida por un sistema hidrográfico que presenta bastante anormalidad ya que una parte de los escurrimientos que forman el sistema están un poco desligados entre sí y presentan, a la vez, distintos patrones de drenaje.

El extremo norte de esta subcuenca está formado por un sistema de cauces que forman un patrón de drenaje radial centrífugo, localizado en las laderas del sur del cerro Paracho, cuya superficie está constituida por una cubierta litológica de roca basáltica y brechas volcánicas, mismas que son las determinantes de este patrón. Este sistema queda truncado en la zona de contacto litológico con aluviones y basalto. Esta parte de la red hidrográfica se ubica altitudinalmente entre 3,300 y 2,350 metros sobre el nivel del mar, dentro de la zona de elevaciones montañosas de la cuenca.

En este sistema radial centrífugo se observan cauces de primer orden cuya longitud es notable; sin embargo hay algunos que presentan mayor longitud; especialmente en la parte baja. Las confluencias de estos segmentos llegan a formar cauces de segundo orden, dos de los cuales son notables por

su longitud. Al observar el mapa de la red hidrográfica se nota que los segmentos de la red no están muy separados entre sí. Por lo anterior se puede definir que la frecuencia de cauces es de valores medianos aunque no se aprecia cuál podría ser la densidad de drenaje.

En el extremo noreste y oriental de la subcuenca del río San Lorenzo en correspondencia con las laderas de los cerros El Metate y Tzacapolo, cuyas cumbres se localizan en la divisoria, el drenaje muestra su mayor indefinición ya que de hecho todas estas corrientes tienen desarrollo incipiente; esto se debe a que el sistema hidrográfico se empieza a desarrollar sobre basalto; por lo tanto en los fracturamientos que presenta se insume el escurrimiento superficial. Esta porción de la red hidrográfica se encuentra entre los 2,800 y los 2,100 msnm.

Los sitios donde se originan algunos de estos escurrimientos corresponden a algunos edificios volcánicos que sobre salen ligeramente del relieve y cuya constitución litológica es de brecha volcánica básica.

Esta porción de la subcuenca del río San Lorenzo muestra cauces de primer orden de diversas longitudes. Así mismo el espaciamiento entre ellos es diverso. En sí no constituyen un sistema definido, por lo tanto; los valores de la frecuencia de cauces y de la densidad de drenaje son discontinuos, lo cual es una indeterminación, por lo que carece de frecuencia y significado en la hidrogeomorfología cuantitativa.

La subcuenca occidental del río San Lorenzo es la que presenta mayor definición de la red hidrográfica. En esta porción se pueden distinguir dos patrones hidrográficos diferentes entre sí. El primero se localiza en la porción norte, en las laderas de los cerros El Horno, Shirundin, Arichan, Tzintzunzagua correspondientes a las elevaciones montañosas mayores, comprendidas entre 2,500 m, y 2,900m, aunque la parte baja de este sistema hidrográfico se localiza en el talud entre 2,100 m y 2,300m. Toda esta porción se encuentra cubierta por basaltos, esta característica litológica permite que inicialmente se desarrolle una red hidrográfica definida que permite determinar varios colectores bien formados cuyas confluencias, a la vez, determinan la formación del colector principal.

La segunda subcuenca del río San Lorenzo que presenta patrones de drenaje de tipo dendrítico más definido y subdendrítico se localiza en el centro norte del talud entre los 1,900 m y 2,100 m aunque también tiene desarrollo en algunas elevaciones secundarias constituidas por edificios volcánicos como el cerro Tarengo, Santa Cruz, Carapan y Coatzión. La cobertura litológica sobre la que se desarrolla esta red es de basalto y brecha volcánica básica correspondiente a los edificios volcánicos.

Una característica de esta zona de la subcuenca del río San Lorenzo es en primer término la separación de los cauces entre sí, por lo que en esta zona existen valores bajos de la frecuencia de cauces y de la densidad de drenaje. Tam-

bién es notable la gran longitud de los cauces de primero y -segundo ordenes posiblemente esta última característica esté-relacionada directamente con la litología y la permeabilidad-de las rocas y suelos.

En la subcuenca del río San Juan, éste constituye el -primer afluente importante de la margen derecha y es, precisa-mente, a partir de su confluencia con el río San Lorenzo en -donde queda definido el cauce del río Cupatitzio. La sub- -cuenca del río San Juan presenta una red de drenaje irregular ya que hay variantes notables entre la margen derecha y la iz- -quierda. La porción norte del río San Juan correspondiente -a la margen izquierda presenta una red hidrográfica que se en-cuentra indefinida, ya que el agua se infiltra entre el basal-to y las tobas, en cambio la parte, sur, que forma la margen -derecha tiene un patrón de drenaje bastante definido.

La subcuenca del río San Juan se localiza en las lade-ras del sur de la sierra de Paracho y las laderas orientales-de la sierra de Tancítaro, mismas que constituyen, dentro de-la cuenca, la zona de elevaciones montañosas mayores.

La parte baja de la cuenca de este río corresponde al centro occidente del talud de transición de la cuenca alta --del río Cupatitzio. Las cabeceras del río San Juan se encuen-tran en las elevaciones constituidas por los cerros El Horno-(2,900msnm), Janamo (3,120 msnm), Cusato (2,820 msnm) y Pario (2,910 msnm).

La red hidrográfica se define entre las altitudes an-teriores hasta los 2,100m, en donde el colector principal em-

pieza a tener mayor pendiente hasta llegar a la unión con el río San Lorenzo.

Dadas las características litológicas de esta porción de la cuenca, el río San Juan se desarrolla principalmente -- sobre basaltos. Unicamente en las partes altas de las montañas de esta subcuenca en algunas elevaciones secundarias se tienen pequeñas superficies cubiertas por brechas volcánicas-- tobas básicas de material aluvial.

Los principales patrones de drenaje que constituyen -- esta cuenca son de tipo paralelo colineal, aunque de escaso -- desarrollo, sobre todo en la parte norte donde se aprecia de -- una manera notable la existencia de áreas carentes de un sistema de escurrimientos. Los cauces que se forman en las lade -- ras del cerro Cusato y Prieto ofrecen una red hidrográfica me -- jor integrada de tipo paralelo y subparalelo y dendrítico-sub -- dendrítico.

De acuerdo con la observación del mapa de la red hi -- drográfica los cauces de primer orden tienden a presentar lon -- gitudes notables, especialmente en la parte norte y occiden -- tal. Los cauces de segundo orden tienen longitudes variables, pero permiten definir de una manera concreta su confluencia -- al cauce principal.

En cuanto a la frecuencia de cauces, ésta también pre -- senta variaciones debido a la irregularidad de la red hidro -- gáfica además de considerarse que las líneas de los cauces -- tienden a tener bastante separación entre sí. La densidad de drenaje correspondiente a los cauces de primer orden es alta,

en términos generales. Sin embargo, la densidad de drenaje de la subcuenca del río San Juan es baja ya que la red muestra interrupciones o áreas en donde se insume el agua.

La subcuenca del río Los Conejos tiende a mostrar algunas características similares a las de la del río San Juan, sus cabeceras se encuentran en las laderas de los cerros Pario, 2,910 m; La Perita (Juritzícuaro, 2,790 m); el cerro Prieto, 3,040 m, los cuales corresponden a las laderas occidentales de la sierra de Tancítaro. La mayor definición de la red hidrográfica corresponde a las laderas del cerro Pario ya que en las otras la red hidrográfica indica que los cauces interrumpen su desarrollo al infiltrarse el agua. Se aprecia además en la parte media del río Los Conejos localizado en el talud que tiende a presentar áreas carentes de drenaje definido, principalmente entre 1,800 m y 2,300 m. También es interesante indicar que en la parte baja de esta subcuenca casi no recibe afluentes e incluso en su margen izquierda carece de cauces secundarios y forma un solo cauce en la zona de lomeríos, peniplanicies y cañadas, constituye un afluente importante cerca del salto la Tzaráracua.

En la margen izquierda del río Cupatitzio, ubicada al oriente de la cuenca se tiene la formación del arroyo la Guerra y del río San Antonio, ambos tienen su cabecera en el cerro La Cruz en altitudes superiores a los 2,200 m.

El arroyo La Guerra se ubica íntegramente en el talud de transición a partir de los segmentos de cauces localizados en las laderas norte y occidente del cerro La Cruz, entre 1,800

y 2,300m, formando un sistema hidrográfico definido sobre basalto, toba y brecha volcánica. El patrón de drenaje del arroyo La Guerra es dendrítico subdendrítico y es de notar que su sistema de cauces se integra exclusivamente por afluentes que se le unen en la margen izquierda, en contraste, la margen derecha del colector principal del arroyo La Guerra carece de afluentes, lo anterior se debe a que esta ladera está constituida en forma casi plana y por la naturaleza de su litología la infiltración es alta.

De acuerdo con la apreciación cartográfica de la red fluvial se observan cauces de primer orden cuya longitud es notable, particularmente en la ladera norte. Los cauces se encuentran un poco separados, por lo que se infiere que la frecuencia de cauces es baja, pero la densidad de drenajes de primer orden es alta.

