

SISTEMA DE BIBLIOTECAS  
Instituto de Investigacion de Zonas  
Desérticas, UASLP



**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI**

**ESCUELA DE INGENIERIA**

**“ESTUDIOS HIDROLOGICOS DE LAS PRESAS SAN JOSE  
Y EL PEAJE COMO PARTE INTEGRANTE DE LAS  
FUENTES DE ABASTECIMIENTOS DE AGUA POTABLE  
EN LA CIUDAD DE SAN LUIS POTOSI”**

**TRABAJO RECEPCIONAL**

Que para obtener el Título de :

**INGENIERO CIVIL**

**P r e s e n t a :**

**SILVIA OLIVO CARDENAS**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ  
ESCUELA DE INGENIERÍA  
AV. DE LOS HÉROES S/N. PUEBLA NUEVA  
SAN LUIS POTOSÍ, PUEBLA, MÉX.

Enero 5, 1977.

A la Pasante Srta. Silvia Olivo Cárdenas

Presente.

En atención a su solicitud relativa me es grato indicar a usted que el H. Consejo Técnico Consultivo de la Escuela de Ingeniería ha designado como Asesor del Trabajo Recepcional que deberá desarrollar en su Examen Profesional de Ingeniero Civil, al Sr. Ina. David de la Torre Pedraza. Así como el Tema propuesto para el mismo es:

"ESTUDIOS HIDROLÓGICOS DE LAS PRESAS SAN JOSÉ Y EL PEAJE COMO PARTE INTEGRANTE DE LAS FUENTES DE ABASTECIMIENTOS DE AGUA POTABLE EN LA CIUDAD DE SAN LUIS POTOSÍ".

TEMARIO:

- I.- ANTECEDENTES HISTÓRICOS
- II.- CLIMATOLOGÍA
- III.- HIDROLOGÍA
- IV.- ESTUDIOS BATIMÉTRICOS
- V.- DERRAME DE EXCEDENTES Y DEFICIENCIA EN LOS ÚLTIMOS 10 AÑOS
- VI.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Ruego a usted tomar debida nota de que en cumplimiento con lo especificado por la Ley de Profesiones debe prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito indispensable para sustentar su Examen Profesional.

Atentamente.

"MODOS ET CUNCTARUM RERUM MENSURAS AUDEBO"

EL DIRECTOR DE LA ESCUELA  
ING. MAXIMINO TORRES SILVA

Los esfuerzos y privaciones que hicieron para que fuera realidad la terminación de mi Carrera, se convierten en una satisfacción y agradecimiento para mis padres.

Rodolfo Olivo M.

Beatriz Cárdenas J.

Con gran cariño por sus cuidados,  
ayuda y confianza a mi abuelita  
Rosa María J. Vda. de Cárdenas.

A mis hermanos por su apoyo  
Rodolfo Celestino, Beatriz  
Verónica del Rocío.

Con agradecimiento por su dedicación  
a este trabajo, al Sr. Ing.  
David A. de la Torre Pedraza.

A los Señores Ingenieros  
Maximino Torres Silva  
Lorenzo Sánchez Mendoza.

A mis maestros por sus  
esfuerzos y dedicación

A mis amigos y compañeros  
por su ayuda para la culminación  
de este trabajo.

# C A P I T U L O I

## INTRODUCCION.

### ANTECEDENTES HISTORICOS DE UNA PRESA EN EL RANCHO DE SAN JOSE.

Todos los años preocupaba el ánimo de la población de San Luis la escasez de agua, los fuertes calores, la poca humedad del suelo, la falta de corrientes superficiales constantes, el reducido número de estas, la escasez de vegetación corpulenta y vigorosa que dificulta el desplome de las lluvias, ocasionando la sequía así como el retardado y pasajero de éstas impide el desarrollo de la vegetación.

El primer estudio realizado por el C. Francisco de P. Cabrera fué en el año de 1840 es cuando se pensó en construir una presa en la Cañada de Morales, sobre la madre del Río nombrado de Santiago, con el fin de regar las tierras de laboreo inmediatas a esta ciudad, en cuyo tiempo el Sr. Gobernador D. Ignacio Sepúlveda, fué comisionado para que escogiera el punto mas a propósito, hiciera los reconocimientos correspondientes, y se calculara el costo de obra, el cual hizo el informe correspondiente al gobierno (el cual se extravió).

El 5 de Octubre de 1863, el Ing. José María Siliceo, hizo conocer su proyecto sobre el terreno, al C. Gobernador y Comandante Militar, General Francisco Alcalde, y al día siguiente se mandaron 300 presidiarios para comenzar los trabajos: el día 18 se puso la primera piedra y el día 28 se presentó el informe, así como el presupuesto. Se dió principio a los trabajos, dando preferencia a la construcción de un edificio de mampostería destinado inmediatamente a la prisión, y despues a una fábrica.

El 19 de Abril de 1869, se concedió a una compañía empresaria de la presa, y que aparecía representada por el señor don Justo Aldea, Español, el derecho -

de construir. Se emprendieron nuevos trabajos en los que tomó parte activa el -- señor don Amadeo Tiersavit, Frances, y cesaron los trabajos antes de que ocu-- rriera la muerte de los dos.

#### PROYECTO.

El señor don Francisco de P. Cabrera, se expresaba así en su informe del - 12 de Marzo de 1840. El curso del Río es muy tortuoso y da una distancia desde el punto donde se ha de fijar la cortina de la presa hasta donde forma el retro-- ceso el agua, de 3,350 varas cuando esté llena, en el supuesto de que se le den 20 varas de altura al bordo (lámina 1). Si se pudiera tirar una recta desde el-- bordo de la presa cuando corta el río, hasta donde retrocede el agua, sacarla - 2,160. La corriente del agua como ahora se encuentra, es de 20 varas por minuto y la inclinación general del terreno de  $5/8$  varas ó mas bien  $60/100$  por cada -- 100 varas.

Los contornos de la presa lo forman varias cañadas, lomas y cerros que --- obligan al agua a tomar la figura que ahí se ve, y están señaladas con distin-- tas letras y nombres. incluyéndose hacia la parte sur, la Cañada de Las Tortu-- gas y a la del norte de la Juan Dionisio, los cuales forman una especie de ---- atravesano, tendrá el agua cuando esté llena de un extremo a otro cosa de 2,000 varas.

En la formación de la cortina de la presa, es de suma importancia se ad--- vierte que debe fortificarla bien; lo primero porque la cantidad de agua que -- respectivamente cabe a esta presa, es enorme; que su peso y el impulso de la co-- rriente, son dos fuerzas de gran poder que tiene que combatir, oponiéndose a la segunda cuando corre el río y sosteniendo a la primera continuamente, según es-- tá mas ó menos llena, pues que en su plenitud podrá contener, 260.145,000 pies-- cúbicos de agua.

Tomando las consideraciones necesarias y calculando la resistencia que se-

debe poner a tan grandes fuerzas se dió un cimientó de 35 varas de ancho por un espacio de 187 varas de las 360 que saca todo el largo del bordo, colocando 9 arcos diagonales de 10 varas de diámetro cada una, apoyadas en pilares intermedios de 6 varas, cuyos arcos operan un espacio de 150 varas, que es donde hace toda la fuerza el agua, pues el terreno forma las curvaturas que se ven señaladas a uno y a otro lado con líneas de puntos y las letras a, a, a en la figura 2 lámina 1. Las letras b.b señalan el piso horizontal del arco donde sale el cimiento a la superficie de la tierra, y la c la altura perpendicular de dicho arco, que se elevará hasta 15 varas, siendo las 5 restantes de la cortina de la presa en línea perpendicular, y quedando 10 varas de espesor al calicanto, desde donde dan vuelta los arcos hasta la cara que recibe el agua.

La figura 3 lámina 1 es un perfil de calicanto cortada, con una sección de arco "d". Se señala con la letra "e" en 5 varas de largo y 3 de profundidad, cuya latitud podrá aumentarse, aunque se considera peligroso darle mayores dimensiones. El resto de la cortina podrá disminuirse desde donde concluye la curva "f", hasta 8 varas de ancho no debiendo ser menos y dejando maestras en todo el bordo por si en algún tiempo se quisiera subir más. La posición de esta cortina es un poco diagonal sobre la dirección del río, con el fin de que el impulso de la corriente no choque de frente sobre el calicanto, sino que aprovechando la curvatura que forma dicha corriente, (que antes de llegar se ha quebrantado en lo que forma la Cañada de Juan Dionisio y despues en el que sirve de apoyo al calicanto al lado del norte).

La figura 4 lámina 1 con una escala particular, señala la planta del cimiento, el cuál según la firmeza que a la vista presenta el terreno, no deberá ser muy profundo (salvo lo que se presenta bajo la superficie que nadie puede adivinar). Sin embargo de que por ser muy canteroso, es necesario no fiarse mucho y obrar con mucha precaución, pues esta es la base fundamental de toda obra

El cálculo de costo que tendrá solo el calicanto, sin hacer por ahora caso



PROYECTO DE UN PLANO PARA FORMAR UNA PRESA EN EL PARQUE DE S. JOSE  
 pres. obra del Gobierno de S. Luis Potosí por FRANCISCO DE P. CABRERA en 11 de Mayo de 18

ESPLICACION.

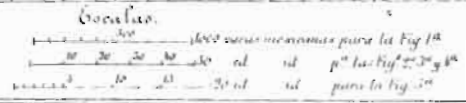
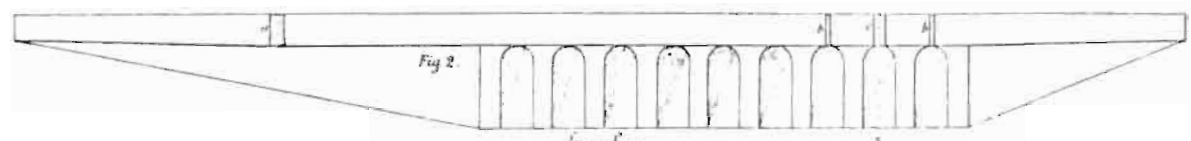
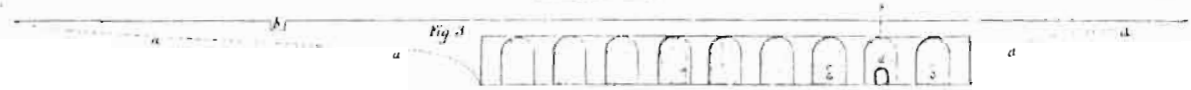
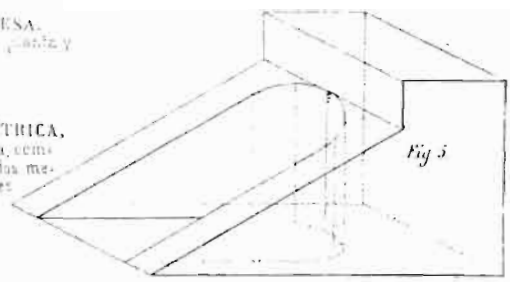


- Fig. 1.**  
 a.—Cuerpo de la presa  
 b.—Cuerpo del Peñero  
 c.—Arco de las muñecas  
 d.—Arco de la puerta  
 e.—Cuerpo de Juan Domingo  
 f.—Cuerpo de las Tortugas  
 g.—Cuerpo de la cola  
 h.—Muros de piedra  
 i.—Cuerpo de la piedra  
 m.—Bordo de la presa  
 n.—Cuerpo de los cerros que circundan la presa
- Fig. 2.**  
**PLANTA GERAL DE LA PRESA**  
 a.—Línea para el desague  
 b.—Línea para el riesgo  
 c.—Línea para la limpieza

- Fig. 3.**  
**ELEVACION DE LA PRESA**  
 a.—Cuerpo de la presa  
 b.—Línea para el desague  
 c.—Línea para el riesgo  
 d.—Cuerpo de la puerta

- Fig. 4.**  
**CORTE DE LA PRESA.**  
 por las líneas a—y—b— parte y del alzada  
 a.—Cuerpo de la presa

- Fig. 5.**  
**PERSPECTIVA GEOMETRICA.**  
 de una parte de la presa, comprendiendo un arco y dos muros estrechos y pilares



del que causará abrir el cimiento, la cantera labrada que deberá emplearse en muchas esquinas, compuertas y otros puntos; la madera para andamios, compuertas ladrón y cuñas; las atarjeas provisionales para retirar el agua que está trabajando; el desagüe de los cimientos, los chiflones ó bitoques por donde salga el agua para el riego, las zanjas principales por donde este se ha de dirigir, los lazos para andamios, primer costo de herramienta y su compostura continua. Suel dos de empleados como sobreresistentes, etc., y son según las cuentas 102.157 varas cúbicas las que tienen que fabricarse.

