

Laura Elena Maderey Rascón

**EL AGUA DE ESCURRIMIENTO
EN LA REPÚBLICA MEXICANA.**

INSTITUTO DE GEOGRAFÍA

Directora: DRA. MA. TERESA GUTIÉRREZ DE MACGREGOR

Laura Elena Maderrey Rascón



EL AGUA DE ESCURRIMIENTO EN LA REPÚBLICA MEXICANA



Universidad Nacional Autónoma de México. *México, 1977*



Primera edición: 1977

DR © 1977, Universidad Nacional Autónoma de México
Ciudad Universitaria. México 20, D. F.

DIRECCIÓN GENERAL DE PUBLICACIONES

Impreso y hecho en México

Introducción

El estudio del agua de escurrimiento tiene gran importancia ya que constituye una fuente esencial para el suministro de agua cualquiera que sea su uso.

En la presente investigación se analiza este fenómeno en territorio mexicano con el objeto de dar una visión general, lo más completa posible, de la ocurrencia del agua de escurrimiento y hacer ver la necesidad del estudio sistemático de ésta para su mejor aprovechamiento.

El trabajo se divide en tres partes principales:

La primera parte está dedicada al aspecto teórico del tema en donde se hace una revisión de algunos conceptos teóricos existentes, tales como su definición, ciclo, factores que lo afectan y su medición.

La segunda parte está destinada al análisis de los factores condicionantes del agua de escurrimiento en territorio mexicano, como son la fisiografía, la precipitación, la evaporación y la vegetación, así como a describir la red hidrográfica y la red hidrométrica del país a través de las cuales se manifiesta y se cuantifica el agua de escurrimiento respectivamente.

Con respecto a la fisiografía se tratan las diversas provincias del país de acuerdo con la división del doctor Jorge A. Vivó,¹ para después relacionarla con la red hidrográfica y con los resultados obtenidos en la tercera parte del trabajo.

La precipitación se estudió de acuerdo a su distribución en el tiempo y en el espacio. Se elaboró un mapa en el que aparecen las isoyetas medias anuales y una serie de cuencas (10) que representan las variaciones de los regímenes de lluvia existentes en el país. De ellas se relacionó su precipitación media mensual con el escurrimiento medio mensual durante los doce meses del año. Esto permitió establecer las correlaciones que hay entre ambos fenómenos y las variaciones del escurrimiento respecto a la precipitación. Para el trazo de dicho mapa fue necesario calcular la precipitación media mensual para cada mes del año, de cada una de las cuencas escogidas, lo cual requirió de la selección de las estaciones pluviométricas convenientes para el trazado de las isoyetas medias mensuales de cada cuenca.

¹ Vivó E., J. A., 1958, pp. 48-59.

La evaporación se examina en su aspecto potencial debido a que no existen, hasta ahora, datos de evaporación real. Se analiza su intensidad en las diferentes regiones del país y se comparan valores de las zonas húmedas y secas con objeto de ver, posteriormente, sus efectos en el escurrimiento.

La vegetación se trata en relación a su papel como reguladora del escurrimiento. Se compara, por medio de mapas, la vegetación de bosque existente a fines del siglo pasado y la de 1973. Por otra parte se escogieron algunas cuencas para poder observar, mediante el empleo de gráficas, los volúmenes medios mensuales, la variación del escurrimiento a través del tiempo y mediante la representación gráfica de los volúmenes anuales y de las precipitaciones anuales, conocer la tendencia del escurrimiento respecto a la precipitación.

La red hidrográfica se trata presentando un mapa general de la misma y relacionándola con la fisiografía del país, es decir, se hace notar la influencia de esta última en la disposición y ocurrencia de la primera.

En cuanto a la red hidrométrica se muestra un mapa con todas las estaciones de registro de diez o más años de observación, y se comenta lo que se advierte en relación a su distribución.

La tercera parte del trabajo consiste en la presentación del mapa de escurrimiento medio anual a base de isolíneas en milímetros, trazadas conforme al coeficiente de escurrimiento que se calculó para cada una de las cuencas hidrográficas del país.

Finalmente se dan las conclusiones enfocadas a la dependencia del agua de escurrimiento respecto de los factores estudiados y al significado del mapa de escurrimiento expuesto en la tercera sección del trabajo.

En gran parte la forma de analizar el tema objeto de la investigación, esencialmente la segunda y tercera partes, estuvo sujeta a la información disponible, pues hubo ciertas limitaciones que impidieron una exposición más evidente de algunos fenómenos o de las relaciones entre ellos. Al tratar los factores que influyen en el escurrimiento y hacer su correlación, la selección de las cuencas estuvo circunscrita a aquellas no alteradas por aprovechamientos hidrológicos, cuyos datos hidrométricos fueran los naturales. En el caso de la evaporación y la vegetación el número de cuencas se restringió todavía más, pues los datos necesarios y disponibles no abarcan todas las cuencas elegidas. Para el análisis de la vegetación en relación con el escurrimiento hubiera sido muy útil el contar con hidrogramas de las tormentas máximas en un periodo de por lo menos diez o quince años, pues ellas reflejan más claramente, que los volúmenes mensuales y anuales, la situación de las cuencas hidrográficas en cuanto al uso del suelo de las mismas; sin embargo, por carecer las estaciones convenientes de los aparatos requeridos, o bien por no poder conseguir los registros correspondientes, esto no fue posible, salvo en una de las cuencas.

En la elaboración de la carta de escurrimiento, la obtención del coeficiente de escurrimiento se cionó básicamente a la división hidrológica del país del ingeniero J. L. Tamayo,² la que además de ser la más detallada, aun cuando en algunos casos engloba varias cuencas en un solo conjunto, estima los volúmenes medios anuales vírgenes generados por cada unidad

² Tamayo, J. L., 1962, pp. 242-248.

hidrográfica, mismos que no hubiera sido posible tener con una división hecha en base a las estaciones hidrométricas actuales debido a que la mayor parte de las cuencas está afectada por aprovechamientos hidrológicos que alteran las condiciones naturales, y otras no tienen estaciones que los registren.

Posterior a la elaboración de la carta de escurrimiento, se tuvo conocimiento de otra división igualmente pormenorizada del ingeniero Oscar Benassini,³ en la que los volúmenes medios anuales provienen de un periodo de observación más amplio; sin embargo no hay variación en los datos, pues son iguales casi en su totalidad, a la utilizada, por lo que no afecta los resultados obtenidos.

El estudio se hizo lo más completo posible con el propósito principal de obtener la carta de escurrimiento de la República Mexicana que puede ser de utilidad en reconocimientos previos para la elaboración de proyectos en el aprovechamiento del agua.

Con respecto al término agua de escurrimiento, que intitula este trabajo, se empleó así debido a que si bien aparentemente se trata del agua que escurre sobre la superficie del suelo, el objeto del trabajo y en especial el de la tercera parte, es el estudio de la porción de la precipitación que aparece en las corrientes fluviales una vez efectuado el escurrimiento superficial o escorrentía, el escurrimiento subsuperficial y el escurrimiento subterráneo, es decir, cuando ya se produce el escurrimiento propiamente dicho. En efecto, el mapa referente al escurrimiento en la República Mexicana está trazado en base al coeficiente de escurrimiento, como ya se dijo, y éste se determina por la cantidad de agua medida en el cauce de los ríos, misma que lleva incluida el agua de escorrentía.

Es justo mencionar a las personas que colaboraron en la preparación de este trabajo, en primer lugar al señor Arturo Jiménez Román, licenciado en Geografía, quien intervino en la mayor parte de la recopilación de los datos y en la ejecución de algunos mapas de trabajo, los señores Raúl Sánchez Basurto, doctor en Geografía y Julio Keijzer, pasante de licenciado en Geografía, quienes ayudaron en la elaboración del mapa de la red hidrográfica, la señora Carmen Medina que se ocupó del trabajo de mecanografía, y los señores Humberto Robles y Jorge Calónico a cuyo cargo estuvo el trabajo cartográfico y de dibujo. Asimismo, a los señores Luis Fuentes Aguilar, doctor en Geografía; Gilberto Hernández Corzo, maestro en Geografía; Jorge García Calderón, doctor en Geohidrología y Héctor Miguel Barreda García, ingeniero hidrólogo, quienes dieron su visto bueno a este trabajo e hicieron sugerencias que ayudaron a mejorar la presentación del mismo.

³ Benassini, O., 1974, pp. 173-298.

Consideraciones generales acerca del escurrimiento

I. DEFINICIÓN ¹

Desde el punto de vista hidrológico el *escurrimiento* es la parte de la precipitación que aparece en las corrientes fluviales superficiales, perennes, intermitentes o efímeras, y que regresa al mar o a los cuerpos de agua interiores. Dicho de otra manera es el deslizamiento virgen del agua que no ha sido afectado por obras artificiales hechas por el hombre.

De acuerdo con las partes de la superficie terrestre en las que se realiza el escurrimiento, éste se puede dividir en: escurrimiento superficial, escurrimiento subsuperficial y escurrimiento subterráneo.

Escurrimiento superficial es la parte del escurrimiento que viaja sobre el suelo y después por los cauces de los ríos.

Escurrimiento subsuperficial o *escorrentía* es la parte del agua que se desliza a través de los horizontes superiores del suelo hacia las corrientes. Una parte de este tipo de escurrimiento entra rápidamente a formar parte de las corrientes superficiales y a otra le toma bastante tiempo unirse a ellas.

Escurrimiento subterráneo es el escurrimiento que debido a una profunda percolación del agua infiltrada en el suelo, se lleva a cabo en los mantos subterráneos y que posteriormente, por lo general, descarga a las

corrientes fluviales, en forma de manantiales.

A la parte de la precipitación que contribuye directamente al escurrimiento superficial se le llama *precipitación en exceso*.

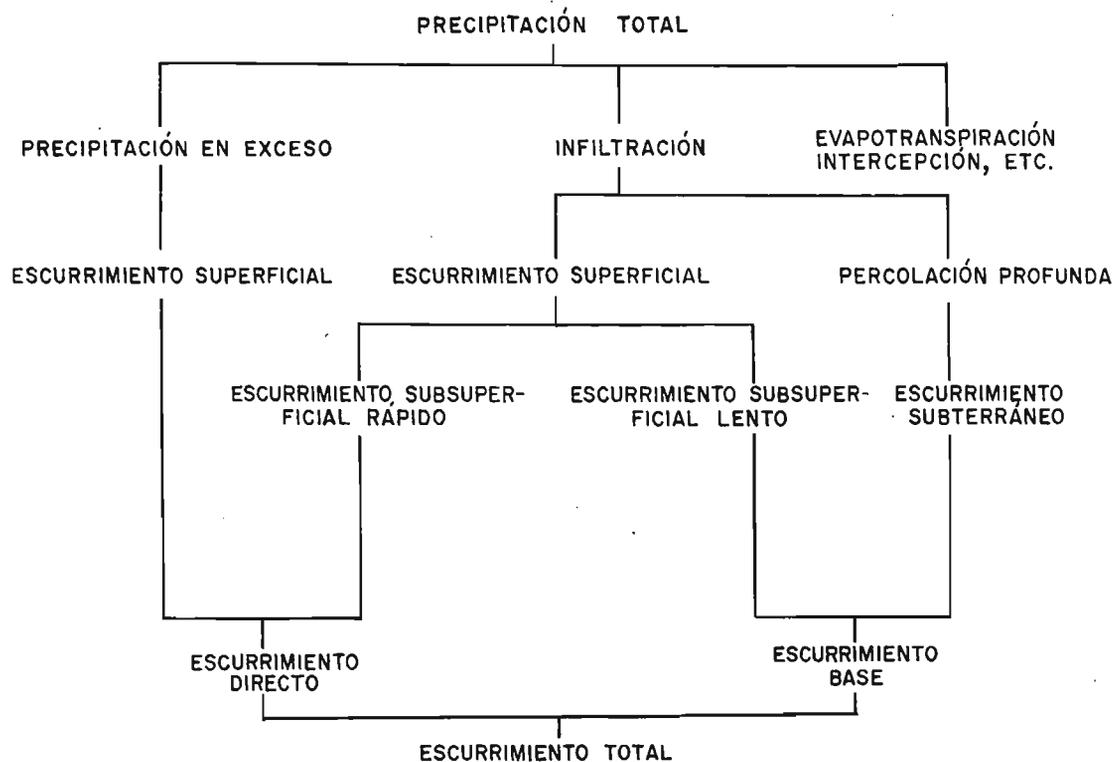
El escurrimiento subterráneo y la parte retardada del escurrimiento subsuperficial constituyen el *escurrimiento base* de los ríos, es decir, aquel que proviene de los mantos de agua subterránea.

La parte del agua de escurrimiento que entra rápidamente en el cauce de las corrientes es a lo que se llama *escurrimiento directo*, y es igual a la suma del escurrimiento superficial más la parte perteneciente al escurrimiento subsuperficial, que viaja rápidamente, más la precipitación que cae directamente en los cauces.

Ven Te Chow resume lo anterior en un sencillo esquema:

Como se observa, el escurrimiento proviene directa o indirectamente de la precipitación, y de una u otra forma aparece siempre en los cauces de los ríos, por lo que para su conocimiento o investigación es indispensable el estudio de la precipitación y de las corrientes fluviales.

¹ Chow, V. T., 1964, traducción del original, pp. 14-2 a 14-3.



II. CICLO DEL ESCURRIMIENTO

William G. Hoyt² describe el ciclo del escurrimiento en cinco fases.

La primera fase comprende la época seca en la que la precipitación es escasa o nula. La corriente de los ríos únicamente es alimentada por los mantos de agua subterránea. La evaporación y la transpiración son bastante intensas, lo cual hace que el agua contenida por las plantas, la del suelo, la de los depósitos de agua y la de las corrientes fluviales, se vaya perdiendo rápidamente, de tal suerte que si esta fase no fuera interrumpida llegarían a secarse las corrientes. En regiones de clima frío donde la precipitación es en forma de nieve y la temperatura permanece bajo cero, no sucede ningún cambio con respecto a lo anteriormente descrito. Si la temperatura permite el deshielo, habrá agua disponible para mantener las corrientes fluviales y esta primera etapa quedará interrumpida, iniciándose así la segunda fase.

En la segunda fase empieza el periodo húmedo. Caen las primeras precipitaciones, cuya misión principal es la de satisfacer la humedad del suelo. Las corrientes superficia-

les, en caso de no haberse secado, siguen siendo alimentadas por el escurrimiento subterráneo. En esta etapa, si se presenta escurrimiento superficial, éste es mínimo. La evapotranspiración se reduce. Cuando existe nieve, ésta absorbe parte de la lluvia caída y su efecto de almacenamiento alargará este segundo periodo. A través del suelo congelado puede infiltrarse el agua precipitada si su contenido de humedad es bajo. Así la cantidad de agua destinada al escurrimiento aumentará durante el deshielo.

La tercera fase se refiere al periodo húmedo en una etapa más avanzada. Se alcanzan las capacidades de almacenamiento de agua en la superficie del suelo, así como la capacidad de infiltración, de manera que el agua infiltrada, al saturar la capa del suelo, pasa por gravedad a aumentar las reservas de agua subterránea. Al disminuir la capacidad de infiltración, se presenta el escurrimiento superficial, que puede o no llegar a los cauces de las corrientes, esto depende de las características del suelo sobre el que el agua se

² Hoyt, W. G., 1942, traducción del original, pp. 507-513.

desliza. Si el cauce de las corrientes continúa seco, el aumento del manto freático puede ser, en esta fase, suficiente para tener la pendiente necesaria y descargar en los cauces. Si la corriente de agua sufre un aumento considerable, en lugar de que sea alimentada por el almacenamiento subterráneo (corriente efluente), la corriente contribuirá al incremento de dicho almacenamiento de agua subterránea (corriente influente). Durante esta etapa la evaporación es lenta. En caso de que exista nieve y su capacidad para retener la lluvia haya quedado satisfecha, la lluvia al llegar a la superficie, se convertirá directamente en escurrimiento superficial. Si el suelo permanece congelado, retardará la infiltración, lo que favorecerá al avenamiento, pero en cuanto se descongele, el escurrimiento superficial disminuirá y aumentará la reserva subterránea.

La cuarta fase se relaciona con la continuación del periodo húmedo, cuando la lluvia ha satisfecho todo tipo de almacenamiento hidrológico. En algunos casos el escurrimiento subsuperficial llega a las corrientes tan rápido como el escurrimiento superficial. El manto freático aumenta constantemente y llega a aflorar, o bien la velocidad de descarga hacia las corrientes puede llegar a ser igual a la de recarga, de manera que la lluvia representa un incremento directo al escurrimiento superficial. Desde luego, el manto freático alcanza la superficie en regiones llanas y pantanosas, o bien en zonas donde se tienen periodos de lluvias densas y prolongadas. Los efectos de la nieve y el hielo son semejantes a los de la tercera fase.

La quinta fase se presenta cuando el periodo de lluvias ha cesado y termina cuando las reservas de agua del subsuelo quedan de tal manera reducidas que se presentan las características de la primera fase. Las corrientes de agua se abastecen del escurrimiento subsuperficial, del subterráneo y del almacenamiento subálveo efectuado por el propio cauce. El manto freático va perdiendo altura poco a poco. La evapotranspiración empieza a tener mayor acción. En el caso de existir nieve, cuando la temperatura está ba-

jo 0°C el efecto es poco, y cuando está sobre 0°C produce la prolongación de esta fase.

Debe hacerse notar que las fases mencionadas constituyen una descripción muy simplificada del ciclo hidrológico del escurrimiento. El proceso es más complicado debido a que está influenciado por varios factores geográficos que varían de una región a otra.

III. FACTORES QUE INFLUYEN EN EL ESCURRIMIENTO

Debido a que los recursos hidrológicos superficiales están representados por las corrientes fluviales, los estudios de hidrología siempre se refieren a cuencas hidrográficas; de manera que los factores que afectan al escurrimiento se refieren a las características de las cuencas hidrográficas y se dividen en dos grandes grupos: los factores climáticos y los factores relacionados con la fisiografía.

1. Factores climáticos

Son aquellos que determinan la cantidad de agua precipitada, y consecuentemente la destinada al escurrimiento.

A) *Precipitación.* Es el elemento climático de más importancia para el origen de las corrientes superficiales, puesto que básicamente de ella dependen. Varios son los aspectos de la precipitación que interesan para el conocimiento del escurrimiento.

a) *Tipo de precipitación.* Si la precipitación es en forma líquida, el escurrimiento se presentará con relativa rapidez; si es en forma sólida no se sentirá ningún efecto, a menos que la temperatura permita el rápido deshielo o licuefacción.

b) *Intensidad de la precipitación.* Cuando la intensidad de la precipitación ha sido suficiente para exceder la capacidad de infiltración del suelo, se presenta el escurrimiento superficial, y cualquier aumento en la intensidad se deja sentir rápidamente en dicho escurrimiento.

c) *Duración de la precipitación.* Este aspecto está en proporción directa con el escurrimiento, es decir entre más dure la

precipitación mayor será éste, independientemente de la intensidad. Por otra parte, una lluvia prolongada puede causar gran escurrimiento superficial aun cuando no sea muy intensa, debido a que con la lluvia decrece la capacidad de infiltración, favoreciendo la escorrentía.

d) *Distribución de la precipitación en el espacio.* Por lo general la lluvia nunca abarca toda la superficie de la cuenca. Se ha visto que para cuencas pequeñas los mayores escurrimientos superficiales resultan de tormentas que abarcan áreas pequeñas, y para cuencas grandes, de aguaceros poco intensos que cubren una mayor superficie. En vista de que el escurrimiento de una cuenca está sujeto en gran parte a la distribución de la precipitación, se ha ideado el coeficiente de distribución³ para las tormentas, que se obtiene dividiendo la máxima altura de la lluvia caída en la cuenca, entre la lluvia media de la misma. Como se puede observar, entre mayor sea el coeficiente de distribución mayor será la cantidad de agua de escurrimiento.

e) *Dirección del movimiento de la precipitación.* Casi siempre el centro de la perturbación atmosférica que causa la precipitación está en movimiento. La dirección de este movimiento tiene influencia en la lámina y duración del escurrimiento superficial. Éste será mayor si la tormenta se mueve dentro del área de la cuenca que si únicamente la atraviesa. Por otra parte si el temporal avanza en sentido contrario al drenaje el escurrimiento será más uniforme y moderado que si se mueve en el sentido de la corriente.

f) *Precipitación antecedente y humedad del suelo.* La humedad del suelo es de gran importancia para el escurrimiento. Cuando el suelo posee un alto contenido de humedad, la capacidad de infiltración es baja, lo cual facilita el escurrimiento. Cuando cae una precipitación de importancia y poco después otra corta, esta última puede llegar a producir inundaciones. En la época seca el valor de la humedad del suelo se reduce bastante debido a la evapotranspiración.

B) *Otras condiciones del clima.* A pesar de que la precipitación es la parte más importante del clima en lo que al escurrimiento se refiere, existen otros elementos que se deben tomar en cuenta, tales como la temperatura, la cantidad anual de precipitación, el viento, la presión y la humedad relativa que, indirectamente, también afectan al escurrimiento.

2. Factores fisiográficos

Los factores fisiográficos se relacionan por una parte con la forma y características físicas del terreno comprendido dentro de la cuenca, y por la otra, con los canales que forman el sistema fluvial de la misma, ya que en ellos fluye el agua de escurrimiento, pues ésta, como anteriormente se dijo, es la que aparece de una u otra manera en las corrientes fluviales.

A. *Factores morfométricos.* La morfometría de la cuenca está constituida por una serie de factores que intervienen en el agua al caer sobre la superficie, por la velocidad que adquiere, por los efectos que produce y por el tiempo que tarda en llegar al punto de desagüe.

a) *Superficie.* La superficie de una cuenca es la extensión de terreno comprendida dentro de la divisoria topográfica o partaguas que determina el área de la cual se deriva el escurrimiento superficial. Las cuencas pequeñas observan un comportamiento distinto del de las cuencas grandes, en cuanto al escurrimiento. No existe una extensión definida para diferenciar a las cuencas pequeñas de las grandes; sin embargo se conocen ciertas características que distinguen a unas de otras. Las cuencas pequeñas son más sensibles a algunos factores que afectan el escurrimiento, como son las precipitaciones de gran intensidad que abarcan zonas pequeñas y el uso de la tierra. En las cuencas grandes es muy importante el efecto de almacenamiento en los cauces de las corrientes. Una cuenca deja de ser pequeña cuando los factores a los que es sensible, dejan de tener importancia frente al efecto

³ Wisler, Ch. O. y Brater, E. F., 1959, p. 34.

de almacenamiento de agua en los canales que forman el sistema fluvial.

b) *Forma*. La forma de la cuenca interviene, principalmente, en la manera como se presenta el volumen de agua escurrido en la salida de la cuenca. Los volúmenes escurridos serán más moderados cuanto mayor sea la distancia que recorra el agua. En general, en cuencas alargadas, los volúmenes escurridos son más uniformes a lo largo del tiempo que en cuencas compactas en las que el agua tarda menos en llegar a la salida en donde se concentra el volumen escurrido en un tiempo relativamente corto. Existen índices numéricos que expresan la forma de las cuencas hidrográficas, y se obtienen a partir de la superficie y medidas lineales de la cuenca. Así se tiene el índice de compacidad, que relaciona el perímetro de la cuenca con el de la circunferencia de un círculo de igual área a la de la cuenca:

$$K = \frac{P}{2\sqrt{\pi A}} = 0.28 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

El valor mínimo que se puede obtener es 1, y cuanto mayor sea el índice más alargada será la cuenca.

c) *Pendiente*. La pendiente del terreno es un factor importante relacionado con la infiltración, el escurrimiento superficial, la contribución del agua subterránea a la corriente y con la duración del escurrimiento. Existe un método⁴ sencillo para obtener la pendiente media de una cuenca:

$$P = \frac{DL}{A}$$

En donde P es la pendiente media de la cuenca, D el intervalo entre las curvas de nivel, L la longitud total de las curvas de nivel y A el área de la cuenca estudiada.

d) *Orientación*. La orientación de la pendiente general de la cuenca tiene importancia por el tipo de precipitación que tenga y los vientos predominantes e insolación que reciba.

e) *Altitud*. La altitud influye principalmente en la temperatura y tipo de precipi-

tación, ambos elementos, que intervienen en el escurrimiento, tanto en el volumen como en la época en que se presenta. Existen varios métodos para obtener la altitud media de una cuenca. Uno⁵ consiste en aplicar la

fórmula $A = \frac{Ese}{S}$ en donde A es la alti-

tud media de la cuenca, s la superficie entre dos curvas de nivel, e la altitud media de la franja de terreno comprendida entre dos curvas de nivel, y S la superficie total de la cuenca. Otro, es un método gráfico, el de la curva hipsométrica,⁶ que representa la forma media del relieve de la cuenca. Se construye llevando en el eje de las abscisas, longitudes proporcionales a las superficies proyectadas de la cuenca en kilómetros cuadrados o en porcentaje, comprendidas entre las curvas de nivel consecutivas, hasta sumar la superficie total, y en el eje de las ordenadas la cota de las curvas de nivel consideradas; la altura media se obtendría, teóricamente, dividiendo el volumen total de relieve de la cuenca, entre su superficie proyectada, pero prácticamente se calcula dividiendo el área comprendida bajo la curva hipsométrica, entre la longitud que representa la superficie total de la cuenca.

B. *Factores físicos*. Se refieren a las características físicas del terreno, relacionadas con su estructura y utilización.

a) *Uso y cubierta del terreno*. Este factor implica la intervención del hombre. Cuando el terreno es virgen y está cubierto por bosques, la naturaleza del suelo hace que la mayor parte del agua sea absorbida, lo cual contribuye a la estabilización de los regímenes de las corrientes. Cuando el terreno es desforestado para emplearlo en actividades agrícolas, el suelo adquiere una consistencia compacta y la lluvia al caer corre rápidamente sobre la superficie, por lo que es necesario tomar varias medidas. Dentro de este factor, también cabe mencionar el efecto de las obras hidráulicas construidas sobre las corrientes fluviales; entre éstas las más

⁴ *Ibid.*, 1959, pp. 45-46.

⁵ *Ibid.*, p. 44.

⁶ Maderey, R. L. E., 1970, pp. 29-38.

importantes son las presas de almacenamiento. El objeto principal de estas obras es la regulación del volumen de agua de escurrimiento para adaptarlo a la conveniencia de determinada utilización. Sin embargo, se producen otros efectos que pueden influir en la hidrografía de los ríos, tanto aguas arriba como aguas abajo del emplazamiento del embalse. Se produce una sobreelevación del nivel del agua en el tramo anterior al embalse, lo que puede traer como consecuencia también una sobreelevación del cauce por el depósito de acarreo, lo cual a su vez tiene influencia aguas arriba de la corriente. El efecto aguas abajo del río, depende de la capacidad de la presa, así como de su funcionamiento. Por otra parte la construcción de una presa afecta el perfil de las capas freáticas, ya que el efecto producido en las aguas superficiales se extiende también a las aguas subterráneas.

b) *Tipo de suelo.* Este factor interviene en cuanto a la capacidad de infiltración. Un suelo entre más poroso sea y menor contenido de material coloidal posea tendrá mayor capacidad de absorción, lo cual obliga a que el agua precipitada se infiltre, retardando la aparición del escurrimiento superficial. Afecta mucho el uso del suelo en cuanto a la capacidad de infiltración.

c) *Geología.* El escurrimiento está en gran parte condicionado por la geología, en cuanto a la permeabilidad o impermeabilidad de las estructuras que forman el terreno. Cuando el terreno es permeable y tiene gran capacidad para el almacenamiento del agua, el sistema fluvial, durante la época de estiaje, se encuentra bien abastecido por el escurrimiento subterráneo. Cuando el terreno es impermeable, el volumen de escurrimiento se concentra más pronto en el punto de desagüe y, en la época de estiaje, el nivel de la corriente disminuye considerablemente o bien desaparece. Por otra parte, cuando en la cuenca se localizan terrenos mucho muy permeables, es mejor desecharlos para el conocimiento del escurrimiento, ya que pueden o no contribuir al mantenimiento de las corrientes fluviales.

d) *Topografía.* En realidad, una parte de este factor queda incluido dentro de la pen-

diente de la cuenca; sin embargo, son importantes otros elementos topográficos como las ondulaciones o relieve del terreno y los límites superficiales de la cuenca hidrográfica. Con respecto a las ondulaciones, éstas pueden ser la causa de la presencia de depresiones o zonas en las que el agua se embalse contribuyendo a una mayor evapotranspiración, lo que disminuye la cantidad destinada al escurrimiento. En cuanto a la superficie que abarca una cuenca, se dijo ya al hablar del área de estas unidades hidrográficas que están limitadas por la topografía; sin embargo puede suceder que haya disparidad entre la divisoria topográfica y la freática, de manera que parte del escurrimiento subterráneo contribuya al escurrimiento de la cuenca vecina atravesando el límite topográfico. Por lo general la divisoria freática se desplaza de acuerdo con la reserva de agua subterránea acumulada; entre más alto sea el nivel de ésta, mayor será la coincidencia de las divisorias topográfica y freática y se separarán más, entre menor sea el nivel del agua almacenada.

C. *Red de drenaje.* Incluye los aspectos que se refieren a las características de los canales que comprenden el sistema fluvial de la cuenca. Constituye un factor importante ya que refleja las condiciones del terreno sobre el que se desarrolla.

a) *Densidad hidrográfica.*⁷ Es la relación de la cantidad de corrientes que existen en la cuenca entre la superficie total de ésta. Para el ordenamiento y conteo del número de canales existen varios métodos; uno de ellos es el de considerar canales de primer orden a las corrientes formadoras, las que no tienen afluentes. Cuando se unen dos canales de primer orden, forman otro de segundo orden; cuando se unen dos canales de segundo orden forman uno de tercer orden, y así sucesivamente.

b) *Densidad de drenaje.*⁸ Se obtiene al dividir la longitud total de las corrientes de agua, entre la superficie de la cuenca. Entre mayor sea este índice, más desarrollada estará la red de drenaje o avenamiento.

⁷ *Ibid.*

⁸ *Ibid.*

c) Otras características relacionadas con la red de drenaje son las que se refieren a la capacidad de almacenamiento de las corrientes así como su capacidad de transporte.

Los factores que afectan el escurrimiento ya analizados, no actúan de manera individual; necesariamente se combinan unos con otros, o bien unos son resultado de otros. Así una red de drenaje muy desarrollada refleja un terreno impermeable, en una cuenca con precipitación abundante, se desarrolla una cubierta vegetal que protege al suelo, etcétera.

IV. MEDIDA DEL ESCURRIMIENTO

Las técnicas y valoración de la medida del agua se agrupan bajo el nombre de hidrometría.

Debido a que el flujo del agua se manifiesta en las corrientes fluviales, es en ellas donde se realizan las medidas del escurrimiento, que son de gran importancia para los proyectos de utilización de los recursos hidrológicos, pues con ellas se determinan las cantidades de agua superficial con que se cuenta para cualquier obra de aprovechamiento.

Existen algunos términos referentes al agua de escurrimiento que se emplean frecuentemente.⁹

Coeficiente de escurrimiento. Relación entre la cantidad de agua escurrida y la cantidad de agua precipitada.¹⁰ Se puede referir a una precipitación particular, o bien al promedio de un determinado periodo de tiempo. Se expresa en porcentaje.

Nivel de agua. Altura del agua de los ríos en la sección en que se mide. Se expresa en unidades lineales y se refiere a valores instantáneos o a valores medios.

Velocidad. Relación del espacio recorrido por el agua de las corrientes en un tiempo determinado. Se puede hablar de velocidad media, velocidad superficial o velocidad a diferentes profundidades. Se expresa en metros por segundo.

Gasto o caudal. Es el volumen de agua que pasa por determinada sección del río en un intervalo de tiempo. Resulta de multiplicar

la velocidad del agua por el área de la sección donde se midió dicha velocidad. Se refiere a gasto o caudal instantáneo, máximo, mínimo y medio. Se expresa en metros cúbicos por segundo.

Avenida. Aumento súbito del caudal del río, debido a la intensidad o frecuencia de las precipitaciones. Puede durar horas o días, pero no necesariamente causa inundaciones.

Aportación. Es el volumen total escurrido en un periodo de tiempo, un día, un mes, un año. Se habla de aportación media anual o escurrimiento medio anual cuando se promedia la aportación de varios años. Se expresa en metros cúbicos.

Altura media de escurrimiento. Se obtiene dividiendo el volumen medio total escurrido, entre la superficie de la cuenca. Se expresa en milímetros.

Como se puede observar, las medidas del agua de las corrientes se reducen al nivel del agua y a la velocidad; las demás se obtienen analíticamente.

1. Estaciones fluviométricas

Los lugares en los que se llevan a cabo las medidas del escurrimiento se denominan *estaciones hidrométricas, fluviométricas o de aforos*. Se sitúan en un tramo adecuado del río en el que pase el volumen de escurrimiento completo durante cada época del año, donde no sufra variaciones por influencia del viento o algún otro factor y en el que el cauce sea más o menos estable, con el objeto de que la relación entre el nivel de agua y el gasto del río no varíe considerablemente. La accesibilidad a la estación debe ser permanente, sobre todo en la época de avenidas. La estación debe contar con las instalaciones y el equipo necesario para realizar las mediciones que se requieran.

2. Medida del nivel de agua

La medida del nivel de agua interesa por la facilidad con que se hace y por la estre-

⁹ Nogueira Garcés, L., 1967, traducción del original, p. 168.

¹⁰ En Hidráulica se designa con la letra griega Σ , épsilon.

cha relación que guarda con el caudal que lleva el río. Los instrumentos que se emplean para realizar este tipo de medición son los *limnímetros* (figuras 1 y 2)¹¹ y los *limnigrafos* (figuras 3 y 4).

Los limnímetros son instrumentos destinados a la observación directa del nivel de agua de los ríos.¹² Los más usados son escalas graduadas, hechas de diversos materiales: madera, hierro, plástico, cerámica, etcétera, cuya conveniencia o inconveniencia estriba en su fragilidad y facilidad para distinguir la numeración marcada en ellas. Por lo ge-

neral los más comunes son los de madera. Se colocan normalmente en la orilla de los ríos, de tal manera que el cero de la escala coincida con el fondo del cauce. Debe tenerse cuidado de que quede bien sujeto al sitio donde se instala, con objeto de que no se caiga a causa de un aumento en el flujo de la corriente o bien por el viento. En ocasiones, cuando se quiere estabilizar el cauce del tramo del río escogido para realizar los aforos, se cubre éste con una capa de concreto, y en una de las paredes se marca la escala limnimétrica.