La subcuenca del río San Antonio forma el afluente principal de la margen izquierda de la cuenca alta del río Cupatitzio; su confluencia se localiza al noroeste del caserío denominado Jaramillo. Los escurrimientos iniciales de este río se localizan en la vertiente sureste de una notable elevación secundaria del talud de transición constituida por el cerro La Cruz (2,100 M) en donde se define el colector principal, el cual alcanza una jerarquía de tercer orden en el límite entre el talud y la parte de lomeríos.

Es pertinente mencionar que estos escurrimientos iniciales forman parte del patrón de drenaje radial centrífugo que se forma en el cerro La Cruz. Una vez definido el colec-

principal éste tiene un recorrido de 4 km, en el cual no existen otras confluencias de cauces de orden inferior. Aguas abajo, debido a lo plano del terreno, el río forma una zona cenagosa que tiende a inundarse en la margen derecha del río.

A partir de una pequeña elevación, relacionada con la divisoria de aguas y del conjunto de laderas de las elevaciones que constituyen la divisoria de aguas del sureste de la cuenca, se forman cauces que confluyen en la margen izquierda. Estas líneas constituyen un patrón de drenaje regular aunque algunas tienden al sistema dendrítico.

En la margen derecha los afluentes se forman en la parte constituida por la planicie inclinada que se encuentra al sur y sureste del aeropuerto de la ciudad de Uruapan, en cuanto al patrón del drenaje es notable la simetría de éste por la longitud de los cauces de primer orden, y uno de segundo que son los únicos que hay en esta margen del río San Antonio.

A lo anterior se debe agregar el aspecto litológico que existe en la cuenca del río San Antonio; así, las corrientes que se inician en el cerro La Cruz se desarrollan sobre materiales basálticos, lo mismo que el conjunto de cauces de la margen izquierda. En cambio, el tramo en donde el río no recibe afluentes está constituido por material aluvial por lo mismo no existen afluentes en la margen derecha del río San Antonio. También es importante indicar que un buen tramo del colector principal de este río se localiza a lo largo de la zona de contacto litológico superficial de los basaltos

y el material aluvial.

Debido a las causas anteriores, el agrupamiento o dispersión de los cauces y la variación de sus longitudes correspondientes determinan una heterogeneidad de los valores de -- las frecuencias de cauces y de la densidad de drenaje en esta subcuenca.

Red de acuerdo con las jerarquías.

A la cuenca alta del río Cumatitzió se le puede considerar de quinto orden, con base en la jerarquización de la red hidrográfica, de acuerdo con el criterio de Strahler (1974). Los datos geográficos correspondientes a todo este sistema de drenaje se concentran en la tabla No. 1. En base a esta información tomada del mapa topográfico 1:50000 la red de cauces está constituida por un número de cuatrocientos noventa y siete segmentos del primero al quinto orden, los cuales suman un total de 577 km de longitud.

Considerando estos datos los valores de la relación de bifurcación son altos; sin embargo, esto es aparente, ya que del primero al segundo ordenes se tiene un valor de 4.9; lo cual induciría a pensar en la existencia de una red hidrográfica en la que los segmentos de cauce de la primera jerarquía constituyen un sistema con una gran cantidad de afluentes. Sin embargo la observación de la carta de la red hidrográfica muestra un gran número de cauces de primer orden que se insumen antes de constituir segmentos de segundo orden.

De acuerdo con esta observación, la relación de bifurcación no es representativa para toda la cuenca.

En el caso del valor de la relación de bifurcación de la segunda a la tercera jerarquía, 4.7, también ocurre algo semejante a lo que se manifestó con los cauces del primero al segundo orden. De igual manera en la carta hidrográfica se observan cauces de segundo orden que se insumen antes de lle-

gar a concluir con otros de igual o menor jerarquía.

El valor de la relación de bifurcación del tercero al cuarto ordenes es de 3.4. Esta cifra es ligeramente alta pero puede considerarse "normal". En la carta hidrográfica se identificó en la porción noroeste un cauce de tercer orden cuya traza se pierde antes de integrarse a la red hidrográfica. A pesar de lo anterior se considera que la relación de bifurcación no se modifica de una manera sustancial.

La relación de bifurcación entre el cuarto y quinto orden es alta ya que abarca un valor de 5.0; sin embargo, también este valor se ve afectado, pues en el centro norte de la cuenca, en las laderas de el cerro El Horno se forma el río Inyanturini el cual alcanza la cuarta categoría, pero conforme se adentra en el talud se insume su agua y deja de constituir una línea de drenaje. En caso de que este cauce se uniera con el río San Lorenzo; a partir de esta confluencia se determinaría el colector principal de quinto orden. Pero también se debe considerar que si el río Inyanturini no tiene unión con el resto de la red, entonces el valor de la relación de bifurcación disminuye a 4.0.

A fin de corregir los valores de la relación de bifurcación se efectuó una cuantificación de los cauces de diferentes órdenes, que se insumen antes de unirse a otra corriente y se restaron de los totales obtenidos a fin de obtener valores más apropiados en cada caso (Tabla No. 2).

En lo que se refiere a las longitudes de los cauces se puede apreciar en la carta de la red hidrográfica una gran

heterogeneidad, tanto en las longitudes por número de orden, como en lo referente a su distribución espacial. En el caso concreto de los cauces de primer orden se observan segmentos relativamente cortos, lo mismo en las regiones de las laderas de las elevaciones montañosas y en la parte de lomeríos, peniplanicies y cañadas hasta la existencia de líneas de primer orden que llegan a alcanzar longitudes notables en estas mismas unidades de relieve.

Asimismo se aprecian líneas de drenaje de primer orden cortas o largas que se pierden de inmediato al insumirse su escurrimiento, sin que lleguen a confluir a cauces pertenecientes a una red de drenaje perfectamente bien definida. En la siguiente jerarquía, de segundo orden, puede apreciarse algo semejante. Se llega a presentar un segmento de tercer orden que se insume al sureste de las laderas del cerro Paracho y el del río Inyacanticurini al sur de las laderas del cerro El Horno, el cual a pesar de alcanzar el cuarto orden y una longitud regular, se insume.

Lo anterior puede justificarse con la observación de Stanley N, Davis, 1971, que indica "En los terrenos volcánicos suele ocurrir con cierta frecuencia que prácticamente no existen cursos de agua superficial debido a la capacidad de infiltración extraordinariamente elevada, de las rocas y del suelo de estas regiones. Aun en zonas donde las precipitaciones no son tan elevadas las infiltraciones pueden ser de todas formas superiores al 50% de la precipitación".

Relación de Longitud

Uno de los aspectos que complementa el estudio de la red hidrográfica, es lo que se refiere a la relación de longitud. De acuerdo con este concepto (Strahler, 1974), este parámetro geomorfométrico indica la tendencia del crecimiento medio de la longitud de los cauces a partir de los segmentos de primer orden. La interpretación de este parámetro permite apreciar si hay o no un crecimiento regular e irregular, el cual finalmente refleja las condiciones de la superficie de la cuenca particularmente su relieve, pendiente y litología.

La gráfica de relación de longitud de la red hidrográfica de la cuenca alta del río Cupatitzio muestra una alineación de puntos del 1° al 5° orden, por medio de los cuales se pueden establecer 2 secciones bien definidas. La primera abarca las tres primeras jerarquías y se aprecia un alineamiento definido; la segunda sección comprende el segmento determinado por los valores de cuarto y quinto órdenes. Las relaciones de longitud del primero al segundo orden y del segundo al tercero muestran valores semejantes: 1.47 y 1.64, lo cual indica la tendencia a un crecimiento relativamente normal. La relación de longitud del tercer al cuarto orden muestra un incremento muy notable 4.25 en tanto que del cuarto al quinto orden existe una disminución de relación de longitud - 1.5.

Al interpretar la tabla No. 1 de los valores cuantitativos de la red hidrográfica y la gráfica de relación de lon

gitud con respecto a la carta del sistema fluvial de la cuenca se llega a la conclusión de que la irregularidad de los valores de la longitud media se debe en gran medida a la interrupción del desarrollo de los cauces cuando estos se insumen incluso aún cuando han alcanzado el tercer y cuarto ordenes, como puede apreciarse en las laderas del sureste del cerro Paracho y en el arroyo Ynyanticurini, como ya se vió.

Por otra parte la relación de longitud que hay entre el tercero y cuarto ordenes es muy notable, lo cual también puede atribuirse a la falta de desarrollo de cauces de tercer orden, lo cual además puede interpretarse y completarse por el gran desarrollo lineal que presentan los cauces de cuarto orden, particularmente de los arroyos San Lorenzo, San Juan, San Antonio y Los Conejos. En la carta de hidrografía se nota que en algunos tramos de estos cauces se carece de afluentes, en una margen. En los primeros arroyos mencionados puede apreciarse que en sus cabeceras hay una concentración de torrentes de primero y segundo órdenes, los cuales generan a los segmentos de tercer orden, pero una vez ya formados estos colectores se nota que aguas abajo ya casi no tienen alimentadores secundarios.