Los señores Arriaga Balbontín, Avila y Escontría, en su folleto del 23 de Noviembre de 1843, se expresaban sobre el particular de esta manera. Para concluir felizmente esa obra tan útil, y tan grande en sus resultados, conforme a los diferentes cálculos hechos antes de ahora y ultimamente y tomando de ello que tiene relación con nuestro objeto, la fuerza poderosa de la enorme cantidad de agua recogida, no descargará en toda su potencia sobre la muralla levantada, sino, que chocando de frente con los cerros inmediatos y particularmente contra el cargador, y perdiendo mucho de su impulso en el fondo de la caja y en las cañadas inmediatas que formarán largas colas, llegará al punto de la cortina en tal grado que podrá resistirla y contenerla, bastará que ésta tenga de cimiento sobre la viva roca y contando no solamente con el ancho de la pared perpendicular sino también con la de los estribos ó machones diagonales que han de quedar unidos a ella para contrarrestar el gran empuje que puede hacer el depósito de agua, veinticinco y media varas de base que irán gradualmente disminuyendo a proporción que la pared vaya elevándose hasta llegar a la altura de veinte varas y a la longitud de doscientas setenta de cerro a cerro terminando con un espesor ó latitud de cuatro varas: bajo estos principios y contando con los claros de los pilares y la disminución gradual del espesor necesitará sesenta y ocho mil doscientas varas cúbicas de mampostería ó calicanto que a razón de un peso-seis reales varas (\$1.75) costo común y aún subiendo se considera la comodidad-

que del mismo punto se presenta respecto de materiales, importarán ciento diecinueve mil trescientos cincuenta pesos, presupuesto que se le agrega a todo -- evento y caso imprevisto treinta mil seiscientos cincuenta pesos que no es poco ascenderá a ciento cincuenta mil pesos en que nos fijamos para nuestro propósito.

Tomando, pues, por base de nuestro cálculo doscientos cincuenta mil pesos -- y dividiendo esta cantidad entre trescientos accionistas principales, será cada acción de quinientos pesos para cuya exhibición de cien semanas, ó dos años poco menos que durará la obra, pagaría cada accionista cinco pesos semanariamente a fin de tener mil quinientos pesos cada ocho días ó sean seis mil pesos mensuales, las acciones podrán subdividirse en medios, cuartas, quintas, décimas etc. con el objeto de que puedan suscribirse no solamente, los capitalistas, sino -- también los pobres, pero en término de que ningún contribuyente lo puedan hacer en menos de dos reales semanarios (\$0.25), porque a descender más sería deficilar mucho las recaudaciones, distribuciones y demás trabajos.

El señor Siliceo, en su informe del 28 de Octubre de 1863, se explica así:

Como éstos cálculos fueron el resultado de la altura de veinte varas, cambian naturalmente a la de 20 metros, que es la medida que se fijó. El vaso que formará la cortina establecida en la estrechez del río, llamada de las peñitas, tendrá una cabidad de 10,886.687 metros cúbicos; y no pudiendo disponer de toda esta cantidad de agua, sino de lo que resulta en una altura de 15 metros, equivalente a 8.709,342; metros cúbicos, el gasto constante por segundo (1") será -- de 230 litros, que representan como 16 surcos, con una presión media de 10 metros de altura y una velocidad de 36 metros 33 por 1" a su salida de la presa, -- hechas ya las correcciones de constracción de la vena fluída, rozamiento etc., -- esta cantidad de agua con la caída de 6 metros, en turbinas modernas puede dar -- la potencia de 30'5 caballos, vapor suficiente para el mantenimiento de una máquina de mediano efecto, y como el desnivel del punto de salida del agua al va-

lle de San Luis, es de 30 metros, se podrán establecer otras tres máquinas en los puntos correspondientes a los niveles inferiores de 12, 18 y 24 metros, sirviendo la misma agua para las cuatro, y a su salida destinarla al riego. Considerando, que los intereses positivos de la agricultura exigen de preferencia -- que el agua se destine a regar la mayor existencia posible de tierras contando solamente con los 8.709,342'4 metros cúbicos de agua y estableciendo por término medio de pérdida por evaporación é infiltración en los acueductos la sexta parte de esta cantidad, quedarán utilizables para el riego 7.257,785'333 34 metros cúbicos. Previendo que muchos de los terrenos que actualmente se siembran de maíz, se dedicarán a trigo, chile, etc., y que cada clase de siembra necesita distinto número de riego.

TABLA SINOPTICA

Que representan la cantidad de agua que pueda contener la presa comenzada en el rancho de San José, con expresión de la que se puede utilizar en el movimiento de máquinas hidráulicas, y en el riego de una parte del valle de San Luis Potosí.

	Metros Cúbicos
Cantidad total que puede recibir el vaso de la presa - - -	10.866,678
Se deduce por un quinto, que debe permanecer en el fondo para la primera caída. - - - - -	<u>2.178,335'6</u>
Cantidad que saldrá anualmente. - - - - -	8.709,342'4
Por evaporación é infiltración que en los acueductos, se deduce una sexta parte. - - - - -	<u>1.451,557'066</u>
Total disponible como motor y para riego. - - - - -	7.257,785'334

Pasando a examinar el conjunto de los trabajos que requiere la presa, se pensaba en que no solo constara de un solo vaso con la posición y cabida indicadas, -

esperando que el buen resultado que produzcan animara a los empresarios a formar otros depósitos mas arriba, para que surta el inferior, con lo cual se obtendrían las ventajas siguientes.

1a.- Duplicar y aún triplicar la cantidad de agua disponible para el riego y maquinaria.

2a.- En años muy escasos de lluvias no tener carencia de agua contando con dos depósitos.

3a.- Que se pueda desazolvar el vaso inferior cada cuatro años por ejemplo surtiendo el superior de agua para los objetos expresados.

4a.- Proveer a la ciudad y villas inmediatas de agua potable mas abundante de lo que tendrá con un solo vaso, así como de la necesaria para baños, lavaderos, abrevaderos etc. etc.

El maciso que forma la cortina de la presa tiene cien mil metros cúbicos de mampostería; y según el presupuesto minucioso que se tiene formado, que se necesita para su construcción es de ciento cincuenta mil pesos contando con el auxilio que le da el Gobierno del Estado, de los presidiarios un número por lo menos de 250 diarios.

Resta solo manifestar que siendo los vecinos de San Luis Potosí y de las villas inmediatas, los que deban reportar los beneficios de la presa, a ellos corresponde, ponerla en obra por asociación de sus esfuerzos y capitales, bajo la protección del Estado, que en medio de graves atenciones la está impulsando, sin perdonar sacrificios de toda especie, aún los personales.

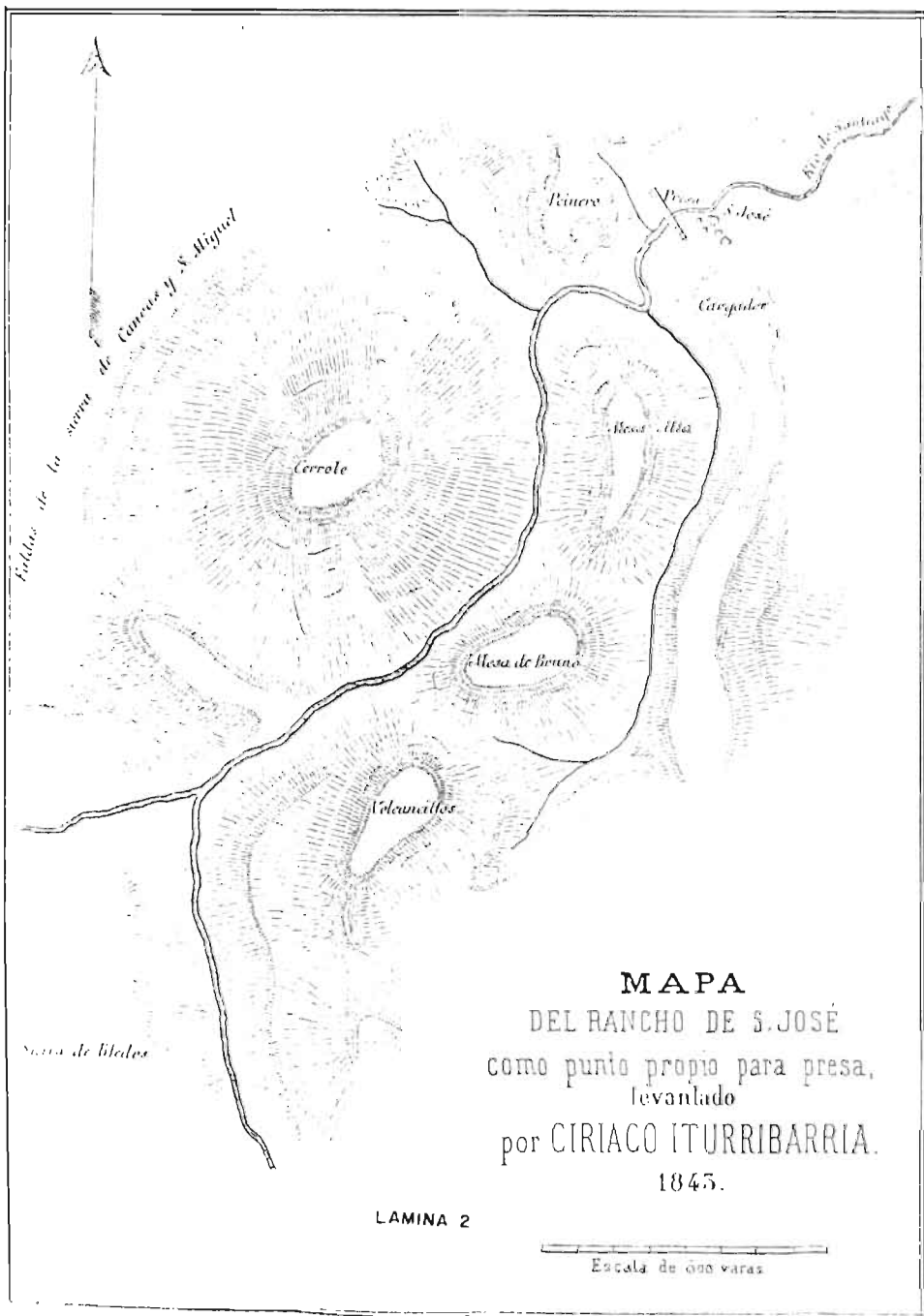
Repartiendo el capital de ciento cincuenta mil pesos en ciento cincuenta acciones de a mil subdivisibles en mitades y cuartas partes para que estuvieran al alcance de las pequeñas fortunas, se podría concluir la obra en un año, si el trabajo fuera sometido por los accionistas y alentado por el gobierno.