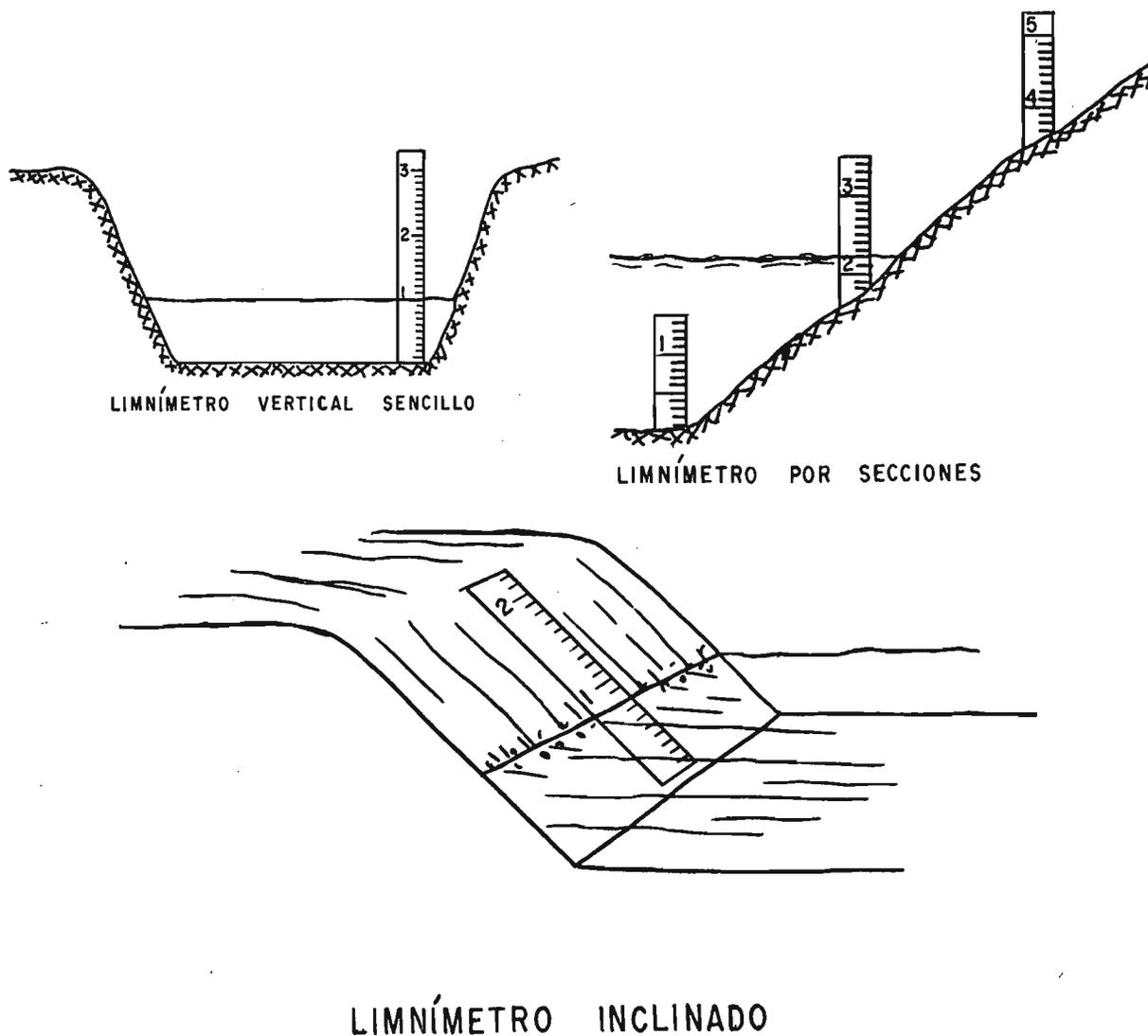


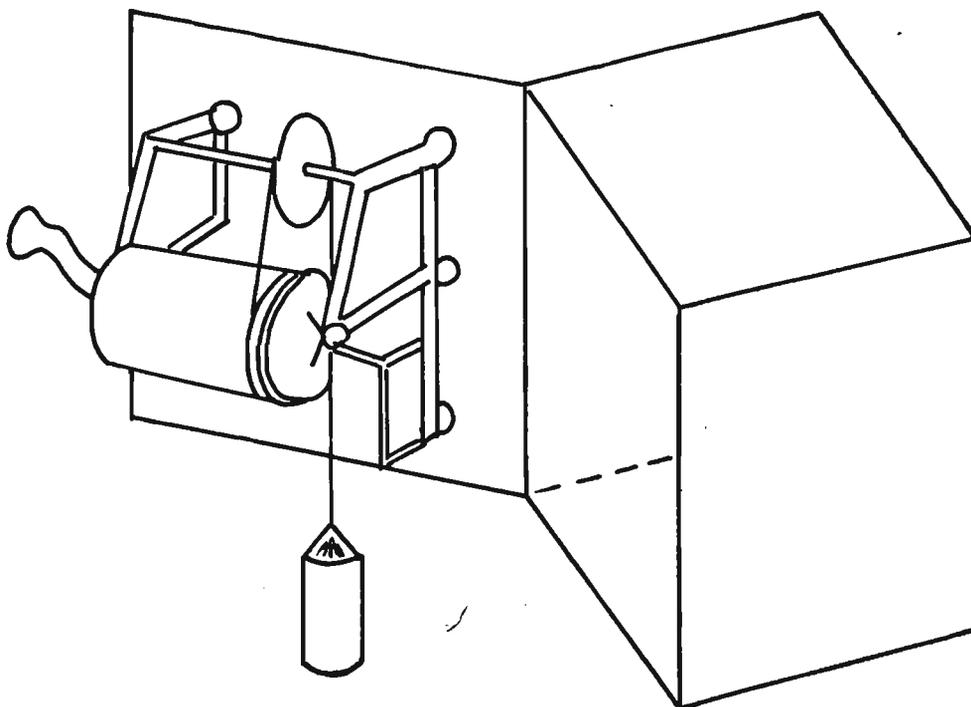
FIGURA 1

¹¹ Los dibujos de las figuras de esta parte del trabajo estuvieron a cargo del señor Jorge Calónico L.

¹² También se utilizan para medir los niveles de los embalses.

El limnómetro también puede quedar inclinado sobre el talud de la orilla de la corriente, graduado de manera que su escala señale directamente profundidades verticales,

o bien se puede utilizar el limnómetro por secciones, que consiste en montar secciones cortas de tal forma que una de ellas siempre quede accesible.



LIMNÓMETRO DE CABLE Y PESO

FIGURA 2

Tomado de la obra "Hidrología para ingenieros" de Linsley, Kohler y Paulhus, McGraw Hill Book Co., Madrid, España, 1967, p. 68.

Existe, además, otro tipo de limnómetros, el de peso suspendido y el de cable y peso. La operación del primero consiste en bajar un peso desde un puente o estructura parecida hasta que alcance la superficie del agua; el nivel se determina restando la longitud del cable desarrollado, de la altura de una referencia fija en el puente. El segundo tiene un tambor con un diámetro tal que cada revolución desarrolla 30.4 cm de cable. Un contador registra el número de revoluciones del tambor, y una referencia fija indica las centésimas de centímetro sobre una escala alrededor del cilindro.

También se cuenta con limnómetros especiales, utilizados para registrar las crestas de las avenidas en puntos donde no hay

aparatos instalados. Son varios los diseños de estos limnómetros; entre ellos están los de pequeños flotadores que suben con el nivel del agua y quedan detenidos en el máximo nivel.

Los limnógrafos son aparatos que registran continuamente las variaciones del nivel de agua.

Son dos los sistemas fundamentales de funcionamiento de estos aparatos: uno, basado en el registro del movimiento de un flotador, y otro, basado en el registro de la variación de la presión del agua.

En el primer caso, los aparatos constan de un tambor o sistema de rodillos acoplados a un mecanismo de relojería, un flotador con contrapeso y una caja instrumental que pro-

LIMNÍGRAFO

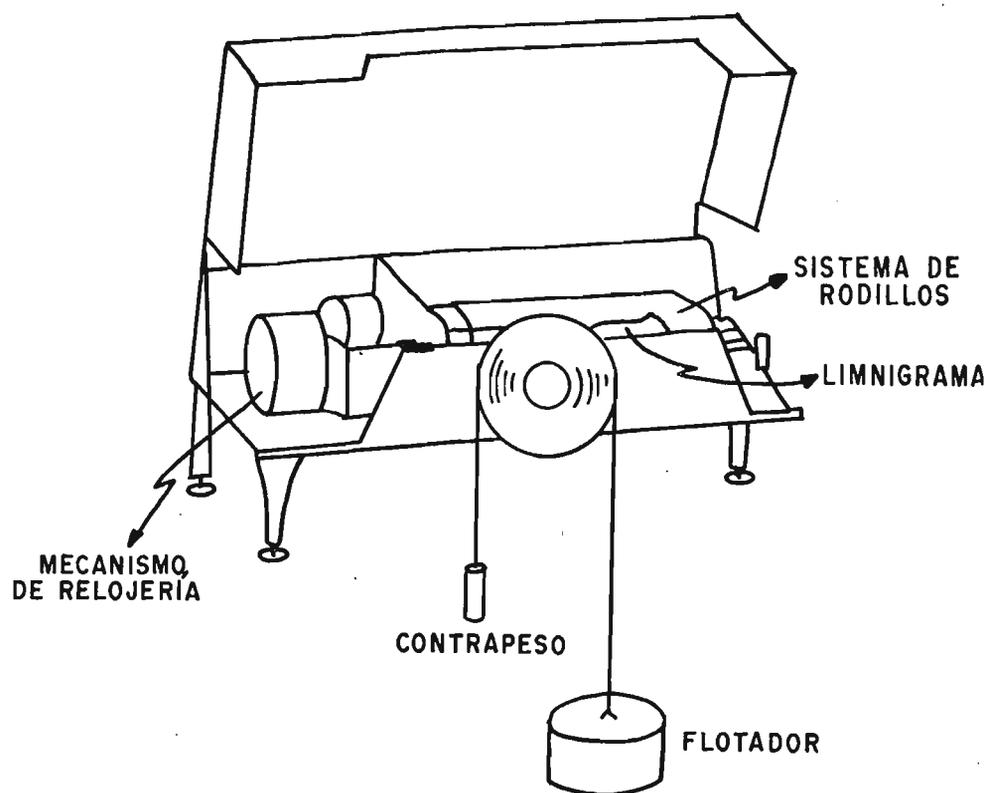


FIGURA 3

Tomado de la obra "Handbook of Applied Hydrology", editada por Ven Te Chow. McGraw Hill Book Co., New York, 1964, pp. 15-7.

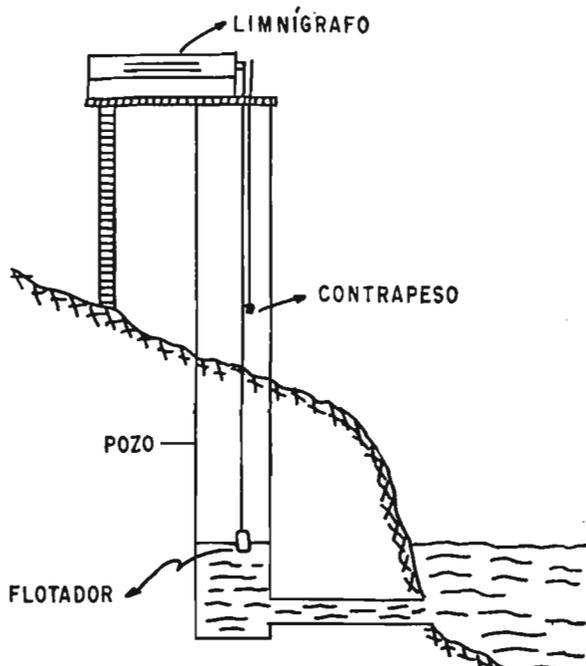
tege a las partes más delicadas contra la humedad y el polvo. En el tambor o sistema de rodillos va colocada una gráfica en la que queda registrada la variación del nivel de agua. El movimiento del flotador, colocado sobre la superficie del agua, mueve una pluma a lo largo de la gráfica y, cuando llega al borde, invierte su dirección y continúa el registro en sentido contrario o bien puede seguir atravesando el límite superior de la gráfica y empezar de nuevo por el límite inferior cuando el mecanismo de relojería es el que hace funcionar la pluma, y el movimiento del flotador acciona el tambor.

Un aparato registrador, tipo flotador, requiere de un pozo amortiguador que sirve para proteger el flotador y los cables de contrapeso de los residuos flotantes y de las olas superficiales de la corriente.

En el caso de los limnógrafos de presión, las fluctuaciones del nivel de agua ejercen variaciones de presión sobre diversos mecanismos, según el modelo del aparato, instalados en el fondo del cauce, que son transmitidas a un manómetro comunicado con el tambor del limnógrafo en el que se registran gráficamente. Este tipo de aparatos tiene la ventaja de no requerir pozo amortiguador. Se emplean en ríos con orillas muy tendidas o cauce muy amplio.

Todos los aparatos registradores se pueden adaptar a un sistema teletransmisor y recibir las informaciones limnigráficas en un centro recolector de datos.

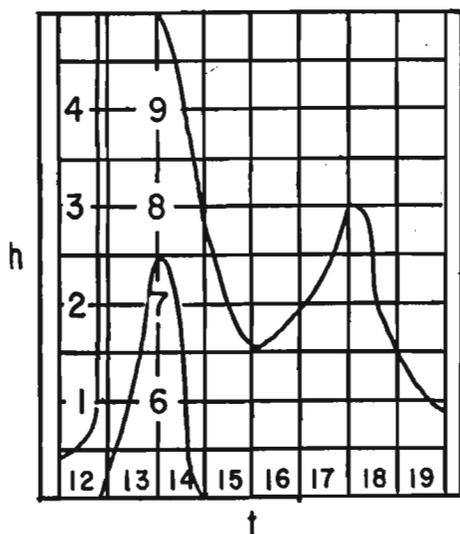
Toda instalación de limnógrafo exige una instalación de limnómetro para referencia. Los limnógrafos se requieren en toda estación fluviométrica de primer orden, y en



INSTALACIÓN DEL LIMNÍGRAFO DE FLOTADOR

FIGURA 4

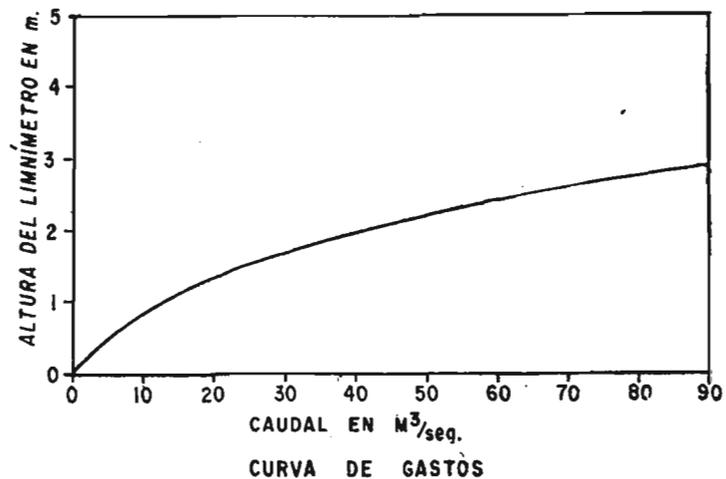
Tomado de la obra "Hidrología" de Lucas Nogueira Garcéz. Editorial Edgard Blücher Ltda. São Paulo, Brasil, 1967, p. 169.



LIMNIGRAMA

h altura en m.

t tiempo en hrs.



CURVA DE GASTOS

FIGURA 5

Tomado de la obra "Hidrología para ingenieros" de Linsley, Kohler y Paulhus. McGraw Hill Book Co. Madrid, España, 1967, p. 69.

especial cuando el río presenta fuertes fluctuaciones y cuando la estación es de difícil acceso.

Las gráficas registradas por el limnógrafo reciben el nombre de *limnigramas* (figura 5), es decir, son curvas trazadas por la intervención de dos variables: el tiempo y el nivel de agua. Son de singular importancia, ya que de su correcta interpretación se obtiene la curva de *gastos* o de *descarga* (figura 5) que se traza con niveles de agua y caudales; a cada nivel de agua le corresponde un cierto caudal o gasto. Posteriormente al tener comprobada la curva de gastos se puede obtener con bastante aproximación el caudal o gasto del río con sólo observar el nivel de agua.

3. Medida de la velocidad del agua

Los aparatos más empleados para medir la velocidad de las corrientes de agua son los *molinetes*. El mecanismo de su funcionamiento consiste en que el movimiento de la corriente hace girar un eje a través de una hélice o sistema similar. Al estar el molinete

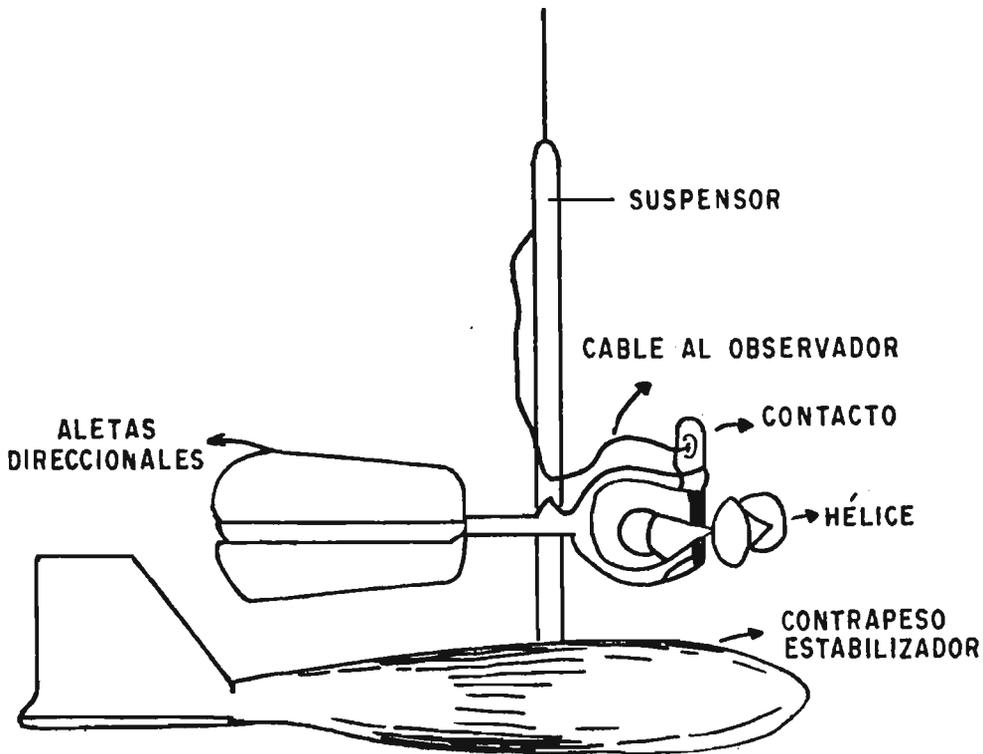
correctamente colocado en el seno de la corriente, mientras la velocidad de la misma permanezca constante, el eje girará con una velocidad también constante, de tal manera que si se puede medir la velocidad de rotación del eje, mediante una fórmula se puede conocer la velocidad de la corriente; dicha fórmula viene indicada en el aparato.

La velocidad del molinete se mide a través de un circuito eléctrico que permite salvar la distancia del observador al aparato y la inaccesibilidad del mismo en la mayoría de los casos. Así cada determinado número de revoluciones del eje (por cada 10, 50 y a veces más) se acciona un timbre, cuyos golpes se pueden contrastar fácilmente con un cronómetro, y se llega a conocer con suficiente exactitud el número de revoluciones por minuto, función que determina la velocidad del agua y que está dada por el aparato.

Existen diversos tipos de molinete de acuerdo con el modo de situarlos, por la transmisión del movimiento y por el sistema propulsor, pero en general, todos constan del molinete propiamente dicho, un contrapeso estabilizador y el sistema de sustentación, de barras o tornos (figura 6).

4. Aforos

El aforo con molinete se puede realizar de dos formas. Una por medio de las líneas isotáqueas que consiste en determinar la velocidad de las aguas en distintos puntos de una sección transversal del río. Dicha sección se dibuja a escala lo suficientemente grande para poder trazar las líneas isotáqueas, o sea aquellas que unen los puntos donde la velocidad es la misma (figura 7). Posteriormente se planimetrán las superficies comprendidas entre cada dos isotáqueas consecutivas y se multiplican por la veloci-

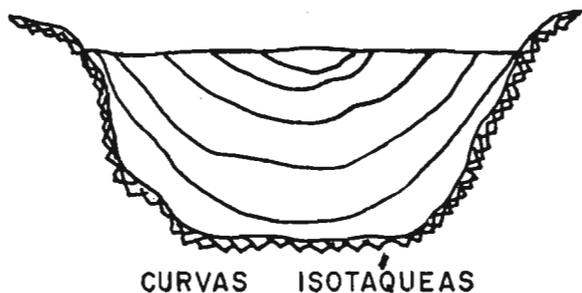


MOLINETE

FIGURA 6

Tomado de la obra "Hidrología para ingenieros" de Linsley, Kohler y Paulhus, McGraw Hill Book Co., Madrid, España, 1967, p. 73.

dad media correspondiente, deduciendo, así, el volumen de agua que pasa por cada faja en la unidad de tiempo. La suma de todos los volúmenes parciales da el volumen total que en la misma unidad de tiempo atravesó la sección considerada. En la práctica este sistema queda limitado a estudios muy teóricos.



CURVAS ISOTAQUEAS

FIGURA 7

La forma más práctica de utilizar el molinete para aforar, es la que se lleva a cabo dividiendo la superficie libre de una sección transversal del río en varias fajas verticales, fijando en cada una de ellas un punto cuya vertical constituye la mediana (figura 8). El primero y último de los puntos deben estar muy próximos a una y otra orilla respectivamente. Se sitúa el molinete en cada uno de estos puntos a distintas profundidades con lo que se logra conocer la velocidad del río a diferentes profundidades en diversas verticales. Para el cálculo del aforo se multiplica la velocidad media de cada vertical por el área de las fajas correspondientes y sumando el gasto obtenido en cada una

de ellas se tiene el caudal que pasa por esa sección transversal.

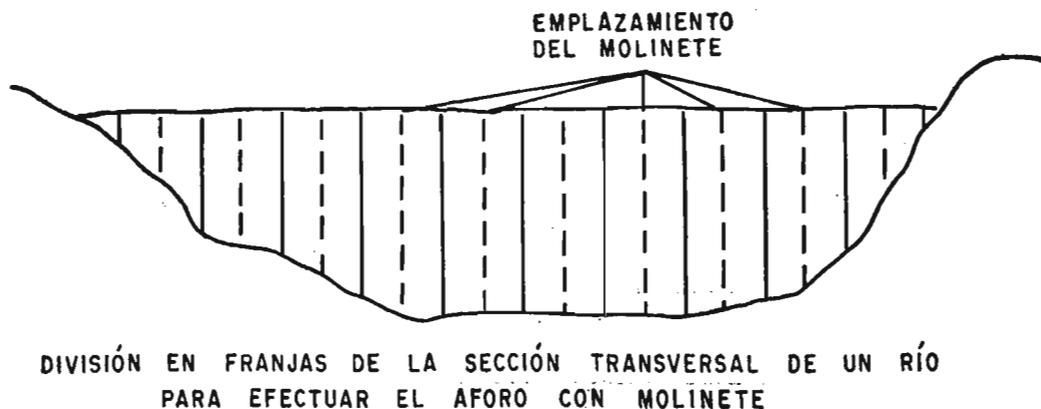
Otra manera de determinar el gasto de un río es mediante *flotadores*. Un flotador puede ser cualquier cuerpo que flote en la corriente de agua.

Se señalan dos secciones transversales medidas, situadas a una distancia conocida L , que constituya un tramo lo más recto posible del río. Las secciones transversales serán muy parecidas si la elección del tramo es acertada. Se divide la corriente en tres o más canales y se arrojan en ellos varios flotadores aguas arriba de la primera sección vertical y se miden los tiempos invertidos al pasar de una sección a otra, repitiendo esta operación varias veces con objeto de obtener más aproximadamente el valor de la velocidad de las aguas. Se deduce la media aritmética de los tiempos (t_m) de cada canal y la velocidad media de cada uno de ellos:

$$v_c = \frac{0.85 \times L}{t_m} \cdot \text{Por último se determina}$$

el caudal total cuyo valor será la suma de los caudales de cada canal obtenidos al multiplicar la velocidad media de cada canal por el área transversal de los mismos.

Un tercer procedimiento para conocer el caudal de las corrientes son los *aforos químicos* en los que se emplean fórmulas basadas en la variación de concentración que experimenta una disolución al ser vertida sobre el cauce de un río en el cual circula un caudal determinado que se trata de conocer.



DIVISIÓN EN FRANJAS DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DE UN RÍO PARA EFECTUAR EL AFORO CON MOLINETE

FIGURA 8

En ocasiones cuando el gasto de la corriente es escaso, se hace una construcción especial conocida como *vertedor* (figura 9), a través de la cual se canaliza el agua y se afora mediante una fórmula que toma en cuenta, entre otras cosas, la sección del vertedor y la altura que alcanza el agua en el mismo, de manera que ésta varía de acuerdo con el tipo de vertedor de que se trate.

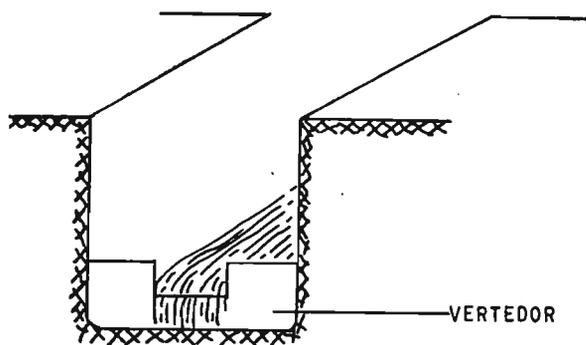


FIGURA 9

V. DISTRIBUCIÓN DEL ESCURRIMIENTO EN EL ESPACIO Y EN EL TIEMPO

Como ya se dijo en el punto I, para el estudio del agua de escurrimiento es necesario el análisis de las corrientes fluviales y de la precipitación. El agua disponible para escurrimiento es mayor en las partes altas de las cuencas debido a que la precipitación es mayor; sin embargo, en general, la descarga de un río tiende a aumentar aguas abajo de la corriente debido al incremento progresivo del área de recepción.

El estudio de la variación del caudal en las corrientes fluviales se hace a través del *hidrograma*, curva que resulta de graficar los caudales en el tiempo en que se presentan. Se considera al hidrograma como una expresión integral de las características fisiográficas y climatológicas que gobiernan las relaciones entre la lluvia y el escurrimiento,

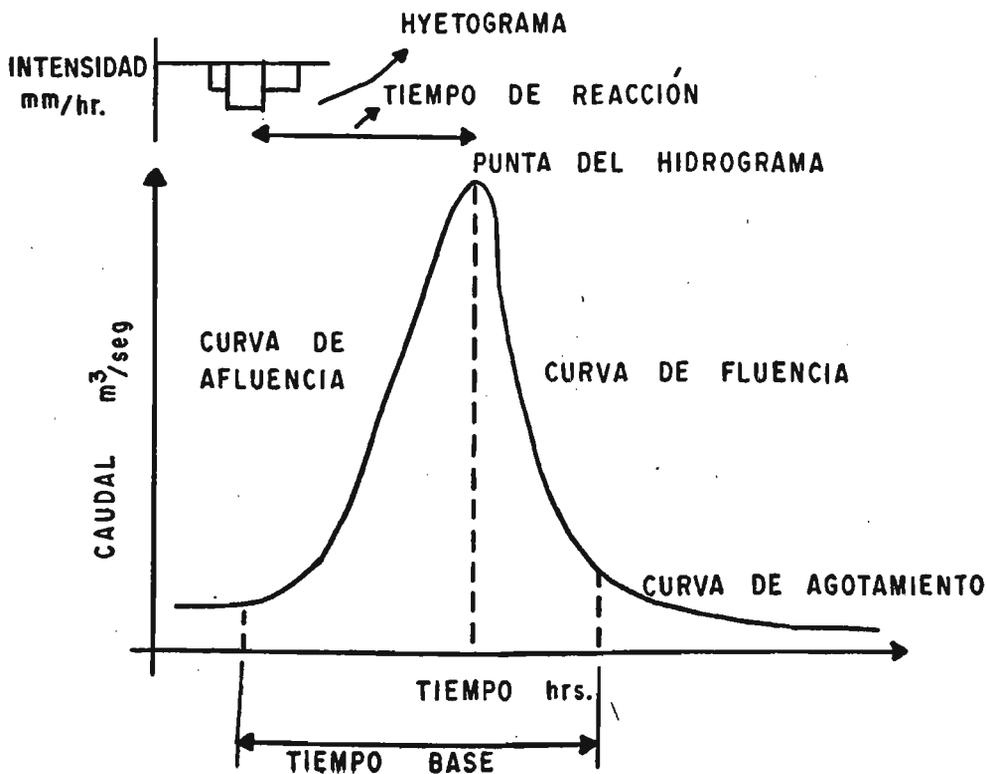


FIGURA 10

es decir, las características de la cuenca quedan definidas por una curva.

Un hidrograma típico (figura 10), producido por una tormenta o aguacero, adquiere una forma acampanada en el que la punta, o sea el caudal máximo, corresponde a la máxima intensidad de la lluvia y no necesariamente ocurren al mismo tiempo.

Un hidrograma simple consta de las siguientes partes:

Curva de afluencia o de concentración. Tramo ascendente.

Curva de fluencia. Tramo que va desde la punta al comienzo de la curva de agotamiento.

Curva de agotamiento. Tramo asintótico hacia el caudal permanente.

Tiempo base. Tiempo que abarca desde el momento en que los caudales empiezan a subir hasta que comienza la curva de agotamiento.

Tiempo de reacción. Tiempo que transcurre entre el instante que corresponde al centro del hietograma y el perteneciente a la punta del hidrograma.

La punta del hidrograma representa la máxima concentración del escurrimiento de la cuenca hidrográfica. Por lo general se presenta cierto tiempo después de que la lluvia termina; este tiempo depende de la distribución de la lluvia en la superficie de la cuenca. Si la tormenta presenta su máxima intensidad al principio y ésta disminuye después en forma gradual, la punta del hidrograma puede presentarse antes de que la lluvia termine.

La presencia de varias puntas en un hidrograma se puede deber a varias tormentas consecutivas, o bien a que el escurrimiento con que contribuyen los diversos afluentes de la corriente principal no se presentan de manera sincronizada ya sea porque la cuenca es muy grande o influyen en dicho escurrimiento diversos tipos de clima, o bien debido a la forma de la cuenca.

El hidrograma representa la distribución del escurrimiento total en una corriente, en una determinada estación de aforo. Por lo general el análisis de los hidrogramas se refiere a los que resultan de precipitaciones muy intensas que son las que alteran el flujo de las corrientes de agua.

Características generales de México con respecto al agua de escurrimiento

I. CONDICIONES FÍSICAS

El agua de escurrimiento, como ya se vio en la primera parte de este trabajo, está ligada a ciertas características físicas que norman su comportamiento. Entre las principales y las que se pueden estudiar desde un punto de vista más general están la fisiografía, la precipitación, la evaporación y la vegetación.

Fisiografía

El agua de escurrimiento se distribuye de acuerdo con las características orográficas, estructurales y climatológicas de su territorio.

Los principales rasgos fisiográficos del territorio mexicano se pueden destacar de la siguiente forma:¹³

Sistemas montañosos

Sierras de Baja California. Están constituidas por rocas ígneas azoicas, rocas intrusivas y en algunos casos hay rocas sedimentarias del paleozoico. En el cenozoico medio sufrieron grandes efusiones de lava y de material clástico, como arenas y cenizas volcánicas, transformadas después en grandes capas de tobas que atravesaron las grietas de los pliegues y de las fallas; estas rocas de origen volcánico cubren una gran extensión sobre todo en la región central.

El clima en estas sierras es en general seco por lo que la acción erosiva se debe al viento principalmente. Sin embargo, en los dos extremos del espinazo montañoso de la península, las sierras de Juárez y San Pedro Mártir al norte y la sierra de San Lázaro al sur, el clima es húmedo debido a fenómenos que se tratan en el inciso PRECIPITACIÓN.

Sierra Madre Occidental. Constituye uno de los elementos más importantes del relieve mexicano. Se empezó a formar en el cretácico medio y superior; alcanzó su máximo desarrollo en el cenozoico medio y su tranquilidad durante el cenozoico superior es notoria, excepto en la región sur, donde se han presentado fenómenos de volcanismo.

En cuanto a las formaciones de rocas que la componen, existen pequeñas extensiones de rocas ígneas azoicas, paleozoicas y mesozoicas e intrusivas antiguas, pues casi en su totalidad está cubierta de rocas andesíticas y, en casos contados, por rocas basálticas del cenozoico superior.

El clima de esta zona es húmedo y la denudación poco intensa ya que se encuentra cubierta de bosques.

Sierra Madre Oriental. Se empezó a formar como un plegamiento del cretácico me-

¹³ Vivó, E. J., 1958, pp. 48-59.

dio y superior, sufrió nuevos plegamientos durante el cenozoico.

Se extiende desde el sur de la ciudad de Monterrey, hasta el istmo de Tehuantepec, a veces se interrumpe.

Exhibe principalmente rocas del mesozoico y del cenozoico, en la parte media tiene edificios volcánicos y se encuentra cubierta de tobas y lava que son del cenozoico. Ha gozado de tranquilidad durante el cenozoico superior, excepto en la región central en donde han habido fenómenos volcánicos.

El clima igual que en la Sierra Madre Occidental es húmedo y la denudación es lenta debido a la vegetación de bosque que la cubre.

Sierra Volcánica Transversal. Se formó como consecuencia de la aparición de grandes edificios volcánicos. Sufrió primero un levantamiento que comenzó en el cretácico superior y que se continuó durante el cenozoico inferior. Se produjeron plegamientos durante el oligoceno, el mioceno y el plioceno.

A través de las importantes y extensas grietas y fallas ocasionadas por los plegamientos, hubo grandes efusiones de toba y lava volcánicas, andésíticas en los primeros momentos y hacia el este y basálticas en épocas posteriores y hacia el oeste, así como de cenizas volcánicas. De esta manera se formaron los grandes edificios volcánicos que constituyen una cordillera orientada de este a oeste a lo largo del paralelo 19°N que recibe el nombre de Sierra Volcánica Transversal.