En el caso del arroyo San Antonio, ubicado al sureste de la cuenca se nota que una vez que ha alcanzado el tercer orden recorre un buen tramo sin recibir colectores importantes y además, a partir de que adquiere la cuarta jerarquía, los afluentes que recibe son muy pocos en la margen izquierda y únicamente dos en la margen derecha.

Resumiendo lo anterior puede decirse que esta asimetría y carencia de desarrollo de redes hidrográficas de tercer orden son la causa por la cual la relación de longitud -- entre el tercero y cuarto ordenes sea tan notable.

Relación de bifurcación y relación de longitud.

En la gráfica de relación de bifurcación y relación de longitud se puede observar que del primero al segundo orden de cauces hay un valor de 4.9, lo que representa una gran cantidad de cauces de primer orden con respecto a los del segundo. De igual modo, hay una cifra alta, 4.7, del segundo al tercer orden. Mientras aumenta el número de orden, los valores de la relación de bifurcación tienden a disminuir, sin embargo son relativamente altos, de esto se puede deducir que la disección del relieve por erosión fluvial es notable.

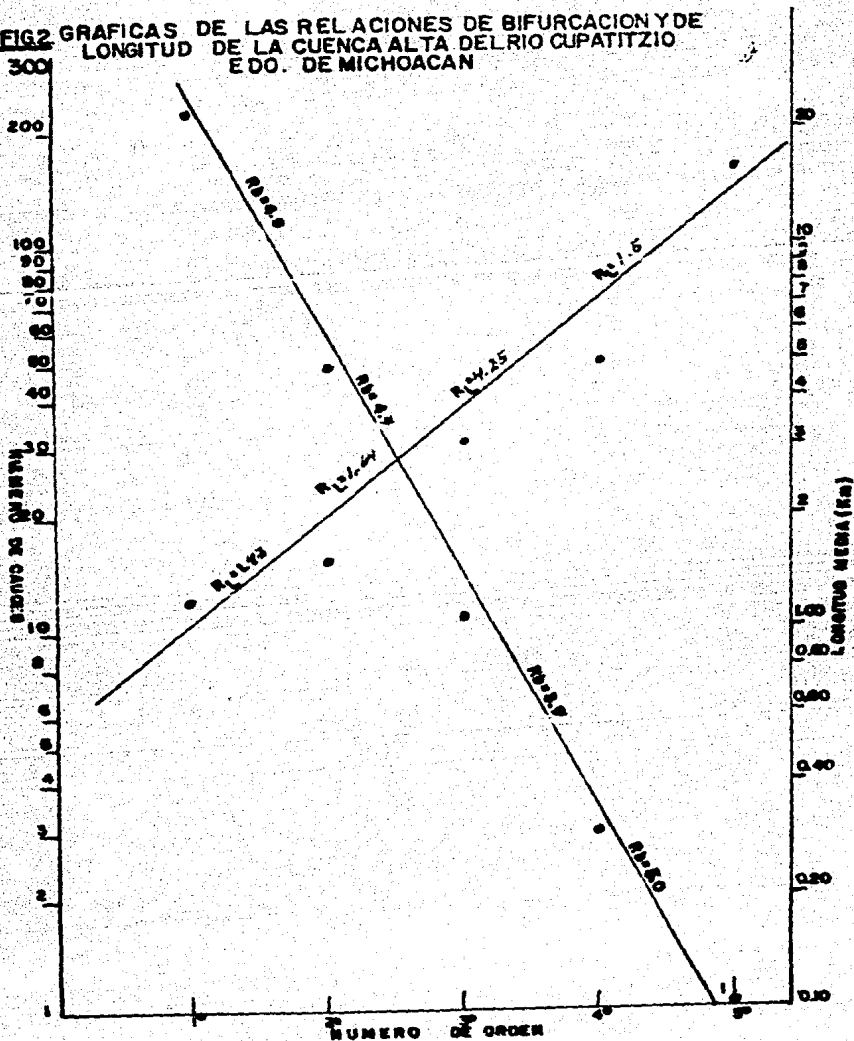
También se puede apreciar en esta gráfica que en los puntos señalados la relación de bifurcación tienden a presentar una alineación normal; el alejamiento de algunos de éstos obedece a los cambios en la litología y a la pendiente entre la cabecera y la desembocadura.

En cuanto a las relaciones de longitud media de los conjuntos de cauces, agrupados según su número de orden, tienden a presentar un crecimiento irregular, esto se debe a las diferencias de las condiciones del relieve, pendiente, litología y vegetación que hay en toda la cuenca.

Los cauces del primer orden son relativamente largos con respecto a las longitudes que tienen los valores medios de los ordenes que le siguen. En las gráficas de relación de longitud se observa una alineación notable de los valores de la longitud media de 2°, 3° y 5° órdenes, en tanto que hay un desfase en el 4° orden.

De acuerdo con los datos de la frecuencia de cauces y de la densidad de drenaje, se puede deducir que la cuenca alta del río Cupatitzio presenta una disección mediana.

FIG. 2 GRAFICAS DE LAS RELACIONES DE BIFURCACION Y DE LONGITUD DE LA CUENCA ALTA DEL RIO CUPATITZIO EDO. DE MICHOACAN



MORFOMETRIA LINEAL DE LA CUENCA DEL RIO
CUPATITZIO. URUAPAN, ESTADO DE MICHOACAN

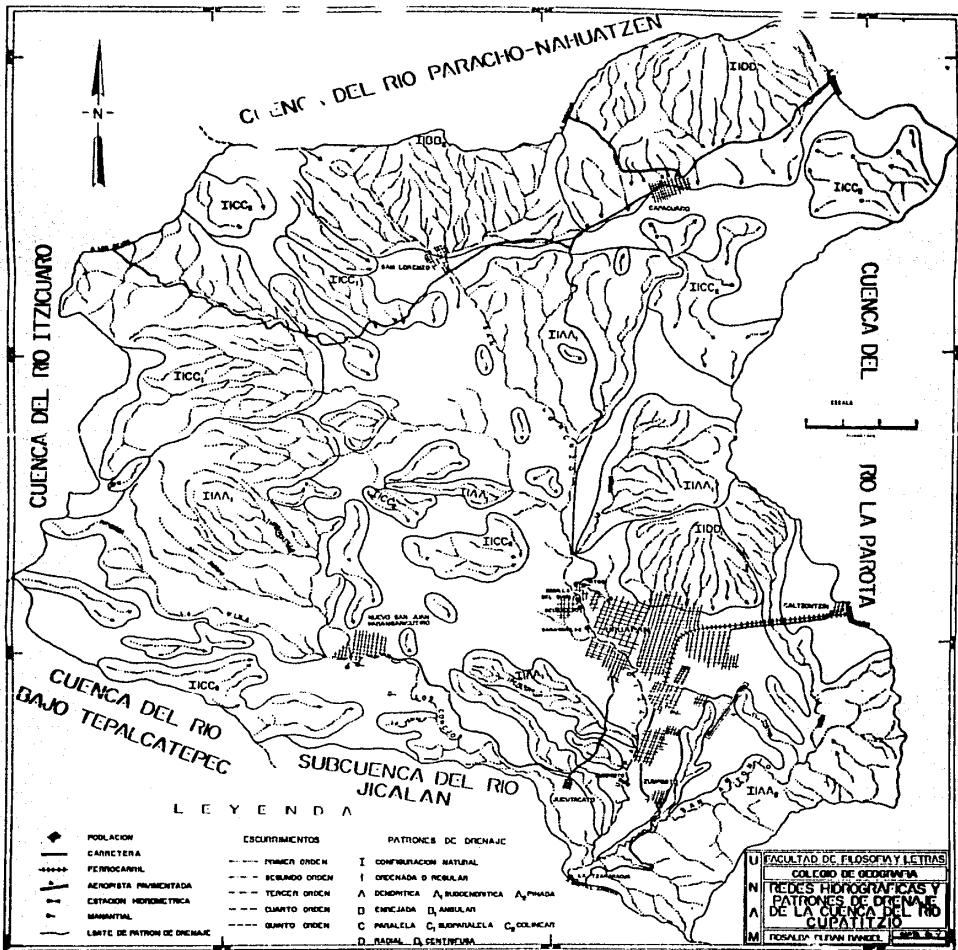
O R D E N 5°				AREA: 428.06 Km ²		PERIMETRO 105 km		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
U	Nu	Rb	Lu	%Lu	Lu	RL	Fo	Dd
1°	394	4.9	374	64.8	0.94		0.92	0.87
2°	80	4.7	106	18.3	1.325	1.47	0.18	0.24
3°	17	5.4	57	6.4	4.18	1.64	0.03	0.08
4°	5	5.0	46	7.9	9.28	4.25	0.01	0.10
5°	1		14	2.4	14.0	1.5	0.002	0.03
TOTAL	497		577	100%	27.725		1.142	1.32

- | | |
|-----------------------------|--------------------------|
| (1) Número de Orden | (6) Longitud media |
| (2) Número de Cauces | (7) Relación de Longitud |
| (3) Relación de Bifurcación | (8) Frecuencia de Cauces |
| (4) Longitud de Cauces | (9) Densidad de Drenaje |
| (5) Porcentaje de Longitud | |

MORFOMETRIA LINEAL DE LA CUENCA DEL RIO
CUPATITZIO. URUAPAN, ESTADO DE MICHOACAN

ORDEN: 5°		Area: 428.06 Km ²		PERIMETRO: 105 km.	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
U	Nu	%Nu	Nu	Diferencia	Rb
1°	323	79.5	394	71	5.2
2°	62	15.2	80	18	3.8
3°	16	3.9	17	1	4.0
4°	4	0.9	5	1	4.0
5°	1	0.2	1	0	
TOTAL:	406	100%	497	91	

- (1) Número de Orden
- (2) Número de Cauces
- (3) Porcentaje de Cauces
- (4) Número de Cauces Total
- (5) Diferencia
- (6) Relación de Bifurcación.