Los productos que calculo y que rendirá la empresa, reembolsarán el capital en cuatro años, dejando en los siguientes una utilidad de trescientos pesos

anuales por acción, produciendo además el resultado inmediato de aumentar el valor de los terrenos, y los beneficios sin evento que derivan el desarrollo de la agricultura, de la industria y del comercio.

El Sr. Balbontín, en su artículo citado y que titula "La verdadera grandeza de San Luis Potosí, depende de la construcción de la presa de San José", se expresa así.

Más volviendo ahora a la parte científica de la obra, el C. Iturrigarria - hacia los cálculos siguientes, una sólida cortina de mampostería con dos metros cincuenta centímetros de cimiento bajo el lecho del río, siete metros cincuenta centímetros de espesor al levantarse de la superficie de éste que va disminuyendo gradualmente hasta terminar en dos metros en la altura de veinte metros que será el total de muros. Se trazó en el lecho del río, en una distancia de 200 a 250 metros, ha de llevar una ligera curvatura de dos metros en esta distancia, - cuya parte convexa se dirigió hacia el nacimiento del río para recibir la corriente teniendo además en esta parte interior y desde el cimiento, siete pilares de ángulos salientes a distancia uno de otro y nueve metros de altura disminuyendo hasta perderse en la misma proporción que la cortina estos pilares que tendrán en la base dos y medio metros de ancho y otro tanto en el ángulo saliente tienen por objeto reposar en la cortina: en su centro, donde recibe el mayor empuje el agua en su corriente, además de la gravedad que pasa sobre las paredes que la contienen la longitud del muro hasta sus últimos extremos que suben ya sobre ambas laderas, era de 785 metros, con la misma profundidad con el cimiento que en el centro del río. Para evitar las infiltraciones de las aguas en el fondo del río, que es donde pasan mas por la fuerza de gravitación, se había calculado, no solamente terraplenar en este punto una área de 90,000 metros cúbicos, sino de enlozarlos uniendo las piedras un fuerte cimiento con el doble objeto de facilitar el desazolve en caso ofrecido. (lámina 2).



LAMINA 2

### CONTRARIEDADES

Las causas que se presume hayan influido en contra del proyecto, son:

1a.- Que en el lecho del río de Santiago, en el punto de la boquilla designado como el mas a propósito para construir la presa, existe una abra profunda, difícil de taparse.

2a.- Que la presa tendrá grandes pérdidas, no tanto por la evaporación, si no por la trasminación en el tepetate sobre que descansa, que es una roca descompuesta, pórfido faldespático.

3a.- Que se azolvará la presa de una manera indefinida, con las avenidas.

4a.- Que escaseándose las lluvias se hace innecesaria la presa.

5a.- Que la presa es un amago perpétuo para la población por el peligro y la posibilidad, aunque remota, de que se rompa.

6a.- Que se opondrán a su construcción por diversos medios, los dueños de terrenos que ya disfrutan del agua del río, así como los propietarios interesados en el consumo de sus cereales y a quienes no aprovecha la mejora.

El pórfido faldespático, aparece descompuesto en la superficie, en un espesor poco considerable y el cimiento de la presa penetrará mas abajo, hasta diez metros; y en el evento de que la porosidad de la roca sea mayor, entonces las infiltraciones favoreceran los terrenos inmediatos, haciendo en ellos menos necesario el riego, y por intervalos mas largos.

Conociendo el que se azolve; pero esto no pasará del nivel, del punto de partida de la corriente, de manera que habiendo varias presas, se interrumpe el torrente y la velocidad es menor; no habrá pues fuerza de la corriente para arrastrar el cascajo. Ese azolve, servirá de lecho, sobre que descansa la masa de agua estancada.

### CONCLUSIONES

En cuanto queda expuesto, se demuestra la posibilidad, la conveniencia, la



utilidad, la importancia y la trascendencia de la Presa de la Constan<sup>cia</sup>, sobre el río de Santiago, en la boquilla contigua al antiguo rancho de San José.

Lo que importa, es el remedio eficaz y lo que interesa, es la abundancia de agua. La presa, es el arbitro mas propio para apoderarse de ese recurso natural, el mas constante, el mas crecido que nos ofrece de año en año la Providencia; las aguas pluviales que corren en la superficie del globo ó se deslizan en su interior, cual un sistema venario, sin gran provecho del hombre indolente, apático ó avariante. No solo mejorará el estado sanitario, fertilizará los campos, multiplicará la potencia, sino que tambien, mantendrá las humedades en el suelo; habrá agua corriente, estancada y en las fuentes; fijará las lluvias mas periódicamente; permitirá aumentar el plantío de árboles, arbustos y plantas -- cultivables, propios del clima, alimenticios medicinales, de ornato e industriales; y con la abundancia de agua, se reproducirán los medios de trabajo, de riqueza, de civilización y de cultura; aumentándose la población y dándole mas estabilidad.

GENERALIDADES

Localización de la cuenca de la Presa de San José y el Peaje.

Esta cuenca se localiza al poniente de la ciudad de San Luis Potosí, con coordenadas extremas al norte latitud  $22^{\circ}09' 10''$ , al sur  $21^{\circ}59'$ , al este longitud  $100^{\circ}58' 38''$  y al poniente  $101^{\circ}12'$ .

DATOS GENERALES DE LA PRESA DE SAN JOSE

AREA DRENADA

264.6 Km<sup>2</sup>

COORDENADAS

Longitud W.G. :  $101^{\circ} 03' 15''$

Latitud Nte. :  $22^{\circ} 09' 00''$

CORRIENTE

Río de Santiago.- Esta corriente está formada por varios arroyos que tienen sus orígenes en pequeñas sierras situadas al oeste de la ciudad de San Luis Potosí, que dan origen al arroyo Grande ó azul y el arroyo Las Cabras cuyos escurrimientos son captados por la presa El Peaje.

UBICACION.

Se localiza a unos 8 Kms., al oeste del centro de la ciudad de San Luis Potosí, en el Municipio de la Capital del Estado.

Con origen en el centro de la ciudad hacia el oeste hasta entroncar con la carretera Federal No. 70 (S.L.P. AGS.), de este punto se toma la desviación de la derecha rumbo al fraccionamiento Los Morales (1 Km.) para llegar al camino de acceso a la presa, por lo que se transitan 4 Km. hasta el sitio de la boquilla.

CARACTERISTICAS GENERALES.

CORTINA.

Es de tipo de gravedad de eje recto. La mampostería usada en su construcción fué de piedra con monteros de cal hidráulica y está revestida para ambos paramentos con sillería de cantera.

La altura total es de 32 Mts., la longitud de la corona es de 171.85 Mts., con 5.70 Mts. de ancho.

#### VASO.

La capacidad máxima del vaso se estima en 8.709 millones de Mts<sup>3</sup>.

#### OBRA DE TOMA.

Consta de cuatro compuertas de 18 pulgadas (45.72 Mts.) de diámetro las cuales se encuentran situadas a diferentes elevaciones, actualmente solo funciona una que consiste en un tubo que alimenta un canal de conducción que transporta el agua para su tratamiento.

#### OBRA DE EXCEDENCIAS.

Consiste en dos vertedores laterales de cresta libre con cimacio; el de la margen izquierda con una longitud de cresta de 15.60 Mts., el de la margen derecha es rectangular de 15.25 Mts. de longitud de cresta, la captación de descarga máxima para los dos vertedores se estima en 140 Mts<sup>3</sup>/Seg., la cota de derrame es de 1930.

#### DATOS HIDROMETRICOS.

Los niveles del vaso se determinan en una escala de concreto adosada al muro de la cortina del lado de aguas arriba; está gravada en tramos de 0.50 Mts.- Las lecturas sobre esta escala se efectúan una vez al día.

Según datos proporcionados por la Dirección de Agua Potable y Alcantarilla se extraen 300 Lts/Seg., los cuales son tratados en la planta potabilizadora para el Abastecimiento de Agua Potable lo que reporta aproximadamente un volumen de extracción de 10 millones de metros cúbicos anuales.

#### DATOS CLIMATOLÓGICOS.

Las observaciones meteorológicas se realizan en la estación de la S.R.H., - que se localiza en la planta potabilizadora que se encuentra a unos 3.5 Km. al- este de la cortina.

#### DATOS GENERALES DE LA PRESA EL PEAJE

##### AREA DRENADA

81 Km.<sup>2</sup>

##### COORDENADAS.

Longitud W.G. : 101° 05' 55"

Longitud Nte. : 22° 05' 38"

##### CORRIENTE.

Arrollo Grande ó azul.- tiene sus origenes a 16 Km. al S.S.W. de la ciudad de San Luis Potosí, en el cerro el Hormiguero, a unos 2,600 M.S.N.M. Es uno de- los principales formadores del río Santiago, tiene una dirección general N.W. y la longitud total de su cauce principal es de 16 Km. Sus afluentes mas importan- tes son los arrollos Romerillo, en la márgen derecha y el arrollo de las Cabras en la márgen izquierda, que afluyen el arrollo Grande de 3 y 2.5 Im. respectiva- mente aguas arriba de la cortina de la presa El Peaje en los límites de las co- las del vaso. Despues de la corriente el arrollo Grande recorre 2.5 Km. hasta - sus confluencias con el arrollo de Las Escobas que es otro de los formadores -- del río de Santiago.

##### UBICACION.

Se encuentra en el Estado de San Luis Potosí, en el municipio de la capi- tal a 14.2 Km. en línea recta al S.W. del centro de la ciudad.

##### ACCESO.

Con origen en el centro de la ciudad de San Luis Potosí, se parte rumbo al oeste hasta entroncar con la carretera federal No.70 (San Luis Potosí-Aguasca- lientes), por la que se recorre 18 Km. en este punto a unos 25 Mts. a la iz----

quierda de la carretera se localiza la cortina de la presa El Peaje.

#### CARACTERISTICAS GENERALES.

##### CORTINA.

Está construída de enrocamiento a volteo, colocado con chiflón de agua, -- con taludes 1.4:1 hacia aguas abajo y 1.2:1 hacia aguas arriba en donde tiene -- otra capa de enrocamiento acomodado a mano con un espesor en su parte superior -- de 6 Mts. y un talud de 1.4:1. Despues de este enrocamiento tiene una losa de -- concreto de espesor variable (mínimo 20 Cm. en la corona y se incrementa a 0.5 -- Cm. por cada metro de altura), la cual termina en un dentellón de concreto de -- 1 metro de espesor por 2.5 Mts. de altura.

La cortina medida a lo largo de su eje tiene una longitud de 160 Mts. y -- una altura de 38 Mts., la cortina tiene 6 Mts. de corona con un paramento de -- concreto hacia aguas arriba de 90 Cm. de altura.

##### OBRA DE TOMA.

Se localiza en la márgen derecha, consta de un canal de acceso, rejilla, -- tapón, túnel de concreto (2.20 Mts.) y pendiente de 0.005 en la que se aloja -- una tubería de presión de 40.6 Cm. de diámetro, caseta de operación y un canal -- de salida.