Es una zona sísmica y muestra una gran actividad volcánica que comenzó en el mioceno y aún se manifiesta.

El clima es húmedo y está cubierto de bosques que dificultan su denudación.

Sierra Madre del Sur. Atraviesa los estados de Colima, Michoacán, Guerrero y Oaxaca y según algunos autores es la continuación de las sierras de Baja California.

Esta región sufrió un levantamiento que principió en el cretácico superior y se continuó durante el cenozoico; además se produjeron plegamientos en el mismo cenozoico. En la actualidad muestra ser una región de

tectonismo activo que se reconoce por su carácter de zona sísmica.

En ella son frecuentes las rocas ígneas azoicas, así como también las rocas intrusivas y sedimentarias mesozoicas. A través de las grietas y fallas que ocasionaron los plegamientos, se han producido efusiones de toba y lava que se localizan principalmente en las regiones montañosas.

El clima de esta zona montañosa es húmedo.

Sierra del Norte de Chiapas y Sierra Madre de Chiapas. Estas dos sierras son la continuación de la Sierra Madre Oriental y de la Sierra Madre del Sur respectivamente.

En la Sierra del Norte de Chiapas, existen rocas sedimentarias mesozoicas y cenozoicas y, en pequeñas regiones, rocas volcánicas del cenozoico.

En la Sierra Madre de Chiapas predominan las rocas intrusivas y las ígneas antiguas. Existen rocas sedimentarias del paleozoico y algunas rocas volcánicas del cenozoico.

El clima de la región es muy húmedo en las laderas del norte de las montañas septentrionales y del sur de las meridionales; la vegetación como consecuencia es de bosque.

Llanuras, mesetas y depresiones

Llanuras de la Península de Baja California. Al sistema montañoso de la península se articula una llanura de terrazas de origen marino en la costa occidental; en la oriental, la llanura costera es mucho más angosta en la parte norte, y en el centro y sur desaparece.

El clima en general es bastante seco.

Llanuras costeras del occidente de México. La llanura costera correspondiente a la parte norte, se extiende ampliamente a lo largo de los estados de Sonora, Sinaloa y Nayarit. Las rocas que la constituyen son sedimentarias, de origen marino y volcánico. El clima es seco.

Posteriormente la llanura se hace angosta, de tal manera que en ocasiones desaparece, ya que las laderas de las montañas que forman la Sierra Madre del Sur se prolongan en el fondo del Océano Pacífico. El clima es húmedo.

Por último, articulada a la Sierra Madre de Chiapas, existe una llanura costera angosta y algo extensa en donde el clima es bastante húmedo.

Altiplanicie mexicana. Limitada al sur por la Sierra Volcánica Transversal, al este por la Sierra Madre Oriental y al oeste por la Sierra Madre Occidental, se extiende la altiplanicie mexicana. Es una región formada en el mesozoico, pero se han depositado sobre ella rocas volcánicas del cenozoico que salieron por grietas y fallas de la misma era, así como rocas que son el producto de la denudación de las sierras que la limitan.

Esta región está atravesada por varias sierras de poca elevación y por un notable conjunto de sierras, desde Durango, Zacatecas, Guanajuato, Querétaro e Hidalgo, hasta llegar al estado de Puebla, formadas de numerosos edificios volcánicos andesíticos del cenozoico que divide en dos partes a la altiplanicie. En la parte sur de esta región transversal existen mesetas aisladas como El Bajío, la meseta de Toluca, la meseta de México, la meseta de Tlaxcala y Puebla, y la meseta de Tehuacán.

El clima en la altiplanicie, en general, es húmedo en el sur, mientras que en la parte septentrional, la más extensa, es seco.

Llanura costera del Golfo de México y península de Yucatán. La llanura costera del Golfo de México se continúa en la península de Yucatán.

Las rocas de esta llanura son casi todas sedimentarias, de tal manera que las más cercanas a la montañas vecinas son de más antigüedad que las cercanas al mar.

Esta región comenzó a sufrir un levantamiento a fines del cretácico y lo ha continuado sufriendo todo el cenozoico. El relieve va desde un declive algo inclinado hasta una llanura de escasa inclinación.

La península de Yucatán tiene la particularidad de estar constituida por rocas sedimentarias muy permeables, calizas predominantemente.

Depresión del Balsas. Se encuentra limitada al norte por la Sierra Volcánica Transversal y al sur por la Sierra Madre del Sur. En ella son frecuentes las rocas ígneas del

azoico, así como las sedimentarias del mesozoico.

En esta región, después de los levantamientos que comenzaron en el cretácico superior y continuaron en el cenozoico, tuvieron lugar en el cenozoico los plegamientos que la han convertido en una depresión, y como consecuencia se han producido fallas, por lo que la depresión está en parte cubierta de tobas y corrientes de lava. El clima es húmedo.

Istmo de Tehuantepec. En esta región las alturas disminuyen considerablemente. Constituye la zona de separación entre los sistemas montañosos del estado de Chiapas y las sierras Madres del Sur y Oriental, que se continúan en los primeros.

El clima en esta zona es húmedo.

En el mapa 1 se muestran los rasgos fisiográficos antes descritos.

Precipitación

Es el elemento del clima más importante por lo que respecta al estudio del escurrimiento, pues directa o indirectamente es de la precipitación de donde proviene el agua de escurrimiento.

Como ya se sabe son varios los aspectos de la precipitación que intervienen en el escurrimiento; sin embargo con un análisis de la distribución de la precipitación media, tanto a través del tiempo como en el espacio, y conociendo las causas de esa distribución, se pueden llegar a establecer relaciones con el escurrimiento medio.

En el mapa 2 se muestra la distribución de la precipitación media anual en México, así como la relación entre dicho fenómeno y el escurrimiento medio a través del año en algunas cuencas hidrográficas escogidas de acuerdo con los regímenes pluviométricos y sus variantes existentes en el país.

La precipitación predominante en el país es la de tipo pluvial y su distribución en el territorio es muy irregular dada la situación geográfica del mismo.

En general la precipitación aumenta en una dirección norte-sur debido a la influencia de la latitud, sin embargo el relieve produce un efecto muy importante en el resul-

tado de esta distribución. La altura media anual de la lluvia varía de menos de 50 mm a más de 4 000 mm. La precipitación media máxima corresponde a la estación meteorológica Covadonga con un valor de 5 391.5 mm, localizada en el sureste del estado de Chiapas y la mínima a tres estaciones ubicadas en el noreste del estado de Baja California, Ampac, Bataques y Delta, con un valor de 30.5 mm.¹⁴

Los fenómenos meteorológicos que afectan la altura de la lluvia en México son: los ciclones tropicales, los vientos alisios, movimientos de masas de aire de tipo monzónico, el frente ecuatorial y las perturbaciones ciclónicas propias de las latitudes medias.

El ciclón tropical constituye el hidrometeorológico más importante para nuestro país, ya que si no fuera por él, las zonas áridas serían más extensas de lo que son. Gran parte de la precipitación que recibe la casi totalidad del territorio durante fines de verano y el otoño, se debe a los ciclones tropicales, pues aunque de hecho afectan únicamente las costas del Golfo de México y parte de las costas del Pacífico, su influencia se deja sentir hasta el interior.

Los vientos alisios influyen en la precipitación principalmente en el verano y afectan la zona este de la Sierra Madre Oriental y la zona sureste, pero su influencia también como en el caso de los ciclones tropicales, llega al interior aunque no en forma tan marcada.

Los fenómenos monzónicos tienen influjo sobre todo en la parte oriental del territorio, intensificando la lluvia de verano producida por los alisios. En la costa occidental también se produce este tipo de fenómeno si bien con menor intensidad, e igualmente es causante de la lluvia de verano.

El frente ecuatorial afecta al sur de México durante el verano.

Las perturbaciones de las latitudes medias llegan al país durante el invierno e influyen principalmente en el régimen pluviométrico del noroeste del territorio y aumentan la precipitación invernal de la parte norte del país, así como de la zona sureste, ya que se desplazan masas de aire frío que descargan su humedad en estas regiones.

Habiendo hecho las consideraciones anteriores es más fácil explicarse el por qué de la distribución de la lluvia en México, según el mapa correspondiente.

1. Se observó que la mayor precipitación (>4 000 mm) se concentra en la parte sur-oriental del país, la que además de ser una región elevada, está afectada, a lo largo del año, por todos los fenómenos hidrometeorológicos citados.

2. Se advierte que las zonas altas, Sierra Madre Oriental, Sierra Madre Occidental, Sierra Volcánica Transversal y Sierra Madre del Sur especialmente, registran una precipitación más o menos elevada (>1 000 mm), lo cual resulta lógico ya que constituyen barreras que impiden el paso de las masas de aire húmedo provenientes de los diversos fenómenos acuosos que las afectan y al verse obligadas a ascender dejan en ellas la mayor parte de su contenido de humedad.

3. Las regiones limitadas por las zonas altas mencionadas, como son la Depresión del Balsas, los valles de Oaxaca, el Valle de Puebla, la Cuenca del Valle de México y las planicies costeras, reciben una precipitación que va de < 500 mm a > 2 000 mm dependiendo de su situación en cuanto a altitud y exposición a los vientos húmedos.

4. La Península de Yucatán debe, en general, su relativamente baja precipitación (< 500 mm > 1 500 mm), considerando la latitud a la que se encuentra, a la falta de relieve que como ya se vio tiene gran influencia en ella. Aquí la lluvia decrece hacia el noroeste, lo que "indica, según Sands, geográficamente un factor en gran escala, como sería un centro de alta presión en ciertas épocas del año en esta zona".¹⁵

5. Por lo que se refiere al resto del país, es decir, la Península de Baja California y el norte de las planicies costeras, así como de la altiplanicie mexicana, constituye la parte del territorio nacional de más baja precipita-

¹⁴ Datos tomados del Archivo de la Sección de Climatología del Instituto de Geografía, UNAM. Correspondientes a un periodo comprendido de 1954-59, 1950-60 y 1949-60 respectivamente.

¹⁵ García, E., 1974, p. 180.

ción ($< 50 \text{ mm} > 500 \text{ mm}$), ya que por estar bajo el influjo de las calmas tropicales, únicamente recibe cierto efecto de algunos de los hidrometeoros mencionados. El extremo meridional de la Península de Baja California recibe en su parte alta una precipitación mayor a los 500 mm, debido al poder de los ciclones tropicales que se forman en el Pacífico.

Para el trazo de las gráficas que aparecen en el mismo mapa 2 y para poder examinar la precipitación y el escurrimiento medios a través de los distintos meses del año, fue necesario determinar la precipitación media y calcular el escurrimiento medio de cada uno de los meses del año en las cuencas escogidas; ver tabla 1.

Las gráficas muestran, aunque con ligeras variantes, que en la mayor parte del país la lluvia se concentra en el verano y otoño, con excepción de la parte noroeste en donde ésta, o se concentra en el invierno, como lo indica la cuenca del río Tijuana, o bien, aun cuando caiga en su mayor parte en verano, la precipitación invernal es notable, como sucede en la cuenca del río Mayo. Esta distribución a lo largo del tiempo, se debe a la época del año en que se presentan los fenómenos que influyen o que causan la precipitación y que ya se señalaron en párrafos anteriores.

En cuanto a la relación precipitación-escurrimiento al analizar las gráficas se puede deducir, en general, lo siguiente:

1. En donde hay mayor precipitación hay mayor escurrimiento.

2. En la mayoría de las veces, aun cuando el periodo en que se concentra la precipitación coincide con aquel en el que se presenta el escurrimiento, la presencia de este último va con cierto retraso con respecto a la de la primera. Esto sucede debido a que las primeras precipitaciones están destinadas a satisfacer primero la evaporación y la humedad del suelo.

3. El volumen de precipitación sobrepasa al de escurrimiento en la mayoría de las cuencas estudiadas, debido a que como es sabido, éste representa sólo una parte de la

precipitación, y por otro lado la evaporación es la fase que mayor cantidad de precipitación absorbe. En la cuenca del río Tulijá y en menor grado en la del río Coahuayana, se ve que el volumen escurrido sobrepasa al volumen precipitado en los meses de la estación seca, lo cual significa que además de ser, obviamente, corrientes de régimen permanente, las reservas subterráneas de realimentación de los cauces son abundantes y a pesar de que la precipitación es escasa en esa estación, existe agua suficiente como para sobrepasar o igualar el volumen llovido. Por otra parte, los datos de estas dos cuencas confirman lo dicho en el punto 2 ya que en el mes de mayor estiaje el volumen precipitado empieza a ser considerable con respecto del escurrido.

4. No caben las comparaciones cuantitativas entre las cuencas estudiadas debido a que el área drenada por las mismas no es igual.

Evaporación

La evaporación constituye el elemento más importante del ciclo hidrológico en cuanto a la cantidad de agua que absorbe y que por lo tanto resta a las demás fases del ciclo, afectando así al agua de escurrimiento. Desafortunadamente, las condiciones del país no permiten obtener, a través de la medición con los evaporímetros, valores reales sino potenciales, sin embargo estos últimos dan idea de la intensidad del fenómeno en las diversas regiones del territorio mexicano.

Los datos medios anuales de la evaporación en la República Mexicana¹⁶ revelan que los valores más bajos se encuentran en las regiones cercanas al mar: parte central del este de la vertiente de la Sierra Madre Oriental, con valores menores a 1 000 mm (723 mm), sureste del país, con registros menores de 1 300 mm (1 254 mm), costas del oeste y sur del territorio con menos de

¹⁶ La información concerniente a este subcapítulo se obtuvo del material para el trabajo "La evaporación en la República Mexicana", actualmente en elaboración por Ernesto Jáuregui O. y Laura Elena Maderey, ambos investigadores del Instituto de Geografía, UNAM.

TABLA I

VOLÚMENES MEDIOS LLOVIDOS Y ESCURRIDOS EN ALGUNAS CUENCAS DEL PAÍS

Cuenca del río Coahuayana
Estación Callejones
Periodo 1949-69

| Millones m ³ | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
|-------------------------|----|----|----|----|-----|-------|-------|-------|-------|-----|-----|----|
| Volumen llovido | 90 | 30 | 8 | 30 | 200 | 1 035 | 1 590 | 1 360 | 1 440 | 790 | 160 | 90 |
| Volumen escurrido | 50 | 30 | 30 | 20 | 20 | 60 | 220 | 310 | 450 | 440 | 110 | 60 |

Cuenca del río Jamapa
Estación El Tejar
Periodo 1952-61

| Millones m ³ | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
|-------------------------|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|
| Volumen llovido | 50 | 40 | 50 | 80 | 150 | 460 | 620 | 440 | 490 | 270 | 90 | 55 |
| Volumen escurrido | 10 | 10 | 8 | 8 | 10 | 90 | 170 | 90 | 120 | 80 | 30 | 20 |

Cuenca del río Tijuana
Estación Presa Rodríguez
Periodo 1945-69

| Millones m ³ | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
|-------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Volumen llovido | 95 | 80 | 80 | 55 | 10 | 2 | 30 | 35 | 20 | 20 | 60 | 90 |
| Volumen escurrido | 0.3 | 0.2 | 1.0 | 0.3 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.2 |

Cuenca del Río Conchos
Estación Presa Boquilla
Periodo 1935-67

| Millones m ³ | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
|-------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-------|-----|-----|-----|
| Volumen llovido | 400 | 290 | 160 | 240 | 260 | 930 | 2 760 | 2 620 | 1 870 | 780 | 285 | 550 |
| Volumen escurrido | 45 | 20 | 20 | 20 | 20 | 30 | 150 | 330 | 350 | 115 | 20 | 30 |

Cuenca del río Bolaños
Estación La Florida
Periodo 1955-62

| Millones m ³ | E | F | M | A | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
|-------------------------|-----|-----|-----|----|-----|----|-----|-----|-----|-----|----|----|---|---|
| Volumen llovido | 10 | 1.0 | 0.5 | 20 | 20 | 20 | 180 | 280 | 250 | 195 | 50 | 25 | 6 | |
| Volumen escurrido | 0.5 | 0.2 | 0.2 | 1 | 0.3 | 3 | 8 | 16 | 8 | 8 | 6 | 1 | 1 | |

Cuenca del río Nexapa
Estación Santa María Cometzala
Periodo 1954-66

| Millones m ³ | E | F | M | A | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
|-------------------------|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|---|---|
| Volumen llovido | 45 | 15 | 15 | 65 | 305 | 755 | 715 | 900 | 830 | 325 | 90 | 20 | | |
| Volumen escurrido | 20 | 10 | 10 | 7 | 10 | 30 | 50 | 50 | 65 | 40 | 20 | 20 | | |

Cuenca del río Mayo
Estación San Bernardo
Periodo 1961-69

| Millones m ³ | E | F | M | A | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
|-------------------------|-----|-----|-----|----|----|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|---|---|
| Volumen llovido | 430 | 195 | 170 | 65 | 55 | 510 | 1990 | 1740 | 740 | 340 | 135 | 340 | | |
| Volumen escurrido | 50 | 40 | 35 | 7 | 3 | 8 | 170 | 280 | 180 | 40 | 30 | 80 | | |

Cuenca del río Tempoal
Estación Tempoal
Periodo 1955-68

| Millones m ³ | E | F | M | A | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
|-------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|------|------|-----|-----|---|---|
| Volumen llovido | 220 | 230 | 230 | 365 | 530 | 1035 | 1295 | 940 | 2010 | 1140 | 470 | 255 | | |
| Volumen escurrido | 65 | 45 | 40 | 60 | 70 | 220 | 490 | 290 | 770 | 520 | 210 | 120 | | |

Cuenca del Río Tuijía
Estación Salto de Agua
Período 1962-69

| Millones m ³ | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
|-------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-----|-----|
| Volumen llovido | 205 | 245 | 190 | 440 | 680 | 895 | 850 | 990 | 1 600 | 1 100 | 410 | 460 |
| Volumen escurrido | 515 | 300 | 280 | 290 | 250 | 460 | 540 | 580 | 1 060 | 1 110 | 610 | 600 |

Cuenca del Río San Fernando
Estación San Fernando
Período 1931-64

| Millones m ³ | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
|-------------------------|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-----|-------|-------|-----|-----|-----|
| Volumen llovido | 220 | 230 | 265 | 550 | 1 105 | 1 200 | 600 | 1 080 | 1 860 | 970 | 220 | 330 |
| Volumen escurrido | 20 | 15 | 10 | 20 | 50 | 45 | 40 | 75 | 200 | 140 | 40 | 35 |

NOTA. En las cuencas del río Bolaños y del río Tuijía, por contar sólo con una estación meteorológica y estar situada en medio de la cuenca, el valor medio de la misma para cada uno de los meses del año se tomó como representativo del de la cuenca.

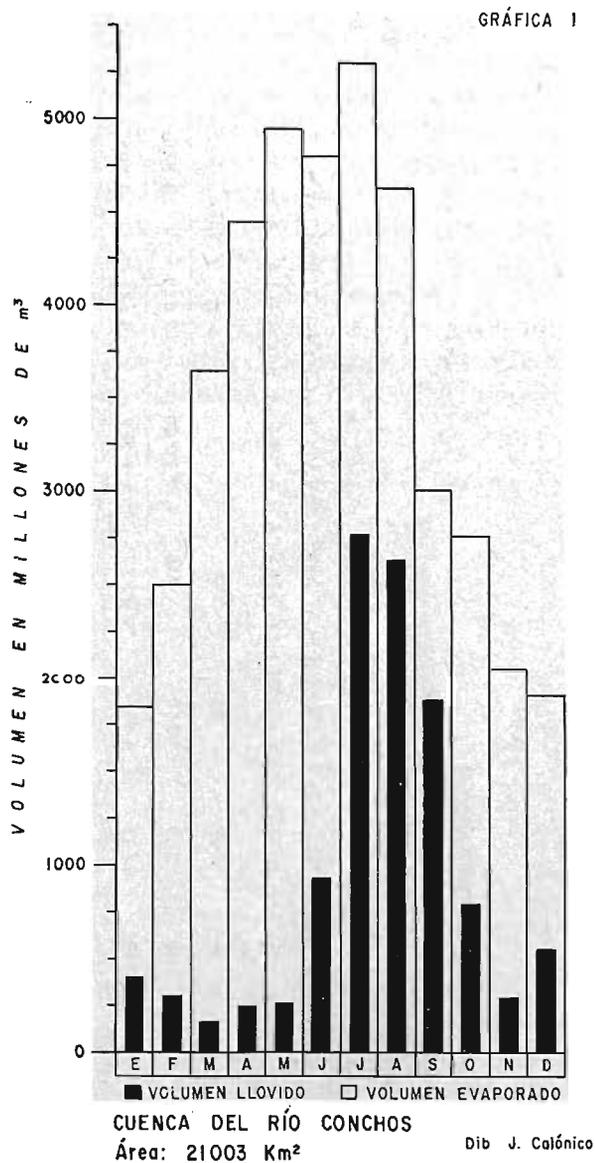
1 600 mm (1 464 mm) y noroeste de la península de Baja California con menos de 1 400 mm (1 349 mm). En las tres primeras zonas el clima es lluvioso, lo cual explica relativamente el bajo poder evaporante de la atmósfera, pero la cuarta región debe sus valores de evaporación potencial a la alta humedad relativa que se presenta en esta zona por condiciones climáticas locales, pues la corriente fría de California provoca un enfriamiento que a la vez produce una inversión de temperatura que impide los movimientos verticales ascendentes del aire.¹⁷

Los valores más altos de evaporación potencial se localizan en las regiones alejadas de la influencia marina, en donde el poder evaporante de la atmósfera es mayor debido a la ausencia de humedad, es decir, en zonas interiores cerradas o limitadas por sistemas montañosos. Así, en el noroeste de la altiplanicie mexicana los registros sobrepasan los 2 600 mm (2 798 mm), en la parte central de la Península de Baja California son superiores a 2 200 mm (2 346 mm), en los valles situados en el suroeste de la altiplanicie se tienen valores mayores a 2 400 mm (2 599 mm) así como en la Depresión del Balsas (2 627 mm) y en los valles y costa suroeste de Oaxaca es mayor a los 2 200 mm, existiendo estaciones meteorológicas cercanas al Golfo de Tehuantepec que registran más de 2 600 mm.

En la tabla II y en las gráficas 1, 2 y 3 se muestra la distribución de la evaporación potencial y precipitación medias a lo largo del año, con objeto de comparar ambos fenómenos en cuencas con diferente régimen pluviométrico y condiciones distintas en cuanto a humedad y ver más claramente el comportamiento e intensidad de la evaporación potencial.

Al hacer el análisis de los fenómenos en cuestión se debe tener en cuenta que no es posible comparar cuantitativamente los datos de una cuenca con los de otra, dada la diferencia de sus áreas; sin embargo, se pueden hacer observaciones de cada cuenca en particular tomando en cuenta la variación del comportamiento de los elementos estudiados en las condiciones citadas en el párrafo anterior.

Las gráficas 1 y 2 representan dos cuencas de clima seco, pero con diferentes regímenes pluviométricos y situación geográfica. De ellas se deduce que aun cuando, naturalmente, el volumen evaporado es mayor que el volumen precipitado durante todos los meses



del año, en la cuenca del río Tijuana la época de lluvia (invierno) se tiene en la estación de más baja temperatura que es cuando la evaporación es menos intensa, en cambio en la cuenca del río Conchos el régimen de lluvia de verano coincide con la estación

¹⁷ García, E. y Mosiño, P., 1968, p. 34.

TABLA II

VOLÚMENES MEDIOS DE PRECIPITACIÓN Y EVAPORACIÓN POTENCIAL
CUENCA DEL RÍO CONCHOS HASTA LA PRESA BOQUILLA

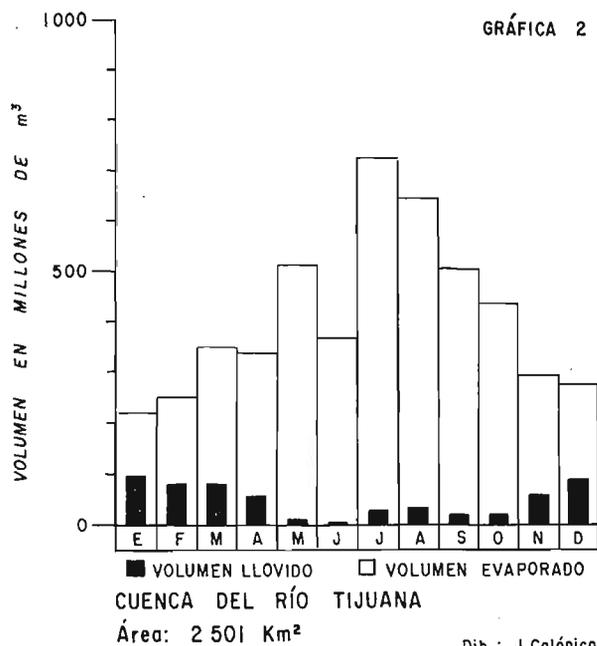
| Millones m ³ | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Volumen llovido | 400 | 290 | 160 | 240 | 260 | 930 | 2 760 | 2 620 | 1 870 | 780 | 285 | 550 |
| Volumen evaporado | 1 836 | 2 499 | 3 644 | 4 438 | 4 936 | 4 789 | 5 289 | 4 625 | 3 006 | 2 745 | 2 037 | 1 899 |

CUENCA DEL RÍO TIJUANA HASTA LA PRESA RODRÍGUEZ

| Millones m ³ | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
|-------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Volumen llovido | 95 | 80 | 80 | 55 | 10 | 2 | 30 | 35 | 20 | 20 | 60 | 90 |
| Volumen evaporado | 222 | 253 | 349 | 338 | 515 | 373 | 728 | 646 | 512 | 440 | 304 | 280 |

CUENCA DEL RÍO TULIJÁ HASTA LA ESTACIÓN HIDROMÉTRICA SALTO DE AGUA

| Millones m ³ | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
|-------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-----|-----|
| Volumen llovido | 205 | 245 | 190 | 440 | 680 | 895 | 850 | 990 | 1 600 | 1 100 | 410 | 460 |
| Volumen evaporado | 219 | 266 | 391 | 455 | 480 | 414 | 372 | 403 | 361 | 325 | 238 | 213 |



más cálida, cuando la evaporación es mayor. Por otra parte, la cuenca del río Tijuana se encuentra bajo la influencia de la humedad del mar, mientras que la del Conchos es continental, de manera que la evaporación necesariamente tiene un mayor efecto en esta última cuenca. Todos estos hechos redundan en el agua disponible para el escurrimiento, como posteriormente se verifica.

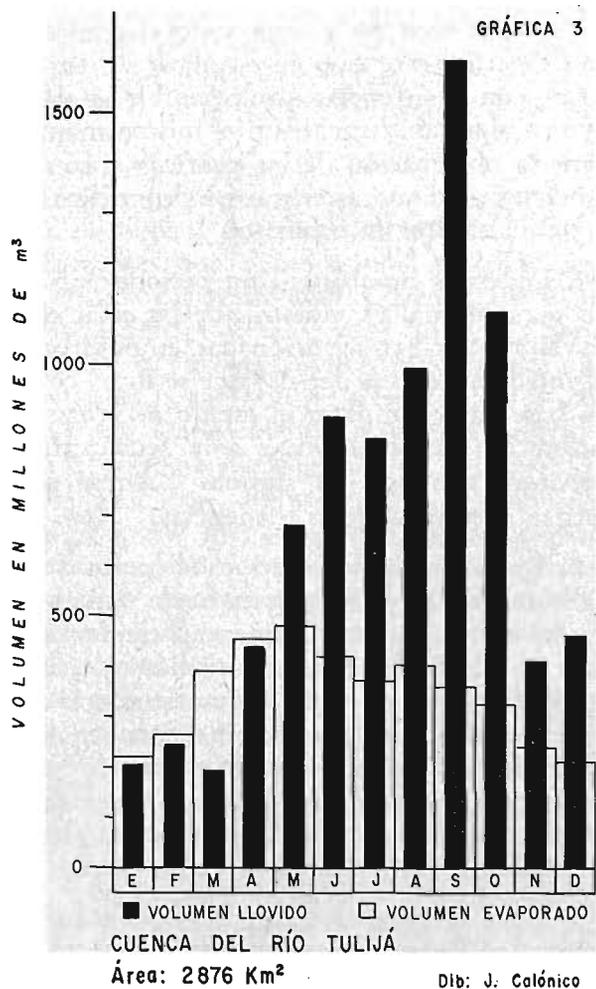
La gráfica 3 pertenece a las condiciones de la cuenca del río Tulijá en donde el clima es bastante húmedo, condición que provoca la disminución del poder evaporante de la atmósfera y, como se ve en la gráfica, durante más de la mitad del año la precipitación sobrepasa a la evaporación potencial que en este caso puede considerarse equivalente a la evaporación real.

La distribución de la evaporación potencial, tanto en el espacio como a lo largo del año (gráficas 1, 2 y 3), hace ver cómo la orografía y la circulación de la atmósfera tienen una influencia decisiva en cuanto al mayor o menor poder evaporante de la atmósfera; ya al tratar la precipitación se vio cómo estos factores determinan el que una región sea más o menos lluviosa y así en una zona en la que la atmósfera sea húmeda, la evaporación no será tan intensa como en una zona cuya atmósfera sea seca.

Vegetación

La importancia de la vegetación en el agua de escurrimiento se refleja, como es bien sabido, en el régimen de las corrientes fluviales. En una cuenca virgen o cuyos recursos se explotan racionalmente, existe un equilibrio en el que la vegetación actúa como estabilizadora del flujo de agua y uniformiza el régimen estacional de las corrientes fluviales, debido a que su sistema radicular convierte al suelo en una especie de esponja que, además de ofrecer mayor facilidad para su infiltración, retarda su escurrimiento de manera que el agua fluye regularmente a los cauces de las corrientes.

Cuando la vegetación desaparece el suelo pierde su estructura original, de manera que se compacta y dificulta o impide la infiltración; como consecuencia el agua de escurri-



miento aumenta; por otra parte los aguaceros o tormentas producen grandes picos en los hidrogramas, fenómeno que se refleja en las crecidas o avenidas de los ríos que pueden llegar a causar inundaciones.

En lo que respecta al territorio de México en el mapa 3 se puede observar la vegetación de bosque que existía en 1893 y la que se tiene actualmente (1973)¹⁸

La deforestación que el país ha sufrido a lo largo de todo este tiempo es considerable sobre todo en la parte central. Los efectos, en lo que al escurrimiento se refiere, son difíciles de evaluar ya que desgraciadamente no existe la información pertinente para analizar el agua escurrida en relación con el cambio de cubierta vegetal, pues en algunos casos los registros hidrométricos están alterados por aprovechamientos hidrológicos efectuados aguas arriba y en otros las estaciones no se localizan en los sitios más convenientes o bien no poseen todo el equipo para efectuar este tipo de estudios; sin embargo, con la información disponible se ensayó en algunas cuencas. En el mismo mapa 3, de la observación de las gráficas correspondientes a distintas cuencas hidrográficas, se puede resaltar lo siguiente:

1. Los datos no abarcan un periodo óptimo para su análisis, puesto que las estaciones hidrométricas seleccionadas empezaron a funcionar después del año que se tomó como base para comparar el estado de la deforestación desde entonces a la fecha; sin embargo, aun así, en algunas cuencas se pueden observar ciertas tendencias.

2. En la vertiente interior del oeste del Valle de México existe una marcada tendencia del escurrimiento a aumentar, tendencia que no depende de la variación de la precipitación ya que ésta se mantiene más o menos estable. Se trata de una zona en la que en los últimos años ha ido extendiéndose parte de la ciudad de México, lo que lógicamente ha causado una deforestación y un desequilibrio hidrodinámico en la zona.¹⁹

3. Las cuencas de los ríos Mayo, Tacámbaro y San Pedro no revelan claramente una alteración del escurrimiento con respecto a

la precipitación. En el caso del río Mayo se advierte una disparidad entre ambos elementos y se nota una inclinación a aumentar en los volúmenes mínimos de escurrimiento anual y en los máximos de la época de avenidas. En el caso de la cuenca del río Tacámbaro, al comparar los volúmenes de las máximas avenidas con las precipitaciones que las produjeron, no se ve que tengan correlación y sí que los volúmenes mínimos ocasionados por las mismas aumentan a través del tiempo; no obstante el periodo de observación en ambas unidades hidrográficas es muy corto para poder emitir un juicio definitivo y por otro lado las tres cuencas analizadas tienen un área muy extensa, factor que dificulta detectar la influencia de la deforestación o uso del suelo en el escurrimiento.

4. Se puede afirmar, pese a las limitaciones que existen para poder hacer una buena comparación, que la supresión de la vegetación para uso urbano del suelo, afecta más al escurrimiento que el uso agrícola del mismo, ya que en el primero el cambio de cubierta del suelo es definitivo; en cambio en el segundo lo que varía es el tipo de cubierta vegetal y de su manejo depende la mayor o menor influencia en el agua de escurrimiento.

5. La cuenca del río El Marqués muestra una zona con bosque y su efecto en la regulación de la escorrentía se puede ver en la gráfica correspondiente. La corriente está alimentada por manantiales que reflejan la propiedad de almacenamiento que representa la vegetación, así se observa que la parte del agua precipitada destinada al escurrimiento se traduce en éste con cierto retraso.

II. RED HIDROGRÁFICA

En el mapa 4 se presenta, de manera general la red hidrográfica de México²⁰ cuya

¹⁸ Aceves, G. M., 1974.

¹⁹ Maderey, R. L. E., 1974, pp. 130-136.

²⁰ Benassini, A. y Quintero G. A., SRH. 1957, pp. 107-116. Comisión Hidrológica del Valle de México, 1964, p. 223.

fisonomía obedece a las características fisiográficas del país, esencialmente, a la precipitación y a la fisiografía. En él se pueden observar las siguientes peculiaridades:

1. Se distinguen tres vertientes, dos exteriores y una interior. Las exteriores corresponden, una al Océano Pacífico y otra al Océano Atlántico. La interior pertenece en gran parte al norte de la altiplanicie, aunque se encuentran otras cuencas cerradas en el centro y sur del país. El caso de la cuenca del Valle de México es especial ya que originalmente constituía una cuenca cerrada que posteriormente, por medio de obras artificiales fue drenada hacia el sistema fluvial del río Pánuco de la vertiente del Océano Atlántico. En la actualidad capta no sólo las corrientes de la propia Cuenca del Valle de México, sino también los cuerpos de agua de las cuencas de Apan, Tecocomulco y Tochac, originalmente cerradas.