Infiltración

La infiltración de la cuenca alta del río Cupatitzio está determinada por las condiciones litológicas y secundaria-mente por algunas características de la cobertura vegetal y edafológica.

Para tener una idea de la infiltración se tuvieron en cuenta las condiciones geográficas generales, pero además las cualidades de la lluvia y la pendiente. Sin embargo, el mejor indicador de la infiltración queda señalado por la carta de Aguas Subterráneas (INEGI, 1981), la cual, a pesar de ser de una escala muy chica es bastante significativa.

En el mapa de aguas subterráneas correspondientes a la cuenca alta del río Cupatitzio, se pueden observar dos áreas con diferentes características de permeabilidad.

La primera región de la cuenca, con cualidades de infiltración particulares, está compuesta por material consolidado, con posibilidades bajas de infiltración constituida principalmente de basalto y brechas volcánicas básicas. Este material consolidado cubre la máxima extensión de la cuenca ocupando 384.62 Km^2 lo que representa el 89.85%.

La segunda es una área de material no consolidado con posibilidades medias de infiltración, que ocupa 79.44 Km^2 equivalentes al 10.15% de la superficie total de la cuenca. Esta área a su vez se encuentra dividida en cuatro partes, una localizada en el extremo norte en las laderas del cerro Paracho, en coincidencia con toba basáltica, material que per-

mite una infiltración alta o media, motivo por el que existe el insumo del escurrimiento antes de formar un cauce importante.

La segunda se encuentra al norte del talud de transición y al suroeste del poblado de Capacuaro, en este lugar se unen materiales aluviales con permeabilidad alta (reporte - - S.P.P. Carta Geológica, op. cit). en el que también se tienen un gran insumo de cauces.

La tercera zona se localiza en el centro-norte dentro de la unidad del relieve identificada como talud de transición, aquí se tienen tobas básicas, con las cualidades ya mencionadas de infiltración. Por último, la cuarta zona, que es la más amplia de todas, se encuentra al sureste de la cuenca, en el área de la ciudad de Uruapan, ahí los materiales son de tipo fluvial y precisamente en el contacto litológico con los basaltos es donde se localizan los manantiales que dan origen al río Cupatitzio, con un caudal permanente, sin embargo aquí también se localizan pocos escurrimientos superficiales.

Para el cálculo de la infiltración de agua en lo que se refiere al balance hídrico, y de acuerdo con la fórmula general se estimó pertinente deducirlo.

$$P = Q + ET + I$$

en donde:

$$I = P - (Q+ET)$$

Sin embargo debido a que la cantidad de agua de escu-

rrimiento es muy grande (61% del total) y la evapotranspiración estimada alcanzó un valor de 59%, surgió el problema de tener valores que sobrepasan la cantidad de precipitación - - (120%). Por lo anterior expuesto, hubo necesidad de establecer otro método de valores. Puesto que el valor del escurrimiento es muy grande y se considera que en gran parte dicho escurrimiento se genera por el agua subterránea proveniente de la cuenca Paracho-Nahuatzen, se trató de inferir el escurrimiento local con base en las características geográficas de la cuenca.

De acuerdo con estos datos:

$$I = 678.1 \text{ millones de m}^3 - (115.2 \text{ millones de m}^3 + 400.7 \text{ millones de m}^3)$$

$$I = 162.2 \text{ millones de m}^3$$

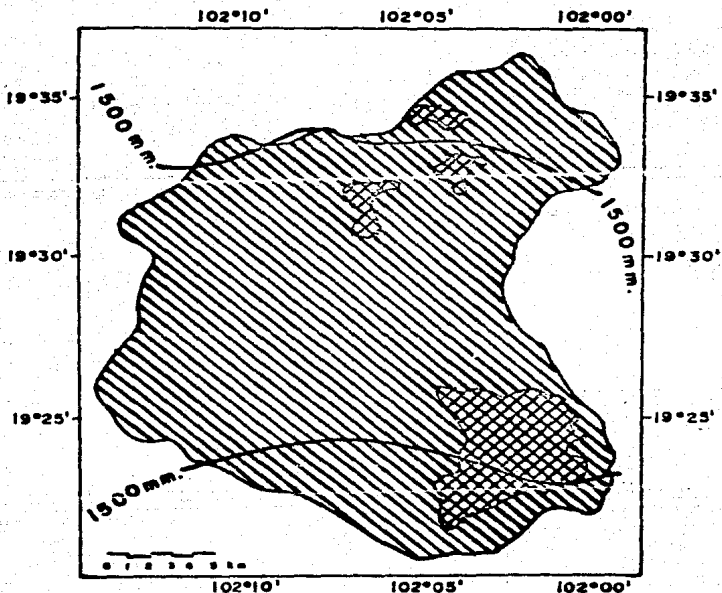
La determinación porcentual de la I permite apreciar 162.2 millones de m³ = 24%, lo cual está en relación con la influencia de la litología en algunas partes de la cuenca, -- en donde existen áreas con gran infiltración. Aparentemente podría haber cierta contraposición con la información de la carta de aguas subterráneas, ya que gran parte de la cuenca, - 384,6 km² presenta materiales consolidados con posibilidades bajas de tener aguas subterráneas, pero hay gran infiltración del agua como lo muestra el patron de drenaje.

A lo anterior hay que agregar algunos aspectos relacionados con la pendiente, la cobertura forestal y la agricultura. Se estima que las áreas de cultivos anuales, en donde-

se lleva a cabo un barbecho, son sitios de alta infiltración.

En síntesis, la infiltración en la cuenca alta del --
rfo Cupatitzio tiende a ser media, aunque las áreas donde se-
tiene infiltración varían de un sitio a otro.

CARTA HIDROLOGICA DE AGUAS SUPTERRANEAS DE LA CUENCA ALTA DEL RIO CUPATITZIO



 Material no consolidado con posibilidades medias.

Area km² %
79-44 10.15

 Material consolidado con posibilidades bajas

384-62 89.85

Fuente: Cade 1:250,000 de aguas Superficiales E13-3

Escurrimiento

El escurrimiento de la cuenca alta del río Cupatitzio se determinó con base en la información disponible en el Boletín No. 13 Hidrométrico de la C.F.E., de la estación Tzaráracua que se encuentra ubicada en el punto considerado como terminal de la cuenca alta del río Cupatitzio, al cual se ha denominado como "desembocadura", a 1,369 msnm. Lo anterior se justifica porque en este punto se registra todo el escurrimiento del área en estudio, por lo cual no se tiene que hacer extrapolaciones para calcular volúmenes de escurrimientos no registrados, ya sea aguas arriba o abajo de la estación -- Tzaráracua.

Exclusivamente a manera de información se menciona -- la forma en que se realiza el aforo (C.F.E. Boletín No. 13. - Volumen II, pag. 570). La estación se localiza aguas abajo de la caída Tzaráracua, aproximadamente a unos 500 metros.

Las mediciones se hacen desde una canastilla sujeta a una estructura de cables, la cual está apoyada en torres de concreto ubicadas en cada margen. El método para aforar es -- mediante el conocimiento del área de la sección del río y la determinación de la velocidad del agua por medio de un molinte de copas.

El nivel del agua se determina mediante un limnógrafo y una escala de 5 metros de largo. Los registros del gasto de agua se iniciaron en el 14 de marzo de 1950 y se continúan a la fecha.

Los reportes de las mediciones diarias se concentran en las tablas del Bolétín mencionado, expresados en gastos medios diarios en $m^3/seg.$, además que se tiene un resumen por mes y por año, así como los gastos extremos máximo y mínimo y el gasto medio mensual.

De acuerdo con los datos disponibles se hizo el cálculo de los volúmenes de escurrimiento medio mensual para el período 1951-1984. Además, se elaboró la gráfica correspondiente a los 34 años de observación, misma que se comparó con los registros de lluvia media mensual.

Los meses de escurrimiento mínimo se presentan con mayor frecuencia durante el mes de febrero, aunque llegan a registrarse en marzo y abril, y eventualmente durante el mes de diciembre. Por lo tanto, puede considerarse el período de caudales mínimos o estiaje entre febrero y abril.