La operación se hace mediante dos válvulas de mariposa, colocadas en la tu -- bería de presión una de las cuales se encuentra a la salida del tapón de la --- obra de descarga libre, dentro de la caseta de operación de concreto a 2.20 Mts de la caseta de operación.

##### OBRA DE EXCEDENCIAS.

Consta de un vertedor de demasias construído en la márgen derecha de la -- presa. Es un cimacio, de perfil Creager de concreto de eje curvo y una longitud de cresta de 39.47 Mts., la cresta del cimacio se encuentra a la elevación de -- 2,124.5 Mts. el vertedor desaloja un gasto máximo de proyecto de 400 Mts.<sup>3</sup>/Seg. -

El canal de descarga es de concreto tanto en la plantilla como en los taludes teniendo éstos últimos una inclinación de 1:1.

#### REGISTROS DEL FUNCIONAMIENTO.

##### APORTACION.

No se miden las entradas, deduciéndose el funcionamiento de la presa en función de los niveles y datos meteorológicos.

##### EXTRACCIONES Y DERRAMES.

No se cuenta con estación hidrométrica que mida las extracciones. Los derrames del vertedor se calculan en base a la tabla de gastos del vertedor y los niveles del vaso.

##### NIVELES DE EMBALSE.

Se registran en la estación presa El Peaje localizada en la cortina de la presa en el talud de aguas arriba. La escala es de concreto gravado, adosado al paramento de la cortina; consta de un solo tramo inclinado y su capacidad máxima de registro es de 26.65 Mts., la cota de cero de la escala corresponde a la elevación 2,98.60 Mts. y termina en la 2,124.25 Mts.

##### DATOS HIDROMETRICOS.

Para este tipo de datos se cuenta con la estación climatológica el Peaje operada por la S.R.H., localizada en el poblado Pozuelos, el cual se sitúa a unos 2 kilómetros al oeste de la cortina.

##### GEOLOGIA GENERAL.

La geología del Estado de San Luis Potosí es aún poco conocida en detalle. En el área alrededor de la ciudad predominan rocas riolíticas, que sometidas a la acción de un clima árido, dan lugar a un paisaje de cerros contornos angulosos peculiares, de coloración rojiza pálida. Muchos de ellos presentan antiguas masas, adquiriendo forma especial que les ha valido el nombre de "Chiquihuitillos". La erosión eólica y aluvial han desecado fuertemente estos macizos monta

ñosos; son característicos los cerros coronados por cuellos volcánicos al igual que acanilados cañones profundos, terrazas, etc. Son notables así mismo los bloques esféricos desprendidos de rocas riolíticas, que sufren "descomación". Pero desde el punto de vista geológico lo forman materiales calizas cretácicas, extrusivos riolíticos ó basálticos, valles revestidos de aluvión permeable, así como arenas, limos, arcillas, conglomerados y abanicos aluvial.

Pueden tener permeabilidad de fracturas. (encontrándose ambas cortinas San José y El Peaje en lo alto de una falla normal).

## C A P I T U L O II

### CLIMATOLOGIA.

#### SITUACION.

El Estado de San Luis Potosí, se localiza en la porción central del territorio de la República Mexicana, entre los 21°24' de latitud norte y entre los 98°21' y los 102°13' al oeste de Greenwich. Su parte septentrional está atravesada por el trópico de Cáncer. No tiene contacto con el mar, aunque su extremo-oriental se encuentra a 57 Km. de la costa del Golfo de México.

#### HIDROGRAFIA.

La zona endorreica abarca aproximadamente el 60% de la superficie del estado y pertenece, a la región de El Salado, divide la zona en dos cuencas; la de Matehuala y la de San Luis Potosí.

No hay ningún río de importancia y con raras excepciones los arrollos son de tipo temporal. En regiones reolíticas ó marganosas, a veces llevan agua durante varios meses.

Siendo limitada la capacidad de infiltración del escaso suelo de las laderas en que prevalece el clima árido y vegetación espaciada, y siendo insuficientes los lechos de las corrientes de agua, las lluvias torrenciales pueden producir un escurrimiento de corta duración a lo largo de toda la ladera.

En los valles aluviales de zonas de clima árido son de interés las áreas en que existen aguas frídicas, que a veces se localizan al pie de las sierras y en otros sitios de la llanura. El nivel de la profundidad y la abundancia de estas aguas guardan estrecha relación con la precipitación captada en las partes altas de la cuenca y resultan así mismo afectadas por las obras realizadas por el hombre.

#### CLIMA.



La latitud interviene de manera importante, aunque menos directa, en la existencia del clima árido en la mayor parte del estado, por estar situado dentro ó muy cerca del cinturón de altas presiones atmosféricas, que es una zona donde prevalecen corrientes descendentes de aire y como resultado, una escasez de precipitación.

#### VIENTO.

Los vientos dominantes-alicijos, en la mayor parte del territorio del Estado, también son consecuencia de la latitud. En combinación con la cercanía del mar y con la existencia de montañas, actúan de manera determinada en cuanto a la distribución de la humedad.

La presencia y la situación de las Sierras Madres Occidental y Oriental -- tiene que ver con la aridez de la altiplanicie. Ambas ejercen el efecto de sombra orográfica y es especialmente importante el papel de la última, pues es la que interfiere con la penetración de la humedad llevada por los vientos alicijos procedentes del cercano Golfo de México.

La existencia de macizos montañosos longitudinales separados entre sí por llanuras ó depresiones situadas, en el mismo sentido N-S, que es perpendicular a la dirección de los vientos dominantes dan por resultado la presencia de un tipo característico de la distribución de la precipitación, que es como sigue: son más húmedos las vertientes de barlovento (orientales) de las Sierras y las porciones occidentales de las llanuras, que las vertientes de sotavento y las porciones orientales, respectivamente. Esta disposición es, desde luego, independientemente y se superponen a los gradientes generales de aumento de aridez que son del sur al norte y del este al oeste.

Los vientos intensos son relativamente poco frecuentes en San Luis Potosí, soplan fuertes corrientes de aire durante un período que varía entre 30 y 60 -- días y que incluye casi siempre el mes de Febrero. Son vientos secos que llevan

en suspensión gran cantidad de partículas de tierra y presentan ciertos rasgos de las tempestades de arena de tipo desértico.

#### TEMPERATURA.

En San Luis Potosí, uno de los problemas fundamentales referentes a la temperatura es su relación con la altitud y la forma en que esta relación es alterada por otros agentes del medio ambiente.

Temperatura Media Anual en °C	_____	17.6 °C	
Temperatura Máxima Externa	_____	37.3 °C	Registrada en el mes de Mayo.
Temperatura Mínima Externa	_____	3.7 °C	
Heladas fuertes en los meses de	_____	Octubre y Marzo	

#### PRECIPITACION.

La cantidad de precipitación que reciben las diferentes localidades del Estado es muy variable ya que la diferencia una de otra considerable en la ciudad de San Luis Potosí se considera una región intermedia en precipitación ya que entre los 300 y 500 m.m., llueve en una zona que ocupa probablemente un poco más de la mitad de la superficie del estado; corresponde a las llanuras y elevaciones bajas del altiplano.

Precipitación pluvial (extación base)	_____	441.06 m.m.	
Mes con mayor precipitación	_____	Junio, Julio, Agosto y Septiembre.	

#### EVAPORACION.

La evaporación medida en tanques de superficie libremente expuesta, presentan valores medios anuales de 1900 a 2300 mm. en las partes áridas del altiplano El índice P/E varía en tales circunstancias entre 0.13 (ó menos) y 0.25 para los matorrales desérticos y entre 0.6 y 1.1 (ó más) para el tipo de vegetación antes mencionada.

## C A P I T U L O III

### ESTUDIOS HIDROLOGICOS.

#### ESTUDIOS.

El buen funcionamiento de las obras hidráulicas y en especial de las presas de almacenamiento depende fundamentalmente del estudio hidrológico.

El estudio hidrológico tiene por objeto determinar el volumen de los escurrimientos y la forma mas útil de aprovecharlos, de acuerdo con los siguientes factores:

- a).- Cantidad de agua disponible.
- b).- Pérdidas por evaporación.
- c).- Cantidad de agua por extraer.
- d).- Cantidad de azolves.

#### CANTIDAD DE AGUA DISPONIBLE

Para llevar a cabo este estudio es necesario conocer el régimen de la corriente, que se define como la variación del gasto con respecto al tiempo. La estimación del escurrimiento se lleva a cabo en forma directa o indirecta.

Método directo.- Se hace por medio de una estación de aforo, en el sitio de la boquilla, este método es el mas conveniente.

Métodos indirectos.- Uno de los métodos indirectos mas utilizados es el siguiente; por medio de datos obtenidos en las estaciones mas cercanas a la zona y en función del área de la cuenca, el coeficiente escurrimiento y la precipitación media anual se aplica la siguiente ecuación:

$$V = A.C. Pm. F.$$

en donde:

$$V = \text{Volúmen medio anual escurrido.}$$

A= Area de la cuenca en Km.<sup>2</sup>

C= Coeficiente de escurrimiento.

F= Factor de corrección.

El área de la cuenca se determina mediante la identificación del partea---guas en cartas de CETENAL, resultando aproximadamente 264.6 Km.<sup>2</sup> (plano 1).

Precipitación Media Anual en una Cuenca (Pm.).

En distancias cortas, en un terreno montañoso; se observan grandes diferen---cias en la precipitación cae en forma de chubasco en un terreno plano. Por lo ---anterior es necesario disponer de métodos que permitan calcular la precipita---ción promedio en una cuenca.

La precipitación medida en la cuenca se puede calcular por dos métodos.