2. Aun cuando la escala del mapa sólo permite representar las principales corrientes fluviales del país, se pueden advertir algunas zonas arreicas en las que la red fluvial no está definida. Estas zonas son la altiplanicie mexicana con excepción de la parte centro-oeste, la parte central de la península de Baja California y la península de Yucatán. En los dos primeros casos, la situación existe por la posición geográfica del territorio, ya que es precisamente donde se localiza el cinturón de las calmas tropicales en donde los vientos son descendentes e impiden la precipitación y por lo tanto la evaporación es intensa; además en la altiplanicie también influye la existencia de la Sierra Madre Oriental que evita el paso de los vientos húmedos provenientes del Golfo de México en la época de los monzones y ciclones tropicales, fenómenos de circulación regional que afectan al país. En este caso también se encuentran otras pequeñas zonas en el centro del territorio situadas precisamente a sotavento de los sistemas montañosos, como la región de Los Llanos de San Juan, también denominada Valle de Oriental, Libres y El Seco. El carácter arreico de la península de Yucatán obedece a su constitución geológica, que como ya se men-

cionó es de naturaleza muy permeable, por lo que no permite el desarrollo de una red de drenaje superficial.

3. La longitud de los cursos de los ríos es en la mayoría de los casos corta, dada la disposición general de los sistemas montañosos que constituyen al país. En lo que se refiere al sistema de avenamiento en su conjunto, es aventurado generalizar; sin embargo, su apariencia corresponde a un diseño dendrítico, más desarrollado en las cabecezas, pertenecientes a zonas montañosas, que en los cursos bajos de los ríos que ya serpentean por llanuras, lo cual denota un relieve accidentado constituido por formaciones geológicas de ciertas características, aunque en la parte sur de la llanura costera del Golfo de México destacan la falta de relieve y las peculiaridades del terreno, pues el diseño de avenamiento deja de ser dendrítico para convertirse en desordenado.

III. RED HIDROMÉTRICA

La red hidrométrica de México es muy vasta; con objeto de dar una idea de ella, en el mapa 5 se presentan 577 del total de estaciones que componen el sistema; éstas tienen la particularidad de estar todas situadas en cauces de corrientes fluviales y tener más de 10 años de funcionamiento. Por otra parte en la tabla III se presentan datos geográficos complementarios de las mismas.²¹

Al examinar la distribución geográfica de las estaciones hidrométricas, se advierte cómo existe una concentración en la parte central del país, en donde la actividad agrícola es más intensa y la densidad de población es mayor y como consecuencia es más necesario conocer la cantidad de agua con que se cuenta, para así poder disponer de ella con más medida.

Por lo que se observa, la instalación de las estaciones hidrométricas hasta ahora ha obedecido, más bien, en la mayoría de los

²¹ SRH. Comisión del Papaloapan. Boletín Hidrométrico núm. 18. SRH. Jefatura de Irrigación y Control de Ríos. Boletines Hidrológicos núms. 20, 27-29, 30-36, 38-44 y 46-52.

casos, a la necesidad del control del agua para la realización de proyectos de aprovechamiento, generalmente inmediatos, pero también sería muy conveniente ampliar esta red extendiéndola a cuencas poco examinadas en este sentido y a la vez utilizar la red

ya existente para estudios de investigación, estableciendo cuencas experimentales y representativas, con las que se pudiera conocer realmente el comportamiento del agua de escurrimiento y así mejorar su utilización.²²

²² La Secretaría de Recursos Hidráulicos, por conducto de la Subsecretaría de Planeación, ha iniciado algunos estudios en cuencas experimentales, entre cuyos objetivos está el de mejorar el uso del agua.

TABLA III. INFORMACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES HIDROMETRICAS.

| No. | ESTACION Y ESTADO EN EL QUE SE LOCALIZA | COORDENADAS GEOGRAFICAS | | | Altitud m * | CUENCA GENERAL | CORRIENTE | AREA DRENADA Km ² | PERIODO DE FUNCIONAMIENTO | |
|-----|---|-------------------------|--------------|----------|---------------------------|---------------------------------|-----------|------------------------------|---------------------------|----------------------|
| | | Latitud | Longitud | | | | | | Datos de Acarreo | Volumenes Escurridos |
| 1 | Lindero Internacional con EUA, BCN. | 32° 32' 30" | 117° 02' 30" | 0.00 | Río Tijuana | Río Tijuana | 4 432 | - | 1960-1975 | |
| 2 | California, BCN. | 32° 33' 08" | 117° 05' 06" | 4.61 | Río Tijuana | Río Tijuana | 4 465 | - | 1960-1975 | |
| 3 | Agua Caliente, BCN. | 32° 06' 54" | 116° 23' 45" | | Río Guadalupe | Arroyo Guadalupe | 353 | 1967-1975 | 1948-1975 | |
| 4 | Boquilla de Santa Rosa, BCN. | 32° 01' 42" | 116° 45' 16" | | Río Guadalupe | Río Guadalupe | 1 930 | 1967-1975 | 1962-1975 | |
| 5 | San Carlos, BCN. | 31° 49' 00" | 116° 26' 30" | | Arroyo San Carlos | Arroyo San Carlos | 685 | 1966-1975 | 1961-1975 | |
| 6 | San Vicente, BCN. | 31° 23' 15" | 116° 09' 15" | | Arroyo San Isidro | Arroyo San Isidro | 1 230 | - | 1960-1975 | |
| 7 | Santo Domingo, BCN. | 30° 46' 00" | 115° 52' 00" | | Arroyo Santo Domingo | Arroyo Santo Domingo | 1 100 | 1967-1975 | 1949-1975 | |
| 8 | El Ojo de Agua BCS | 26° 20' 00" | 111° 59' 20" | | Arroyo Cadegomo | Arroyo de la Purísima | 1 378 | - | 1945-1975 | |
| 9 | Piedras Coloradas, BCS. | 26° 16' 00" | 110° 04' 00" | | Arroyo San Jacinto | Arroyo Piedras Coloradas | 120 | - | 1960-1975 | |
| 10 | San Jacinto, BCS. | 23° 14' 30" | 110° 02' 45" | | Arroyo San Jacinto | Arroyo Las Parritas | 35 | - | 1945-1975 | |
| 11 | Lindero Internacional Norte; BCN. | 32° 43' 00" | 114° 43' 00" | | Río Colorado | Río Colorado | 631 960 | 1960-1975 | 1960-1975 | |
| 12 | Morelos, BCN. | 32° 41' 36" | 114° 44' 00" | 0.00 | Río Colorado | Río Colorado | 631 960 | - | 1960-1975 | |
| 13 | Lindero Internacional Sur; BCN. | 32° 29' 45" | 114° 48' 45" | 0.00 | Río Colorado | Río Colorado | 631 960 | 1960-1975 | 1960-1975 | |
| 14 | M.C. Rodríguez, BCN. | 32° 17' 42" | 115° 01' 00" | 0.00 | Río Colorado | Río Colorado | 631 960 | 1960-1975 | 1960-1975 | |
| 15 | El Marítimo, BCN. | 32° 06' 00" | 115° 12' 30" | 3.00 | Río Colorado | Río Colorado | 631 960 | - | 1960-1975 | |
| 16 | Lindero Internacional, BCN. | 32° 40' 36" | 115° 22' 06" | | Mar del Salton | Río Alamo | - | - | 1960-1975 | |
| 17 | Línea Divisoria, BCN. | 32° 39' 54" | 115° 30' 00" | | Mar del Salton | Río Nuevo | - | - | 1960-1975 | |
| 18 | Sonoita, Presa Derivadora Son. | 31° 51' 30" | 112° 48' 00" | 195.00 | Río Sonoita | Río Sonoita | 9 095 | - | 1962-1975 | |
| 19 | Pitiquitos II, Son. | 30° 41' 30" | 112° 06' 00" | | Río de la Concepción | Río de la Asunción | 16 616 | 1960-1975 | 1960-1975 | |
| 20 | El Orégano, Son. | 29° 14' 00" | 110° 42' 15" | 271.50 | Río Sonora | Río Sonora | 11 606 | 1941-1949 | 1941-1975 | |
| 21 | Punta de Agua, Son. | 28° 25' 30" | 110° 24' 30" | | Arroyo de Matape | Arroyo de Matape | 3 074 | 1960-1975 | 1957-1975 | |
| 22 | Abraham González, Chih. | 28° 30' 00" | 107° 28' 30" | 2 012.30 | Río Yaquí | Río Papigochic | 1 813 | - | 1963-1975 | |
| 23 | La Junta, Chih. | 28° 45' 30" | 107° 59' 00" | | Río Yaquí | Río Papigochic | 8 713 | 1942-1975 | 1936-1975 | |
| 24 | Guapoca, Chih. | 29° 08' 30" | 108° 18' 00" | 1 240.60 | Río Yaquí | Río Papigochic | 10 598 | - | 1957-1975 | |
| 25 | La Guadalupe, Son. | 28° 57' 00" | 108° 42' 30" | | Río Yaquí | Río Papigochic | 15 270 | - | 1957-1975 | |
| 26 | El Novillo II, Son. | 28° 55' 30" | 109° 37' 45" | 186.90 | Río Yaquí | Río Yaquí | 57 908 | - | 1964-1975 | |
| 27 | Nacorí, Son. | 29° 27' 30" | 109° 04' 30" | 520.00 | Río Papigochic o Aros | Arroyo Nacorí Chico | 539 | - | 1962-1975 | |
| 28 | La Angostura II, Son. | 30° 25' 30" | 109° 22' 10" | 764.30 | Río Yaquí | Río Bavispe | 18 395 | - | 1943-1975 | |
| 29 | Cándido, Son. | 29° 11' 00" | 109° 15' 00" | | Río Yaquí | Río Sahuaripa | 2 853 | - | 1964-1975 | |
| 30 | Tres Hermanos, Son. | 27° 12' 15" | 109° 11' 45" | 70.20 | Río Mayo | Río Mayo | 11 041 | 1949-1955 | 1941-1975 | |
| 31 | Tezocoma, Son. | 27° 41' 00" | 109° 14' 00" | 261.00 | Río Mayo | Arroyo Quiriego | 901 | - | 1961-1975 | |
| 32 | San Francisco, Sin. | 26° 54' 00" | 108° 07' 45" | | Río Fuerte | Río Fuerte | 17 531 | 1946-1975 | 1941-1975 | |
| 33 | Huites, Sin. | 26° 54' 15" | 108° 21' 00" | | Río Fuerte | Río Fuerte | 26 020 | 1941-1975 | 1941-1975 | |
| 34 | Las Cañas, Sin. | 26° 28' 20" | 108° 35' 20" | 78.70 | Río Fuerte | Río Fuerte | 29 529 | - | 1948-1975 | |
| 35 | Bocatoma Sufragio, Sin. | 26° 04' 25" | 108° 46' 45" | | Río Fuerte | Río Fuerte | 733 590 | - | 1952-1975 | |
| 36 | San Miguel Zapotitlán, Sin. | 25° 57' 15" | 109° 03' 15" | | Río Fuerte | Río Fuerte | 733 590 | - | 1960-1975 | |
| 37 | Batopilas, Chih. | 27° 01' 20" | 107° 44' 15" | | Río Fuerte | Río Batopilas | 2 033 | - | 1952-1975 | |
| 38 | Urique II, Chih. | 27° 13' 00" | 107° 54' 45" | | Río Fuerte | Río Urique | 4 202 | - | 1955-1975 | |
| 39 | Chinipas, Chih. | 27° 25' 00" | 108° 32' 30" | 371.40 | Río Fuerte | Río Oteros | 5 098 | 1967-1975 | 1952-1975 | |
| 40 | Palo Dulce, Chih. | 27° 00' 30" | 108° 24' 00" | | Río Fuerte | Río Chinipas | 6 323 | - | 1957-1975 | |
| 41 | Choix, Sin. | 26° 44' 10" | 108° 19' 45" | | Río Fuerte | Río Choix | 1 403 | 1963-1975 | 1955-1975 | |
| 42 | Bamcori, Sin. | 26° 22' 30" | 108° 30' 00" | | Río Fuerte | Arroyo Basoten | 223 | - | 1951-1975 | |
| 43 | La Tina, Sin. | 26° 12' 00" | 108° 37' 15" | | Río Fuerte | Arroyo Sivajahuic | 275 | - | 1959-1975 | |
| 44 | Agua Caliente de Lanfar, Sin. | 26° 48' 00" | 108° 25' 45" | | Río Fuerte | Río Fuerte | 37 803 | - | 1960-1975 | |
| 45 | Tecusiapa, Sin. | 25° 51' 20" | 107° 22' 35" | 597.90 | Río Sinaloa | Río Sinaloa o Petatlán | 3 773 | - | 1958-1975 | |
| 46 | Toahayana, Sin. | 26° 10' 15" | 107° 42' 15" | 326.40 | Río Sinaloa | Río Sinaloa o Petatlán | 5 281 | - | 1957-1975 | |
| 47 | Jaina, Sin. | 25° 54' 00" | 108° 00' 50" | 119.80 | Río Sinaloa | Río Sinaloa | 8 179 | 1941-1975 | 1941-1975 | |
| 48 | Los Molinos, Sin. | 25° 50' 30" | 107° 23' 00" | 597.40 | Río Sinaloa | Arroyo Los Molinos o del Sabino | 501 | - | 1958-1975 | |
| 49 | Naranjo, Sin. | 25° 48' 10" | 108° 28' 10" | 38.20 | Río Sinaloa | Arroyo Ocoroni | 2 064 | - | 1939-1975 | |
| 50 | Zopilote, Sin. | 25° 44' 30" | 108° 21' 35" | 31.20 | Río Sinaloa | Arroyo Cabrera | 666 | - | 1939-1975 | |
| 51 | Guamichil, Sin. | 25° 28' 10" | 108° 05' 30" | 32.50 | Río Mocorito | Río Mocorito | 1 645 | 1961-1975 | 1938-1975 | |
| 52 | Pericos, Sin. | 25° 05' 35" | 107° 41' 40" | | Laguna Caimanero | Arroyo Pericos | 270 | - | 1960-1975 | |
| 53 | Chico Rufz, Sin. | 25° 07' 20" | 107° 45' 30" | | Laguna Caimanero | Arroyo Chico Rufz | 391 | - | 1964-1975 | |
| 54 | El Varejonal, Sin. | 25° 05' 10" | 107° 23' 45" | | Río Culiacán | Río Humaya o Culiacán | 10 987 | - | 1960-1975 | |
| 55 | Palos Blancos, Sin. | 24° 55' 30" | 107° 23' 05" | | Río Culiacán | Río Humaya o Culiacán | 11 409 | 1939-1975 | 1938-1975 | |
| 56 | Tamazula, Dgo. | 24° 56' 00" | 106° 58' 30" | | Río Culiacán | Río Tamazula | 2 241 | - | 1962-1975 | |
| 57 | Sonaloma, Sin. | 24° 48' 00" | 107° 09' 45" | | Río Culiacán | Río Tamazula | 3 657 | 1944-1947 | 1944-1975 | |
| 58 | El Bledal, Sin. | 24° 48' 15" | 107° 08' 45" | | Río Culiacán | Arroyo El Bledal | 371 | - | 1937-1975 | |
| 59 | Badiraguato, Sin. | 25° 20' 00" | 107° 32' 15" | 23.00 | Río Culiacán | Río Badiraguato | 1 018 | - | 1959-1975 | |
| 60 | Santa Cruz, Sin. | 24° 29' 05" | 106° 57' 10" | | Río San Lorenzo | Río San Lorenzo | 8 919 | 1948-1975 | 1943-1975 | |
| 61 | Acatitán, Sin. | 24° 02' 50" | 106° 39' 15" | | Río Elota | Río Elota | 1 844 | 1959-1975 | 1954-1975 | |
| 62 | Piactla, Sin. | 23° 56' 00" | 106° 25' 30" | 16.00 | Río Piactla | Río Piactla | 5 307 | - | 1958-1975 | |
| 63 | Ixpalino, Sin. | 23° 57' 20" | 106° 35' 45" | | Río Piactla | Río Piactla | 6 166 | 1959-1975 | 1952-1975 | |
| 64 | El Quelite, Sin. | 23° 30' 45" | 106° 29' 00" | | Río Quelite | Río Quelite | 835 | 1963-1975 | 1960-1975 | |
| 65 | Siqueiros, Sin. | 23° 00' 30" | 106° 15' 00" | | Río Presidio | Río Presidio | 5 614 | - | 1955-1975 | |
| 66 | Las Habitas, Sin. | 23° 01' 30" | 105° 45' 00" | | Río Baluarte | Río Baluarte | 3 535 | - | 1964-1975 | |
| 67 | Baluarte II, Sin. | 22° 59' 00" | 105° 50' 30" | | Río Baluarte | Río Baluarte | 4 653 | 1956-1975 | 1947-1975 | |
| 68 | Acaponeta, Nay. | 22° 29' 00" | 105° 20' 30" | 19.40 | Río Acaponeta | Río Acaponeta | 5 092 | 1956-1975 | 1945-1975 | |
| 69 | El Bejuco, Nay. | 22° 00' 45" | 105° 09' 00" | | Río Bejuco | Río Bejuco | 334 | - | 1958-1975 | |
| 70 | Caborca, Dgo. | 24° 31' 00" | 104° 47' 15" | | Río Mezquital | Río de la Saucedá | 643 | 1959-1975 | 1949-1975 | |
| 71 | Peña del Águila, Dgo. | 24° 12' 30" | 104° 40' 24" | | Río Mezquital o San Pedro | Río de la Saucedá | 2 616 | - | 1953-1975 | |
| 72 | San Pedro, Nay. | 21° 58' 00" | 105° 09' 00" | 11.40 | Río San Pedro | Río San Pedro | 25 800 | 1960-1975 | 1944-1975 | |
| 73 | El Pino, Dgo. | 24° 37' 15" | 104° 51' 30" | | Río Mezquital | Arroyo El Mimbres | 74 | - | 1962-1975 | |
| 74 | El Pueblito, Dgo. | 23° 57' 48" | 104° 43' 15" | 1 883.90 | Río Mezquital | Río El Tunal | 1 810 | - | 1960-1975 | |
| 75 | San Felipe, Dgo. | 24° 00' 00" | 104° 35' 56" | | Río Mezquital | Río El Tunal | 2 008 | - | 1943-1975 | |
| 76 | Refugio Salcido, Dgo. | 23° 59' 00" | 104° 31' 00" | | Río Mezquital | Río Santiago | 1 052 | - | 1943-1975 | |
| 77 | Vicente Guerrero, Dgo. | 23° 44' 48" | 103° 58' 13" | | Río Mezquital | Río Síchil | 1 868 | - | 1961-1975 | |
| 78 | Graseros, Dgo. | 23° 44' 48" | 104° 01' 47" | | Río Mezquital | Río Graseros | 598 | - | 1961-1975 | |
| 79 | Atenco, Méx. | 19° 10' 55" | 99° 30' 45" | 2 571.73 | Río Lerma | Río Lerma | 406 | - | 1942-1975 | |
| 80 | Puente Carretera II, Méx. | 19° 16' 45" | 99° 31' 25" | 2 569.94 | Río Lerma | Río Lerma | 885 | - | 1963-1975 | |
| 81 | La "Y", Méx. | 19° 24' 22" | 99° 35' 22" | 2 569.97 | Río Lerma | Río Lerma | 1 582 | 1960-1970 | 1960-1975 | |
| 82 | Puente Atlacomulco, Méx. | 19° 47' 20" | 99° 53' 35" | 2 520.00 | Río Lerma | Río Lerma | 4 436 | 1963-1970 | 1947-1975 | |
| 83 | Temascalcingo, Méx. | 19° 54' 52" | 100° 01' 15" | 2 364.00 | Río Lerma | Río Lerma | 4 851 | - | 1962-1975 | |
| 84 | Temascales, Mich. | 20° 03' 30" | 100° 09' 00" | 2 410.00 | Río Lerma | Río Lerma | 5 275 | - | 1942-1975 | |
| 85 | El Tambor, Mich. | 19° 59' 40" | 100° 14' 15" | | Río Lerma | Río Lerma | 5 645 | - | 1927-1975 | |
| 86 | Braniff, Gto. | 20° 02' 30" | 100° 41' 45" | | Río Lerma | Río Lerma | 8 611 | 1960-1975 | 1956-1975 | |
| 87 | Salvatierra, Gto. | 20° 13' 00" | 100° 54' 15" | | Río Lerma | Río Lerma | 9 305 | - | 1942-1975 | |
| 88 | Salamanca II, Gto. | 20° 34' 00" | 101° 12' 00" | | Río Lerma | Río Lerma | 22 033 | - | 1939-1975 | |
| 89 | Corrales, Mich. | 20° 11' 45" | 101° 48' 15" | 1 672.50 | Río Lerma | Río Lerma | 34 153 | 1940-1975 | 1930-1975 | |
| 90 | Yurécuaro II, Gto. | 20° 20' 15" | 102° 15' 30" | | Río Lerma | Río Lerma | 36 176 | 1960-1975 | 1959-1975 | |
| 91 | Corona, Jal. | 20° 24' 15" | 103° 05' 00" | 1 516.70 | Río Santiago | Río Santiago | 47 386 | - | 1926-1975 | |
| 92 | Pericos, Gto. | 20° 31' 30" | 101° 06' 30" | | Río Lerma | Río de la Laja | 9 651 | - | 1928-1975 | |
| 93 | El Batán, Qro. | | | | Río Lerma | Río de la Laja | | | | |
| 94 | Las Américas, Gto. | 20° 51' 00" | 101° 19' 00" | | Río Lerma | Río de la Laja | | | | |
| 95 | Silao, Gto. | 20° 57' 30" | 101° 26' 30" | 1 800.00 | Río Lerma | Río Guanajuato | 528 | - | 1962-1975 | |
| 96 | La Patifia, Gto. | 21° 10' 30" | 101° 42' 00" | 1 837.40 | Río Lerma | Río Silao | 372 | - | 1957-1975 | |
| 97 | Las Adjuntas, Gto. | 20° 40' 45" | 101° 51' 15" | | Río Lerma | Arroyo La Patifia | 91 | - | 1955-1975 | |
| 98 | Los Castillos, Gto. | 21° 10' 30" | 101° 40' 45" | 1 855.20 | Río Lerma | Río Turbio | 2 913 | - | 1943-1975 | |
| 99 | Angamcutiro, Mich. | 20° 07' 55" | 101° 42' 15" | | Río Lerma | Arroyo Los Castillos | 128 | - | 1947-1975 | |
| 100 | Caméscuro, Mich. | 19° 55' 00" | 102° 12' 45" | | Río Lerma | Río Angulo | 2 064 | - | 1955-1975 | |
| 101 | Huascato, Jal. | 20° 29' 00" | 102° 15' 15" | | Río Lerma | Río Duero | 1 221 | 1960-1975 | 1943-1975 | |
| 102 | La Estanzuela, Mich. | 20° 07' 00" | 102° 22' 15" | 1 551.00 | Río Lerma | Río Huascato | 312 | 1965-1975 | 1964-1975 | |
| 103 | Urepetiro II, Mich. | 19° 57' 00" | 102° 09' 15" | | Río Lerma | Río Huascato | 2 198 | 1956-1975 | 1936-1975 | |
| 104 | Jacona, Mich. | 19° 59' 00" | 102° 18' 15" | | Río Lerma | Río Tlazazalca | 479 | - | 1960-1975 | |
| 105 | Atoyac, Jal. | 20° 01' 00" | 103° 29' 00" | | Río Lerma | Río Celio | 126 | 1960-1975 | 1942-1975 | |
| 106 | El Salto, Jal. | 20° 31' 35" | 103° 10' 07" | | Laguna de Sayula | Río Atoyac | 157 | 1960-1975 | 1942-1975 | |
| 107 | Las Juntas, Jal. | 20° 43' 55" | 103° 16' 30" | | Río Santiago | Río Santiago | 48 541 | - | 1950-1975 | |
| 108 | San Cristóbal II, Jal. | 21° 02' 20" | 103° 25' 45" | | Río Santiago | Río Santiago | 49 834 | - | 1951-1975 | |
| 109 | Santa Rosa II, Jal. | 20° 55' 20" | 103° 43' 35" | | Río Santiago | Río Santiago | 71 783 | 1960-1975 | 1960-1975 | |
| 110 | Paso Anasco, Jal. | 21° 07' 20" | 103° 59' 25" | 508.66 | Río Santiago | Río Santiago | 82 359 | 1963-1971 | 1958-1975 | |
| 111 | Yesca, Jal. | 21° 11' 35" | 104° 05' 25" | | Río | | | | | |

T A B L A III. C O N T I N U A C I O N

| No. | ESTACION Y ESTADO EN EL QUE SE LOCALIZA | COORDENADAS GEOGRAFICAS | | | CUENCA GENERAL | CORRIENTE | AREA DRENADA Km ² | PERIODO DE FUNCIONAMIENTO | |
|-----|---|-------------------------|--------------|-------------|------------------|-------------------------------|------------------------------|---------------------------|----------------------|
| | | Latitud | Longitud | Altitud m * | | | | Datos de Acarreos | Volumenes Esgurridos |
| 121 | Calerita, Jal. | 21° 28' 30" | 102° 35' 35" | 1 747.00 | Río Santiago | Río Teocaltiche | 284 | - | 1964-1975 |
| 122 | Cuarenta, Jal. | 21° 29' 20" | 101° 45' 10" | | Río Santiago | Río de los Lagos | 1 703 | - | 1965-1975 |
| 123 | Lagos, Jal. | 21° 21' 45" | 101° 54' 50" | 1 866.00 | Río Santiago | Río de los Lagos | 2 397 | - | 1950-1975 |
| 124 | San Gaspar, Jal. | 21° 17' 05" | 102° 29' 50" | | Río Santiago | Río de los Lagos | 4 390 | - | 1941-1975 |
| 125 | Valle de Guadalupe, Jal. | 20° 58' 50" | 102° 36' 35" | | Río Santiago | Río del Valle | 394 | - | 1941-1975 |
| 126 | La Experiencia, Jal. | 20° 43' 45" | 103° 19' 45" | 1 540.00 | Río Santiago | Río San Juan de Dios | 217 | - | 1963-1975 |
| 127 | Agua Blanca, Zac. | 21° 59' 30" | 102° 54' 00" | | Río Santiago | Río Juchipila | 2 754 | - | 1961-1975 |
| 128 | Tecomate, Zac. | 21° 35' 32" | 103° 03' 00" | | Río Santiago | Río Juchipila | 5 775 | - | 1948-1975 |
| 129 | La Boquilla, Jal. | 21° 03' 30" | 103° 23' 50" | | Río Santiago | Río Juchipila | 8 534 | 1960-1975 | 1948-1975 |
| 130 | La Codorniz, Ags. | 21° 59' 20" | 102° 41' 00" | 1 780.00 | Río Santiago | Río La Labor | 173 | - | 1963-1975 |
| 131 | Achoquen, Zac. | 21° 31' 17" | 103° 04' 35" | | Río Santiago | Arroyo San Nicolás | 142 | - | 1950-1975 |
| 132 | Quixtla, Jal. | 21° 03' 05" | 103° 26' 30" | | Río Santiago | Río Quixtla | 854 | - | 1951-1975 |
| 133 | Boca del Tesorero, Zac. | 22° 49' 31" | 102° 57' 28" | | Río Santiago | Río Jeréz | 467 | - | 1965-1975 |
| 134 | La Gloria, Jal. | 22° 04' 05" | 103° 23' 47" | 1 465.10 | Río Santiago | Río Colotlán | 3 105 | 1960-1975 | 1954-1975 |
| 135 | Bolaños, Jal. | 21° 49' 30" | 103° 47' 00" | 850.96 | Río Santiago | Río Bolaños | 11 900 | 1961-1975 | 1947-1975 |
| 136 | El Caimán, Nay. | 21° 12' 05" | 104° 04' 50" | | Río Santiago | Río Bolaños | 14 755 | 1956-1975 | 1948-1975 |
| 137 | Excame, Zac. | 21° 39' 40" | 103° 20' 55" | 1 661.71 | Río Santiago | Río Tlaltenango | 753 | - | 1950-1975 |
| 138 | El Zapote, Jal. | 22° 03' 56" | 103° 23' 55" | 1 463.02 | Río Santiago | Río Tlaltenango | 2 553 | 1960-1975 | 1954-1975 |
| 139 | La Villita, Zac. | 21° 35' 00" | 103° 21' 09" | 1 772.99 | Río Santiago | Arroyo La Villita | 208 | - | 1960-1975 |
| 140 | La Florida, Zac. | 22° 41' 11" | 103° 36' 13" | 1 853.50 | Río Santiago | Río Valparaiso | 1 792 | 1961-1975 | 1954-1975 |
| 141 | Cerro Blanco, Nay. | 21° 24' 54" | 104° 34' 22" | | Río Santiago | Río Mojarras | 196 | 1964-1975 | 1962-1975 |
| 142 | El Platanito, Zac. | 22° 34' 05" | 104° 03' 47" | 875.33 | Río Santiago | Río San Juan | 5 796 | 1968-1975 | 1954-1975 |
| 143 | Huaynamota II, Nay. | 21° 51' 15" | 104° 42' 55" | | Río Santiago | Río Huaynamota | 17 125 | 1960-1968 | 1958-1975 |
| 144 | El Pinito, Jal. | 22° 36' 32" | 103° 56' 31" | 1 858.32 | Río Santiago | Río Huejuquilla | 190 | - | 1964-1975 |
| 145 | Mololoa, Nay. | 21° 30' 10" | 104° 52' 45" | | Río Santiago | Río Tepic | 443 | - | 1958-1975 |
| 146 | Jumatán, Nay. | 21° 34' 00" | 105° 00' 30" | 371.00 | Río San Blas | Río Ingenio | 93 | - | 1951-1975 |
| 147 | Paso de Arocha, Nay. | 21° 17' 00" | 105° 04' 30" | | Río Huicicila | Río Huicicila | 522 | 1964-1975 | 1949-1975 |
| 148 | La Vega II, Jal. | 20° 35' 30" | 103° 51' 00" | | Río Ameca | Río Ameca | 760 | - | 1956-1975 |
| 149 | Las Gaviotas II, Nay. | 20° 54' 30" | 105° 07' 30" | | Río Ameca | Río Ameca | 9 329 | 1959-1975 | 1953-1975 |
| 150 | Puente Ferrocarril II, Jal. | 20° 35' 30" | 103° 51' 30" | | Río Ameca | Río Ahualulco | 243 | 1963-1975 | 1956-1975 |
| 151 | El Salitre, Jal. | 20° 32' 00" | 103° 52' 00" | | Río Ameca | Río Cocula | 643 | - | 1962-1975 |
| 152 | San Martín Hidalgo, Jal. | 20° 26' 30" | 103° 56' 30" | | Río Ameca | Río San Martín | 120 | 1963-1975 | 1962-1975 |
| 153 | La Desemboscada, Jal. | 20° 44' 00" | 105° 09' 30" | | Río Ameca | Río Mascota | 2 056 | 1964-1975 | 1949-1975 |
| 154 | Cajón de Peña, Mágina Izquierda, Jal. | 20° 00' 00" | 105° 04' 30" | | Río Tomatlán | Río Tomatlán | 1 102 | 1961-1975 | 1954-1975 |
| 155 | Tomatlán, Jal. | 19° 56' 00" | 105° 15' 00" | | Río Tomatlán | Río Tomatlán | 1 406 | - | 1953-1975 |
| 156 | Higuera Blanca, Jal. | 19° 41' 30" | 105° 09' 30" | | Río San Nicolás | Río San Nicolás | 2 315 | - | 1958-1975 |
| 157 | El Chiflón, Jal. | 19° 37' 30" | 104° 33' 30" | | Río Purificación | Río Purificación | 324 | 1959-1975 | 1953-1975 |
| 158 | La Zopilota, Jal. | 19° 36' 00" | 104° 29' 30" | | Río Purificación | Arroyo La Zopilota | 99 | - | 1961-1975 |
| 159 | Tecomates, Jal. | 19° 33' 30" | 104° 30' 00" | | Río Purificación | Arroyo Tecomates | 117 | - | 1961-1975 |
| 160 | Cihuatlán, Jal. | 19° 14' 30" | 104° 34' 00" | | Río Cihuatlán | Río Cihuatlán | 2 028 | 1963-1975 | 1946-1975 |
| 161 | El Corcovado, Jal. | 19° 50' 30" | 104° 17' 30" | | Río Armería | Río Armería | 2 406 | - | 1955-1975 |
| 162 | Canoas, Jal. | 19° 31' 30" | 103° 53' 00" | | Río Armería | Río Armería | 7 523 | - | 1961-1975 |
| 163 | Las Peñitas II, Col. | 19° 19' 30" | 103° 49' 30" | | Río Armería | Río Armería | 8 108 | 1964-1975 | 1964-1975 |
| 164 | El Nogal, Jal. | 19° 53' 30" | 103° 48' 00" | | Río Armería | Río Tapalpa | 220 | 1960-1975 | 1943-1975 |
| 165 | El Rosario, Jal. | 19° 40' 40" | 103° 59' 30" | | Río Armería | Río Tuxcacuesco | 3 486 | 1963-1975 | 1963-1975 |
| 166 | Quitco II, Jal. | 19° 31' 30" | 103° 25' 00" | 1 030.00 | Río Coahuayana | Río Tuxpan | 2 442 | 1961-1975 | 1940-1975 |
| 167 | Callejones, Col. | 18° 48' 00" | 103° 37' 30" | | Río Coahuayana | Río Coahuayana | 6 835 | 1964-1975 | 1949-1975 |
| 168 | San Gregorio, Jal. | 19° 50' 00" | 103° 21' 00" | 1 841.50 | Río Coahuayana | Río Cobianes | 187 | 1963-1975 | 1944-1975 |
| 169 | Tamazulapan, Oax. | 17° 41' 30" | 97° 35' 15" | 1 902.90 | Río Balsas | Río del Oro | 335 | - | 1955-1975 |
| 170 | Tonalá, Oax. | 17° 41' 15" | 97° 56' 45" | | Río Balsas | Río Salado | 2 801 | - | 1963-1975 |
| 171 | Mariscala, Oax. | 17° 51' 30" | 98° 09' 00" | | Río Balsas | Río Mixteco | 6 608 | - | 1964-1975 |
| 172 | Tonahuitla, Pue. | 18° 11' 45" | 97° 53' 30" | | Río Balsas | Río Tizaa | 1 266 | - | 1964-1975 |
| 173 | Tlaxcala, Tlax. | 19° 19' 15" | 98° 14' 30" | 2 183.60 | Río Balsas | Río Zahuapan | 1 032 | - | 1961-1975 |
| 174 | Echeverría, Pue. | 18° 58' 15" | 98° 17' 00" | 2 065.60 | Río Balsas | Río Atoyac | 3 466 | - | 1942-1975 |
| 175 | Ixcamilpa, Pue. | 18° 02' 15" | 98° 42' 30" | 793.70 | Río Balsas | Río Tlapaneco | 4 947 | - | 1952-1975 |
| 176 | Teponahuazo, Gro. | 17° 36' 15" | 98° 30' 45" | | Río Balsas | Río Tlapaneco | 3 034 | - | 1964-1975 |
| 177 | A-3, San Miguel Ayala, Pue. | 18° 54' 30" | 98° 32' 00" | | Río Balsas | Río Ahuitzac | 43 | - | 1958-1975 |
| 178 | A-1, César Matadero, Pue. | 18° 52' 00" | 98° 33' 00" | | Río Balsas | Río César Matadero | 66 | - | 1958-1975 |
| 179 | A-2, Huilango, Pue. | 18° 51' 00" | 98° 35' 00" | | Río Balsas | Río Huitzilac | 43 | - | 1958-1975 |
| 180 | A-4, Alpanocan, Mor. | 18° 52' 30" | 98° 43' 00" | | Río Balsas | Barranca de Amatzinac | 48 | - | 1958-1975 |
| 181 | La Juntas I, Pue-Mor. | 18° 26' 30" | 98° 42' 00" | | Río Balsas | Río Nexapa | 2 352 | - | 1965-1975 |
| 182 | San Juan Tetelcingo, Gro. | 17° 55' 00" | 99° 31' 15" | 492.90 | Río Balsas | Río Mezcala | 45 362 | - | 1951-1975 |
| 183 | B-1, Achichipaco, Mor. | 18° 57' 00" | 98° 50' 00" | | Río Balsas | Barranca del Volcán | 113 | - | 1958-1975 |
| 184 | A-5, Huecahuasco, Méx. | 18° 56' 30" | 98° 46' 45" | | Río Balsas | Barranca del Volcán | 47 | - | 1958-1975 |
| 185 | B-2, Puente Ocuituco, Mor. | 18° 52' 30" | 98° 45' 30" | | Río Balsas | Barranca del Molino | 17 | - | 1958-1975 |
| 186 | Cuasutla, Mor. | 18° 48' 30" | 99° 57' 00" | | Río Balsas | Río Cuautla | 327 | - | 1952-1975 |
| 187 | La Cuera, Mor. | 18° 41' 00" | 98° 55' 00" | | Río Balsas | Río de la Cuera | 161 | - | 1960-1975 |
| 188 | B-3, Nepantla, Mé. | 18° 58' 45" | 98° 50' 00" | | Río Balsas | Barranca del Volcán de Otumba | 131 | - | 1958-1975 |
| 189 | Yautepec, Mor. | 18° 53' 45" | 99° 03' 00" | | Río Balsas | Río Yautepec | 546 | - | 1949-1975 |
| 190 | Temixco, Mor. | 18° 51' 15" | 99° 13' 15" | | Río Balsas | Río Apatlaco | 331 | - | 1956-1975 |
| 191 | Teclama, Mor. | 18° 50' 00" | 99° 16' 45" | | Río Balsas | Río Teclama | 64 | - | 1962-1975 |
| 192 | Alpuyeca, Mor. | 18° 44' 00" | 99° 15' 30" | | Río Balsas | Río Teclama | 104 | - | 1956-1975 |
| 193 | Zacatepec, Mor. | 18° 39' 00" | 99° 11' 45" | | Río Balsas | Río Apatlaco | 697 | 1963-1975 | 1955-1975 |
| 194 | Amacuzac, Mor. | 18° 36' 00" | 99° 22' 15" | | Río Balsas | Río Amacuzac | 2 372 | - | 1955-1975 |
| 195 | B-4, Ocuilán, Méx. | | | | Río Balsas | Río Chalma | | - | 1958-1975 |
| 196 | B-5, Zictepec, Méx. | 19° 03' 00" | 99° 35' 00" | 2 520.00 | Río Balsas | Río Zictepec | 10 | - | 1960-1975 |
| 197 | A-6, Santa María, Méx. | 19° 00' 00" | 99° 39' 00" | | Río Balsas | Río Texcaltenango | 36 | - | 1958-1975 |
| 198 | A-7, San Miguel, Méx. | 18° 58' 30" | 99° 40' 00" | | Río Balsas | Río Tintajo | 43 | - | 1958-1975 |
| 199 | Toma Tecomatepec, Méx. | 18° 56' 45" | 99° 43' 00" | 2 270.10 | Río Balsas | Río Tequimilpa | 61 | - | 1961-1975 |
| 200 | A-8, Totolmijac, Méx. | 18° 56' 00" | 99° 41' 00" | | Río Balsas | Río San Gaspar | 84 | Eventuales | 1958-1975 |
| 201 | A-9, El Molino, Méx. | 18° 55' 00" | 99° 49' 15" | 2 050.00 | Río Balsas | Río Ixtlahuaca | 36 | - | 1958-1975 |
| 202 | A-10, Texcaltitlán, Méx. | 18° 55' 45" | 99° 56' 30" | 2 394.00 | Río Balsas | Río Texcaltitlán | 110 | Eventuales | 1958-1975 |
| 203 | Santo Tomás, Gro. | 18° 05' 20" | 100° 13' 25" | 331.82 | Río Balsas | Río Balsas | 54 696 | 1959-1965 | 1953-1975 |
| 204 | San Cristóbal, Gro. | 18° 11' 15" | 100° 29' 10" | 377.45 | Río Balsas | Río Balsas | 58 211 | 1959-1975 | 1959-1975 |
| 205 | La Caimanera, Gro-Mich. | 18° 28' 00" | 100° 53' 30" | 287.24 | Río Balsas | Río Balsas | 77 313 | 1959-1975 | 1958-1975 |
| 206 | Infiernillo, Gro-Mich. | 18° 16' 30" | 101° 53' 36" | | Río Balsas | Río Balsas | 109 444 | - | 1955-1975 |
| 207 | Villita, Gro-Mich. | 18° 02' 36" | 102° 10' 36" | | Río Balsas | Río Balsas | 110 920 | - | 1961-1975 |
| 208 | Melchor Ocampo, Gro-Mich. | 17° 56' 50" | 102° 11' 10" | | Río Balsas | Río Balsas | | - | 1961-1975 |
| 209 | Ahuehuetpan, Gro. | 18° 20' 15" | 99° 38' 45" | | Río Balsas | Río Ahuehuetpan | 417 | 1958-1975 | 1953-1975 |
| 210 | Las Juntas, Gro. | 18° 17' 30" | 99° 39' 45" | | Río Balsas | Río Sabinos | 1 121 | 1958-1975 | 1954-1975 |
| 211 | Los Sabinos, Gro. | | | | Río Balsas | Río Sabinos | | - | 1954-1975 |
| 212 | Palos Altos II, Gro-Méx. | 18° 23' 30" | 100° 16' 00" | | Río Balsas | Río Poltutla | 1 598 | 1968-1975 | 1961-1975 |
| 213 | San Andrés, Gro. | 18° 02' 50" | 100° 31' 15" | 339.39 | Río Balsas | Río Ajuchitlán | 1 533 | 1957-1975 | 1957-1975 |
| 214 | Santa Fe, Gro. | 18° 05' 45" | 100° 40' 50" | | Río Balsas | Río Amuco | 916 | 1963-1975 | 1963-1975 |
| 215 | Chamacua, Gro. | 18° 15' 55" | 100° 41' 20" | | Río Balsas | Río Amuco | 1 158 | - | 1954-1975 |
| 216 | Coyol, Gro. | 18° 12' 36" | 100° 44' 25" | | Río Balsas | Río Cuirio | 518 | - | 1955-1975 |
| 217 | Tarátaro, Gro. | 18° 12' 30" | 100° 45' 30" | 321.44 | Río Balsas | Río Tarátaro | 477 | 1966-1975 | 1964-1975 |
| 218 | Río Grande, Mich. | 19° 34' 40" | 100° 27' 50" | 1 805.97 | Río Balsas | Río Grande | 944 | 1956-1975 | 1946-1975 |
| 219 | El Gallo, Gro. | 18° 41' 15" | 100° 40' 50" | | Río Balsas | Río Cutzamala | 10 739 | 1961-1975 | 1961-1975 |
| 220 | Río Chiquito, Mich. | 19° 34' 25" | 100° 27' 45" | 1 806.30 | Río Balsas | Río Anganguo | 248 | 1954-1975 | 1947-1975 |
| 221 | | | | | | | | | |