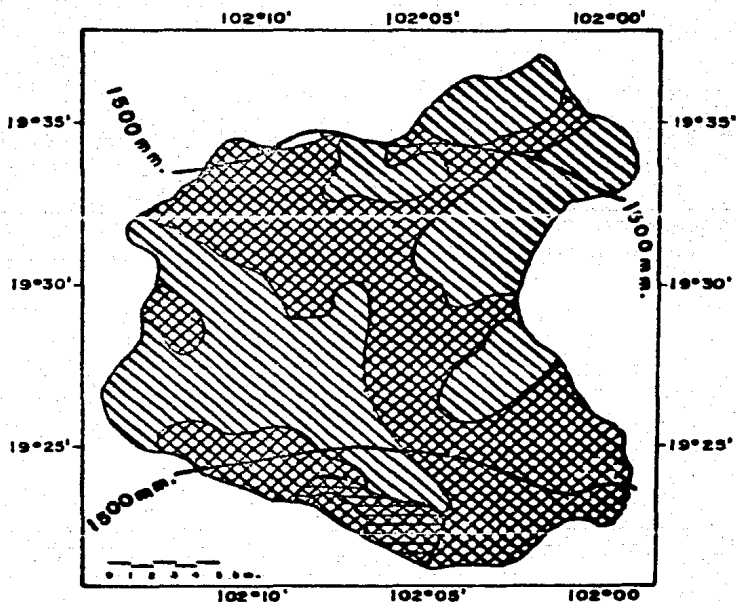
Por otra parte, en lo que se refiere a los escurrimientos máximos, ocurren con mayor frecuencia en los meses de septiembre y octubre, aunque también se llegan a tener escurrimientos notables en el mes de julio. Obviamente la disminución de volúmenes de escurrimiento se tiene a partir de noviembre.




En cuanto a los valores más bajos del escurrimiento son notables los años de 1953, 1957, 1965 y 1966 con $382.38 m^3$, $402.02 m^3$, $352.01 m^3$, $351.18 m^3$ respectivamente.

Los años con valores de escurrimiento que sobresalen por ser los más altos 1955, 1956, 1959, 1960 y 1979 con $505.93 m^3$, $491.98 m^3$, $490.17 m^3$, $479.94 m^3$ y $391.95 m^3$.

Al analizar estos datos se puede ver que el escurrimiento sigue un comportamiento que se correlaciona con la precipitación. Además se puede comprobar que en el escurrimiento al igual que en la lluvia no hay alternancia regular de años con escurrimiento abundante y épocas de estiaje.

CARTA HIDROLOGICA DE AGUAS SUPERFICIALES DE LA CUENCA ALTA DEL RIO CUPATITZIO



Coeficiente de escurrimiento		Area km ²	%
	5 a 10 %	Bajo 1	202-4-47.28
	10 a 20 %	Mediano 2	214-6-50.13
	de 20 a 30 %	Alto 3	11-0-2.56

Fuente: Cede 1:250,000 de aguas Superficiales E13-3

ESCURRIMIENTOS MENSUALES Y ANUALES (MILLONES DE m³)
 REGISTRADOS EN LA ESTACION HIDROMETRICA TZARARACUA
 PERIODO 1951-1961

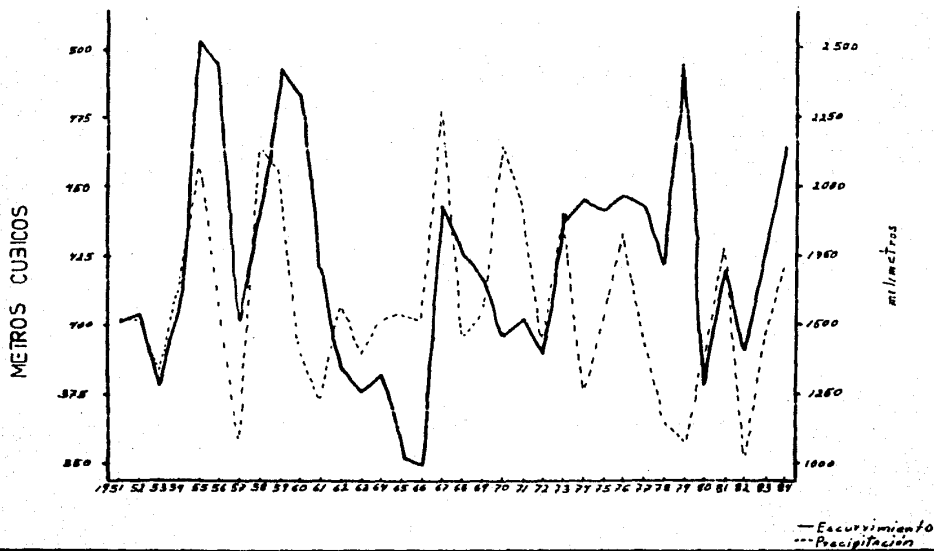
	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	Suma	Media Anual	Máxima del periodo	Mínima	Diferencia
Enero	29.011	27.727	34.773	29.158	34.983	42.269	33.604	31.516	42.180	40.554	37.503	383.278	34.84	42.269	27.727	14.542
Febrero	25.801	27.745	30.115	26.569	27.712	38.647	30.275	25.041	31.049	38.283	30.866	332.093	30.19	38.647	25.041	13.606
Marzo	27.640	27.107	30.757	31.503	29.642	38.839	33.242	27.324	36.251	40.642	32.917	356.054	32.36	40.642	27.107	13.535
Abril	27.205	28.374	29.138	29.524	31.153	37.260	32.465	24.737	37.391	38.899	31.110	347.257	31.56	38.899	24.737	14.162
Mayo	29.970	27.846	29.287	30.442	30.526	41.603	33.236	26.518	37.226	38.890	33.465	359.007	32.63	41.603	26.518	15.085
Junio	27.644	29.569	31.765	33.479	32.856	43.161	33.148	31.240	41.914	36.973	35.939	377.688	34.33	43.161	27.644	15.517
Julio	42.871	36.534	34.959	40.115	40.933	45.138	36.713	38.444	46.349	41.970	40.206	444.232	40.38	46.349	34.959	11.390
Agosto	33.560	38.969	33.747	37.535	51.205	44.340	36.543	36.558	42.829	39.312	39.932	434.570	39.50	44.340	33.560	10.780
Septiembre	51.931	42.507	33.002	40.721	62.879	43.913	35.689	63.801	40.539	44.819	42.573	502.374	45.66	63.801	33.002	33.799
Octubre	42.756	45.924	34.809	42.215	66.108	41.907	34.288	48.710	52.310	43.632	39.659	492.321	44.75	66.108	34.288	31.820
Noviembre	34.853	38.733	30.749	37.982	50.788	37.526	32.066	46.687	43.764	37.929	30.225	421.312	38.30	46.687	32.066	14.621
Diciembre	29.916	37.689	29.285	33.334	47.150	35.380	30.715	45.210	38.372	38.043	27.255	392.349	35.66	47.150	27.255	19.895
Anual	401.369	408.724	382.386	412.567	505.935	491.983	402.024	445.795	490.174	479.946	421.650	4 842.553				

DESCARGAMIENTOS MEDIOS MENSUALES Y ANUALES (millones de m³) REGISTRADOS
EN LA ESTACION HIDROMETRICA IZAPALCOCA. PERIODO 1962 - 1972

	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	Suma	Media	Máxima	Mínima	Diferencias
Enero	29,382	28,004	30,395	27,780	24,829	40,664	35,438	31,310	26,649	29,528	30,269	334,311	30 391,9	40,684	24 829	15 855
Febrero	24,489	24,955	25,534	26,634	22,639	29,235	31,121	27,596	24,504	26,264	27,991	293,619	26 710,4	29,235	22 639	6 356
Marzo	28,114	27,077	28,713	27,636	23,563	29,191	34,945	31,732	25,157	28,381	29,321	314,460	28 587,2	34,945	23 563	10 922
Abril	10,002	20,205	25,027	20,342	20,204	27,129	31,974	29,772	24,324	28,615	27,279	269,658	23 634,4	31 474	16 062	15 362
Mayo	27,878	28,240	26,258	24,941	24,521	27,491	32,679	31,183	24,925	31,624	27,844	308,595	28 054,0	32 679	24 925	7 754
Junio	29,964	29,351	33,052	26,094	26,443	33,349	34,924	37,565	28,047	31,506	33,368	344,513	31 319,3	37 565	26 094	11 901
Julio	37,00	35,546	33,198	30,160	32,210	35,888	43,257	34,021	39,303	35,372	40,192	356,155	36 014,0	43 257	30 160	13 089
Agosto	37,091	35,873	33,503	38,164	37,382	37,463	36,860	44,197	47,777	39,314	35,852	425,506	38 718,7	47 777	33 503	13 874
Septiembre	42,770	39,690	43,179	35,620	37,718	49,617	41,385	47,592	44,666	45,406	34,165	462,015	42 001,7	49 617	34 165	15 431
Octubre	42,107	30,465	38,696	33,559	36,566	51,600	38,116	39,504	43,113	47,217	34,648	444,501	40 445,8	51 600	33 559	18 330
Noviembre	33,788	30,159	30,633	28,081	31,065	42,626	32,926	33,265	36,011	33,402	32,309	385,085	33 185,8	42 626	28 081	14 545
Diciembre	3 1.671	30,66	30,508	26,594	28,758	39,237	30,444	28,082	32,853	31,977	30,629	341,417	33 037,9	32 853	26 594	6 259
Anual	360,316	375,256	379,293	352,016	351,169	444,296	425,601	416,619	398,054	409,04	385,248	4316,97	392,45			