1.- Por Isoyetas

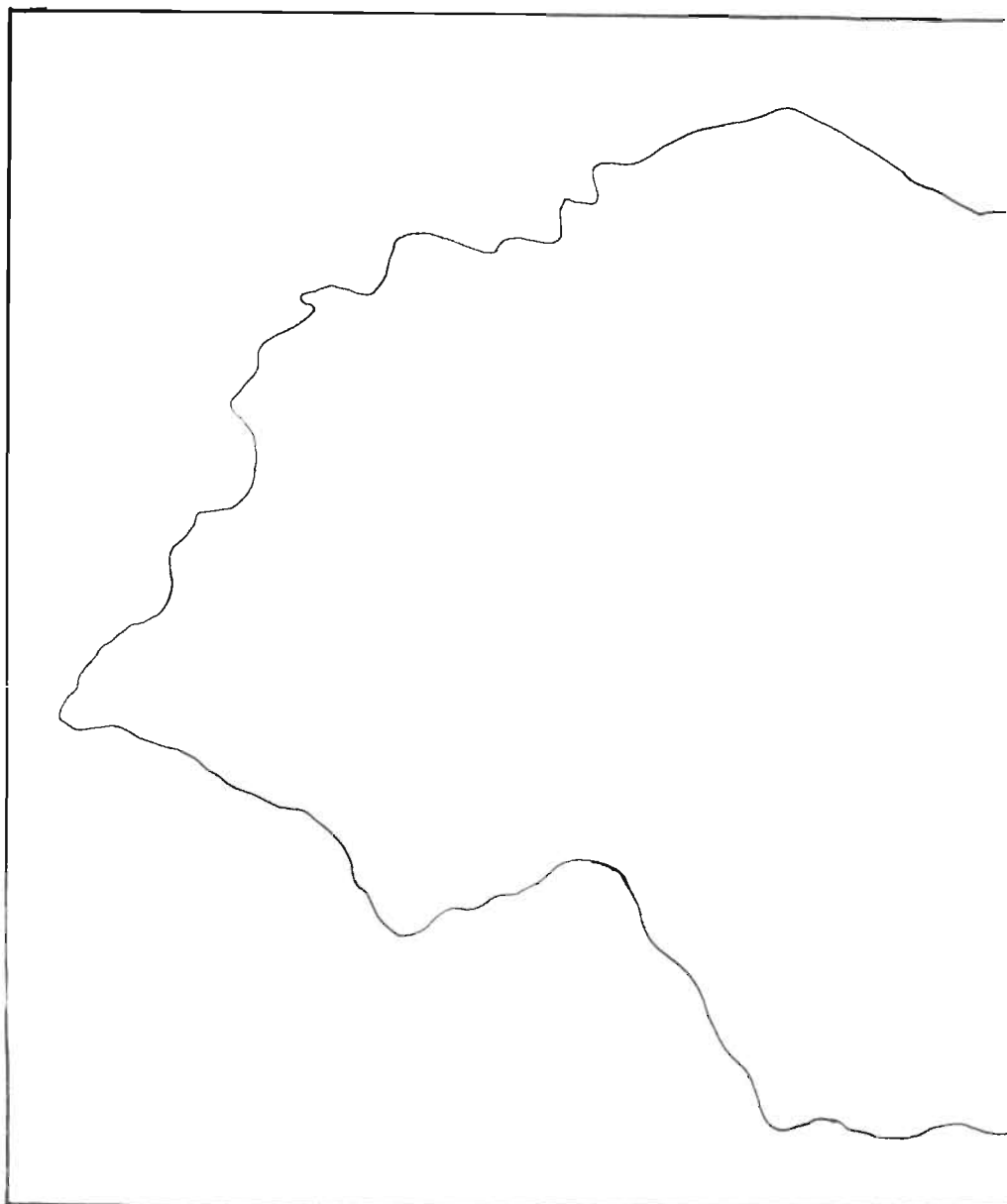
2.- Por áreas de influencia.

Métodos de isoyetas.- Consiste en seleccionar tres estaciones climatológi---cas, lo mas cercanas posibles del sitio de estudio, permitiendo con ello la for---mación de un triángulo, lo cual encierra valores de precipitación para diferen---tes puntos de la cuenca de estudios.

En este estudio se formaron las del centro de gravedad de la cuenca que, ---se encuentra cerca del lugar en donde está ubicado la estación del Peaje, la ---que se tomó como estación base.

Las estaciones en estudio son las siguientes: dentro de la cuenca y como ---estación base se tomó EL PEAJE con 441.06 m.m. Al este y como estación mas ---próxima la estación SAN LUIS (los filtros) con 419.01 m.m, al norte la estación MEXQUITIC con 440.87 m.m. al sureste estación VILLA DE ZARAGOZA con 408.87 m.m. al suroeste la estación VILLA DE ARRIAGA con 378.00 m.m.

Los años incompletos fueron obtenidos por medio del método racional deduc---tivo. (no se incluye gráfica).



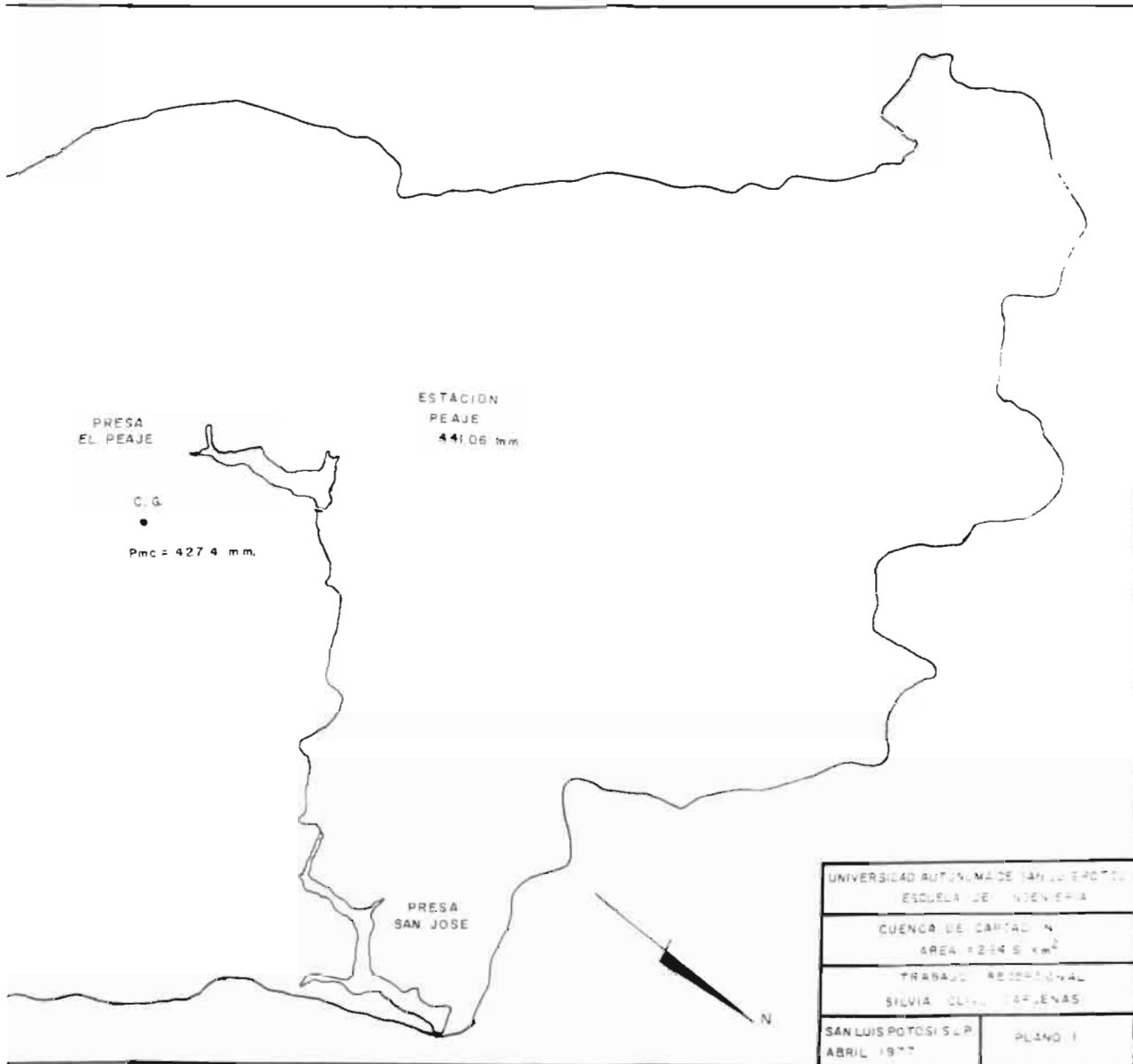
PRESA  
EL PEAJE

C. G.

Pmc = 427 4 mm.

ESTACION  
PEAJE  
441.06 mm.

PRESA  
SAN JOSE



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI	
ESCUELA DE INGENIERIA	
CUENCA DE CARTON N	
AREA = 2545 km <sup>2</sup>	
TRABAJO RECONOCIONAL	
SILVIA OLIVERA ARENAS	
SAN LUIS POTOSI S.P.	PLANO I
ABRIL 1977	

PRECIPITACION

Estacion: EL PEAJE

Estado: SAN LUIS POTOSI

Latitud: 22°07' Nte.

Longitud: 101° 59' W.G.

Altitud: 1890 m.s.n.m.

AÑOS	ENE.	FEB.	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL.	AGS	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
1966	45.5	23.0	42.0	29.5	42.0	104.5	46.9	115.0	11.0	77.0	0.0	3.5	539.0
1967	41.0	6.5	57.0	0.0	16.0	80.5	10.0	123.0	163.0	58.0	0.0	2.0	557.0
1968	3.0	20.0	54.0	36.0	17.0	79.0	62.0	85.0	93.5	8.0	5.0	12.0	474.5
1969	7.0	0.0	0.0	24.0	4.0	98.0	83.0	100.0	63.0	7.0	2.0	6.0	394.0
1970	0.0	24.0	0.0	(11.5)	6.0	144.0	61.0	53.0	61.7	0.0	18.5	1.0	380.7
1971	4.0	0.0	1.0	0.0	52.0	204.0	16.0	136.0	107.0	12.0	3.0	6.0	541.0
1972	7.0	0.0	22.0	(10.4)	(14.6)	(81.7)	122.5	10.0	44.6	19.0	6.7	3.0	341.5
1973	8.0	2.5	8.0	8.0	10.0	159.0	81.1	49.2	48.6	12.5	1.6	INAP.	388.7
1974	3.0	INAP.	3.0	17.5	6.5	25.5	39.8	(62.1)	100.0	1.0	4.1	37.5	300.0
1975	24.0	INAP.	0.0	INAP.	12.5	65.4	203.7	101.2	68.2	14.4	INAP.	4.5	494.2
sumas	143.3	76.0	187.0	136.9	180.1	1041.8	725.1	834.5	760.0	208.9	40.9	75.5	4410.6
promedio	14.33	7.60	18.7	13.69	18.01	104.18	72.51	83.45	76.0	20.89	4.09	7.55	441.06

PRECIPITACION

Estacion: SAN LUIS

Estado: SAN LUIS POTOSI

Latitud 22° 09'

Longitud: 100° 58'

Altitud: 1877 m. s. n. m

AÑOS	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGS.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
1966	76.5	26.9	42.3	23.4	69.1	107.0	73.7	57.0	0.0	77.5	INAP.	10.0	563.7
1967	47.9	5.7	51.5	31.3	45.2	83.1	7.7	127.0	140.0	71.6	14.8	1.5	627.3
1968	4.3	31.3	44.8	48.1	18.7	77.0	39.8	87.0	113.4	15.4	7.0	17.7	504.5
1969	9.5	1.5	1.5	8.3	0.0	36.2	74.5	119.6	38.2	7.9	2.0	4.9	304.1
1970	0.0	19.1	0.0	0.0	10.4	167.5	37.0	42.9	68.4	0.0	18.2	0.0	363.5
1971	3.8	0.0	8.5	1.0	53.7	164.6	10.3	92.8	34.6	16.1	0.0	3.0	388.4
1972	9.4	0.0	12.8	0.0	94.8	61.1	139.6	14.2	39.7	31.5	3.8	3.1	409.9
1973	11.6	2.6	1.0	8.9	10.0	127.4	102.0	101.5	44.7	8.2	2.2	0.0	420.1
1974	3.2	0.8	9.5	22.3	1.9	30.5	47.8	5.6	83.3	3.5	6.0	12.8	227.2
1975	28.1	INAP.	INAP.	0.8	11.0	35.3	156.4	84.0	51.7	5.0	INAP.	9.1	381.4
sumas	194.3	87.9	117.8	144.1	314.8	889.7	688.8	731.6	614.0	236.7	54.0	62.4	4190.1
promedio	19.43	8.79	11.78	14.41	31.48	88.97	68.88	73.16	61.40	23.67	5.4	6.24	419.01



PRECIPITACION

Estacion: MEXQUITIC

Estado: SAN LUIS POTOSI

Latitud: 22° 16' Nte.

Longitud: 101° 07' W.G.

Altitud: 2062 m. s. n. m.