T A B L A I I I . C O N T I N U A C I O N

| No. | ESTACION Y ESTADO EN EL QUE SE LOCALIZA | COORDENADAS GEOGRAFICAS | | | CUENCA GENERAL | CORRIENTE | AREA DRENADA Km ² | PERIODO DE FUNCIONAMIENTO | |
|-----|---|-------------------------|--------------|-------------|-----------------------|--------------------------|------------------------------|---------------------------|----------------------|
| | | Latitud | Longitud | Altitud m * | | | | Datos de Acarreo | Volumenes Escurridos |
| 241 | La Unión, Gro. | 17° 59' 30" | 101° 49' 15" | | Río La Unión | Río La Unión | 1 091 | 1965-1975 | 1961-1975 |
| 242 | San Jeronimito, Gro. | 17° 33' 30" | 101° 20' 30" | 89.40 | Río San Jeronimito | Río San Jeronimito | 713 | - | 1960-1975 |
| 243 | Petatlán, Gro. | 17° 32' 10" | 101° 17' 00" | | Río San Jeronimito | Río Petatlán | 456 | - | 1953-1975 |
| 244 | Coyuquilla, Gro. | 17° 22' 30" | 101° 03' 30" | 88.90 | Río Coyuquilla | Río Coyuquilla | 564 | - | 1953-1975 |
| 245 | San Luis, Gro. | 17° 16' 15" | 100° 53' 30" | 89.80 | Río San Luis | Río San Luis | 900 | - | 1953-1975 |
| 246 | Tecpan, Gro. | 17° 15' 00" | 100° 37' 15" | | Río Tecpan | Río Tecpan | 1 117 | 1956-1975 | 1953-1975 |
| 247 | Atoyac, Gro. | 17° 12' 30" | 100° 26' 30" | | Río Atoyac | Río Atoyac | 733 | 1957-1958 | 1954-1975 |
| 248 | San Jerónimo, Gro. | 17° 08' 30" | 100° 28' 00" | 14.90 | Río Atoyac | Río Atoyac | 859 | 1958-1975 | 1958-1975 |
| 249 | Coyuca de Benítez, Gro. | 17° 00' 15" | 100° 05' 45" | 91.90 | Río Coyuca | Río Coyuca | 1 210 | - | 1953-1975 |
| 250 | Km 21 + 000, Gro. | 16° 56' 30" | 99° 47' 35" | 86.20 | Río de la Sabana | Río de la Sabana | 296 | 1967-1975 | 1953-1975 |
| 251 | Colotlipa, Gro. | 17° 24' 30" | 99° 10' 30" | 842.40 | Río Papagayo | Río Azul o Petaquillas | 812 | - | 1947-1975 |
| 252 | El Puente, Gro. | 17° 08' 45" | 99° 25' 00" | 191.90 | Río Papagayo | Río Omitlán | 4 016 | 1963-1975 | 1953-1975 |
| 253 | La Venta, Gro. | 17° 06' 15" | 99° 33' 30" | 98.60 | Río Papagayo | Río Papagayo | 6 509 | - | 1963-1975 |
| 254 | La Parota, Gro. | 16° 55' 45" | 99° 37' 30" | 93.60 | Río Papagayo | Río Papagayo | 7 067 | 1962-1975 | 1962-1975 |
| 255 | Nexpa, Gro. | 16° 47' 15" | 99° 11' 00" | 89.60 | Río Nexpa | Río Nexpa | 1 113 | - | 1964-1975 |
| 256 | Marquelia, Gro. | 16° 36' 30" | 98° 49' 30" | | Río Marquelia | Río Marquelia o San Luis | 1 103 | - | 1962-1975 |
| 257 | Las Juntas, Gro. | 16° 42' 15" | 98° 16' 00" | 54.60 | Río Ometepec o Grande | Río Santa Catarina | 2 514 | 1967-1975 | 1954-1975 |
| 258 | Quetzala, Gro. | 16° 39' 30" | 98° 30' 25" | | Río Ometepec o Grande | Río Quetzala | 1 995 | 1964-1975 | 1959-1975 |
| 259 | El Tomatal II, Gro. | 16° 29' 30" | 98° 23' 45" | 92.40 | Río Ometepec o Grande | Río Cortijos | 1 165 | - | 1965-1975 |
| 260 | Paso Ancho, Oax. | 16° 22' 00" | 96° 53' 30" | | Río Atoyac o Verde | Río Atoyac o Verde | 6 091 | 1966-1975 | 1957-1975 |
| 261 | Paso de la Reina, Oax. | 16° 16' 30" | 97° 36' 30" | 82.20 | Río Atoyac o Verde | Río Verde | 17 617 | 1961-1975 | 1960-1975 |
| 262 | Ixtayutla, Oax. | 16° 33' 30" | 97° 34' 00" | | Río Atoyac o Verde | Río Yolotepec | 7 631 | - | 1961-1975 |
| 263 | Boquilla No. 1, Oax. | 16° 38' 50" | 95° 55' 45" | | Río Tehuantepec | Río Tehuantepec | 4 487 | 1938-1975 | 1936-1975 |
| 264 | Las Cuevas, Oax. | 16° 25' 30" | 95° 20' 15" | | Río Tehuantepec | Río Tehuantepec | 9 364 | 1938-1975 | 1935-1975 |
| 265 | Tequisistlán, Oax. | 16° 24' 50" | 95° 35' 50" | | Río Tehuantepec | Río Tehuantepec | 2 213 | 1958-1975 | 1947-1975 |
| 266 | Ixtepec, Oax. | 16° 33' 15" | 95° 05' 30" | | Río de los Perros | Río de los Perros | 886 | 1960-1975 | 1947-1975 |
| 267 | Chicapa, Oax. | 16° 34' 15" | 95° 48' 30" | 0.50 | Río Chicapa | Río Chicapa | 425 | 1955-1975 | 1947-1975 |
| 268 | Niltepec, Oax. | 16° 33' 30" | 94° 36' 30" | | Río Niltepec | Río Niltepec | 11 | 1960-1975 | 1956-1975 |
| 269 | Ostuta, Oax. | 16° 30' 00" | 94° 26' 15" | | Río Ostuta | Río Ostuta | 36 | 1962-1975 | 1948-1975 |
| 270 | Zanatepec, Oax. | 16° 29' 00" | 94° 22' 00" | | Río Ostuta | Río Zanatepec | 26 | 1963-1975 | 1953-1975 |
| 271 | Tonalá, Chis. | 16° 04' 15" | 93° 45' 00" | 50.40 | Río Zanatenco | Río Zanatenco | 157 | - | 1961-1975 |
| 272 | Jesús, Chis. | 15° 52' 00" | 93° 29' 00" | 81.00 | Río de Jesús | Río de Jesús | - | - | 1964-1975 |
| 273 | San Diego, Chis. | 15° 45' 00" | 93° 20' 00" | 64.00 | Río San Diego | Río San Diego | - | - | 1964-1975 |
| 274 | Pijijiapan, Chis. | 15° 42' 00" | 93° 13' 00" | 42.60 | Río Pijijiapan | Río Pijijiapan | 186 | - | 1961-1975 |
| 275 | Coapa, Chis. | 15° 40' 00" | 93° 10' 00" | 58.00 | Río Coapa | Río Coapa | - | - | 1964-1975 |
| 276 | Margaritas, Chis. | 16° 19' 15" | 91° 58' 45" | 80.00 | Río Margaritas | Río Margaritas | - | - | 1964-1975 |
| 277 | Novillero, Chis. | 15° 29' 15" | 92° 57' 00" | 53.00 | Río Novillero | Río Novillero | 302 | - | 1962-1975 |
| 278 | San Nicolás, Chis. | 15° 27' 00" | 92° 53' 45" | 92.00 | Río Tablazón | Río San Nicolás | - | - | 1964-1975 |
| 279 | Cacaluta, Chis. | 15° 21' 00" | 92° 43' 00" | 74.00 | Río Cacaluta | Río Cacaluta | 176 | - | 1964-1975 |
| 280 | Cintalapa, Chis. | 15° 18' 30" | 92° 44' 00" | 111.60 | Río Cintalapa | Río Cintalapa | 236 | - | 1964-1975 |
| 281 | Despoblado, Chis. | 15° 13' 00" | 92° 34' 00" | 52.00 | Río Despoblado | Río Despoblado | 273 | - | 1964-1975 |
| 282 | Huixtla, Chis. | 15° 08' 00" | 92° 28' 00" | 32.00 | Río Huixtla | Río Huixtla | 377 | - | 1956-1975 |
| 283 | Huehuetan, Chis. | 15° 00' 00" | 92° 25' 00" | | Río Huehuetan | Río Huehuetan | - | - | 1964-1975 |
| 284 | Malpaso, Chis. | 14° 59' 39" | 92° 11' 30" | 295.30 | Río Coatan | Río Coatan | 426 | - | 1954-1975 |
| 285 | Cahuacan, Chis. | 14° 43' 00" | 92° 16' 15" | 95.60 | Río Cahuacan | Río Cahuacan | 250 | - | 1948-1975 |
| 286 | Talismán II, Chis. | 14° 53' 00" | 92° 08' 30" | 140.70 | Río Suchiate | Río Suchiate | 330 | - | 1964-1975 |
| 287 | Suchiate II, Chis. | 14° 41' 00" | 92° 08' 00" | 15.40 | Río Suchiate | Río Suchiate | 1 139 | 1955-1975 | 1955-1975 |
| 288 | Canasoyab, Camp. | 19° 18' 00" | 90° 31' 00" | 3.30 | Río Champoton | Río Champoton | 259 | - | 1956-1975 |
| 289 | Candelaria, Camp. | 18° 11' 00" | 91° 04' 00" | 33.80 | Río Candelaria | Río Candelaria | 9 628 | - | 1953-1975 |
| 290 | Argelia, Chis. | 15° 57' 00" | 92° 12' 00" | 500.00 | Río Grijalva | Río San Miguel | 5 189 | 1953-1975 | 1953-1975 |
| 291 | Arco de Piedra, Chis. | 16° 11' 15" | 92° 39' 00" | 74.20 | Río Grijalva | Río Grijalva | 15 894 | 1953-1975 | 1950-1975 |
| 292 | La Angostura, Chis. | 16° 26' 45" | 92° 45' 30" | 420.40 | Río Grijalva | Río Grijalva | 18 203 | 1963-1975 | 1962-1975 |
| 293 | Puente Colgante II, Chis. | 16° 46' 00" | 93° 03' 00" | 371.40 | Río Grijalva | Río Grijalva | 24 415 | 1964-1975 | 1963-1975 |
| 294 | Grijalva, Chis. | 16° 58' 00" | 93° 07' 00" | 189.40 | Río Grijalva | Río Grijalva | 26 538 | - | 1965-1975 |
| 295 | Aquespala, Chis. | 15° 47' 00" | 91° 55' 00" | 592.70 | Río Grijalva | Río Rincón Tigre | 1 668 | - | 1965-1975 |
| 296 | El Salvador, Chis. | 15° 55' 00" | 92° 10' 00" | 500.00 | Río Grijalva | Río San Gregorio | 4 609 | 1961-1975 | 1953-1975 |
| 297 | Los Vados, Chis. | 16° 02' 00" | 92° 33' 00" | 333.10 | Río Grijalva | Río Paso Padres | 1 346 | - | 1962-1975 |
| 298 | San Francisco II, Chis. | 16° 05' 00" | 92° 47' 30" | 538.30 | Río Grijalva | Río Custepeques | 1 103 | 1964-1975 | 1964-1975 |
| 299 | La Concordia, Chis. | 16° 05' 00" | 92° 38' 00" | 100.00 | Río Grijalva | Río la Concordia | 1 268 | 1959-1975 | 1955-1975 |
| 300 | Concepción, Chis. | 16° 06' 30" | 92° 47' 30" | | Río Grijalva | Arroyo Concepción | 36 | - | 1954-1975 |
| 301 | Río Blanco, Chis. | 16° 12' 00" | 92° 24' 30" | | Río Grijalva | Río Blanco | 1 848 | - | 1963-1975 |
| 302 | Santa Isabel, Chis. | 16° 16' 00" | 92° 53' 00" | 99.80 | Río Grijalva | Río El Dorado | 1 873 | 1959-1975 | 1955-1975 |
| 303 | La Escalera, Chis. | 16° 32' 00" | 92° 57' 00" | 88.20 | Río Grijalva | Río Santo Domingo | 1 808 | 1959-1975 | 1953-1975 |
| 304 | El Boquerón, Chis. | 16° 30' 15" | 93° 09' 00" | 446.00 | Río Grijalva | Río Suchiapa | 1 870 | 1960-1975 | 1948-1975 |
| 305 | Bombana, Chis. | 16° 56' 00" | 93° 00' 00" | 882.90 | Río Grijalva | Río Bombana | 35 | - | 1945-1975 |
| 306 | Las Flores II, Chis. | 16° 42' 00" | 93° 33' 00" | | Río Grijalva | Río Zoyatenco | 2 551 | 1969-1975 | 1961-1975 |
| 307 | Santa María, Chis. | 16° 57' 00" | 93° 46' 00" | 220.00 | Río Grijalva | Río Encajonado | 1 958 | 1962-1975 | 1961-1975 |
| 308 | Malpaso II, Chis. | 17° 11' 00" | 93° 35' 00" | 78.50 | Río Grijalva | Río Grijalva | 34 985 | 1961-1975 | 1961-1975 |
| 309 | Las Peñitas, Chis-Tab. | 17° 24' 30" | 93° 27' 00" | 49.90 | Río Grijalva | Río Mezcalapa | 36 362 | 1949-1975 | 1947-1975 |
| 310 | Samaría, Tab. | 17° 58' 45" | 93° 17' 30" | 7.90 | Río Mezcalapa | Río Samaría | - | - | 1944-1975 |
| 311 | Reforma, Chis. | 17° 57' 30" | 93° 11' 00" | 8.30 | Río Grijalva | Río Mezcalapa | - | - | 1954-1975 |
| 312 | Las Gaviotas, Tab. | 17° 58' 00" | 92° 55' 00" | -1.50 | Río Grijalva | Río Grijalva | - | 1963-1975 | 1962-1975 |
| 313 | El Muelle, Tab. | 17° 59' 25" | 92° 55' 00" | 6.40 | Río Grijalva | Río Grijalva | - | - | 1947-1975 |
| 314 | González, Tab. | 17° 58' 30" | 93° 00' 00" | 2.20 | Río Grijalva | Río Carrizal | - | 1962-1975 | 1957-1975 |
| 315 | Tzimbac, Chis. | 17° 17' 00" | 93° 32' 15" | 89.80 | Río Grijalva | Río Tzimbacno | 200 | - | 1960-1975 |
| 316 | Sayula, Chis. | 17° 25' 30" | 93° 23' 00" | | Río Grijalva | Río Sayula | 410 | - | 1960-1975 |
| 317 | Platanar, Chis. | 17° 34' 40" | 93° 23' 15" | 15.00 | Río Grijalva | Río Platanar | 216 | 1966-1975 | 1964-1975 |
| 318 | Pichucalco, Chis. | 17° 33' 30" | 93° 06' 30" | | Río Grijalva | Río Pichucalco | 411 | - | 1956-1975 |
| 319 | Almendo, Chis. | 17° 11' 00" | 92° 39' 45" | | Río Grijalva | Río Almendo | 2 443 | - | 1965-1975 |
| 320 | Tapijulapa, Tab. | 17° 28' 00" | 92° 49' 00" | 11.00 | Río Mezcalapa | Río Tacotalpa | 3 219 | 1966-1975 | 1964-1975 |
| 321 | Pueblo Nuevo, Tab. | 17° 51' 15" | 92° 52' 45" | 12.90 | Río Grijalva | Río de la Sierra | 4 779 | 1948-1975 | 1947-1975 |
| 322 | Teapa, Tab. | 17° 34' 00" | 92° 58' 00" | 1.10 | Río Grijalva | Río Teapa | 476 | - | 1950-1975 |
| 323 | Puyacatengo, Tab. | 17° 34' 00" | 92° 56' 15" | | Río Mezcalapa | Río Puyacatengo | 169 | - | 1950-1975 |
| 324 | Salto de Agua, Chis. | 17° 34' 00" | 92° 21' 00" | | Río Grijalva | Río Tulijá | 2 876 | - | 1953-1975 |
| 325 | Macuspana, Tab. | 17° 46' 00" | 92° 36' 00" | | Río Grijalva | Río Macuspana | 1 739 | 1961-1975 | 1955-1975 |
| 326 | San Diego, Chis. | 16° 45' 00" | 92° 30' 00" | | Río Fogotico | Arroyo San Diego | - | - | 1956-1975 |
| 327 | Feje de Oro, Chis. | 16° 45' 00" | 92° 38' 00" | | Río Fogotico | Río Amarillo | - | - | 1960-1975 |
| 328 | El Cedro, Chis. | 16° 29' 00" | 90° 24' 00" | 190.30 | Río Usumacinta | Río Salinas | 12 685 | - | 1965-1975 |
| 329 | El Tigre, Chis. | 16° 36' 00" | 90° 39' 00" | 72.10 | Río Usumacinta | Río Usumacinta | 41 852 | - | 1964-1975 |
| 330 | Boca del Cerro, Chis-Tab. | 17° 26' 00" | 91° 29' 00" | 8.00 | Río Usumacinta | Río Usumacinta | 47 697 | 1952-1975 | 1948-1975 |
| 331 | Altamirano, Chis. | 16° 43' 00" | 92° 01' 15" | | Río Usumacinta | Río Tzaconeja | 1 092 | - | 1965-1975 |
| 332 | Livingstone, Chis. | 16° 34' 45" | 91° 41' 00" | | Río Usumacinta | Río Tzaconeja | 1 845 | - | 1965-1975 |
| 333 | San Quintín, Chis. | 16° 24' 45" | 91° 21' 30" | | Río Usumacinta | Río Jatate | 4 843 | 1967-1975 | 1964-1975 |
| 334 | El Rosario, Chis. | 16° 52' 00" | 91° 48' 30" | | Río Usumacinta | Río Jatate | 1 226 | - | 1965-1975 |
| 335 | Las Tazas, Chis. | 16° 46' 00" | 91° 36' 30" | 453.00 | Río Usumacinta | Río Jatate | 2 187 | - | 1965-1975 |
| 336 | Perlas, Chis. | 16° 26' 00" | 91° 19' 30" | 198.00 | Río Usumacinta | Río Perlas | 748 | - | 1964-1975 |
| 337 | Ixcán, Chis. | 16° 06' 00" | 91° 05' 00" | 252.60 | Río Usumacinta | Río Ixcán | 2 003 | - | 1965-1975 |
| 338 | San Pedro Tabasco, Tab. | 17° 47' 30" | 91° 09' 30" | | Río Usumacinta | Río San Pedro | 10 138 | 1956-1975 | 1952-1975 |
| 339 | Las Perlas, Ver. | 17° 26' 17" | 94° 52' 00" | 12.00 | Río Coatzacoalcos | Río Coatzacoalcos | 9 224 | 1955-1975 | 1953-1975 |
| 340 | Jesús Carranza II, Ver. | 17° 23' 30" | 95° 03' 15" | 12.00 | Río Coatzacoalcos | Río Jaltepec | 3 196 | 1965-1975 | 1965-1975 |
| 341 | Amapa, Oax-Ver. | | | | Río Papaloapan | Río Amapa | 468 | - | 1959-1975 |
| 342 | Angel R. Cabadas, Ver. | | | | Río Papaloapan | Río Tecolapa | 125 | 1958-1959 | 1956-1975 |
| 343 | Apoala, Oax. | | | | Río Papaloapan | Río Apoala | 341 | 1957-1975 | 1956-1975 |
| 344 | Axusco, Pue. | | | | Río Papaloapan | Río Zapotitlán | 788 | 1959-1975 | 1958-1975 |
| 345 | Azueta, Ver. | | | | Río Papaloapan | Río Tesechoacan | 4 656 | 1949-1975 | 1948-1975 |
| 346 | Bellaco, Ver. | | | | Río Papaloapan | Río Lalana | 2 917 | 1951-1975 | 1948-1975 |
| 347 | Cantón, Oax. | | | | Río Papaloapan | Río Santo Domingo | 14 038 | 1949-1975 | 1948-1975 |
| 348 | Cuatotolapan, Ver. | | | | Río Papaloapan | Río San Juan | 7 090 | 1949-1975 | 1948-1975 |
| 349 | Achotal, Ver. | | | | Río Papaloapan | Río La Trinidad | 2 333 | 1951-1975 | 1948-1975 |
| 350 | Dominguillo, Oax. | | | | Río Papaloapan | Río Jayacatlán | 695 | | |