	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	Suma	Media	Máxima	Mínima	Diferencia
Enero	28.352	32.475	33.710	31.918	34.489	31.475	31.734	29.245	31.069	34.663	29.904	37.670	386.704	32.225	37.670	28.352	9.318
Febrero	26.269	30.497	29.482	29.340	30.121	28.609	27.462	27.161	26.197	28.094	26.376	29.930	338.527	28.210	29.930	26.269	3.661
Marzo	29.016	33.301	31.210	31.270	31.552	30.293	29.625	27.162	28.977	31.531	28.127	30.418	362.519	30.210	31.552	27.192	4.360
Abril	31.655	34.294	29.455	30.506	30.791	29.378	27.546	26.141	27.443	30.417	27.505	28.169	353.300	29.441	31.655	26.141	5.514
Mayo	34.017	33.826	31.793	31.140	30.611	29.339	28.694	27.050	28.944	32.612	31.628	29.761	369.415	30.784	34.017	27.060	6.957
Junio	30.693	37.062	35.115	34.044	37.410	33.314	32.744	28.533	32.441	32.319	32.545	37.971	404.410	33.700	37.971	28.533	9.438
Julio	35.113	43.771	41.696	41.775	43.457	38.948	36.804	31.626	40.614	33.259	40.480	44.338	471.681	39.325	44.338	31.626	2.712
Agosto	42.408	43.596	41.873	40.435	42.652	40.486	39.286	36.805	42.295	34.692	42.696	45.423	492.637	41.053	45.423	34.92	10.731
Septiembre	49.174	43.934	50.529	42.428	46.403	44.916	42.383	42.555	45.176	33.862	45.185	52.331	538.869	44.905	52.331	33.862	18.479
Octubre	48.186	40.745	41.519	52.619	40.663	44.644	35.362	38.012	43.853	32.726	42.073	47.913	508.305	42.358	48.186	32.726	15.460
Noviembre	43.123	36.164	26.011	42.648	36.140	36.032	30.900	33.937	39.340	31.358	40.645	45.748	452.046	37.670	45.748	30.900	14.848
Diciembre	39.504	35.365	34.169	39.162	33.935	33.692	29.408	30.314	35.766	32.213	38.173	48.000	427.700	35.641	46.000	29.408	16.592
Anual	437.709	445.040	436.570	447.379	438.211	421.126	391.951	378.570	421.119	389.725	425.337	464.312	5 093.04	42.	483.942	356.741	

GRAFICA DE LOS REGISTROS TOTALES ANUALES DE PRECIPITACION
Y ESCURRIMIENTO DE LA CUENCA DEL RIO CUPATITZIO MICH
DURANTE EL PERIODO 1951-1984



— Ecurrimiento
--- Precipitación

Escurrimiento Superficial

El mapa del coeficiente de escurrimiento fue elaborado con base en la información de la Carta Colima E-13-3 de -- Aguas Superficiales (INEGI, 1981), con el fin de observar las tendencias de escurrimiento superficial de la cuenca alta del río Cupatitzio y relacionarlo con las características del relieve, litología y suelos.

Este mapa muestra tres áreas con índices de escurrimiento diferentes, la primera región es la que marca un coeficiente de 5 a 10%. Dentro del área total de la cuenca ocupa 292.4 km² que representan el 47.28%.

Esta región de escurrimiento se encuentra distribuida en 5 partes que se localizan en el extremo noroeste y centro-norte; centro-oeste; centro-este y la del noreste.

Las dos primeras en el extremo norte y noroeste, en coincidencia con las laderas vertientes del sur del cerro Paracho y el cerro El Horno.

En el centro-oeste de la cuenca en las laderas orientales de los Cerros Cuzato, Prieto, Juritzicuaro y Pario, en la totalidad de los cerros Las Varas, La Trinidad, Jabalf y Chino.

En el lado sur del cerro La Cruz que corresponde al centro-este y por último en el noreste en las laderas vertientes del occidente y norte de los cerros El Aire y El Varal.

Las áreas con coeficiente de escurrimiento de 10 a -- 20% se encuentran cubriendo 214.61 km² que equivalen al - .

50.13% del total del área de la cuenca, y se localizan indistintamente en el centro y suroeste.

De un 20 a 30% de escurrimiento se encuentra al sur de la cuenca cubriendo una zona de 11 km² que representa el 2.56%, cerca de la población de Jicalán.

De acuerdo con lo anterior da la impresión de que las áreas con diferentes índices de escurrimiento no siguen un patrón muy bien definido ya que su localización es bastante heterogénea.

Balance Hidrológico

Una vez señaladas las diferentes características hidrogeográficas de los distintos aspectos de la superficie de la cuenca alta del río Cupatitzio, se procede a efectuar un balance hidrológico a fin de conocer el comportamiento del ciclo hidrológico local.

En el ciclo hidrológico de una cuenca se pueden conocer algunos parámetros, de acuerdo con los registros meteorológicos de precipitación y temperatura, los cuales se complementan con la hidrometría de los escurrimientos. Con estos datos se pueden inferir otros como son los que corresponden a la evapotranspiración y de esta manera tener la información necesaria para efectuar un balance hídrico.

En términos generales el balance hidrológico de una cuenca implica conocer en forma cuantitativa dos aspectos del ciclo hidrológico local que son el ingreso del agua a una cuenca y como se distribuye en otras fases.

En primer término la precipitación representa la entrada de una cantidad de agua a un sistema hidrológico a partir del cual el agua se distribuirá y, en cierto modo, saldrá de la cuenca por evaporación, transpiración, infiltración, escurrimiento.

Aunque existen varios procedimientos para calcular el balance hidrológico de una cuenca, en la cuenca alta del río Cupatitzio este balance se procedió a hacerlo a partir de los datos de precipitación media, los cálculos de evapotrans-

piración y con los registros hidrométricos correspondientes - al punto másbajo de la cuenca; este lugar corresponde a la es tación Tzaráracua, en donde se delimitó arbitrariamente la -- cuenca a manera de desembocadura.

Estimación del Balance Hídrico Medio

Usando una de las fórmulas más simples del balance hídrico, éste se determina por medio de la ecuación:

$P = ET + Q + I$ en donde:

P = altura de la lámina de precipitación anual, expresada en milímetros.

ET = evapotranspiración indicada de la misma manera -- que la precipitación.

Q = volumen de escurrimiento anual, transformado de millones de metros cúbicos a milímetros.

I = cantidad de infiltración, determinada a partir -- de las láminas o volúmenes conocidos, de acuerdo con.

$$I = P - (ET + Q)$$

En virtud de la ausencia de estaciones meteorológicas o termopluviométricas en la cuenca, se consideró, inicialmente, que los datos de la estación Uruapan podían ser representativos de la misma, en lo referente a precipitación y temperatura, y a partir de éstos determinar el balance hídrico promedio de toda la cuenca en el lapso comprendido entre 1951-1984. En este período se emplearon los informes de los gastos registrados en la estación Tzaráracua.

La evapotranspiración se calculó como se dijo usando la fórmula de Turc.

$$ET = 0.9 \frac{P}{L^2} + p^2$$

en donde:

P = precipitación anual en milímetros

$$L = 300 + (25 \times t) + 0.05 (t)^3$$

t = temperatura media anual en grados centígrados (Remenieras, et al, Tratado de Hidrología Aplicada, 1971).

Esta fórmula se considero adecuada para determinar -- la evapotranspiración, debido a las características climáticas de la cuenca alta del río Cupatitzio. El balance hidrológico promedio correspondiente al lapso 1951-84, no cumplió -- con los parámetros indicados, en virtud de que el escurrimiento registrado supera la cantidad del ingreso de agua a la -- cuenca expresada por los registros de precipitación media.

	P	Q	E.T.	I	SUMA -
milímetros	1 585.8	979.5	956.2	?	1 915.7
millones de metros cubicos	678.8	419.3	400.7	?	820.
porcentaje	100	61.8	59	?	120.8

El balance hidrológico de la cuenca muestra un defecto por exceso en lo que se refiere al escurrimiento, esto se debe seguramente a la gran cantidad de agua subterránea proveniente de la cuenca Paracho-Nahuatzen, ubicada en nivel superior. Además se complementa con la infiltración que existe -- en las cabeceras septentrionales de la cuenca, asociado a sus características litológicas.

Lo anterior se pone de manifiesto en un detalle hidrogeográfico: que el cauce del río Cupatitzio no conduce agua - antes de los manantiales del parque nacional Barranca del Cupatitzio "Lic. Eduardo Ruiz".

De acuerdo con los registros hidrométricos y el balance hidrológico, se aprecia que la cantidad de agua correspondiente a escurrimiento es muy alto, de tal modo que, incluso, al sumar dicha cantidad con la de evapotranspiración, sobrepasan a la lámina de precipitación, sin incluir la cantidad correspondiente a la infiltración.