AÑOS	ENE.	FEB	MAR.	ABR.	MAY	JUN.	JUL.	AGS	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
1966	37.0	12.0	17.5	12.5	23.5	78.5	37.5	119.0	12.0	75.0	0.0	2.0	426.5
1967	25.6	0.0	46.5	17.0	24.0	63.5	1.0	112.5	222.5	38.5	14.5	5.5	571.1
1968	0.0	10.5	49.0	26.5	20.5	80.5	124.0	92.7	103.2	27.5	2.5	4.5	540.9
1969	10.5	0.0	0.0	0.0	1.5	70.0	54.5	166.0	48.5	3.5	0.0	0.0	354.5
1970	0.0	23.5	0.0	0.0	0.0	130.5	28.0	55.5	88.0	0.0	23.5	0.0	349.0
1971	0.0	0.0	0.0	0.0	50.5	163.0	0.0	114.0	116.5	23.5	3.5	0.0	471.0
1972	7.0	0.0	16.5	0.0	28.0	41.5	96.5	16.0	64.0	24.0	0.0	0.0	293.5
1973	12.5	7.5	0.0	7.0	5.5	175.0	155.2	102.5	58.5	9.0	0.0	0.0	532.7
1974	0.0	0.0	11.0	17.5	0.0	12.5	93.5	0.0	117.1	3.5	19.5	26.0	300.6
1975	27.0	0.0	0.0	11.2	26.5	113.0	212.5	71.0	89.0	13.0	0.0	5.5	568.2
sumas	119.6	53.5	140.5	91.7	180.0	927.5	802.7	849.2	919.3	217.5	63.5	43.0	4408.0
promedio	11.96	5.35	14.05	9.17	18.00	92.75	80.27	84.92	91.93	21.75	6.35	4.30	440.8

PRECIPITACION

Estacion: VILLA DE ZARAGOZA

Estado: SAN LUIS POTOSI

Latitud 22° 00' Nte.

Longitud 100° 44' W.G.

Altitud 1950 m.s.n.m.

AÑOS	ENE.	FEB	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGS.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
1966	35.5	53.5	43.5	29.5	55.0	85.0	84.5	21.0	4.0	106.5	0.0	8.0	526.0
1967	45.5	3.0	67.5	12.0	47.0	84.5	0.0	126.5	110.0	36.0	8.0	1.0	541.0
1968	20.0	22.5	29.0	25.5	25.5	65.0	87.0	53.5	61.0	0.0	2.0	6.0	397.0
1969	24.0	0.0	0.0	12.0	56.0	125.0	57.0	79.0	51.0	18.0	1.0	6.0	429.0
1970	0.0	6.0	0.0	0.0	11.0	132.0	48.0	30.0	68.0	0.0	10.0	0.0	305.0
1971	8.0	0.0	2.0	0.5	84.0	208.0	4.0	102.0	96.0	25.0	12.0	12.0	553.5
1972	8.0	0.0	0.0	36.5	39.5	37.5	69.0	34.5	22.5	82.5	17.0	0.0	347.0
1973	0.0	15.5	0.0	0.0	7.2	93.7	82.1	62.4	25.4	8.2	0.0	0.0	294.5
1974	10.9	0.0	69.6	50.4	2.0	18.5	26.9	17.7	92.7	3.7	23.5	21.5	337.4
1975	26.8	0.0	0.0	0.0	49.6	81.7	95.3	49.8	43.0	3.6	0.0	8.5	358.3
sumas	178.7	100.5	211.6	166.4	376.8	930.9	553.8	576.4	573.6	283.5	73.5	63.0	4088.7
promedio	17.87	10.05	21.16	16.64	37.68	93.09	55.38	57.64	57.36	28.35	7.35	6.30	408.87

PRECIPITACION

Estacion: VILLA DE ARRIAGA

Estado: SAN LUIS POTOSI

Latitud: 21° 54' Nte.

Longitud: 101° 23' W.G.

Altitud: 2198 m.s.n.m.

AÑOS	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGS.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
1966	57.0	16.0	29.0	59.0	41.0	142.2	98.0	98.5	2.0	87.0	0.0	7.0	636.7
1967	47.5	13.5	68.0	15.5	45.0	74.5	9.0	81.5	150.0	35.0	1.5	0.0	541.0
1968	4.0	9.0	0.0	( 6.4)	0.0	61.0	88.0	(66.5)	(52.1)	( 20.1)	( 0.7)	( 8.2)	316.0
1969	5.0	0.0	0.0	44.0	43.0	32.0	85.0	243.0	17.0	(32.0)	( 1.1)	( 1.7)	503.8
1970	( 8.6)	( 2.3)	(14.2)	0.0	3.0	124.5	15.0	16.0	89.5	0.0	0.0	0.0	273.1
1971	0.0	0.0	0.0	0.0	19.0	136.0	41.5	97.5	80.0	19.0	4.0	0.0	397.0
1972	4.0	0.0	0.0	0.0	106.0	54.5	70.5	29.0	63.5	16.5	0.0	3.0	347.0
1973	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	61.5	122.5	86.0	30.5	28.0	0.0	0.0	328.5
1974	0.0	0.0	22.0	0.0	0.0	0.0	41.0	57.5	36.4	0.0	0.0	0.0	156.9
1975	15.0	0.0	0.0	( 5.6)	32.0	62.5	114.0	51.0	0.0	0.0	0.0	0.0	280.1
sumas	141.1	40.8	133.2	130.5	289.0	748.7	684.5	826.5	521.0	237.6	7.3	19.9	3780.1
promedio	14.11	4.08	13.32	13.05	28.90	74.87	68.45	82.65	52.10	23.76	0.73	1.99	378.01

Este método sirve para deducir ó calcular, datos climatológicos mensuales cuando solo se cuenta con una sola estación climatológica, Esto es un solo registro que a la vez es el incompleto.

1.- Se efectúa la suma de precipitaciones mensuales en todos los años completos.

2.- Se obtiene el promedio de la lluvia mensual, dividiendo entre doce los valores calculados en el inciso anterior.

3.- Se calcula para todos los años completos los porcentos mensuales de precipitación, que serán igual a la precipitación mensual entre el promedio mensual ya calculado y por cien.

4.- Se suman los porcentos mensuales y se calcula el promedio, obteniendo se la suma 1,200 y el promedio 100 respectivamente.

5.- Se suman todos los porcentos mensuales calculados y se anotan en la columna 1.

6.- El dato mensual obtenido en el inciso anterior se divide entre el número de años completos y se anotan en la columna 2.

7.- Se hace la hipótesis que considera que en los meses desconocidos se tendrá un porcentaje como el de la columna 2.

8.- Para obtenerlo se dice que:

$$K = \frac{\bar{Z}P}{1200 - \sum S}$$

En donde:

K= Constante para cada año incompleto.

$\bar{Z}P$ = Suma de precipitaciones mensuales en los años incompletos.

$\bar{Z}S$ = Suma de los porcentos medios de los meses cuya precipitación se desconoce.

De la cual para la obtención de datos faltantes se obtiene de la siguiente

fórmula.

$$X = Ks.$$

en donde:

X= Precipitación mensual desconocida en cada año incompleto.

S= Porcentaje medio de cada uno de los meses desconocidos.

9.- Para los años incompletos ahora ya completos se repiten los pasos 1, 2, 3 y 4.

10.- Se calcula la columna 3, que se obtiene sumando los porcentajes de todos los meses del período, la columna 4 es igual a los valores de la columna 3 entre el número de años de observación y debe ser igual a la columna 2 en los renglones en que se tengan meses incompletos solamente.

#### ESCURRIMIENTO.

Es la segunda componente del ciclo hidrológico; se entiende por escurrimiento la parte de la precipitación drenada por las corrientes de una cuenca hasta su salida.

En seguida podemos ver en el esquema el ciclo del escurrimiento, indicando las diferentes fases entre la precipitación y el escurrimiento total. [cuadro 1]

Métodos para calcular el coeficiente de escurrimiento (c).

Existen varios métodos para el cual podemos decir que son:

A).- Método directo

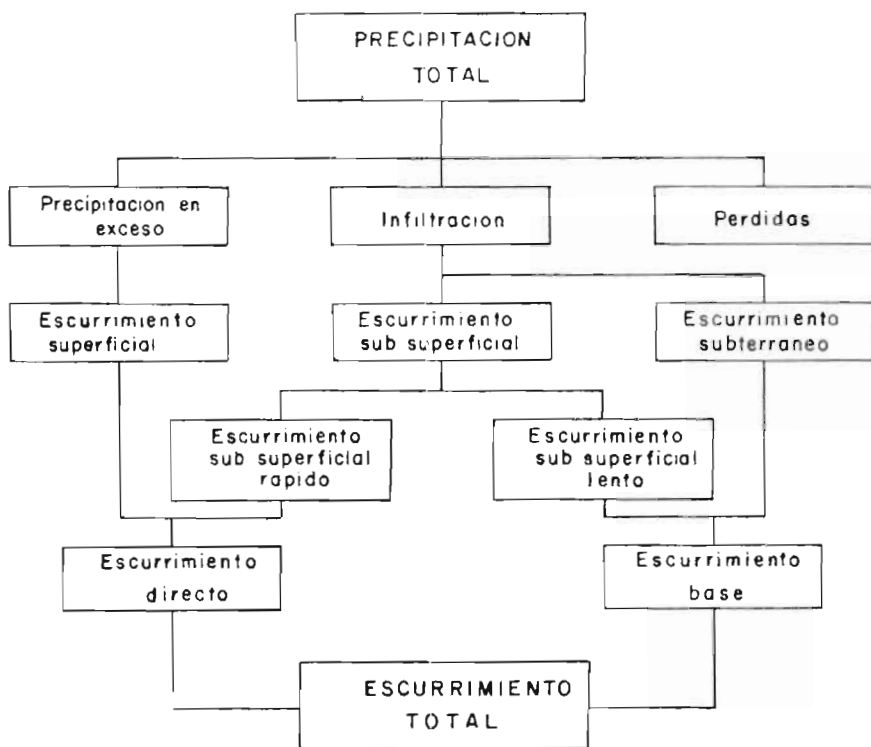
B).- Método de comparación

C).- Método indirecto.

Método directo.- consiste en el cálculo de "C" por la división entre el volumen escurrido y el respectivo volumen llovido.

$$C = \frac{\text{Volúmen escurrido}}{\text{Vol. llovido}} \times 100$$

Método de comparación.- cuando la cuenca en estudio no existen datos de año



CUADRO I

ro, se compara la cuenca con otra u otras semejantes donde exista estación de -  
aforo. Estas características son de climatología, geología, topografía y de ex-  
tensión.

Métodos indirectos.- son los mas utilizados ya que generalmente no se cuen-  
ta con datos para calcular "C" con los otros métodos.

Dentro de este mismo método existen diferentes formas para la determina-  
ción de "C" que son:

- a).- Determinación de "C" por medio de tablas.

- b).- Determinación de "C" por medio de gráficas.
- c).- Determinación de "C" por medio de USSCS
- d).- Determinación de "C" por el método de las fórmulas.

Determinación de "C" por medio de tablas.- La determinación de "C" será anualmente por todos estos métodos, por lo cual empleamos las siguientes tablas de valores límites, de acuerdo a la superficie de la cuenca, precipitación y vegetación.

Por superficie de cuenca.

Extensión de la Cuenca.	Coefficiente de escurrimiento.
hasta 10 Km. <sup>2</sup>	20% o mas
10 Km. <sup>2</sup> a 100 Km. <sup>2</sup>	15% a 20%
100 Km. <sup>2</sup> a 500 Km. <sup>2</sup>	10% a 15%
500 Km. <sup>2</sup> a 1000 Km. <sup>2</sup>	5% o menos

Por precipitación pluvial media anual.