T A B L A III. C O N T I N U A C I O N

| No. | ESTACION Y ESTADO EN EL QUE SE LOCALIZA | COORDENADAS GEOGRAFICAS | | | CUENCA GENERAL | CORRIENTE | AREA DRENADA Km ² | PERIODO DE FUNCIONAMIENTO | |
|-----|---|-------------------------|-------------|-------------|--|--|------------------------------|---------------------------|----------------------|
| | | Latitud | Longitud | Altitud m * | | | | Datos de Acarreo | Volumenes Escurridos |
| 361 | Santo Domingo, Oax. | | | | Río Papaloapan | Río Santo Domingo | 12 681 | 1954-1975 | 1953-1975 |
| 362 | Suchixtlahuaca, Oax. | | | | Río Papaloapan | Río Suchixtlahuaca | 92 | 1966-1975 | 1965-1975 |
| 363 | Tepelmeme, Oax. | | | | Río Papaloapan | Río Tepelmeme | 167 | 1956-1975 | 1955-1975 |
| 364 | Tomellín, Oax. | | | | Río Papaloapan | Río Tomellín | 780 | 1961-1975 | 1959-1975 |
| 365 | Xiquila, Oax. | | | | Río Papaloapan | Río Xiquila | 1 078 | 1956-1975 | 1954-1975 |
| 366 | Zapote, Oax. | | | | Río Papaloapan | Río Manso | 633 | 1957-1975 | 1955-1975 |
| 367 | Cuichapa, Ver. | | | | Río Blanco | Río Blanco | 1 732 | 1951-1975 | 1948-1975 |
| 368 | El Tejar, Ver. | 19° 04' 06" | 96° 09' 36" | 4.80 | Río Jamapa | Río Jamapa | 1 924 | 1955-1975 | 1951-1975 |
| 369 | Paso del Toro, Ver. | 19° 02' 30" | 96° 08' 24" | 10.00 | Río Jamapa | Río Cotaxtla | 1 673 | 1955-1975 | 1951-1975 |
| 370 | Capulines, Ver. | 18° 51' 54" | 96° 18' 18" | 10.10 | Río Jamapa | Río Cotaxtla | 1 412 | 1955-1975 | 1954-1975 |
| 371 | Cardel, Ver. | 19° 21' 42" | 96° 22' 24" | | Río La Antigua | Río La Antigua | 2 234 | 1955-1975 | 1951-1975 |
| 372 | Jaloomilco, Ver. | 19° 19' 54" | 96° 45' 18" | 318.70 | Río La Antigua | Río La Antigua | 1 500 | 1964-1975 | 1960-1975 |
| 373 | Amatitla, Ver. | 19° 19' 12" | 96° 55' 18" | 851.50 | Río La Antigua | Río Pescados | 663 | 1966-1975 | 1962-1975 |
| 374 | Idolos, Ver. | 19° 24' 12" | 96° 33' 12" | 130.00 | Río Actopan | Río Idolos | 455 | - | 1963-1975 |
| 375 | El Naranjillo, Ver. | 19° 25' 20" | 96° 22' 54" | 13.00 | Río Actopan | Río Actopan | 1 933 | 1961-1975 | 1961-1975 |
| 376 | Actopan, Ver. | 19° 29' 42" | 96° 34' 42" | | Río Actopan | Río Actopan | 844 | 1957-1975 | 1950-1975 |
| 377 | Vega de la Torre, Ver. | 20° 01' 12" | 96° 37' 42" | 3.10 | Río Colipa | Río Colipa | 219 | - | 1965-1975 |
| 378 | El Raudal, Ver. | 20° 09' 30" | 96° 42' 48" | | Río Misantla | Río Misantla | 456 | 1966-1975 | 1961-1975 |
| 379 | Xoloco, Pue. | 19° 51' 48" | 97° 19' 48" | 1 617.00 | Río Nautla | Río Xoloco | 26 | - | 1956-1975 |
| 380 | Consoquico, Pue. | 19° 52' 06" | 97° 19' 54" | 1 724.40 | Río Nautla | Arroyo Consoquico | 8 | - | 1957-1975 |
| 381 | Libertad, Ver. | 20° 03' 06" | 96° 57' 42" | | Río Nautla | Río Quilate | 173 | - | 1959-1975 |
| 382 | Limonoateno, Pue-Ver. | 19° 56' 06" | 97° 16' 42" | 865.60 | Río Nautla | Río Xoloco | 49 | - | 1964-1975 |
| 383 | Aiseseca, Ver. | 19° 47' 36" | 97° 12' 30" | 1 654.40 | Río Nautla | Río Aiseseca | 44 | - | 1957-1975 |
| 384 | Chalame, Ver. | 19° 49' 48" | 97° 12' 42" | 1 291.60 | Río Nautla | Río Altotonga | 189 | - | 1958-1975 |
| 385 | Altotonga, Ver. | 19° 48' 54" | 97° 13' 18" | 1 602.20 | Río Nautla | Arroyo Altotonga | 136 | - | 1956-1975 |
| 386 | Naragongo, Ver. | 19° 51' 12" | 97° 17' 42" | 1 774.20 | Río Nautla | Arroyo Naragongo | 1 | - | 1957-1975 |
| 387 | Cuartel Tercero, Ver. | 19° 50' 24" | 97° 17' 24" | 1 778.80 | Río Nautla | Arroyo Cuartel Tercero | 3 | - | 1957-1975 |
| 388 | Nixtamalapa, Ver. | 19° 50' 06" | 97° 17' 12" | 1 713.30 | Río Nautla | Río Nixtamalapa | 16 | - | 1956-1975 |
| 389 | Jalacingo, Ver. | 19° 51' 48" | 97° 18' 24" | 1 627.50 | Río Nautla | Río Palenque | 100 | 1955-1964 | 1955-1975 |
| 390 | Las Animas, Ver. | 19° 39' 00" | 97° 10' 54" | 1 993.50 | Río Nautla | Arroyo Las Animas | 15 | - | 1946-1975 |
| 391 | Martínez de la Torre, Ver. | 20° 03' 42" | 97° 02' 18" | 142.40 | Río Nautla | Río Bobos | 1 467 | 1959-1975 | 1952-1975 |
| 392 | Trinidad y Minas, Ver. | 19° 41' 18" | 97° 09' 06" | 1 095.90 | Río Nautla | Río Trinidad | 174 | - | 1950-1975 |
| 393 | Borregos, Ver. | 19° 39' 06" | 97° 11' 09" | 1 998.50 | Río Nautla | Arroyo Borregos | 80 | - | 1946-1975 |
| 394 | Maloapan, Pue. | 19° 57' 54" | 97° 21' 42" | 772.90 | Río Tecolutla | Arroyo Maloapan | 2 | - | 1964-1975 |
| 395 | Cuahutamingo, Pue. | 19° 58' 06" | 97° 21' 06" | | Río Tecolutla | Arroyo Cuahutamingo | 5 | - | 1964-1975 |
| 396 | San Carlos Hueytamalco, Pue. | 19° 56' 42" | 97° 20' 30" | 812.30 | Río Tecolutla | Arroyo San Carlos | 6 | - | 1964-1975 |
| 397 | Paso de Ayahualco, Pue. | 19° 56' 30" | 97° 19' 42" | 696.50 | Río Tecolutla | Arroyo Ayahualco | 2 | - | 1964-1975 |
| 398 | Xoloat, Pue. | 19° 56' 18" | 97° 19' 18" | 866.60 | Río Tecolutla | Río Xoloat | 2 | - | 1964-1975 |
| 399 | Pahuapan, Pue. | 19° 55' 42" | 97° 18' 42" | 798.50 | Río Tecolutla | Arroyo Pahuapan | 11 | - | 1964-1975 |
| 400 | Rancho Viejo, Pue. | 19° 56' 42" | 97° 20' 12" | 839.30 | Río Tecolutla | Arroyo Rancho Viejo | 114 | - | 1964-1975 |
| 401 | Xaltepuxtla, Pue. | 20° 09' 50" | 97° 59' 00" | | Río Tecolutla | Río Xaltepuxtla | 10 | - | 1931-1975 |
| 402 | El Carmen, Pue. | 20° 06' 30" | 98° 04' 45" | | Río Tecolutla | Río Coacuilá | 39 | - | 1931-1975 |
| 403 | Coyutla, Ver. | 20° 16' 24" | 97° 37' 30" | 264.10 | Río Tecolutla | Río Necaxa | 849 | - | 1961-1975 |
| 404 | El Carmen, Pue. | 20° 04' 20" | 98° 08' 00" | | Río Tecolutla | Río Necaxa | 162 | - | 1931-1975 |
| 405 | Laguna, Pue. | 20° 06' 35" | 97° 59' 00" | | Río Tecolutla | Río Laguna | 16 | - | 1931-1975 |
| 406 | Tehuizpalco, Pue. | 20° 06' 45" | 97° 59' 50" | | Río Tecolutla | Río Tehuizpalco | 1 | - | 1931-1975 |
| 407 | Zempoala, Pue. | 20° 06' 45" | 97° 59' 30" | | Río Tecolutla | Río Zempoala | 11 | - | 1931-1975 |
| 408 | Tlaxco, Pue. | 20° 04' 30" | 97° 57' 15" | | Río Tecolutla | Río Tlaxco | 13 | - | 1931-1975 |
| 409 | Tepeixco, Pue. | 20° 03' 15" | 97° 55' 30" | | Río Tecolutla | Río Tepeixco | 44 | - | 1931-1975 |
| 410 | Cuamánalá, Pue. | 20° 00' 50" | 97° 55' 00" | | Río Tecolutla | Río Hueyapan | 34 | - | 1931-1975 |
| 411 | Santa Ana, Ver. | 20° 15' 24" | 97° 33' 42" | 179.20 | Río Tecolutla | Río Laxaxalpan | 1 670 | - | 1961-1975 |
| 412 | Toma No. 26, Pue. | 19° 56' 15" | 97° 55' 15" | 1 569.30 | Río Tecolutla | Río Laxaxalpan | 791 | - | 1931-1975 |
| 413 | Tepecapan, Pue. | 19° 59' 18" | 97° 38' 54" | 542.10 | Río Tecolutla | Río Huitzilac | 99 | - | 1956-1975 |
| 414 | Tecantepec, Pue. | 20° 10' 06" | 97° 30' 24" | 205.40 | Río Tecolutla | Río Tecantepec | 1 067 | - | 1961-1975 |
| 415 | Mopilco, Pue. | 19° 59' 48" | 97° 38' 48" | 571.10 | Río Tecolutla | Río Mopilco | 629 | - | 1956-1975 |
| 416 | La Aurora, Pue. | 19° 58' 00" | 97° 22' 12" | 732.30 | Río Tecolutla | Arroyo La Aurora | 1 | - | 1964-1975 |
| 417 | Omiquila, Pue. | 19° 54' 36" | 97° 26' 18" | | Río Tecolutla | Arroyo Omiquila | 2 | - | 1958-1975 |
| 418 | Colaxtitla, Pue. | 19° 55' 00" | 97° 25' 54" | 1 988.50 | Río Tecolutla | Arroyo Colaxtitla | 37 | - | 1956-1975 |
| 419 | Atexcaco, Pue. | 19° 54' 24" | 97° 26' 00" | 1 535.70 | Río Tecolutla | Arroyo Dos Ríos | 33 | - | 1955-1975 |
| 420 | Comalaco, Pue. | 19° 54' 00" | 97° 28' 36" | 1 661.00 | Río Tecolutla | Arroyo Comalaco | 0.1 | - | 1956-1975 |
| 421 | Puxtla, Pue. | 19° 53' 54" | 97° 28' 30" | 1 673.30 | Río Tecolutla | Río Puxtla | 76 | 1959-1964 | 1955-1975 |
| 422 | Kalat, Pue. | 19° 54' 36" | 97° 28' 30" | 1 652.10 | Río Tecolutla | Arroyo Xaloat | 0.3 | - | 1957-1975 |
| 423 | Puente Xlucayucan, Pue. | 19° 54' 30" | 97° 28' 42" | 1 637.50 | Río Tecolutla | Río Xlucayucan | 190 | 1959-1964 | 1955-1975 |
| 424 | Xilita, Pue. | 19° 55' 42" | 97° 35' 12" | 1 495.40 | Río Tecolutla | Arroyo Xilita | 8 | - | 1951-1975 |
| 425 | La Gloria, Pue. | 19° 55' 12" | 97° 36' 42" | 1 491.90 | Río Tecolutla | Arroyo La Gloria | 56 | - | 1951-1975 |
| 426 | Remolino, Ver. | 20° 23' 54" | 97° 15' 06" | 13.60 | Río Tecolutla | Río Tecolutla | 7 172 | - | 1961-1975 |
| 427 | Buenos Aires, Pue. | 19° 58' 00" | 97° 32' 24" | 774.80 | Río Tecolutla | Río Apulco | 1 344 | 1963-1975 | 1962-1975 |
| 428 | Rancho Apulco, Pue. | 19° 55' 24" | 97° 36' 48" | 1 493.20 | Río Tecolutla | Río Apulco | 1 164 | 1955-1975 | 1945-1975 |
| 429 | Poza Rica, Ver. | 20° 32' 48" | 97° 28' 30" | | Río Tecolutla | Río Cazones | 1 600 | - | 1952-1975 |
| 430 | Alamo, Ver. | 20° 55' 54" | 97° 40' 24" | | Río Tuxpan | Río Pantepec | 4 341 | - | 1957-1975 |
| 431 | El Molinito, Méx. | 19° 27' 00" | 99° 14' 00" | 2 273.80 | Desviación Combinada y Vaso El Cristo | Río Hondo | 143 | 1961-1975 | 1952-1975 |
| 432 | Totolica, Méx. | 19° 28' 00" | 99° 15' 00" | 2 273.20 | Desviación Combinada y Vaso El Cristo | Río Totolica | 24 | - | 1946-1975 |
| 433 | Molino Blanco, Méx. | 19° 29' 00" | 99° 13' 00" | | Desviación Combinada y Vaso El Cristo | Río de los Remedios | 203 | 1961-1975 | 1950-1975 |
| 434 | El Salitre, Méx. | 19° 30' 00" | 99° 18' 00" | | Río Tlalnepantla | Río Tepatlaxco | 19 | 1961-1975 | 1959-1975 |
| 435 | Calacoaya, Méx. | 19° 32' 00" | 99° 14' 00" | | Desviación Combinada y Emisor del Poniente | Río Tlalnepantla | 113 | - | 1957-1975 |
| 436 | Las Arboledas, Méx. | 19° 33' 00" | 99° 13' 00" | | Desviación Combinada y Emisor del Poniente | Río San Javier | 48 | - | 1965-1975 |
| 437 | San Juan Ixhuatepec, Méx. | 19° 31' 00" | 99° 07' 00" | 2 238.90 | Desviación Combinada y Lago de Texcoco | Desviación Combinada | 587 | 1961-1975 | 1942-1975 |
| 438 | Huehuetoca, Méx. | 19° 50' 00" | 99° 12' 00" | | Río Tula | Tajo de Nochistongo | 657 | 1965-1975 | 1946-1975 |
| 439 | Km 6 + 250, D. F. | 19° 29' 00" | 99° 05' 00" | | Río Tula | Canal del Desagüe | | 1961-1975 | 1946-1975 |
| 440 | Km 27 + 250, Méx. | 19° 38' 00" | 99° 03' 00" | 2 228.20 | Río Tula | Canal del Desagüe | | - | 1966-1975 |
| 441 | Túnel Nuevo de Tequisquiác, Méx. | 19° 54' 00" | 99° 09' 00" | | Río Tula | Canal del Desagüe | | 1961-1975 | 1948-1975 |
| 442 | Desviación Alta al Pedregal, DF. | 19° 18' 00" | 99° 14' 00" | | Río Magdalena y Eslava | Río Magdalena y Eslava | 66 | 1962-1975 | 1944-1975 |
| 443 | Vertedor Milpa Alta, D. F. | 19° 11' 00" | 99° 01' 00" | 2 450.80 | Lagos Tlahuac y Xochimilco | Río Milpa Alta | 27 | - | 1963-1975 |
| 444 | Vertedor Tecomitl, D. F. | 19° 13' 00" | 99° 00' 00" | 2 262.30 | Lagos Tlahuac y Xochimilco | Río Milpa Alta | 65 | - | 1963-1975 |
| 445 | San Luis II, Méx. | 19° 11' 00" | 99° 52' 00" | | Lagos Tlahuac y Xochimilco | Río Ameca | 353 | 1965-1975 | 1952-1975 |
| 446 | Tepepan, Méx. | 19° 37' 00" | 98° 55' 00" | | Lago Texcoco | Río San Juan Teotihuacan | 491 | 1962-1975 | 1945-1975 |
| 447 | La Grande, Méx. | 19° 35' 00" | 98° 55' 00" | | Lago Texcoco | Río Papalotla | 210 | 1962-1975 | 1945-1975 |
| 448 | Atenco, Méx. | 19° 33' 00" | 98° 55' 00" | 2 242.50 | Lago Texcoco | Río Xalapango | 59 | 1961-1975 | 1944-1975 |
| 449 | San Andrés, Méx. | 19° 31' 00" | 98° 55' 00" | 2 254.40 | Lago Texcoco | Río Coxacoaco | 62 | 1961-1975 | 1944-1975 |
| 450 | Texcoco, Méx. | 19° 30' 00" | 98° 53' 00" | 2 247.00 | Lago Texcoco | Río Texcoco o San Lorenzo | 31 | 1961-1975 | 1945-1975 |
| 451 | Chapingo, Méx. | 19° 29' 00" | 98° 53' 00" | 2 249.40 | Lago Texcoco | Río Chapingo | 21 | 1961-1975 | 1944-1975 |
| 452 | San Mateo, Méx. | 19° 29' 00" | 98° 53' 00" | | Lago Texcoco | Río San Bernardino | 17 | 1961-1975 | 1959-1975 |
| 453 | El Tejocote, Méx. | 19° 27' 00" | 98° 54' 00" | | Lago Texcoco | Río Santa Mónica | 56 | 1961-1975 | 1945-1975 |
| 454 | San Marcos, Méx. | 19° 18' 00" | 98° 53' 00" | | Lago Texcoco | Río San Francisco | 152 | - | 1962-1975 |
| 455 | San Lucas, Méx. | 19° 17' 00" | 98° 52' 00" | | Lago Texcoco | Río de la Compañía | 294 | - | 1963-1975 |
| 456 | El Manantial, Hgo. | 19° 51' 00" | 98° 56' 00" | | Lago Zumpango | Río de las Avenidas de Pachuca | 1 816 | - | 1963-1975 |
| 457 | San Jerónimo, Hgo. | 19° 49' 00" | 98° 30' 00" | | Río de las Avenidas de Pachuca | Canal de Desfogue de la Laguna Tecocomulco | | - | 1965-1975 |
| 458 | San Ildefonso, Qro. | 20° 12' 30" | 99° 58' 00" | | Río Pánuco | Río Prieto | 534 | - | 1943-1975 |
| 459 | Paso de Tablas, Qro. | 20° 33' 00" | 99° 50' 00" | 1 884.00 | Río Pánuco | Río San Juan | 3 596 | - | 194 |

T A B L A III. C O N T I N U A C I O N

| No. | ESTACION Y ESTADO EN EL QUE SE LOCALIZA | COORDENADAS GEOGRAFICAS | | | CUENCA GENERAL | CORRIENTE | AREA DRENADA 2 Km | PERIODO DE FUNCIONAMIENTO | |
|-----|--|-------------------------|--------------|-------------|--------------------|---------------------|-------------------|---------------------------|----------------------|
| | | Latitud | Longitud | Altitud m * | | | | Datos de Acarreo | Volumenes Escurridos |
| 474 | San Gabriel, Tamps. | 23° 04' 00" | 98° 47' 00" | 127.70 | Rfo Pánuco | Rfo Guayalejo | 4 937 | 1944-1975 | 1942-1975 |
| 475 | La Encantada, Tamps. | 23° 23' 00" | 99° 05' 00" | | Rfo Pánuco | Rfo Guayalejo | 3 725 | 1952-1975 | 1949-1975 |
| 476 | Ballesmí, SLP. | 21° 44' 30" | 98° 57' 00" | 28.50 | Rfo Pánuco | Rfo Coy | 194 | 1960-1975 | 1953-1975 |
| 477 | Santa Rosa, SLP. | 22° 01' 00" | 99° 03' 00" | 72.20 | Rfo Pánuco | Rfo de Valles | 3 521 | 1958-1975 | 1958-1975 |
| 478 | Micos, SLP. | 22° 07' 30" | 99° 10' 00" | 209.30 | Rfo Pánuco | Rfo El Salto | 1 978 | - | 1960-1975 |
| 479 | El Salto, SLP. | 22° 35' 00" | 99° 22' 30" | 398.70 | Rfo Pánuco | Rfo El Salto | 900 | - | 1948-1975 |
| 480 | Gallinas, SLP. | 21° 56' 30" | 99° 15' 00" | 280.00 | Rfo Pánuco | Rfo Gallinas | 789 | 1960-1975 | 1958-1975 |
| 481 | Tanlacut, SLP. | 21° 40' 30" | 99° 17' 30" | 256.20 | Rfo Pánuco | Rfo Verde | 6 039 | - | 1960-1975 |
| 482 | Vigas, SLP. | 21° 47' 30" | 99° 51' 00" | 896.40 | Rfo Pánuco | Rfo Verde | 3 571 | - | 1957-1975 |
| 483 | Nogal Oscuro, SLP. | 22° 01' 30" | 101° 11' 30" | 1 027.00 | Rfo Pánuco | Rfo Verde | 2 244 | 1965-1975 | 1964-1975 |
| 484 | El Pujal, SLP. | 21° 50' 30" | 99° 55' 30" | 25.70 | Rfo Pánuco | Rfo Tapaón | 23 373 | 1958-1975 | 1953-1975 |
| 485 | Tansabaça, SLP. | 21° 39' 30" | 99° 12' 00" | | Rfo Pánuco | Rfo Tapaón | 17 532 | 1958-1975 | 1958-1975 |
| 486 | El Cardon, Ver. | 21° 23' 30" | 98° 28' 30" | | Rfo Pánuco | Rfo San Pedro | 609 | 1961-1975 | 1960-1975 |
| 487 | Los Hules, Hgo. | 21° 10' 00" | 98° 16' 30" | 68.90 | Rfo Pánuco | Rfo Los Hules | 1 269 | 1961-1975 | 1959-1975 |
| 488 | Tempoal, Ver. | 21° 32' 00" | 98° 23' 00" | 14.90 | Rfo Pánuco | Rfo Tempoal | 5 275 | 1958-1975 | 1954-1975 |
| 489 | Terrerillos, Ver. | 21° 02' 30" | 98° 08' 30" | 86.10 | Rfo Pánuco | Rfo Calabozo | 1 493 | 1962-1975 | 1960-1975 |
| 490 | Requetemu, SLP. | 21° 25' 30" | 98° 53' 00" | | Rfo Pánuco | Rfo Axtla | 661 | - | 1953-1975 |
| 491 | Tancuilín, SLP. | 21° 23' 30" | 98° 52' 30" | | Rfo Pánuco | Rfo Tancuilín | 321 | - | 1960-1975 |
| 492 | Temamatla, SLP. | 21° 14' 30" | 98° 45' 30" | 112.60 | Rfo Pánuco | Rfo Amajac | 6 884 | 1961-1975 | 1960-1975 |
| 493 | Las Adjuntas, Ver. | 21° 58' 30" | 98° 34' 00" | 0.00 | Rfo Pánuco | Rfo Pánuco | 61 063 | 1959-1975 | 1956-1975 |
| 494 | Tierra Blanca, SLP. | 21° 13' 30" | 98° 53' 30" | | Rfo Pánuco | Rfo Moctezuma | 18 169 | 1959-1975 | 1959-1975 |
| 495 | Puente Mazacintla, Qro-Hgo. | 21° 06' 00" | 99° 15' 00" | 503.30 | Rfo Pánuco | Rfo Moctezuma | 17 238 | - | 1956-1975 |
| 496 | La Esperanza, Tamps. | 23° 10' 00" | 97° 57' 00" | | Rfo San Rafael | Rfo San Rafael | 1 078 | - | 1962-1975 |
| 497 | Paso del Aura, Tamps. | 23° 39' 00" | 98° 03' 00" | | Rfo Soto La Marina | Rfo Palmas | 1 594 | - | 1962-1975 |
| 498 | La Sonadora, Tamps. | 23° 58' 00" | 98° 41' 00" | 98.60 | Rfo Soto La Marina | Rfo Soto La Marina | 14 363 | 1961-1975 | 1960-1975 |
| 499 | Corona, Tamps. | 23° 57' 00" | 98° 57' 00" | | Rfo Soto La Marina | Rfo Corona | 1 303 | - | 1962-1975 |
| 500 | Paso de Molina, Tamps. | 23° 44' 00" | 98° 44' 00" | | Rfo Soto La Marina | Arroyo Grande | 2 256 | - | 1962-1975 |
| 501 | Magueyes, Tamps. | 24° 35' 00" | 99° 33' 00" | | Rfo Soto La Marina | Rfo Pilón | 2 249 | - | 1963-1975 |
| 502 | Padilla, Tamps. | 24° 01' 00" | 98° 47' 00" | 137.70 | Rfo Soto La Marina | Rfo Purificación | 3 694 | 1959-1975 | 1948-1975 |
| 503 | El Barretal, Tamps. | 24° 05' 00" | 99° 07' 00" | 186.40 | Rfo Soto La Marina | Rfo Purificación | 3 348 | 1955-1975 | 1940-1975 |
| 504 | El Tomaseño, Tamps. | 24° 15' 00" | 99° 26' 00" | 98.80 | Rfo Soto La Marina | Rfo San Antonio | 373 | - | 1963-1975 |
| 505 | Puerto de Valles, Tamps. | 24° 10' 00" | 99° 34' 00" | 528.50 | Rfo Soto La Marina | Rfo Blanco | 1 649 | - | 1963-1975 |
| 506 | San Fernando, Tamps. | 24° 51' 00" | 98° 09' 00" | 17.00 | Rfo San Fernando | Rfo San Fernando | 14 534 | 1940-1975 | 1930-1975 |
| 507 | Cabezones, NL. | 24° 59' 00" | 99° 44' 00" | | Rfo San Fernando | Rfo Potosí | 1 132 | 1963-1975 | 1954-1975 |
| 508 | Cerro Prieto, NL. | 24° 56' 30" | 99° 23' 00" | | Rfo San Fernando | Rfo Pabillo | 1 684 | - | 1964-1975 |
| 509 | Camacho, NL. | 24° 52' 30" | 99° 34' 30" | | Rfo San Fernando | Rfo Camacho | 408 | 1963-1975 | 1951-1975 |
| 510 | Pabillo, NL. | 24° 51' 00" | 99° 34' 00" | | Rfo San Fernando | Rfo Pabillo | 977 | 1963-1975 | 1951-1975 |
| 511 | Abajo de Brownsville, Texas | 25° 52' 30" | 97° 27' 30" | 0.00 | Rfo Bravo | Rfo Bravo | 471 936 | 1955-1975 | 1934-1975 |
| 512 | San Benito, EUA-Tamps. | 26° 01' 00" | 97° 43' 00" | 0.00 | Rfo Bravo | Rfo Bravo | 471 864 | 1955-1975 | 1952-1975 |
| 513 | Puente Progreso, EUA-Tamps. | 26° 03' 30" | 97° 57' 30" | 16.00 | Rfo Bravo | Rfo Bravo | 471 828 | - | 1953-1975 |
| 514 | Arriba de Reynosa, EUA-Tamps. | 26° 07' 00" | 98° 19' 45" | 25.20 | Rfo Bravo | Rfo Bravo | 471 733 | 1961-1975 | 1952-1975 |
| 515 | Fuerte Ringgold, EUA-Tamps. | 26° 22' 00" | 98° 50' 00" | 30.50 | Rfo Bravo | Rfo Bravo | 467 225 | 1959-1975 | 1955-1975 |
| 516 | Ciudad Mier, Tamps. | 26° 26' 00" | 99° 09' 00" | 57.40 | Rfo Bravo | Rfo Alamo | 4 381 | 1934-1975 | 1924-1975 |
| 517 | Descarga de la Presa Internacional Falcón, EUA-Tamps. | 26° 33' 00" | 99° 10' 00" | | Rfo Bravo | Rfo Bravo | 426 009 | 1956-1975 | 1956-1975 |
| 518 | Camargo, Tamps. | 26° 19' 30" | 98° 52' 00" | 39.80 | Rfo San Juan | Rfo San Juan | 32 663 | 1957-1975 | 1951-1975 |
| 519 | Los Herreras, NL. | 25° 54' 00" | 99° 22' 00" | | Rfo San Juan | Rfo Pesquería | 19 469 | 1942-1975 | 1939-1975 |
| 520 | La Arena, NL. | 25° 46' 00" | 99° 58' 00" | | Rfo San Juan | Rfo Pesquería | 16 505 | - | 1962-1975 |
| 521 | Ciénega de Flores, NL. | 25° 56' 30" | 100° 10' 00" | 354.40 | Rfo San Juan | Rfo Salinas | 14 288 | 1941-1975 | 1936-1975 |
| 522 | Icamole, NL. | 25° 55' 00" | 100° 44' 00" | | Rfo San Juan | Rfo Salinas | 11 438 | 1960-1975 | 1954-1975 |
| 523 | El Cuchillo, NL. | 25° 43' 00" | 99° 15' 00" | 124.60 | Rfo San Juan | Rfo San Juan | 8 690 | 1938-1975 | 1927-1975 |
| 524 | Montemorelos, NL. | 25° 10' 00" | 99° 50' 00" | | Rfo San Juan | Rfo Pilón | 1 676 | 1942-1975 | 1940-1975 |
| 525 | Tepehuaje, NL. | 25° 30' 00" | 99° 47' 00" | | Rfo San Juan | Rfo San Juan | 3 488 | - | 1957-1975 |
| 526 | Cadereyta II, NL. | 25° 35' 00" | 99° 59' 00" | | Rfo San Juan | Rfo Santa Catarina | 1 763 | - | 1962-1975 |
| 527 | Monterrey II, NL. | 25° 39' 00" | 100° 22' 00" | | Rfo San Juan | Rfo Santa Catarina | 1 334 | - | 1940-1975 |
| 528 | La Boca, NL. | 25° 26' 00" | 100° 07' 00" | | Rfo San Juan | Rfo San Juan | 293 | 1959-1975 | 1940-1975 |
| 529 | Sabinas Hidalgo, NL. | 26° 29' 30" | 100° 07' 00" | | Rfo Bravo | Rfo Sabinas Hidalgo | 5 334 | - | 1963-1975 |
| 530 | Progreso, Coah. | 27° 25' 30" | 100° 59' 00" | 169.80 | Rfo Bravo | Rfo Nadadores | 23 086 | 1936-1975 | 1936-1975 |
| 531 | Las Tortillas, Tamps. | 26° 50' 00" | 99° 34' 00" | 99.30 | Rfo Bravo | Rfo Salado | 60 659 | - | 1953-1975 |
| 532 | Rodríguez, NL. | 27° 14' 00" | 100° 08' 00" | | Rfo Bravo | Rfo Salado | 47 450 | - | 1928-1975 |
| 533 | Sabinas, Coah. | 27° 50' 30" | 101° 07' 15" | | Rfo Bravo | Rfo Sabinas | 12 825 | 1938-1975 | 1937-1975 |
| 534 | Villa de Fuente, Coah. | 28° 37' 00" | 100° 39' 00" | 216.00 | Rfo Bravo | Rfo Escobido | 2 621 | - | 1922-1975 |
| 535 | El Moral, Coah. | 28° 54' 00" | 100° 38' 00" | 277.60 | Rfo Bravo | Rfo San Rodrigo | 2 610 | - | 1962-1975 |
| 536 | Jiménez, Coah. | 29° 03' 20" | 100° 43' 50" | 253.50 | Rfo Bravo | Rfo San Diego | 2 120 | - | 1932-1975 |
| 537 | Arroyo de las Vacas en Villa Acuña, Coah. | 29° 18' 00" | 100° 57' 00" | 269.50 | Rfo Bravo | Arroyo de las Vacas | 923 | - | 1938-1975 |
| 538 | Nuevo Laredo, Tamps. | 27° 30' 00" | 99° 30' 00" | 105.20 | Rfo Bravo | Rfo Bravo | 346 695 | 1953-1975 | 1900-1975 |
| 539 | Villa Hidalgo, Coah. | 27° 47' 00" | 99° 55' 00" | 132.90 | Rfo Bravo | Rfo Bravo | 344 002 | - | 1959-1975 |
| 540 | En Vado de San Antonio frente Villa Guerrero, Coah. | 28° 19' 30" | 100° 20' 00" | 176.70 | Rfo Bravo | Rfo Bravo | 337 322 | - | 1952-1975 |
| 541 | Piedras Negras, Coah. | 28° 40' 00" | 100° 31' 00" | 208.10 | Rfo Bravo | Rfo Bravo | 333 229 | 1934-1955 | 1900-1975 |
| 542 | Jiménez, Coah. | 29° 03' 00" | 100° 41' 00" | 234.40 | Rfo Bravo | Rfo Bravo | 328 321 | - | 1965-1975 |
| 543 | " Del Rfo " en Cd. Acuña, Coah. | 29° 17' 30" | 100° 58' 00" | 264.30 | Rfo Bravo | Rfo Bravo | 323 357 | 1961-1975 | 1900-1975 |
| 544 | Represa Hidrométrica de la Amistad, Coah. | 29° 25' 00" | 101° 03' 30" | 272.40 | Rfo Bravo | Rfo Bravo | 322 005 | - | 1954-1975 |
| 545 | Rancho Foster cerca La Parrita, Rancho Santa Rosa, Coah. | 29° 48' 00" | 101° 34' 00" | 351.70 | Rfo Bravo | Rfo Bravo | 212 307 | - | 1961-1975 |
| 546 | Rfo Bravo en Rancho Johnson, Texas, Chih. | 29° 02' 05" | 103° 23' 30" | 623.40 | Rfo Bravo | Rfo Bravo | 179 300 | 1951-1975 | 1936-1975 |
| 547 | Presidio Abajo, Texas | 29° 31' 05" | 104° 17' 40" | 770.50 | Rfo Bravo | Rfo Bravo | 167 636 | 1955-1975 | 1955-1975 |
| 548 | Presidio Arriba, Texas | 29° 37' 15" | 104° 28' 50" | 785.40 | Rfo Bravo | Rfo Bravo | 90 549 | - | 1931-1975 |
| 549 | Fuerte Quitman, cerca Colonia L. León, Chihuahua | 31° 05' 05" | 105° 36' 25" | 1 051.70 | Rfo Bravo | Rfo Bravo | 82 772 | 1928-1932 | 1931-1975 |
| 550 | County Line, cerca de San Ignacio, Chihuahua | 31° 22' 50" | 105° 59' 10" | 1 081.30 | Rfo Bravo | Rfo Bravo | 78 968 | - | 1938-1975 |
| 551 | Island cerca de San Agustín, Chihuahua | 31° 32' 00" | 106° 14' 35" | 1 100.00 | Rfo Bravo | Rfo Bravo | 77 046 | - | 1938-1975 |
| 552 | El Paso, Texas, Chih-EUA. | 31° 48' 10" | 106° 32' 25" | 1 134.00 | Rfo Bravo | Rfo Bravo | 75 802 | 1947-1975 | 1889-1975 |
| 553 | Presa Americana, Texas, Chih. | 31° 46' 40" | 106° 31' 25" | 1 131.50 | Rfo Bravo | Rfo Bravo | 75 812 | - | 1938-1975 |
| 554 | Casas Grandes, Chih. | 30° 22' 30" | 107° 56' 00" | 1 469.76 | Laguna Guzmán | Rfo Casas Grandes | 5 271 | 1960-1975 | 1941-1975 |
| 555 | El Tintero II, Chih. | 29° 34' 45" | 107° 23' 00" | 1 650.50 | Laguna Santa María | Rfo Santa María | 397 | - | 1949-1975 |
| 556 | La Tasquila, Chih. | 29° 44' 00" | 107° 04' 30" | 1 619.90 | Laguna Patos | Rfo del Carmen | 415 | 1956-1975 | 1952-1975 |
| 557 | Ojinaga, Chih. | 29° 34' 00" | 104° 27' 10" | 782.70 | Rfo Conchos | Rfo Conchos | 71 964 | 1956-1975 | 1954-1975 |
| 558 | El Granero, Chih. | 28° 57' 30" | 105° 17' 35" | 991.80 | Rfo Conchos | Rfo Conchos | 58 343 | 1964-1975 | 1963-1975 |
| 559 | Chuvíscar, Chih. | 28° 37' 30" | 106° 06' 00" | | Rfo Conchos | Rfo Chuvíscar | 646 | - | 1962-1975 |
| 560 | El Rejón, Chih. | 28° 37' 00" | 106° 06' 00" | | Rfo Conchos | Arroyo El Rejón | 178 | - | 1960-1975 |
| 561 | Las Burras, Chih. | 28° 32' 45" | 105° 25' 20" | 1 082.70 | Rfo Conchos | Rfo Conchos | 51 297 | - | 1949-1975 |
| 562 | Francisco I Madero, Chih. | 28° 10' 15" | 105° 37' 30" | 1 189.60 | Rfo Conchos | Rfo San Pedro | 10 461 | - | 1948-1975 |
| 563 | Villalba, Chih. | 27° 59' 10" | 105° 46' 40" | | Rfo Conchos | Rfo San Pedro | 9 405 | 1940-1975 | 1938-1975 |
| 564 | Conchos, Chih. | 27° 43' 05" | 105° 11' 30" | 1 215.40 | Rfo Conchos | Rfo Conchos | 21 851 | - | 1952-1975 |
| 565 | Colina, Chih. | 27° 34' 45" | 105° 22' 00" | 1 235.40 | Rfo Conchos | Rfo Conchos | 21 165 | - | 1945-1975 |
| 566 | Parral, Chih. | 26° 55' 00" | 105° 43' 50" | 1 787.90 | Rfo Conchos | Rfo Parral | 389 | - | 1965-1975 |
| 567 | Jiménez, Chih. | 27° 08' 30" | 104° 55' 05" | 1 372.60 | Rfo Conchos | Rfo Florido | 7 395 | - | 1949-1975 |
| 568 | San Antonio, Dgo. | 26° 26' 00" | 105° 21' 00" | | Rfo Conchos | Rfo Florido | 2 734 | 1948-1975 | 1941-1975 |
| 569 | El Palmito, Dgo. | 25° 36' 00" | 105° 01' 30" | 85.60 | Laguna de Mayrán | Rfo Nazas | | 1946-1948 | 1946-1975 |
| 570 | Los Angeles, Dgo. | 25° 30' 30" | 103° 34' 00" | | Laguna de Mayrán | Rfo Nazas | 34 759 | - | 1964-1975 |
| 571 | Presa Derivadora Santa Rosa, Coyote, Dgo-Coah. | 25° 32' 30" | 103° 28' 00" | 1 131.00 | Laguna de Mayrán | Rfo Nazas | 34 807 | - | 1975 |
| 572 | Cuije, Coah. | 25° 41' 30" | 103° 20' 00" | 1 116.30 | Laguna de Mayrán | Rfo Nazas | 34 885 | - | 1910-1975 |
| 573 | Cazadero II, Zac. | 25° 40' 00" | 103° 04' 30" | 1 893.90 | Laguna de Viesca | Rfo Nazas | 34 954 | - | 1936-1975 |
| 574 | San Juan de Guadalupe, Dgo. | 24° 38' 00" | 102° 47' 30" | | Laguna de Viesca | Rfo Aguanaval | 5 135 | 1961-1975 | 1961-1975 |
| 575 | La Flor, Coah-Dgo. | 25° 05' 30" | 103° 19' 30" | 1 272.90 | Laguna de Viesca | Rfo Aguanaval | 12 069 | - | 1922-1975 |
| 576 | | | | | | | 20 289 | - | 1941-1975 |

* La altitud corresponde al 0 de la escala.