A fin de corregir lo anterior y poder conocer la distribución correcta del agua si no hubiera aportación de otra cuenca se procedió a calcular empíricamente la cantidad de -- agua de escurrimiento. Para lo anterior se recurrió al criterio de Junco (1964), el cual consiste en determinar un coeficiente de escurrimiento de acuerdo con las características de vegetación, superficie y precipitación. El cálculo del coeficiente de escurrimiento tomó en cuenta los siguientes aspectos:

- a).- Predominio de terrenos sin cultivo
- b).- Superficie de 428.06 km²
- c).- Precipitación mayor de 1500 mm

Por lo anterior se consultó la tabla de coeficientes de Junco, con lo que se obtuvieron los índices extremos de acuerdo con los aspectos de la superficie de la cuenca:

Características predominantes

Características Predominantes	Coefficiente de escurrimiento
Por vegetación	5 - 10 %
Por superficie	10 - 10 %
Por precipitación	35 - 35 %
Suma	50 - 55 %
Promedio	16 - 18
Intermedio	17%

Puesto que en la cuenca predominan en algunas áreas -- pendientes pronunciadas, se tomó el valor intermedio, 17%.

El volumen de escurrimiento de acuerdo con el autor - citado se determina con la fórmula:

$$Ec = A Ce Pm$$

En donde:

Ec = Volumen de escurrimiento medio anual de la cuenca, en metros cúbicos.

A = Area de la cuenca en metros cuadrados

Ce = Coeficiente de escurrimiento

Pm = Precipitación media anual en metros

$$Ec = (428\ 060\ 000\ m^2) \times 17 \times (1.5842\ m)$$

$$Ec = 115.2\ \text{millones de } m^3$$

Con los resultados obtenidos se efectuó un nuevo balance hidrológico que se muestra a continuación.

	Qr	Qc	Diferencia
milímetros	979.5	269.3	710.2
millones de metros cúbicos	419.3	115.2	304.1
porcentaje	61.8	17.0	44.8

Qr = escurrimiento registrado

Qc = escurrimiento calculado

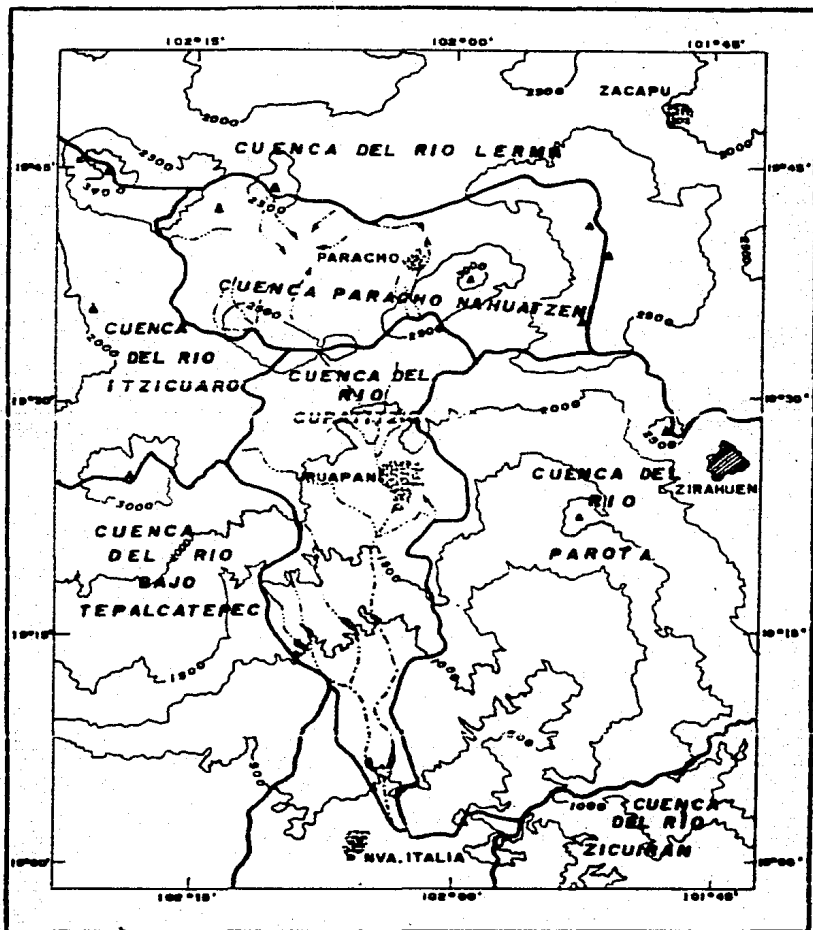
Como puede apreciarse existe una diferencia notable entre Qr Qc pero se considera que esta apreciación es más cercana a la realidad, ya que de otra manera la suma de escurrimiento y la evapotranspiración superan en 20% el total de la precipitación (100%), sin que exista, aparentemente, un volumen de agua para la infiltración.

De tal modo que el balance hídrico, usando los datos del escurrimiento calculado queda como sigue:






	P	Q	E.T.	I	Suma
milímetros	1585.8	269.3	936.2	380.3	1585.8
Millones de metros cúbicos	678.8	115.2	400.7	162.9	678.8
porcentaje	100	16.9	59.0	23.9	99.9

Los porcentajes correspondientes a las láminas y a los volúmenes se consideran adecuados, aunque posiblemente la infiltración sea un poco alta.

UBICACION REGIONAL DE LA CUENCA DE ABSORCION PARACHO, NAHUATZEN Y LA CUENCA DEL RIO CUPATITZIO, ESTADO DE MICHOACAN.



SIMBOLOGIA

-  CURVAS DE NIVEL
-  RIOS
-  POBLADOS
-  LIMITE DE CUENCA
-  CUERPO DE AGUA

50000 10 00 Km.
ESCALA GRAFICA

Fuente: SPP INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICAS GEOGRAFIA E INFORMATICA.

V. CONCLUSION

Debido al incremento de la población en la ciudad de Uruapan y sus alrededores, también se ha variado el uso del suelo, especialmente en favor del crecimiento urbano. De lo anterior se derivan problemas o fenómenos tales como la substitución o alteración de la cubierta vegetal, formación de áreas potenciales de erosión, lo cual a su vez contribuye al aumento de acarreo de sólidos en suspensión hacia el colector principal, que también determinan la contaminación del agua, y azolve de embalses ubicados aguas abajo.

El incremento de población en el área de Uruapan requiere una mayor demanda de agua, lo cual, a su vez, propicia un aumento de la contaminación; este hecho fomenta la alteración de otros aspectos. Así, por ejemplo, se tiene el uso de agua contaminada para la irrigación, lo cual a la larga alterará la calidad de suelos y algunos productos agrícolas.

También es pertinente mencionar que la contaminación del agua afecta a la belleza escénica de la cascada Tzarárcua, la cual constituye unos de los atractivos naturales más importantes para el turismo. De continuar esta situación e incrementarse la incorporación de aguas negras y de desecho al colector del río Cupatitzio, este lugar perderá su interés. La cascada, por sí misma, ya es una fuente de riego para la propagación de enfermedades gastrointestinales, ocula-

res y pulmonares, ya que por la brisa cargada de aguas contaminadas se esparcen virus, bacterias y microbios que pueden afectar al organismo de los visitantes, ya sea al respirar, al introducirse por vía oral e incluso en los ojos.

El estudio realizado es de carácter general, pero debido a su índole geográfica, se buscaron las correlaciones espaciales de la mayor parte de los hechos conectados y referentes a la hidrogeografía.

Se estableció, claramente, que de las características geomorfológicas y de vegetación depende el funcionamiento hidrográfico de la cuenca alta del río Cupatitzio.

A su vez, de este funcionamiento cualitativo y cuantitativo del agua, depende una parte de la disponibilidad de agua para la agricultura de la región de Apatzingán y Lombardía Múgica y Gabriel Zamora.

En virtud de la detención de variaciones en los valores de la lluvia, se puede tener una variación en el balance hídrico de la cuenca y por tanto obtener resultados de diferente precisión.

Del análisis general de la red hidrográfica de la cuenca alta del río cupatitzio se infiere que está constituida por cuatro subregiones hidrológicas básicas y dentro de ellas pequeñas áreas que tienden a formar, a su vez, subdivisiones terciarias, con características propiamente microregionales.

El balance hidrológico de esta cuenca no es realmente completo ni significativo. Esto se debe a que uno de los elementos que integran el ciclo hidrológico, en este caso el

escurrimiento, está alterado por dos aspectos básicos, el -- primero se debe a que la cuenca paracho- Nahuatzen, localiza da al norte de la zona de estudio es una hoya continental ce rrada, aunque en ella ocurran precipitaciones de menor cuan tía, la carencia de escurrimiento permite que la cantidad de agua de infiltración sea muy notable.

Por lo anterior, y como segundo aspecto, el nivel ge neral de la cuenca Paracho-Nahuatzen es más alto que el del río Cupatitzio, ocasionando que se tengan, entonces, aporta ciones de aguas subterráneas muy potables, las cuales se tra ducen más adelante en manantiales e incremento del caudal de escurrimiento.