Precipitación en M.N.	Coefficiente de escurrimiento.
Más de 1500 m.m.	35% o Más
1200 m.m. a 1500 m.m.	15% a 35%
800 m.m. a 1200 m.m.	5% a 15%
Menos de 800 m.m.	0% a 5%

Por vegetación.

Clase de terreno	Coefficiente de escurrimiento.
------------------	--------------------------------

Terrenos cultivados, pastos	1%	a	30%
Áreas boscosas	5%	a	20%
Terrenos sin cultivos	25%	a	50%

Para nuestro caso resultan los siguientes:

Por superficie	10	-	15
Por precipitación	0	-	5
Por vegetación	25	-	50
	<hr/>		
Suma	35	-	70
Promedio	11.66	-	23.33
Suma	34.99		
Promedio	17.49		

Determinación de "c" por medio de gráficas.- En este método solo se consideran como factores que influyen en el coeficiente de escurrimiento los siguientes. Precipitación (Pmc) Vegetación y suelo de la cuenca.

Precipitación.- Se hace intervenir en m.m. si se toma la precipitación mensual, el coeficiente obtenido, será el mensual en m.m., sin embargo el método es propuesto y está calibrado para trabajar con precipitaciones anuales. Las fórmulas propuestas por el método se consideran válidas para valores de la precipitación anual entre 350 y 2250 m.m.

Vegetación.

- A).- Suelos con pastizales cubiertos del 50% al 75% con pastoreo regular.
- B).- Cultivos en hileras, legumbres o rotación de praderas, granos pequeños.

Pastizales del 25% al 45%

Bosque cubierto del 25% al 50%.

- C).- Barbecho, áreas incultas o desnudas, cultivos en hileras, legumbres o



rotación de pradera granos pequeños.

Pastizales cubierto del 50% al 75% con pastoreo regular ó bien pastizales cubierto en menos del 50% con pastoreo excesivo.

Bosques cubierto del 20% al 35%.

Tipo de suelo.

Se hace intervenir el factor tipo de suelo, se han clasificado estos desde el punto de ciclo hidrológico de acuerdo a su mayor, ó menor permeabilidad, estos tipos son:

Suelo Tipo A: Suelos mas permeables, tales como arenas profundas y loess-poco compactos.

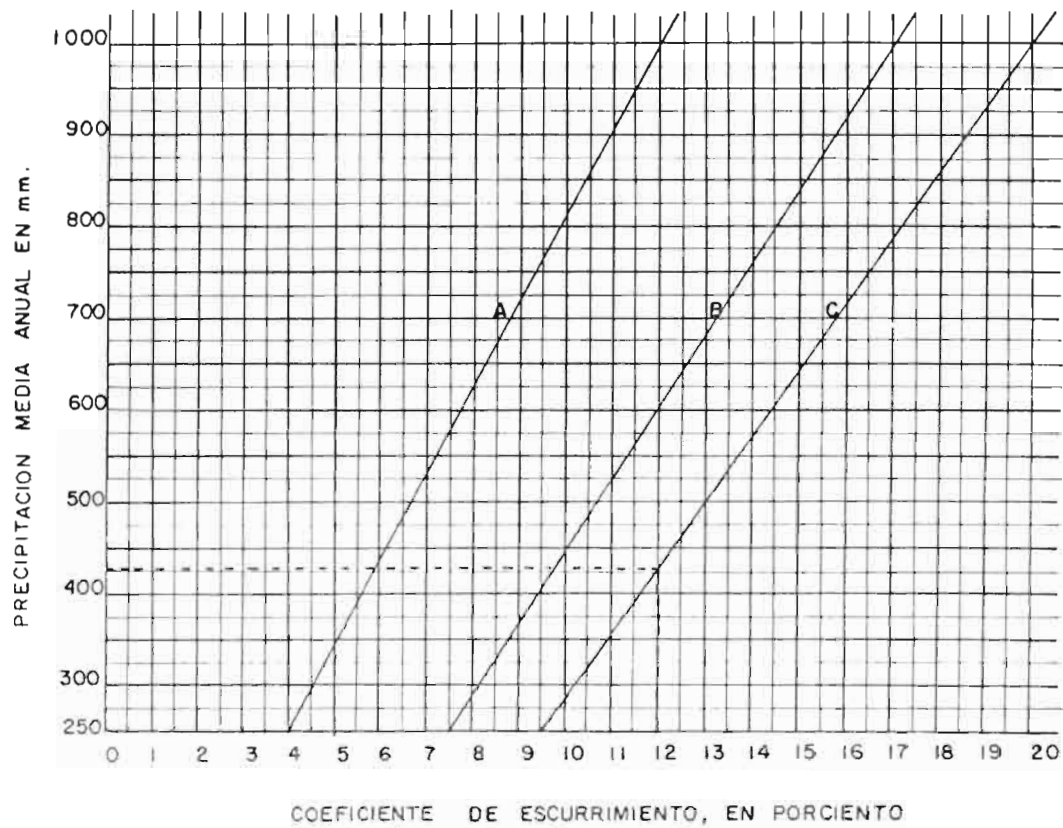
Suelo Tipo B: Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad, loess mas compactos que los correspondientes a los suelos A; ó terrenos migajosos.

Suelos Tipo C: Suelos casi impermeables, tales como arenas ó loess muy delgadas sobre una capa impermeable, ó loess muy delgadas en las mismas condiciones, ó bien arcillas.

Desarrollo: (ver gráfica anexa).

1.- Del estudio y conocimiento de la cuenca las condiciones de vegetación y suelos, determinan cual de las tres rectas A, B ó C, se deben utilizar.

2.- Localizando en el eje de las ordenadas el valor de la precipitación se lleva una horizontal a interceptar a la recta seleccionada por tal punto se baja una vertical y se lee el coeficiente de escurrimiento expresada en por ciento.



El rango aplicado de tal método es para precipitaciones de 250 a 1,200 m.m

En este estudio elaborado se vio que corresponde al suelo tipo "c" con una precipitación media anual de 427.4 obteniéndose el valor de "c" para el suelo - tipo C = 12.0.

Determinación de "c" por el método de las fórmulas.- En este método solo se considera como factor que influye en el coeficiente de escurrimiento a la precipitación y a la geología superficial de la cuenca. Desde el punto de vista geológico y por el método de la cuenca deben ser clasificados como; Permeables, Semipermeables ó Impermeable siendo para cada tipo el coeficiente de escurrimiento calculados por las siguientes fórmulas:

$$\text{Permeables.-} \quad C = \frac{Pmc}{100} - 250 + 3.30\%$$

$$\text{Semipermeables.-} \quad C = \frac{Pmc}{80.65} - 250 + 5.70\%$$

$$\text{Impermeable.-} \quad C = \frac{Pmc}{68.80} - 250 + 9.30\%$$

En este estudio realizado analizando la geología se vio que existen Rocas-Igneas (rocas igneas, extrusivas riolíticas compactas impermeables).

$$C = \frac{427.4}{68.80} - 250 + 9.30 \\ = 11.87$$

Haciendo un promedio con los 3 métodos obtenemos que el coeficiente de escurrimiento.

1o. Método	17.49	
2o. Método	12.00	
3o. Método	<u>11.87</u>	
Suma	41.36	
Promedio	13.78	= 14.00

Porcentaje de Variación.

Se obtiene sumando por separado los valores de la precipitación mayores ó menores que la media anual observada en la estación base la diferencia entre ellos, dividimos esta diferencia entre la precipitación media anual y al multiplicar este valor por cien obtenemos el porcentaje de variación. Para lo cual se recomienda que si es mayor ó igual al 40% se calcularán los escurrimientos haciendo el coeficiente variable anual, con el fin de conocer los volúmenes escurridos y su variación en forma mas apegada a su presentación. Si el porcentaje es menor de 40% se hace el cálculo de los escurrimientos constante. Aunque se recomienda usar siempre coeficiente variable anual.

CALCULO DE PORCENTAJE DE VARIACION.	
PRECIPITACIONES	ESTACION BASE
Mayores que la Media Anual	Menores que la Media Anual
539.0	394.0
557.0	380.7
474.5	341.5
541.0	388.7
494.2	300.0
Suma 2605.7	1804.9
Promedio 521.14	360.98

$$P_{\text{mayor}} = 521.14$$

$$P_{\text{menor}} = 360.98$$

$$pm = 441.06$$

$$\% U = \frac{P_{\text{mayor}} - P_{\text{menor}}}{Pm} \times 100$$

$$= \frac{521.14 - 360.98}{441.06} \times 100$$

$$= 36.31$$

Coefficiente de Escurrimiento Variable.

El coeficiente de escurrimiento calculado es en realidad, un coeficiente de escurrimiento medio anual, como el factor principal que influye en el coeficiente es la precipitación y esta en realidad año con año es conveniente calcular coeficientes de escurrimiento anual para posteriormente calcular los volúmenes escurridos.

$$C_n = P_n \frac{C}{P_m}$$

en donde:

$C_n$  = Coeficiente de escurrimiento medio anual

$P_n$  = Precipitación anual en el año N.

$C$  = Coeficiente de escurrimiento medio anual

$P_m$  = Precipitación medio anual en la estación base.

Cálculo de los Volúmenes Escurridos.

Para el cálculo de dichos volúmenes partimos de la siguiente forma:

$$(Ve) \text{ mensual} = C_n \cdot A \cdot F \cdot P_m$$

en donde:

$(Ve) \text{ mensual}$  = Volúmen escurrido para el mes N del año N -  
(en miles de  $m^3$ ).

$C_n$  = Coeficiente de escurrimiento variable.

$A$  = Area de cuenca (en  $M^2$ )

$F$  = Factor de corrección y es etc.

$$F = \frac{P'm}{P_m}$$

$P'm$  = Precipitación mensual.