Mapa de escurrimiento de la República Mexicana

I. CONSTRUCCIÓN

La distribución del agua disponible para escurrimiento se efectúa conforme a las condiciones físicas tratadas en la segunda parte de este trabajo, la red hidrográfica muestra los cauces por donde sigue su camino al mar y la red hidrométrica constituye el medio más certero para cuantificarla.

En la elaboración de un mapa que muestre la distribución geográfica del agua de escurrimiento, lo más adecuado es el empleo de la información que se registra en las estaciones hidrométricas,²³ es decir valores reales, pero desafortunadamente no en todos los casos es posible su utilización, pues muchas veces existen desviaciones y aprovechamientos del líquido, aguas arriba de la estación, que impiden que los datos sean en realidad los que corresponden a los generados por la cuenca de que se trate; por tal motivo, generalmente, los mapas de escurrimiento se trazan en base a la ecuación del ciclo hidrológico²⁴ que reducida a su forma más simple se expresa: $P = Q + E$ en la que P es la precipitación media anual, Q el escurrimiento medio anual y E las pérdidas de agua por evaporación medias anuales; o bien, por medio de combinaciones de la precipitación, el escurrimiento y la temperatura,²⁵ cuando la evaporación es difícil de conocer, ob-

teniéndose de cualquier manera valores puntuales que permiten el trazo de las isolíneas.

Para la elaboración del mapa que aquí se presenta, primero se ensayaron dos métodos para obtener el escurrimiento puntual, la fórmula de Turc²⁶ y la de Langbein modificada.²⁷ La primera da la evaporación real media anual basándose en la temperatura y la precipitación medias anuales.

$$E = \sqrt{0.9 \frac{P}{L}}$$

E = evapotranspiración real en milímetros
 P = precipitación media anual en milímetros
 $L = 300 + 25t + .05t^3$
 t = temperatura media anual en °C

El escurrimiento medio anual se obtiene por diferencia. Mediante la segunda se conoce directamente el escurrimiento medio anual y se funda igualmente en la temperatura y en la precipitación:

²³ Langbein, W. B. and others, 1949, p. 4.

²⁴ Tryselius, O., 1971.

²⁵ Departamento de Meteorología del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología de Quito, Ecuador, 1968.

²⁶ Remenieras, G., 1971, p. 263.

²⁷ Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología de Quito, Ecuador, 1965, pp. 69-71.

Departamento de Meteorología del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología de Quito, Ecuador, 1968.

$$R = \frac{R}{E} \times E$$

R = escurrimiento medio anual en centímetros
 E = factor, función de la temperatura media anual en °C
 R/E = relación dada por P/E en la que P es la precipitación media anual en centímetros

El ensayo se hizo en algunas cuencas vírgenes, en las que se pudo comparar el escurrimiento resultante con el real registrado por las estaciones hidrométricas. Se observó que la fórmula de Turc da resultados más aproximados en las zonas calidohúmedas que en las zonas secas en las que, inclusive, da valores de cero escurrimiento, en lugares donde sí existe dicho fenómeno. Por el contrario, el método de Langbein modificado ofrece resultados más cercanos a los reales en las zonas secas que en las regiones calidohúmedas. En las cuencas de clima templado, en las que se experimentó, no se puede definir cuál procedimiento es el mejor, ya que sólo una cuenca se encuentra en su totalidad en zona templada y en ella ninguno se aproxima a la realidad. Esto puede ser

debido a que en ésta tenga una influencia decisiva la infiltración del agua en el terreno sobre la evaporación y la precipitación, fenómenos sobre los que se establecen los métodos aplicados.

Al analizar los resultados anteriores y ver que en algunos casos sólo son aproximaciones y en otros no se acercan a los verdaderos, se prefirió obtener el escurrimiento puntual mediante datos reales (escurrimiento y precipitación), de manera que se aplicó el coeficiente de escurrimiento de cada cuenca hidrográfica al valor medio anual de las estaciones pluviométricas, para lo que se emplearon los volúmenes medios anuales de escurrimiento,²⁸ las isoyetas medias anuales del país²⁹ y aproximadamente 1270 estaciones meteorológicas en toda la República.

En la tabla IV se muestran los resultados que se obtuvieron con las fórmulas ensayadas y con el coeficiente de escurrimiento, aplicado a la precipitación de las estaciones meteorológicas.

Finalmente, se trazaron las isolíneas de escurrimiento en milímetros en base a los valores puntuales, llegándose así al mapa 6.

TABLA IV

COMPARACIÓN DEL ESCURRIMIENTO OBTENIDO POR VARIOS MÉTODOS

| Cuenca | Real | Fórmula de Langbein modificada | Fórmula de Turc | Coficiente de escurrimiento |
|----------------|---------|--------------------------------|-----------------|-----------------------------|
| Río Tijuana | 2.8 | 3.0 | 0.0 | 4.6 |
| Río Conchos | 54.0 | 40.0 | 75.2 | 61.4 |
| Río Mayo | 121.0 | 129.0 | 200.0 | 107.0 |
| Río Coahuayana | 263.0 | 90.0 | 227.3 | 198.0 |
| Río Nexapa | 76.0 | 170.0 | 240.9 | 100.0 |
| Río Tulijá | 2 290.0 | 1 400.0 | 1 920.0 | 1 327.0 |

II. INTERPRETACIÓN

La explicación del mapa de escurrimiento es interesante, si se considera como el resultado de la intervención combinada de los factores que lo condicionan. Así, por me-

dio del análisis de las isolíneas, se puede inferir la manera como concurren y participan dichos factores.

²⁸ Tamayo, J. L., 1962, pp. 242-248.

²⁹ García, Enriqueta, 1974, pp. 7-20.

Los valores de las isolíneas del escurrimiento cambian bruscamente, en especial en las regiones interiores del país, debido al obstáculo que representan los sistemas montañosos para el paso libre de la humedad, favoreciendo el aumento del poder evaporante de la atmósfera, a diferencia de las isoyetas en las que los valores varían paulatinamente; sin embargo, a pesar de ello, se observa que el cálculo del escurrimiento puntual, como ya se vio, está fundamentado básicamente en la precipitación, no obstante que las características fisiográficas del terreno son fundamentales en la ocurrencia del escurrimiento.

Al analizar el mapa 6 a partir de las áreas en donde se tiene mayor precipitación a las de menor, es decir, en general, de sureste a noroeste, se pueden hacer observaciones que, aunque en algunos casos son ya conocidas, tienen gran importancia dentro del tema que aquí se trata.

En la península de Yucatán, a pesar de que la lluvia que se registra es considerable, mayor de 1 000 mm, con excepción de la punta noroccidental, no presenta escurrimiento superficial dada la naturaleza caliza de su territorio que permite fácilmente la penetración del agua al subsuelo, ya sea por filtración o por disolución localizada de la roca, dando lugar a la geomorfología de Karst, típica en esta región.

La región sureste del país, comprendida por la mayor parte de los estados de Chiapas y Tabasco y la zona centro y sur de la vertiente exterior de la Sierra Madre Oriental es la que presenta mayor precipitación, superior a 4 500 mm y a su vez mayor escurrimiento, sobrepasa los 4 000 mm en Chiapas y los 2 000 mm en los demás sitios, de donde se infiere que el terreno está constituido por formaciones, generalmente, de poca permeabilidad y además hay que recordar que en esta región la evaporación no es muy importante, pues el escurrimiento en algunas partes, especialmente en la Sierra Madre de Chiapas, constituye más del 90 % de la precipitación.

Dentro de las zonas arriba mencionadas existen algunas superficies, como la región del macizo ígneo de Los Tuxtlas y la parte

fronteriza de la Sierra Septentrional de Chiapas, en la que a pesar de que la precipitación es considerable, mayor de 3 000 mm y de 1 500 mm respectivamente, el escurrimiento es bastante bajo, menor de 500 mm, en relación a las zonas contiguas, en las que si bien la lluvia es superior, no hay una razón que a simple vista justifique esta situación. Sin embargo al volver a hacer intervenir la constitución del terreno, se encuentra que en el primer caso se trata de una zona volcánica y en el segundo de un terreno sedimentario calizo en donde seguramente la permeabilidad existe y, por lo tanto, hay más infiltración, pues la evaporación, ya que se trata de zonas húmedas, no es muy intensa como se anotó en el párrafo anterior.

En las secciones central y sur del país, así como en la vertiente exterior del sur de la Sierra Madre Occidental, se ve que, en general, el escurrimiento varía con respecto a la precipitación en una proporción que va desde poco menos de la cuarta parte, hasta más de ella que en términos generales es lo que normalmente se observa en la República Mexicana, es decir, las tres cuartas partes del agua precipitada se pierden por evaporación.³⁰

En la parte propiamente septentrional del país, exceptuando a la península de Baja California, el escurrimiento disminuye longitudinalmente desde ambas costas hacia el centro, de tal manera que quedan confinadas tres áreas interiores, Bolsón de Mapimí, El Salado y una zona inmediata a la ribera del río Bravo que va desde la frontera hasta la cuenca del río Conchos, que constituyen parte de la vertiente interior del país, en las que el escurrimiento es prácticamente nulo. Al comparar la distribución de los factores que influyen en el escurrimiento en esta zona, se observa que dichas regiones además de ser propiamente continentales sufren la influencia de los cinturones subtropicales de alta presión, razón por la cual quedan sentenciadas a una pluviosidad bastante escasa y a una evaporación muy intensa que absorbe la poca lluvia que cae, resultando por esto la ausencia de manifesta-

³⁰ Del Río, F. y Wilson, A., 1970, p. 27.

ciones de agua superficial. Una zona semejante a las citadas y que también forma parte de la vertiente interior, es la de los Llanos de San Juan, localizada al oriente del estado de Tlaxcala, por estar limitada por la vertiente de barlovento de la Sierra Madre Oriental, la precipitación que recibe es poca, menos de 600 mm, posición que se refleja en el escurrimiento, menor de 5 mm.

En el noroeste de la parte continental del país el escurrimiento disminuye de la sierra hacia la costa, casi hasta llegar a tener un valor de cero, pues por una parte, en el caso de la precipitación, la sierra actúa como pantalla meteorológica y la influencia de las calmas tropicales impiden que sea abundante, y por otra, la evaporación es intensa; además, la constitución arenosa del terreno costero facilita la infiltración, lo que causa en primer lugar, la poca cantidad de agua superficial, y en segundo el que las corrientes fluviales se pierdan bajo la superficie antes de su desembocadura en el mar.

La península de Baja California por su

latitud posee las mismas características que las cuencas interiores en las que no se presenta escurrimiento superficial; no obstante, la influencia del mar que la rodea no permite la ausencia total de escurrimiento aunque éste no sea abundante. La precipitación en la península, como ya se apuntó anteriormente es mayor en el noroeste (400 mm) y en el sureste (500 mm), y la evaporación es más intensa en la parte central de su territorio, de tal manera que el escurrimiento es mayor en los extremos, y aun cuando se observa que el extremo sureste registra más cantidad (más de 30 mm) que el extremo noroeste (más de 5 mm), no hay que olvidar además que la evaporación es más intensa en el primero que en el segundo; el régimen de lluvia de la zona noroeste es de invierno, época en la que la evaporación no es tan fuerte como en el verano a causa del régimen de temperatura, de manera que el aprovechamiento del agua superficial es más factible en esta región, además de otras características fisiográficas que lo facilitan.

Conclusiones

Del examen y exposición de los fundamentos del agua de escurrimiento en territorio mexicano, hechos en el transcurso de este estudio, se derivan algunas conclusiones importantes de señalar.

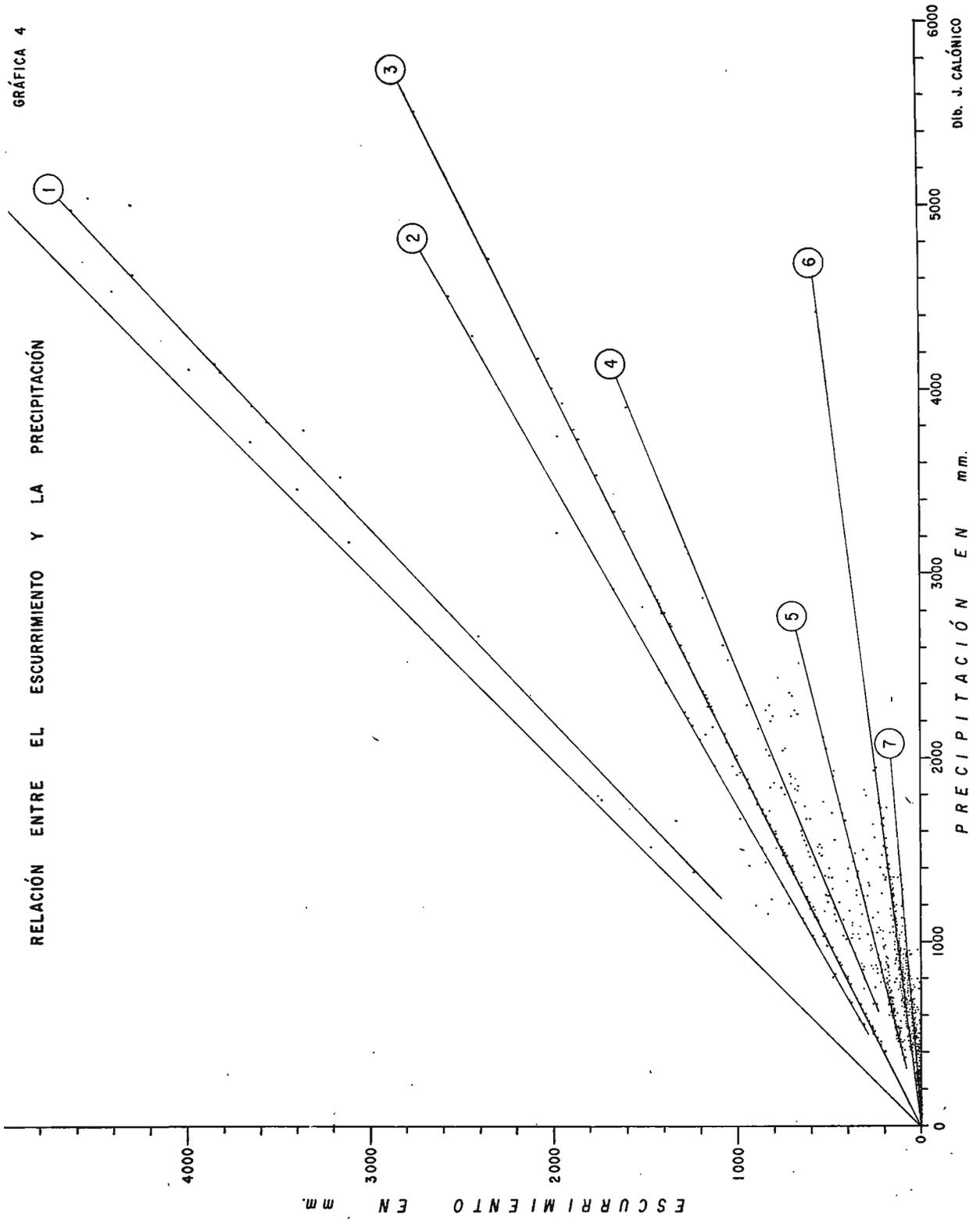
1. Se advierte que aun cuando el papel que desempeñan la constitución del terreno, la evaporación y la vegetación, en relación al escurrimiento, es significativo, y en algunos casos determinante; en general el patrón de las isolíneas de escurrimiento sigue una configuración semejante a la de la precipitación, es decir, se distingue la dependencia del primero de la segunda. Esto, aunque ya en páginas anteriores se había mencionado, es conveniente recalcarlo ya que se pueden obtener otras correlaciones. Si se observa la gráfica 4 se advierte cómo, atendiendo a lo ya citado, el escurrimiento aumenta con la precipitación. No se marca solamente una tendencia sino varias, siete, que obedecen precisamente a las características geográficas de los sitios que se emplearon para el trazo de la gráfica, es decir, las mismas estaciones utilizadas en la construcción del mapa de escurrimiento. La distancia de los puntos a la bisectriz de la gráfica equivale a las pérdidas de agua por evaporación o, en su caso por infiltración, y las diversas tendencias que se notan corresponden, la más cercana a la bisectriz, a los lugares en los que las condiciones atmosféricas y del terreno permiten un elevado escurrimiento, y la más alejada, en la mayor parte de los casos, a

lugares en los que la evaporación es muy elevada, o bien a características del terreno que permiten la infiltración del agua como ocurre en el punto más alejado al origen de la línea que denota la tendencia 6 en la misma gráfica.

2. El mapa de escurrimiento medio anual, presentado en la tercera parte de este trabajo, a causa de los datos con que se contaron, no substituye de ninguna manera a los datos proporcionados por la red de estaciones hidrométricas, ya que en ocasiones, al aplicar el coeficiente de escurrimiento a cuencas de gran extensión, no se consideran, en particular, los tipos de terreno que abarcan. Sin embargo constituye un medio útil para conocer la cantidad aproximada que escurre en cierta región, con el fin de hacer estimaciones previas para llevar a cabo un determinado aprovechamiento.

3. Del desarrollo de esta investigación se deduce que la mayor parte de la información con que se contó ha sido obtenida en los sitios donde se requiere o requirió de un aprovechamiento a corto plazo de este recurso hidrológico, o sea con propósitos prácticos, sin tener en cuenta el beneficio que reportaría la elaboración anticipada de un plan, a nivel nacional, en el que se estudiaran y seleccionaran los lugares más adecuados para la instalación del instrumental necesario con objeto de un mejor conocimiento del escurrimiento, y por consiguiente de su mejor aprovechamiento.

GRÁFICA 4



AFORO. Medición de la cantidad de agua que lleva una corriente y que pasa a través de una sección determinada en una unidad de tiempo.

ALTURA MEDIA DE ESCURRIMIENTO. Altura, expresada en milímetros, de la capa que formaría el agua de escurrimiento si se distribuyera uniformemente sobre la superficie de la cuenca hidrográfica que la genera. Se obtiene dividiendo el volumen medio total escurrido entre la superficie de la cuenca.

APORTACIÓN. Volumen total escurrido en un periodo de tiempo, un día, un mes, un año. Se habla de aportación media anual o escurrimiento medio anual, cuando se promedia la aportación de varios años. Se expresa en metros cúbicos.

ARREICA. Región con sistema fluvial no definido o carente de él.

AVENAMIENTO. Salida del agua de la cuenca hidrográfica.

AVENIDA. Aumento súbito del volumen de agua en los ríos debido a la intensidad o frecuencia de las precipitaciones. Puede durar horas o días. No necesariamente causa inundaciones.

CAUDAL. Volumen de agua que pasa por determinada sección del río en un intervalo de tiempo. Se expresa en metros cúbicos por segundo. También se denomina gasto.

COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO. Relación entre la cantidad de agua de escurrimiento y la cantidad de agua precipitada. Se expresa en porcentaje.

CORRIENTE EFLUENTE. Corriente de agua alimentada por el almacenamiento subterráneo.

CORRIENTE INFLUENTE. Corriente de agua que contribuye, por medio de la infiltración, al incremento del almacenamiento subterráneo.

CUENCA HIDROGRÁFICA. Superficie de recepción del agua que alimenta a un río.

CURVA DE GASTOS. Gráfica que se traza con niveles de agua y caudales. También se denomina curva de descarga.

DENSIDAD DE DESAGÜE. Ver densidad de drenaje.

DENSIDAD DE DRENAJE. Relación que existe entre la longitud total de las corrientes de agua y la superficie de la cuenca.

ESCORRENTÍA. Ver escurrimiento superficial.

ESCURRIMIENTO. Parte de la precipitación que aparece en las corrientes fluviales superficiales, perennes, intermitentes o efímeras, y que regresa al mar o a los cuerpos de agua interiores.

ESCURRIMIENTO BASE. Aquel que proviene de los mantos de agua subterránea. Está formado por el escurrimiento subterráneo y el escurrimiento subsuperficial.

ESCURRIMIENTO DIRECTO. Parte del agua de lluvia que entra rápidamente en el cauce de las corrientes. Equivale a la suma del escurrimiento superficial, más el escurrimiento subsuperficial, más la precipitación que cae directamente en los cauces.

ESCURRIMIENTO SUBSUPERFICIAL. Parte del agua que se desliza a través de los horizontes superiores del suelo hacia las corrientes.

ESCURRIMIENTO SUBTERRÁNEO. Escurrimiento que se lleva a cabo en los mantos subterráneos y que posteriormente, por lo general, descarga a las corrientes fluviales en forma de manantiales.

ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL. Parte de la precipitación que viaja sobre el suelo y después por los cauces de los ríos. Se denomina también escorrentía.

ESTACIÓN DE AFOROS. Lugar en donde se llevan a cabo las medidas del escurrimiento, en especial el gasto o caudal.

ESTACIÓN FLUVIOMÉTRICA. Lugar donde se llevan a cabo las medidas del escurrimiento.

ESTACIÓN HIDROMÉTRICA. Ver estación fluviométrica.

EVAPORACIÓN POTENCIAL. Cantidad de agua que la atmósfera es capaz de evaporar.

EVAPORACIÓN REAL. La que se efectúa de acuerdo con las características propias del lugar.

EVAPOTRANSPIRACIÓN. Fenómeno que consiste en la evaporación del agua desde superficies líquidas, desde el suelo y a través de las plantas.

FISIOGRAFÍA. Descripción de las formas del relieve.

GASTO. Ver caudal.

GEOMORFOLOGÍA DE KARST. Tipo de relieve que se desarrolla en zonas de constitución caliza. Ejemplo de ello son las dolinas o cenotes y las cavernas de disolución.

HIDROGRAMA. Curva que resulta de graficar los caudales en el tiempo en que se presentan.

HUMEDAD RELATIVA. Relación que existe entre la cantidad de vapor de agua que tiene el aire y la que tendría si estuviera saturado. Se expresa en porcentaje.

HYETOGRAMA. Representación cartesiana cuyas abcisas son los tiempos y las ordenadas las intensidades de precipitación.

INTENSIDAD DE LA PRECIPITACIÓN. Cantidad de precipitación en la unidad de tiempo. Generalmente se expresa en milímetros por hora.

ISOTÁQUEAS. Líneas que unen los puntos donde la velocidad de la corriente fluvial, en una sección determinada, es la misma.

LIMNÍGRAFO. Aparato que registra continuamente las variaciones del nivel de agua.

LIMNÍMETRO. Instrumento destinado a la observación directa del nivel de agua de los ríos.

LIMNIGRAMA. Gráfica trazada por el limnógrafo. Curva trazada con la intervención de dos variables: el tiempo y el nivel de agua.

MANTO FREÁTICO. Capa saturada de un acuífero libre.

MOLINETE. Aparato empleado para medir la velocidad de las corrientes de agua.

MORFOMETRÍA. Medida de las formas, en este caso de las formas del relieve.

NIVEL DE AGUA. Altura del agua de los ríos en la sección en que se mide.

PERCOLACIÓN. Movimiento lento que adquiere el agua al llegar a una capa saturada.

PODER EVAPORANTE DE LA ATMÓSFERA. Capacidad que tiene la atmósfera para absorber humedad.

PRECIPITACIÓN EN EXCESO. Parte de la precipitación que contribuye directamente al escurrimiento superficial o escorrentía.

RED DE DESAGÜE. Ver red de drenaje.

RED DE DRENAJE. Conjunto de canales que comprende el sistema fluvial de las cuencas hidrográficas.

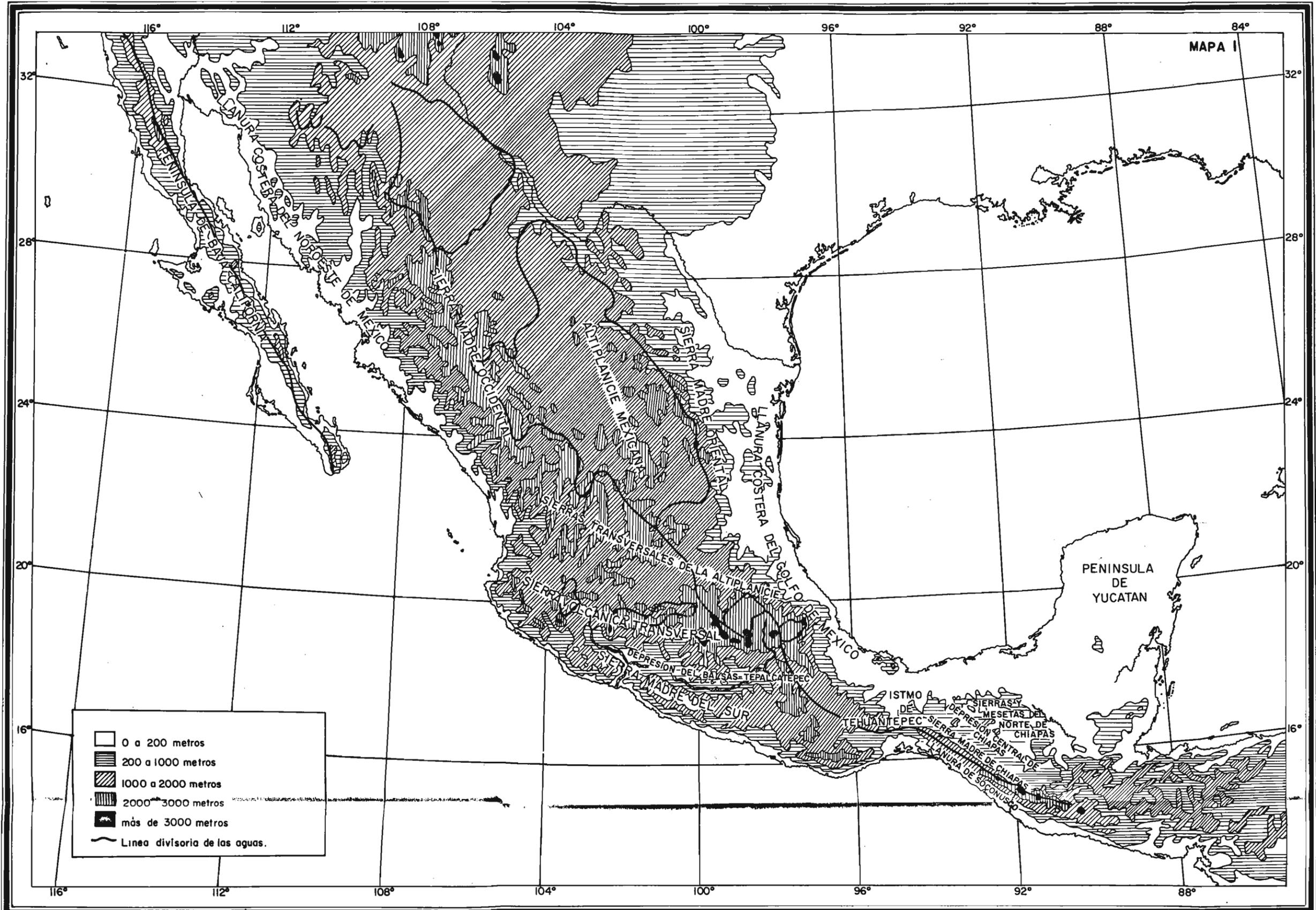
RED HIDROGRÁFICA. Ver red de drenaje.

VELOCIDAD. Relación del espacio recorrido por el agua de las corrientes en un tiempo determinado. Se expresa en metros por segundo.

VERTEDOR. Construcción a través de la cual se canaliza el agua de las corrientes.

FISIOGRAFIA

MAPA I



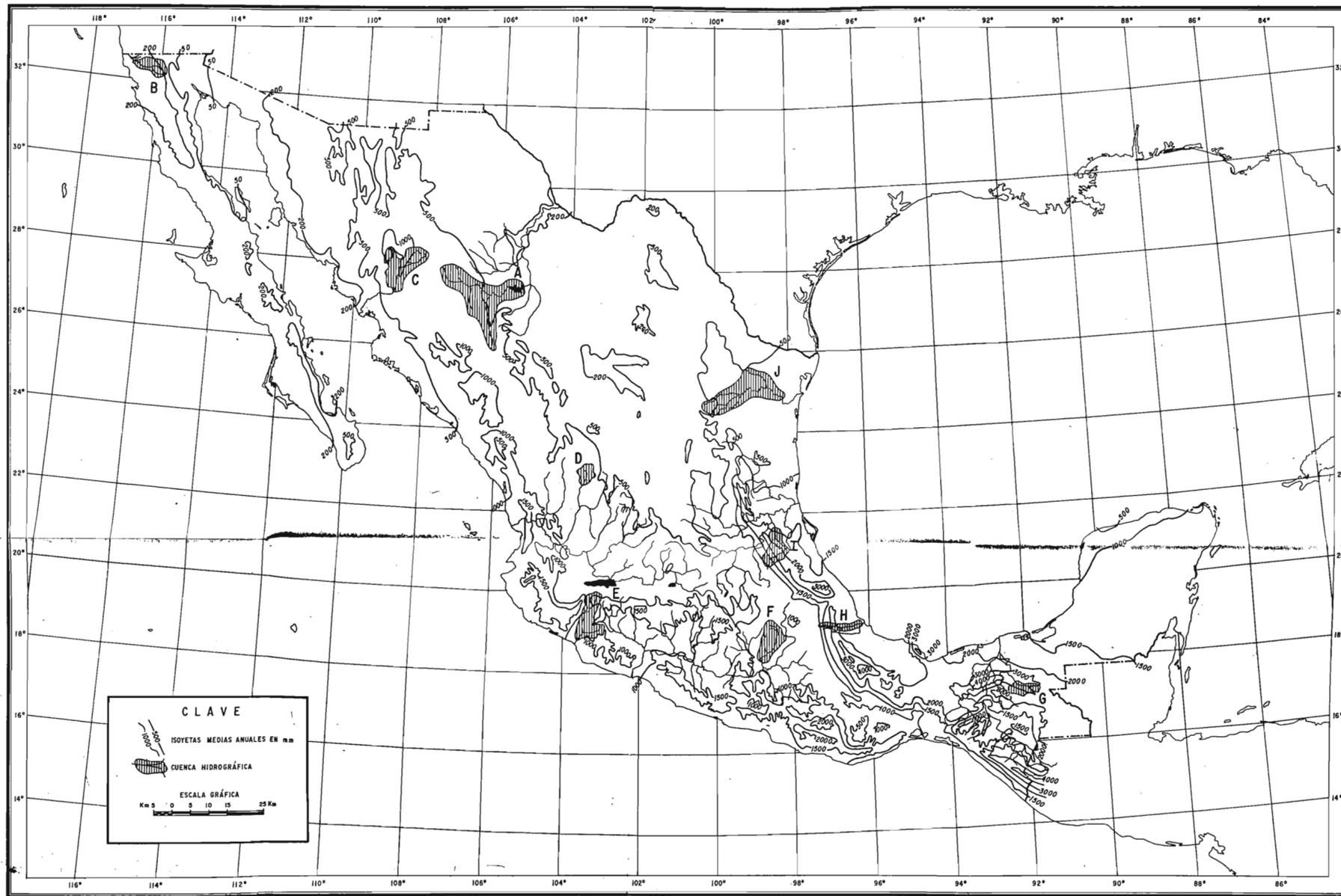
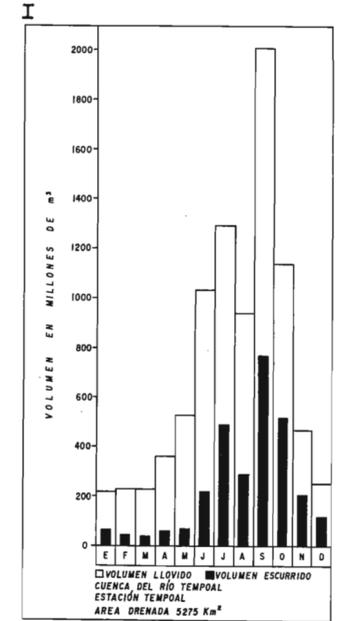
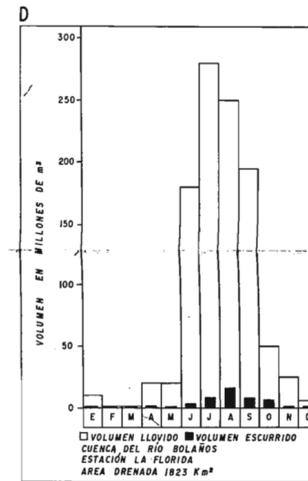
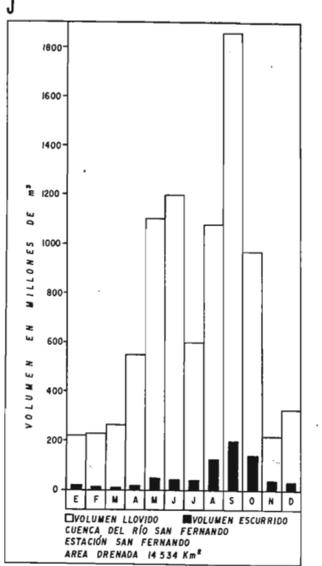
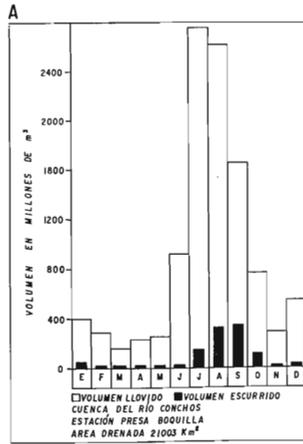
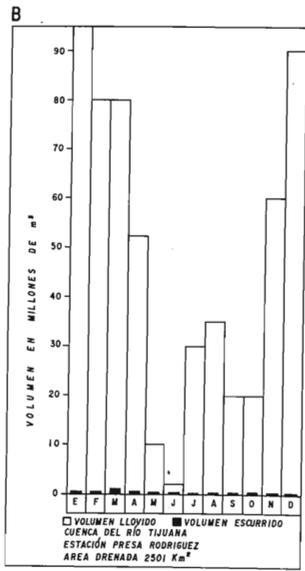
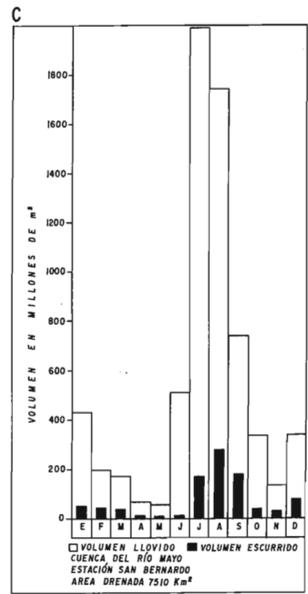
| | |
|--|-------------------------------|
| | 0 a 200 metros |
| | 200 a 1000 metros |
| | 1000 a 2000 metros |
| | 2000 a 3000 metros |
| | más de 3000 metros |
| | Línea divisoria de las aguas. |

PROYECCION CONICA CONFORME DE LAMBERT

ESCALA GRAFICA
 0 80 160 240 320 400 Km.