Los suelos de la cuenca alta del río Cupatitzio co-- rrespondientes a las áreas desforestadas tienden a desapare-- ser y su transporte a lo largo de los colectores principales aumenta la depositación en algunos sitios, así como a los em bales localizados aguas abajo.

VI. SUGERENCIAS

Del análisis general de la red hidrográfica de la cuenca alta del río Cupatitzio se infiere la necesidad de hacer estudios específicos de las distintas subcuencas a fin de determinar sus características.

Se podrían establecer estudios de cada subcuenca y tratar de buscar las causas que determinan algunas diferencias, en el funcionamiento hidrológico de cada cuenca.

Los registros de los datos hidrométricos del ciclo hidrológico local, precipitación, evaporación, evapotranspiración y escurrimiento permiten determinar ciertos períodos más o menos definidos.

En caso de que se requiera de ese estudio más detallado sería conveniente un estudio Cuantitativo de cada parámetro por separado a fin de tratar de determinar las tendencias del comportamiento hidrológico local por períodos.

Posteriormente, conjugando las tendencias de todos los parámetros se podría determinar de una manera más precisa las variaciones climáticas y su repercusión en el ciclo hidrológico y por lo tanto en el comportamiento hidrológico de la cuenca. Además de lo anterior, puede aplicarse a las políticas avocadas a la planeación, el buen uso y la conservación de la cuenca, al menos en lo que se refiere a los aspectos hidrológicos.

Se sugiere que para estudios más detallados se recu-

rra a los datos de vientos registrados en el aeropuerto "Her-
manos López Rayón" de Uruapan.

En una investigación posterior determinar cuáles son
los caudales de agua que se introducen a la cuenca por medio
de acueductos.

Sugerir a la SARH la instalación de una estación de-
aforo en el parque "Eduardo Ruiz" con dos objetivos:

Determinar la variación del caudal del agua a lo lar-
go de las estaciones y meses del año y así tener posibilidad
de establecer correlación con la información meteorológica.

Conocida la información hidrométrica de los manantia-
les, poder establecer balances hídricos más reales que sir-
van de base para el buen uso, manejo y conservación del agua

En virtud de la gran importancia que tiene la infil-
tración para la formación de manantiales y para el abasteci-
miento de agua para la agricultura, se considera necesario -
proponer estudios más amplios referentes a las áreas de in-
filtración a niveles regionales, de tal modo que se puedan
conocer los sitios de mayor recarga y conservarlos adecuada-
mente.

Debido a las características específicas que tienden
a presentar las subcuencas y redes hidrográficas de la cuen-
ca alta del río Cupatitzio, se estima pertinente indicar la
necesidad de efectuar estudios particulares de las principa-
les subcuencas. La investigación estaría avocada a determi-
nar de manera regional las características de las superfici-
es de las subcuencas. Lo anterior permitirá tener, inicial-

mente un cuadro de datos, mismos que se podrán comparar entre sí y permitirán establecer y conocer algunos otros aspectos sobre el funcionamiento hidrológico de la cuenca.

Se sugiere que algunos aspectos de este estudio se tomen en cuenta para los planes de ecodesarrollo urbano de la Ciudad de Uruapan ya que del funcionamiento del río dependen algunos aspectos urbanos y, a la vez, la misma ciudad tiene una gran influencia en el funcionamiento hidrológico y sobre la calidad del agua.

A fin de tratar de conservar la limpieza y la calidad del agua del río Cupatitzio es recomendable que las autoridades Federales, Estatales y Municipales establezcan las normas pertinentes para el control de emisiones contaminantes al río Cupatitzio, mediante fosas sépticas y plantas de tratamiento primario de aguas negras, así como el establecimiento de normas referentes al drenaje de las industrias locales.

Se considera necesario hacer conciencia en la población en favor de la conservación de la limpieza y evitar que se arrojen desechos hacia este río.

VII. BIBLIOGRAFIA

Alvarez Constantino, Jesús

Monografía de Michoacán.

Balsal, Editores S.A. Morelia Mich., 1981.

Bucio Uribe, Ismael

Geografía del Municipio de Uruapan, Mich.

Tesis UNAM, 1985

Barkin, David

Desarrollo económico regional, enfoque por cuencas hidrologicas de México.

Siglo XXI, México, 1970.

Correa Pérez, Genaro

Geografía Física del Estado de Michoacán

Gobierno del Estado, Morelia, Mich. 1974.

Comisión Federal de Electricidad

Estudio de gran visión de la cuenca Alta del Río Cupatitzio y de su cuenca de absorción. 1971.

Davis, Stanley

Hidrogeología

Barcelona, Ariel, 1971. 562 P.

Fernández, Justino

Uruapan

México, Mich. 1936

F. J. Monkhouse

Diccionario de Términos Geográficos

Fernández Chicorro
Diccionario de Geología y Ciencias Afines

García, E.
Distribución de la precipitación en la República Mexicana.

Boletín del Instituto de Geografía, UNAM
Vol. V. México, 1974.

García, Enriqueta
Modificaciones al sistema de clasificación climática
de Köppen, 1964

Junco Posadas, Ramón
Sistemas utilizados para la ejecución de las obras a cargo
de la Dirección de Pequeña Irrigación.
Tercer seminario Latinoamericano de irrigación.
Memoria, Volumen VI pequeña Irrigación,
México, S.R.H., 1964

Linsley R. K. et al.
Hidrología para Ingenieros
Ed. Mac Graw-Hill Latinoamericana S.A.
Bogotá Colombia

Maderey R., L. E.
Balance Hidrológico de la Cuenca del Río Tizar,
durante el período 1967-68
Tesis, UNAM, México, 1971

Martínez Luna, V. Manuel
Estudio comparativo de la morfometría básica de dos
cuencas hidrográficas de México.
Tesis, UNAM, México, 1982.

Memoria del VI Congreso Nacional de Geografía.

Uruapan, Mich. 1972

Monografías municipales del estado de Michoacán

Uruapan

Gobierno del estado de Michoacán, 1979.

Mosiño A. P. y García A. Enriqueta

The Climates of Mexico, 1974, World Survey of Climatology

Vol. IX. The Climates of North America.

H. Landsberg Editor. Elsevier Pub. Co. Amsterdam.

Holanda.

Oropeza Orozco, Oralia

Análisis de los procesos geomorfológicos en la cuenca
alta del río Tepeji, Hgo.

Tesis, UNAM, México, 1976.

Peña y Peña, Alvaro

Estado de Michoacán

Serie Monografías de México, Cuadernos de Lectura

Popular S. E. P. México, 1968.

Remenieras, G.

Tratado de Hidrología Aplicada

Ed. Técnicos Asociados S. A.

Barcelona, 1971

Secretaría de Recursos Hidráulicos D. G. H.

Boletín Hidrológico N° 18

Región Hidrológica N° 18

México, 1969

Stanescu, Silviu

Determinación práctica de las características morfométricas
y fisiográficas de las cuencas hidrográficas y su aplica-
ción a los cálculos hidrológicos

Rev. S. C. M. H.
Bogotá, 1970

Soto Romero Juan Antonio
Manejo de Cuencas : Una solución al problema del desarrollo
integrado
Tesis, UNAM, México, 1978

Sagredo, José
Geografía, Diccionario Rioduero
Barcelona, 1977

Strahler N. Arthur
Geografía Física
Ed. Omega, Barcelona, España, 1974

Castany, G.
Tratado práctico de las aguas subterráneas
Ed. Omega, Barcelona, España, 1971

Comisión Federal de Electricidad
Boletín Hidrométrico Num. 13 Vol. II

Guerra Peña, Felipe
Fotogeología
UNAM, México 1980

INDICE DE MAPAS Y GRAFICAS

		Pág.
Mapa 1	Localización del Edo. de Michoacán y de la cuenca alta del río Cupatitzio.	5-A
Mapa 2	Localización de la cuenca alta del río Cupatitzio, en la cuenca del río Balsas.	8-A
Mapa 3	Unidades de Relieve de la cuenca del río - Cupatitzio.	14-A
Mapa 4	Geología de la cuenca del río Cupatitzio.	20-A
Mapa 5	Edafología de la cuenca del río Cupatit-- zio.	37-A
Mapa 6	Clima de la cuenca del río Cupatitzio.	59-A
Mapa 7	Vegetación y uso actual del suelo de la -- cuenca del río Cupatitzio.	67-A
Mapa 8	Redes Hidrográficas y Patrones de drenaje- de la cuenca del río Cupatitzio.	93-A
Mapa 9	Carta Hidrológica de Aguas Subterráneas.	97-A
Mapa 10	Carta Hidrológica de Aguas Superficiales.	100-A
Mapa 11	Localización de las cuencas Paracho-Nahuat zen, Cupatitzio, Parota y Bajo Tepalcatepe.	109-A

	Pág.
Gráfica 1 Temperatura media anual registrada en la estación Uruapan.	45-D
Gráfica 2 Precipitación total anual registrada en la estación Uruapan.	51-D
Gráfica 3 Evaporación total anual registrada en la estación Uruapan.	54-A
Gráfica 4 Relación de Longitud y Bifurcación.	91-A
Gráfica 5 Esguerrimiento y Precipitación total anual registrada en la estación Uruapan.	100-E