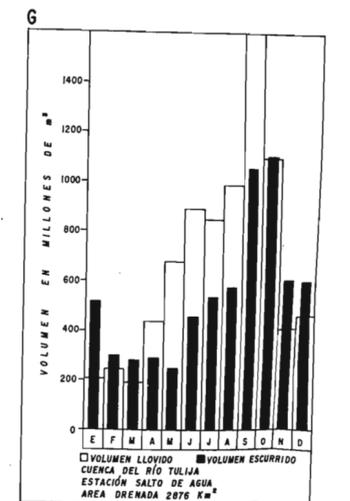
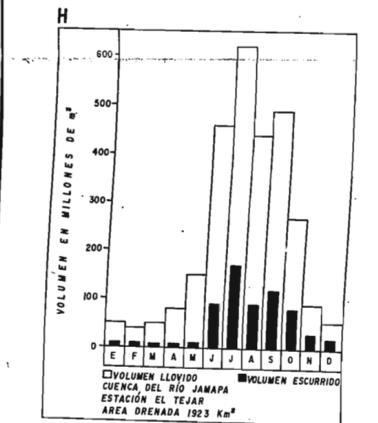
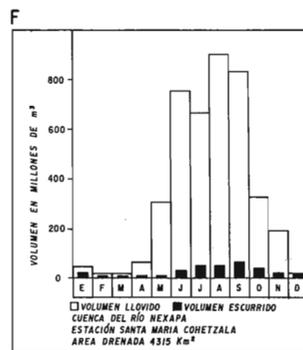
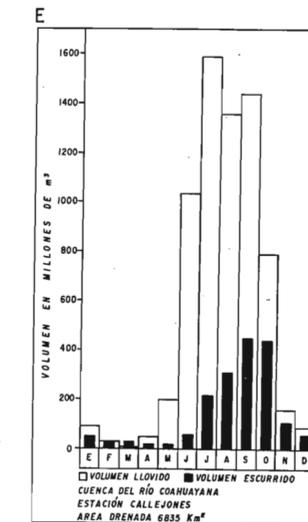
INSTITUTO DE GEOGRAFIA DE LA U. N. A. M.
 FUENTES: LAS PROVINCIAS GEOHIDROLOGICAS DE MEXICO

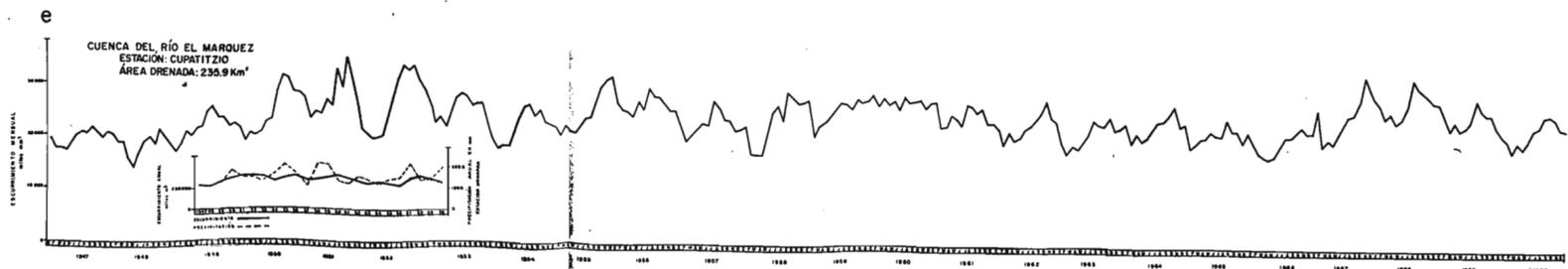
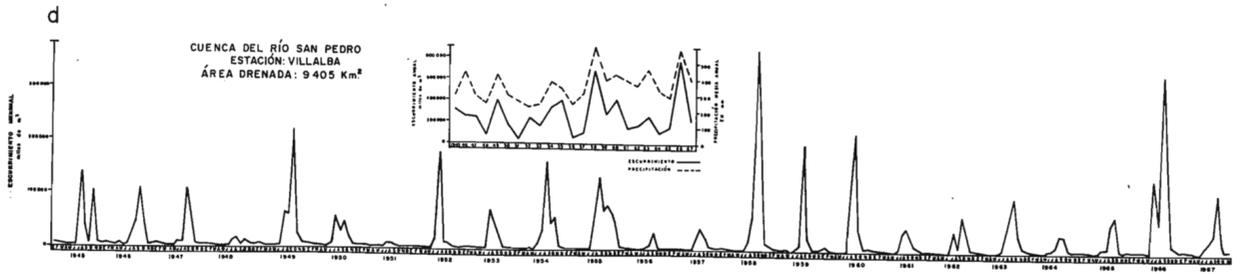
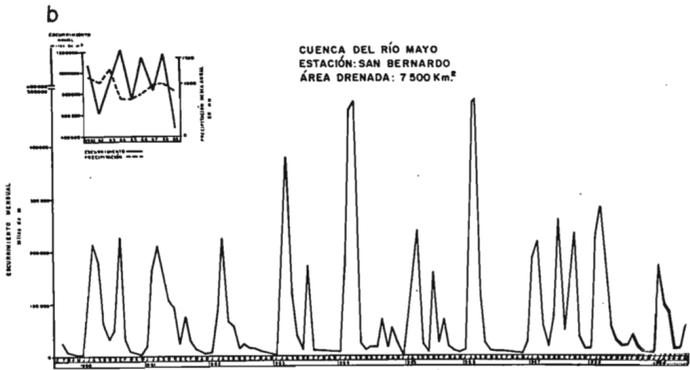
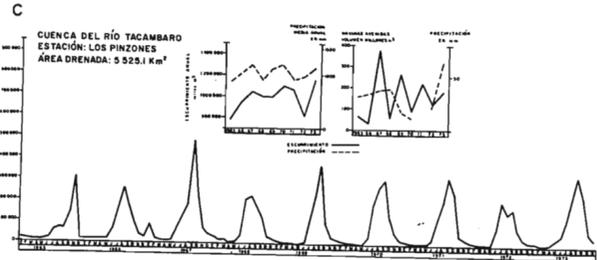
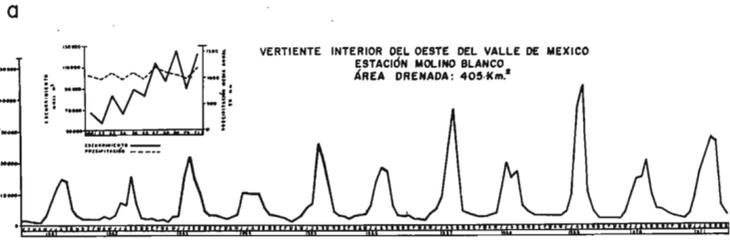
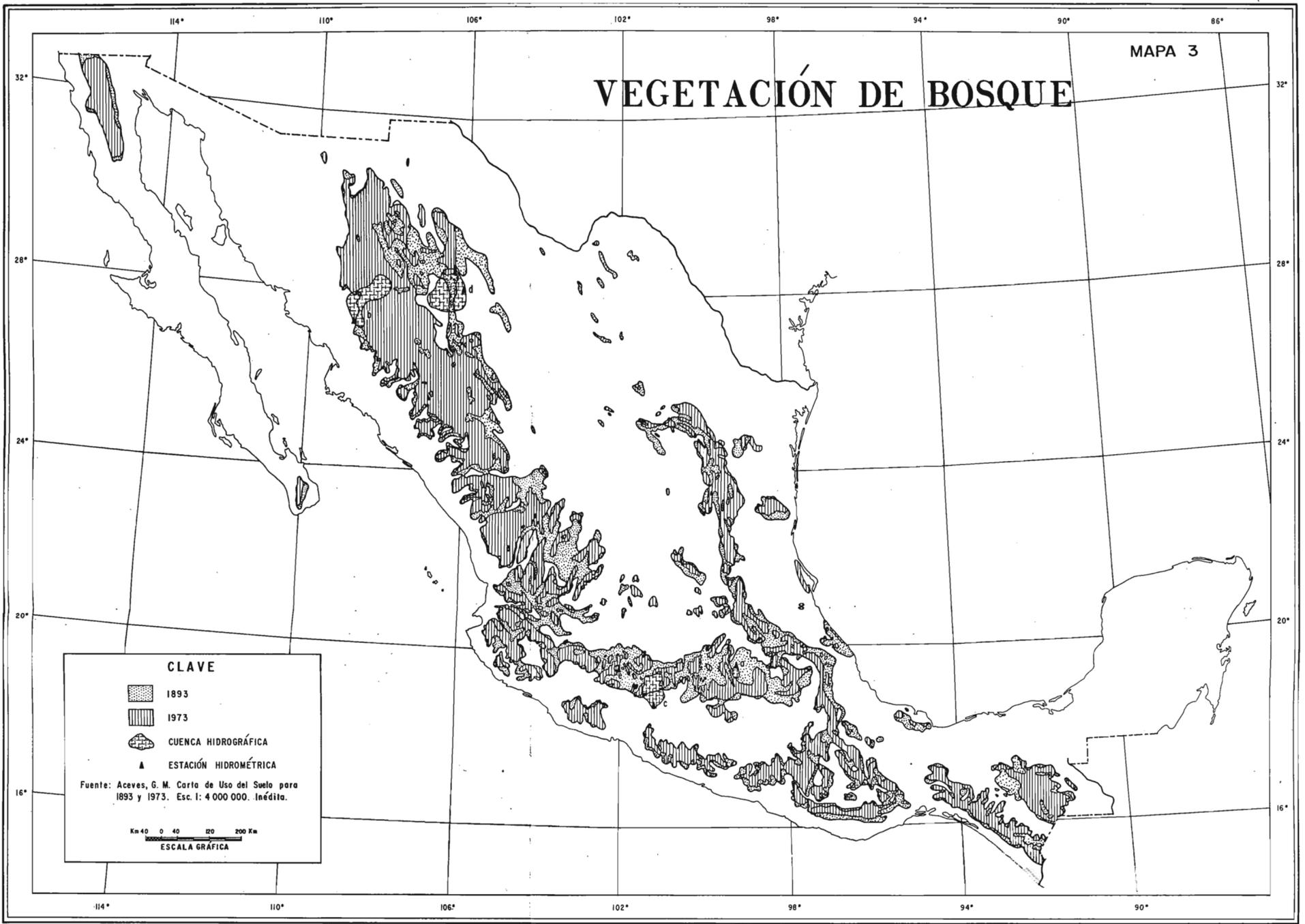
PRECIPITACIÓN Y ESCURRIMIENTO



Isoyetas tomadas de "Distribución de la precipitación en la República Mexicana" por Enrique Gercía Boletín del Instituto de Geografía, UNAM. Vol. V. México, 1974.

Fórmá: Laura Elena Maderrey
Dibujó: Humberto Robles Ubaldo





RED HIDROGRÁFICA



- VERTIENTE DEL OCEANO PACÍFICO
- 1 R. TIJUANA
- 2 R. GUADALUPE
- 3 A. SAN CARLOS
- 4 R. SANTO TOMAS
- 5 R. SAN VICENTE
- 6 R. SAN RAFAEL
- 7 R. SANTO DOMINGO
- 8 R. DEL ROSARIO
- 9 R. SANTA CATARINA
- 10 A. DELFINO
- 11 R. SAN ANDRÉS
- 12 A. SAN MIGUEL
- 13 R. SAN GREGORIO
- 14 A. SAN VENANCIO
- 15 A. SANTO DOMINGO
- 16 A. SAN LUIS
- 17 A. SALADO
- 18 A. MALVA
- 19 A. COMEJO
- 20 A. BALLENAS
- 21 A. EL CEDRO
- 22 A. CARRIZAL
- 23 A. SAN JACINTO
- 24 R. SAN JOSÉ
- 25 A. RIVERA
- 26 R. COLORADO
- 27 R. SONOITA
- 28 R. CONCEPCIÓN
- 29 R. SAN IGNACIO
- 30 R. BACANACHIC
- 31 R. SONORA
- 32 R. GUAYMAS
- 33 R. MATAPE
- 34 R. YAQUI
- 35 A. COCORAQUI
- 36 R. MAYO
- 37 R. FUERTE
- 38 R. SINALOA
- 39 R. MOCORITO
- 40 R. TULÉ
- 41 R. CULIACÁN
- 42 R. SAN LORENZO
- 43 R. VENADILLO
- 44 R. ELOTA
- 45 R. PIAXTLA
- 46 R. QUELITE
- 47 R. PRESIDIO
- 48 R. BALUARTE
- 49 R. CAÑAS
- 50 R. ACAPONETA
- 51 R. BEJUCO
- 52 R. SAN PEDRO

- 53 R. SANTIAGO (SISTEMA LERMA-SANTIAGO)
- 54 R. SAN BLAS
- 55 R. HUICICILA
- 56 R. AMECA
- 57 R. TOMATLÁN
- 58 R. SAN NICOLÁS
- 59 R. CUTZAMALA
- 60 R. PURIFICACIÓN
- 61 R. CIHUATLÁN
- 62 R. ARMERÍA
- 63 R. COAHUYAMA
- 64 R. OSTUTA
- 65 R. COALCOMÁN
- 66 R. CHULA
- 67 R. CARRIZAL
- 68 R. BALSAS
- 69 R. UNIÓN
- 70 R. IXTAPA
- 71 R. PETATLÁN
- 72 R. COYUQUILLA
- 73 R. SAN LUIS
- 74 R. TECPAN
- 75 R. ATOYAC
- 76 R. COYUCA
- 77 R. SABANA
- 78 R. PAPAGAYO
- 79 R. NEXPA
- 80 R. SAN LUIS
- 81 R. SANTA CATARINA
- 82 R. VERDE
- 83 R. GRANDE
- 84 R. COLATEPEC
- 85 R. COPALITA
- 86 R. TEHUANTEPEC
- 87 R. DE LOS PERROS
- 88 R. CHILAMA
- 89 R. SAN JOSÉ
- 90 R. NITTEC
- 91 R. OSTUTA
- 92 R. ZANATECO
- 93 R. DE JESÚS
- 94 R. SAN DIEGO
- 95 R. PUJILIAN
- 96 R. COAPAN
- 97 R. NOVILLERO
- 98 R. PUEBLO NUEVO
- 99 R. CAHUACÁN
- 100 R. SUCHIATE
- VERTIENTE DEL OCEANO ATLÁNTICO
- 101 R. CONCHOS
- 102 A. SAN ANTONIO
- 103 A. DE LA COSTURA

- 104 A. DEL CABALLO
- 105 A. DE LA ZORRA
- 106 A. DEL BUEY
- 107 A. DE LAS VACAS
- 108 R. SAN DIEGO
- 109 A. NAVAJAS
- 110 A. SAN ANTONIO
- 111 A. SAN NICOLÁS
- 112 A. TEXAS
- 113 A. DE LA RESACA
- 114 A. CASTAÑA
- 115 R. SALADO
- 116 R. ALAMO
- 117 R. SAN JUAN
- 118 R. SAN FERNANDO
- 119 R. SOTO LA MARINA
- 120 R. CARRIZAL
- 121 R. GUAYALEJO
- 122 R. PÁNUCO
- 123 R. TUXPAN
- 124 R. CAZONES
- 125 R. TECOLUTLA
- 126 R. NAUTLA
- 127 R. MISANTLA
- 128 R. COLIPA
- 129 R. JUCHIQUE
- 130 R. ACTOPAN
- 131 R. LA ANTIGUA
- 132 R. JAMAPA
- 133 R. BLANCO
- 134 R. PAPALOAPAN
- 135 R. COATZACOALCOS
- 136 R. TONALÁ
- 137 R. GRIJALVA
- 138 R. USUMACINTA
- 139 R. PALIZADA
- 140 R. CHUMPÁN
- 141 R. CANDELARIA
- 142 R. CHAMPOTÓN
- 143 R. HONDO

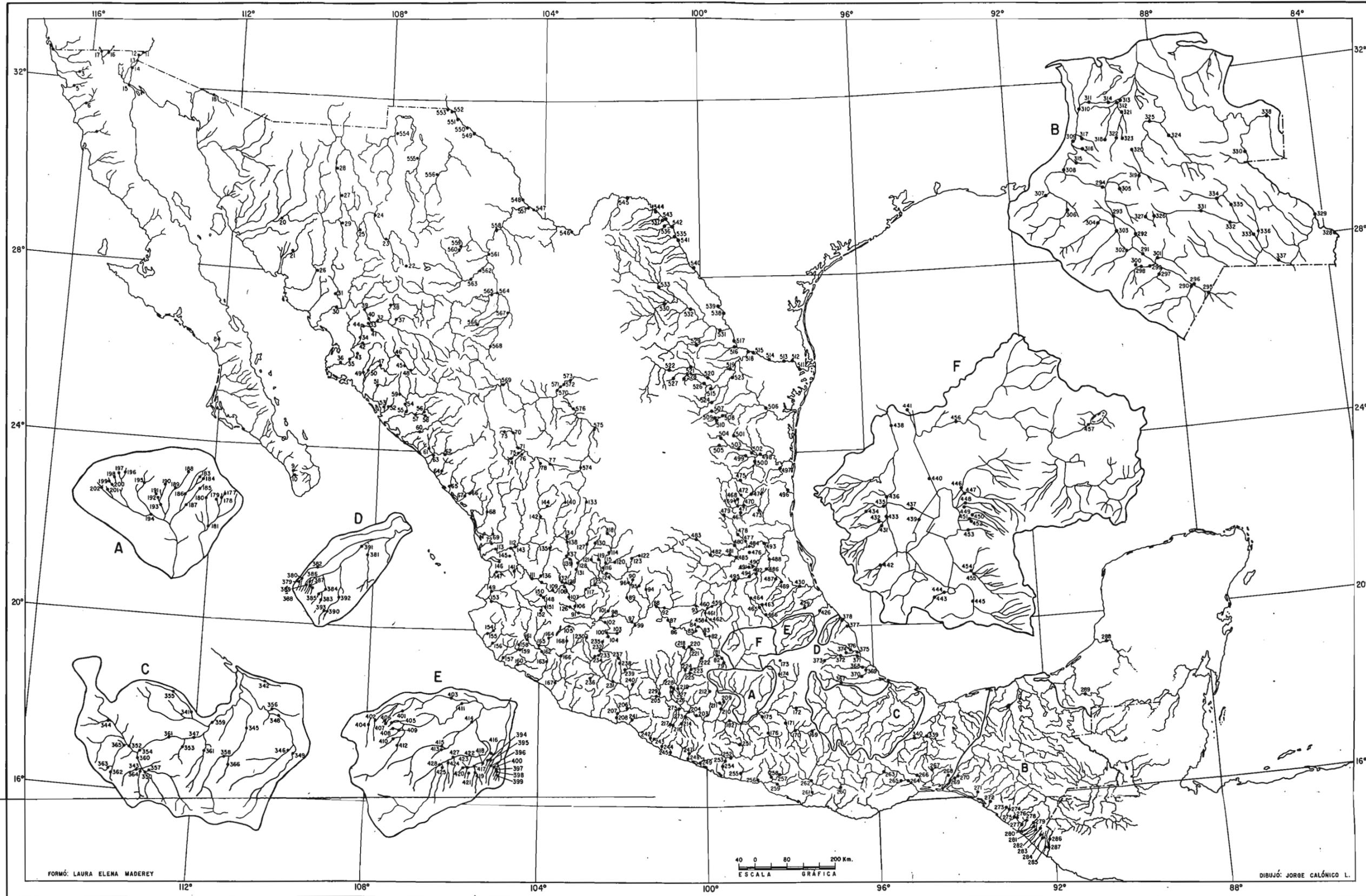
- VERTIENTE INTERIOR
- 144 R. COMITÁN-L. DE MONTE BELLO
- 145 R. CASAS GRANDES-L. DE GUZMÁN
- 146 R. SANTA MARÍA-L. DE SANTA MARÍA
- 147 R. DEL CARMEN-L. DE PATOS
- 148 R. JARAL-L. DE BADIÓCORA
- 149 R. OJO CALIENTE-L. DE BUSTILLOS
- 150 R. DE LA CADENA-L. DE LAS PALOMAS
- 151 R. NAZAS-L. MAYRÁN
- 152 R. AGUANAVAL-L. DE VIESCA
- 153 L. DE SAYULA
- 154 L. DE PÁTZCUARO
- 155 R. GRANDE DE MORELIA-L. DE QUITZEO



Fuente: Laura Elena Mederos
Dibujó: Humberto Robles Ubaldo

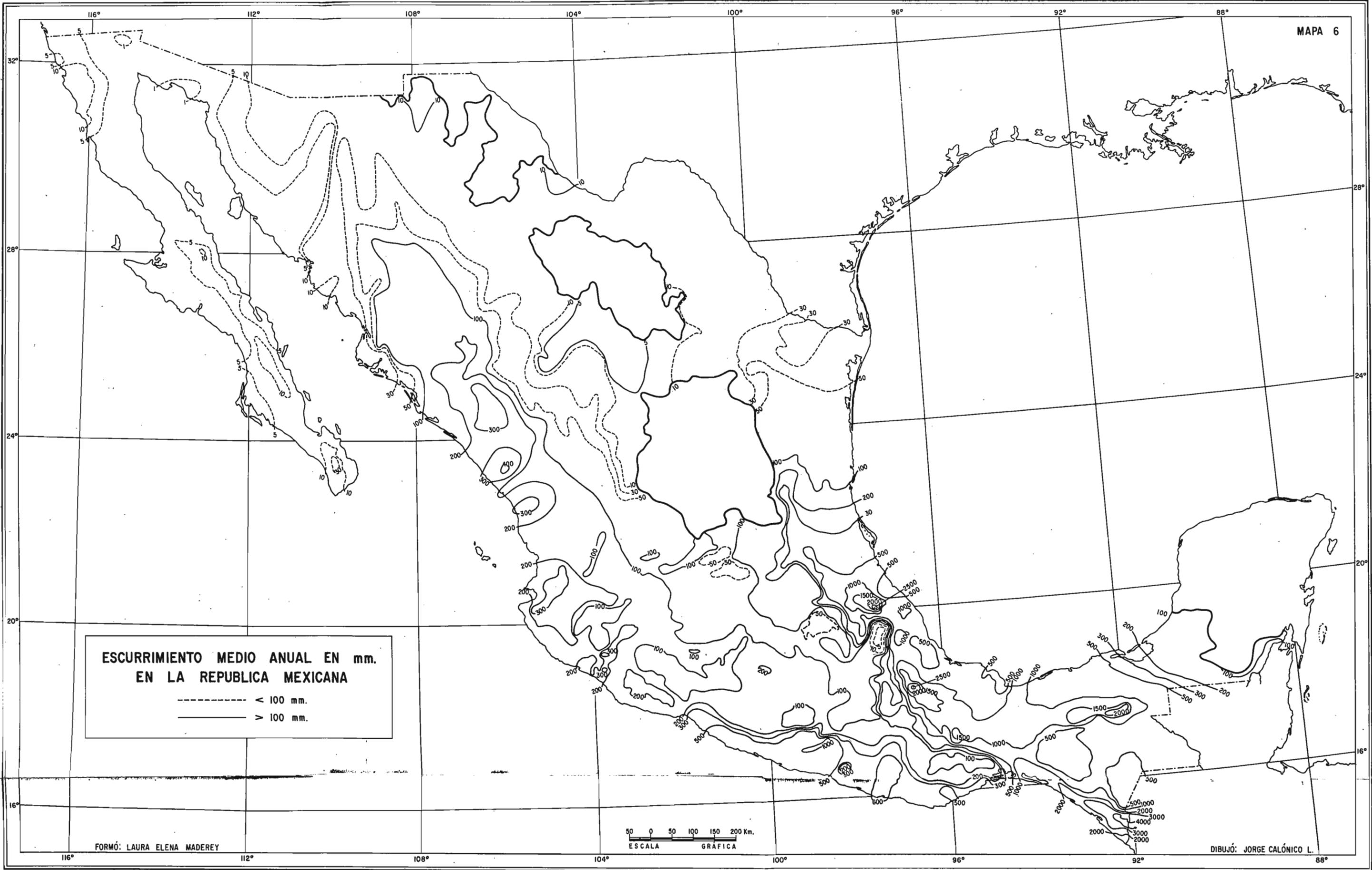
ESTACIONES HIDROMÉTRICAS

MAPA 5



FORMÓ: LAURA ELENA MADEREY

DIBUJÓ: JORGE CALÓNICO L.



Referencias bibliográficas

1. ACEVES, G. M. *Cartas de uso del suelo 1893 y 1973* (inéditas). Instituto de Geografía, UNAM. México.
2. BENASSINI, O. "Los recursos hidráulicos de México y su aprovechamiento racional". *El Escenario Geográfico de México, Introducción ecológica*. SEP-INAH. México, 1974, pp. 173-298.
3. BENASSINI, A. y QUINTERO G. A. "Recursos hidráulicos de la República Mexicana". *Revista Ingeniería Hidráulica*, México, vol. IX, núm. 4, 1955, pp. 89-100, vol. X, núms. 1, 2, 3, 4, 1956, vol. XI, núm. 3, 1957, pp. 101-116.
4. CHOW, V. T. (Editor). *Handbook of Applied Hydrology. A Compendium of Water Resources Technology*. McGraw Hill Book Company, New York, 1964.
5. DEL RÍO, F. y WILSON, A. "Características hidrológicas de México." *Memoria 1968-1969 del Comité Nacional Mexicano para el Decenio Hidrológico Internacional*. Instituto de Geofísica, UNAM. México, 1970.
6. Departamento de Meteorología del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, Ministerio de Agricultura y Ganadería. *Estimación de la escorrentía media anual a partir de datos de precipitación y temperatura según el método de Langbein modificado*. Quito, Ecuador, 1968.
7. GARCÍA, E. y MOSIÑO, P. "Los climas de Baja California". *Memoria 1966-1967 del Comité Nacional Mexicano para el Decenio Hidrológico Internacional*. Instituto de Geofísica, UNAM. México, 1968, pp. 29-56.
8. GARCÍA, E. "Distribución de la Precipitación en la República Mexicana". *Boletín* núm. 5. Instituto de Geografía, UNAM. México, 1974, pp. 7-20.
9. HOYT, W. G. *The Runoff Cycle. Physics of the Earth. Hydrology*. O. E. Meinzer (ed). McGraw Hill Book Co. New York and London, 1942, pp. 507-513.
10. LANGBEIN, W. B. and others, "Annual Runoff in the United States". U. S. Geological Survey *Cir.* 52. June, 1949.
11. LINSLEY, R. K., KOHLER, M. A. and PAULLUS, J. L. H. *Hidrología para ingenieros*. McGraw Hill Book Company. Madrid, España, 1967.
12. MADEREY, R. L. E. "Características físicas de la cuenca del río Tizar". *Boletín* núm. 3. Instituto de Geografía, UNAM. México, 1970.
13. MADEREY, R. L. E. "Effet de la Croissance de la partie ouest de la Ville de México sur les Processus Hydrodynamiques". *Actes du Colloque: Influence de l'Homme sur l'Interface entre le Cycle Hydrologique et l'Environnement Physique*, septembre, 1974, pp. 130-136.
14. NOGUEIRA GARCÉZ, L. *Hidrología*. Editorial Edgard Blücher Ltda. São Paulo, Brasil, 1967.
15. Remenieras, G. *Tratado de hidrología aplicada*. Editores técnicos asociados, S. A. Barcelona, España, 1971.
16. Secretaría de Recursos Hidráulicos. Comisión Hidrológica de la Cuenca del Valle de México. Oficina de Hidrología. *Hidrología de la Cuenca del Valle de México*, Tomo I. México, octubre, 1964.
17. Secretaría de Recursos Hidráulicos. Comisión del Papaloapan. *Boletín hidrométrico* núm. 18. México.
18. Secretaría de Recursos Hidráulicos. Jefatura de Irrigación y Control de Ríos. Dirección de Hidrología. *Boletín hidrológico* núm. 20. *Datos de las regiones Golfo Centro y Valle de Oriental, Libres y El Seco*. México, 1963.

19. ———. *Boletín hidrológico* núm. 29. *Región Hidrológica núm. 24 Poniente. Zona alta de la cuenca del río Bravo incluyendo la subcuenca del río Conchos.* Tomos I y II. México, 1969.
20. ———. *Boletín hidrológico* núm. 27. *Datos de las cuencas del Bajo Bravo y de la región Golfo Norte.* México, 1966.
21. ———. *Boletín hidrológico* núm. 28. *Regiones hidrológicas núms. 1 a 7 Península de Baja California.* México, 1971.
22. ———. *Boletín hidrológico* núm. 30. *Región hidrológica núm. 11. Zona de los ríos Presidio a San Pedro.* Tomos I y II. México, 1970.
23. ———. *Boletín hidrológico* núm. 31. *Regiones hidrológicas núms. 19, 20, 21 y 22. Zona de las costas de Guerrero y Oaxaca.* Tomos I, II, III, IV y V. México, 1973.
24. ———. *Boletín hidrológico* núm. 32. *Región hidrológica núm. 26 Cuenca del río Pánuco.* Tomos I y II. México, 1968.
25. ———. *Boletín hidrológico* núm. 34. *Región hidrológica núm. 24 Oriente Región del Medio Bravo y Río Salado.* México, 1970.
26. ———. *Boletín hidrológico* núm. 35. *Región hidrológica núm. 36. Zona de los ríos Nazas y Aguanaval.* Tomos I y II. México, 1970.
27. ———. *Boletín hidrológico* núm. 36. *Región hidrológica núm. 10. Sinaloa.* Tomos I, II, III, IV y V. México, 1970.
28. ———. *Boletín hidrológico* núm. 38. *Regiones hidrológicas núm. 30 (Grijalva-USUMACINTA), núm. 31 (Yucatán oeste), núm. 32 (Yucatán norte) y núm. 33 (Yucatán este).* México, 1971.
29. ———. *Boletín hidrológico* núm. 39. *Región hidrológica núm. 8. Sonora norte: ríos Sonoíta, Concepción, San Ignacio.* México, 1970.
30. ———. *Boletín hidrológico* núm. 40. *Región hidrológica núm. 9, Sonora sur: ríos Sonora, Yaqui, Mayo.* Tomos I y II. México, 1970.
31. ———. *Boletín hidrológico* núm. 41. *Regiones hidrológicas núms. 13, 14, 15, 16 y 17. Zona Pacífico Centro.* Tomos I y II. México, 1971.
32. ———. *Boletín hidrológico* núm. 42. *Región hidrológica núm. 27. Tuxpan-Nautla.* Tomos I, II y III. México, 1971.
33. ———. *Boletín hidrológico* núm. 43. *Región hidrológica núm. 28. Ríos Atoyac, La Antigua y Jamapa.* México, 1971.
34. ———. *Boletín hidrológico* núm. 44. *Región hidrológica núm. 26. Cuenca del río San Juan.* Tomos I y II. México, 1971.
35. ———. *Boletín hidrológico* núm. 46. *Región hidrológica núm. 26. Cuenca de la Laguna de Metztlán.* México, 1971.
36. ———. *Boletín hidrológico* núm. 47. *Región hidrológica núm. 18. Cuenca del río Amacuzac.* Tomos I y II. México, 1971.
37. ———. *Boletín hidrológico* núm. 48. *Región hidrológica núm. 18. Cuenca de los ríos Atoyac y Mixteco.* Tomos I y II. México, 1971.
38. ———. *Boletín hidrológico* núm. 49. *Región hidrológica núm. 18. Cuenca del Medio y Bajo Balsas.* Tomos I, II, III, IV y V. México, 1973.
39. ———. *Boletín hidrológico* núm. 50. *Región hidrológica núm. 12. Cuenca del río Lerma hasta la presa Solís, del lago de Pátzcuaro, del río Grande de Morelia, hasta el lago de Cuitzeo y de la laguna de Yuriria.* Tomos I, II, III y IV. México, 1973.
40. ———. *Boletín hidrológico* núm. 51. *Región hidrológica núm. 12. Cuenca del río Lerma desde la presa Solís hasta la Cortina Poncitlán y laguna de Sayula.* Tomos I, II, III, IV y V. México, 1973.
41. ———. *Boletín hidrológico* núm. 52. *Región hidrológica núm. 12. Cuenca del río Santiago desde la Cortina de Poncitlán hasta su desembocadura al Océano Pacífico.* Tomos I, II y III. México, 1973.
42. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. *Introducción a la hidrología de aguas superficiales.* Curso dictado por el ingeniero Juergen Oelsner, experto hidrólogo de la misión OMM/FE, con los auspicios del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, Universidad Central y Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador, marzo, 1965.
43. TAMAYO, J. L. *Geografía general de México.* Tomo II, *Geografía física.* Instituto Mexicano de Investigaciones Económicas. México, 1962.
44. TRYSELIOUS, O. *Runoff Map of Sweden. Average Annual Runoff for the Period 1931-60.* Sveriges Meteorologiska Och Hydrologiska Institut. Meddelanden Serie C. Nr. 7 Stockholm, 1971.
45. VIVÓ, E. J. A. *Geografía de México.* Fondo de Cultura Económica. México, 1958.
46. WISLER, Ch. O. and BRATER, E. F. *Hydrology.* John Wiley and Sons Inc. Second Edition. New York, 1959.

Índice

| | |
|--|----|
| INTRODUCCIÓN | 5 |
| PRIMERA PARTE | |
| Consideraciones generales acerca del escurrimiento | 9 |
| SEGUNDA PARTE | |
| Características generales de México con respecto al agua de escurrimiento | 25 |
| TERCERA PARTE | |
| Mapa de escurrimiento de la República Mexicana | 39 |
| CONCLUSIONES | 43 |
| GLOSARIO | 45 |
| MAPAS | |
| Entre página 46 y página 47 | |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 47 |



Siendo director general de Publicaciones José Dávalos, se terminó la impresión de *El agua de escurrimiento en la República Mexicana*, el día 18 de noviembre de 1977. Su composición se hizo en tipos Garamond 12:12, 10:11 y 9:10. La edición consta de 2 000 ejemplares.