[ver Tablas anexas].

$$\text{Escurrimiento medio anual} = \frac{164\ 460.51}{10} = 1\ 446.051$$

$$\text{Escurrimiento medio mensual} = \frac{164\ 460.51}{10} = 1\ 370.50$$

## CALCULO DEL COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO VARIABLE

$C_m$  = Coeficiente de escurrimiento medio anual = 0.14

$P_{mc}$  = Precipitación media anual en la cuenca = 427.40

$P_m$  = Precipitación media anual en la estación base = 441.06

$$\frac{P_m}{C_m} = \frac{P_n}{C_n} \quad \therefore C_n = P_n \frac{C_m}{P_m}$$

$C_n$  = Coeficiente de escurrimiento para el año "n"

$P_n$  = Precipitación anual del año "n" en la estación base

AÑO n	COEF. ESC VARIABLE C <sub>n</sub>	AREA DE LA CUENCA A (m <sup>2</sup> )	F	A x F (m <sup>2</sup> )	C <sub>n</sub> x A x F (m <sup>2</sup> )
1966	0.1710878	264 600 000.0	F = $\frac{P_{mc}}{P_m} = \frac{427.4}{441.06} = 0.96902916$	256 405 115.0	43 867 795.71
1967	0.1768013				45 332 768.48
1968	0.1506144				38 618 309.95
1969	0.125062				32 066 626.17
1970	0.1208407				30 984 174.07
1971	0.1717226				44 030 570.46
1972	0.108398				27 793 786.93
1973	0.123380				31 635 273.08
1974	0.095225				24 416 212.82
1975	0.156867				40 221 641.26

Sea  $K$  = Constante =  $\frac{C_m}{P_m} = \frac{0.14}{441.06} = 0.0003174171$

$\therefore C_n = K P_n$

CALCULO DE ESCURRIMIENTOS

MES	ANO	Pm	Ve	ANO	Pm	Ve	ANO	Pm		ANO	Pm	Ve
E		45.5	1995.99		41.0	1858.65		3.0	115.85		7.0	224.47
F		23.0	1008.97		6.5	294.67		20.0	772.36		0.0	0.0
M		42.0	1842.44		57.0	2583.97		54.0	2085.39		0.0	0.0
A		29.5	1294.09		0.0	0.0		36.0	1390.26		24.0	769.61
M	1966	42.0	1842.45	1967	16.0	725.32	1968	17.0	656.51	1969	4.0	128.27
J	1966	104.5	4584.19	1967	80.5	3649.28	1968	79.0	3050.84	1969	98.0	3142.53
J	1966	46.0	2017.92	1967	10.0	453.32	1968	62.0	2394.33	1969	83.0	2661.53
A	1966	115.0	5044.79	1967	123.0	5575.93	1968	85.0	3282.55	1969	100.0	3206.66
S		11.0	482.54		163.0	7389.24		93.5	3410.81		63.0	2020.19
O		77.0	3377.82		58.0	2629.30		8.0	308.94		7.0	224.46
N		0.0	0.0		0.0	0.0		5.0	193.09		2.0	64.13
D		3.5	153.53		2.0	90.66		12.0	463.42		6.0	192.40
ANUAL		539.0	23664.74		557.0	25250.35		474.5	18324.38		394.0	12534.25
E		0.0	0.0		4.0	176.13		7.0	194.56		8.0	253.09
F		24.0	743.62		0.0	0.0		0.0	0.0		2.5	79.09
M		0.0	0.0		1.0	44.03		22.0	611.47		8.0	253.09
A		11.5	356.32		0.0	0.0		10.4	289.05		8.0	253.09
M	1970	6.0	185.90	1971	52.0	2289.59	1972	14.6	405.79	1973	10.0	316.35
J	1970	144.0	4461.72	1971	204.0	8982.24	1972	81.7	2270.75	1973	159.2	5036.33
J	1970	61.0	1890.03	1971	16.0	704.49	1972	122.5	3404.74	1973	81.1	2565.62
A	1970	53.0	1642.17	1971	136.0	5988.15	1972	10.0	277.93	1973	49.2	1556.42
S		61.7	1911.72		107.0	4711.27		44.6	1239.60		48.6	1537.47
O		0.0	0.0		12.0	528.36		19.0	528.08		12.5	395.44
N		18.5	573.21		3.0	132.09		6.7	186.22		1.6	50.51
D		1.0	30.98		6.0	264.18		3.0	83.38		INAP	0.0
ANUAL		380.7	11795.67		541.0	23820.53		341.5	9491.57		388.7	12296.63
E		3.0	73.25		24.8	997.49						
F		INAP	0.0		INAP	0.0						
M		3.0	73.25		0.0	0.0						
A		17.5	425.29		INAP	0.0						
M	1974	6.5	158.70	1975	12.0	482.67						
J	1974	25.5	622.61	1975	65.4	2630.49						
J	1974	39.8	971.76	1975	203.7	8193.15						
A	1974	62.1	1516.25	1975	101.2	4070.44						
S		100.0	2441.62		68.2	2743.11						
O		1.0	2.44		14.4	579.19						
N		4.1	100.10		INAP	0.0						
D		37.5	915.61		4.5	180.0						
ANUAL		300.0	7324.86		494.2	19877.53						

$A = 264.6 \text{ Km}^2$   
 $C = 0.14 \%$   
 $P_{mc} = 427.4 \text{ mm}$   
 $P_m = 441.06 \text{ mm}$   
 $F = \frac{P_{mc}}{P_m} = 0.96902916$   
 $V_e = 164450.51 \text{ miles de m}^3$

### PERDIDAS POR EVAPORACION.

Estas son originadas por evaporación y por infiltración y aunque sea de una manera aproximada deben tomarse en cuenta, porque representan volúmenes anuales considerables.

Para considerar la pérdida por evaporación, deberá tomarse como base la estación mas cercana y corregir los valores de observación directa por medio de un factor apropiado, que en este caso es de 0.77 porque la evaporación en recipientes pequeños, como son los de las estaciones meteorológicas, es mas enérgica que en grandes superficies, tales como los embalses.

El volumen evaporado varía principalmente con la temperatura, la magnitud del área expuesta, así como de la intensidad de los vientos dominantes.

Al hacer el estudio de la evaporación sobre el vaso, se observa que la lluvia contraresta sus efectos. La evaporación neta se obtiene restando a los valores de la evaporación, los valores de lluvia correspondientes a la estación base.

La tabla de evaporación, se construirá con las observaciones registradas en la Secretaría de Recursos Hidráulicos de la estación EL PEAJE, con datos de 1966-1975, de la cual se calcularon los datos faltantes por el método racional-deductivo. Esta tabla de evaporación neta, se construye de la manera siguiente:

En la columna No. 1: se anotarán el año y los meses

En la columna No. 2: Los datos de evaporación observada en la estación.

En la columna No. 3: los datos de evaporación multiplicada por el factor 0.77.

En la columna No. 4: los datos de precipitación observada en la estación.

En la columna No. 5: los datos de precipitación  $(1 - c)$ ,  $c$  = coeficiente de escurrimiento.

En la columna No. 6: se obtiene la evaporación neta, haciendo la diferen-



CALCULO DE EVAPORACION NETA

MES	1 9 6 6					1 9 6 7					1 9 6 8					1 9 6 9					1 9 7 0				
	EVAPORACION		PRECIP.	PRECIP.	EVAP.	EVAPORACION		PRECIP.	PRECIP.	EVAP.	EVAPORACION		PRECIP.	PRECIP.	EVAP.	EVAPORACION		PRECIP.	PRECIP.	EVAP.	EVAPORACION		PRECIP.	PRECIP.	EVAP.
	OBS.	CORR.	OBS.	(I-C)	NETA	OBS.	CORR.	OBS.	(I-C)	NETA	OBS.	CORR.	OBS.	(I-C)	NETA	OBS.	CORR.	OBS.	(I-C)	NETA	OBS.	CORR.	OBS.	(I-C)	NETA
E	135.2	104.10	45.5	39.13	64.97	124.9	96.17	41.0	35.26	60.91	110.3	84.93	3.0	2.58	82.35	133.3	102.64	7.0	6.02	96.62	119.5	92.02	0.0	0.0	92.02
F	145.3	111.88	23.0	19.78	92.10	127.2	97.94	6.5	5.59	92.35	121.8	93.79	20.0	17.20	76.59	139.0	107.03	0.0	0.0	107.03	118.1	90.94	24.0	20.64	70.30
M	186.0	143.22	42.0	36.12	107.10	192.6	148.30	57.0	49.02	99.28	190.0	146.30	54.0	46.44	99.86	221.7	170.71	0.0	0.0	170.71	227.1	174.87	0.0	0.0	174.87
A	218.2	168.01	29.5	25.37	142.64	208.8	160.78	0.0	0.0	160.78	199.9	153.92	36.0	30.96	122.96	247.7	190.73	24.0	20.64	170.09	227.8	175.41	11.5	9.89	165.52
M	237.1	182.57	42.0	36.12	146.45	250.7	193.04	16.0	13.76	179.28	225.2	173.40	17.0	14.62	158.78	250.7	193.04	4.0	3.44	189.60	228.6	176.02	6.0	5.16	170.86
J	198.7	153.00	104.5	89.87	63.13	201.5	155.16	80.5	69.23	85.93	191.5	147.46	79.0	67.94	79.52	242.9	187.03	98.0	84.28	102.75	199.5	153.62	144.0	123.84	29.78
J	192.3	148.07	46.0	39.56	108.51	218.3	168.09	10.0	8.6	159.49	167.2	128.74	62.0	53.32	75.42	186.2	143.37	83.0	71.38	71.99	167.7	129.13	61.0	52.46	76.67
A	165.7	127.59	115.0	98.90	28.69	162.1	124.82	123.0	105.78	19.04	164.6	126.74	85.0	73.10	53.64	185.7	142.99	100.0	86.0	56.99	181.4	139.67	53.0	45.58	94.09
S	158.1	121.74	11.0	9.46	112.28	103.5	79.69	163.0	140.18	-60.49	108.4	83.47	93.5	80.41	3.06	127.8	98.41	63.0	54.18	44.23	154.1	118.65	61.7	53.06	65.59
O	147.6	113.65	77.0	66.22	47.43	108.4	83.47	58.0	49.88	33.59	117.2	90.24	8.0	6.88	83.36	127.9	98.48	7.0	6.02	92.46	194.1	149.45	0.0	0.0	149.45
N	129.5	99.71	0.0	0.0	99.71	113.7	87.55	0.0	0.0	87.55	124.1	95.56	5.0	4.3	91.26	119.9	92.32	2.0	1.72	90.60	136.6	105.18	18.5	15.91	89.27
D	124.1	95.56	3.5	3.01	92.55	125.5	96.63	2.0	1.72	94.91	105.6	81.31	12.0	10.32	70.99	105.8	81.47	6.0	5.16	76.31	149.0	114.73	1.0	0.86	113.87
$\Sigma$	2037.8	1569.10	539.0	463.54	1105.56	1937.2	1491.64	557.0	479.02	1012.62	1825.8	1405.86	474.5	408.07	997.79	2088.6	1608.22	394.0	338.84	1269.38	2103.5	1619.69	380.7	327.40	1292.28
	1 9 7 1					1 9 7 2					1 9 7 3					1 9 7 4					1 9 7 5				
E	66.1	50.90	4.0	3.44	47.46	136.2	104.87	7.0	6.02	98.85	129.9	100.02	8.0	6.88	93.14	163.6	125.97	3.0	2.58	123.39	146.5	112.81	24.8	21.33	91.48
F	98.7	76.0	0.0	0.0	76.00	198.7	153.00	0.0	0.0	153.00	154.5	118.96	2.5	2.15	116.81	211.8	163.09	INAP	0.0	163.09	174.0	133.98	INAP	0.0	133.98
M	151.2	116.42	1.0	0.86	115.56	248.4	191.27	22.0	18.92	172.35	294.5	226.76	8.0	6.88	219.88	262.6	202.20	3.0	2.58	199.62	257.9	198.58	0.0	0.0	198.59
A	192.0	147.84	0.0	0.0	147.84	(257.4)	198.20	10.4	8.94	189.26	259.4	199.74	8.0	6.88	192.86	287.1	221.07	17.5	15.05	206.02	277.4	213.60	INAP	0.0	213.60
M	188.4	145.07	52.0	44.72	100.35	(266.8)	205.44	14.6	12.52	192.88	239.1	184.11	10.0	8.60	175.51	267.0	205.59	6.5	5.59	200.0	267.5	205.97	12.0	10.32	195.65
J	161.0	123.97	204.0	175.44	-51.47	(224.9)	173.17	81.7	70.26	102.91	157.1	120.97	159.2	136.91	-15.94	182.0	140.14	25.5	21.93	118.21	244.0	187.88	65.4	56.24	131.64
J	145.6	112.11	16.0	13.76	98.35	144.3	111.11	122.5	105.35	5.76	149.5	115.11	81.1	69.74	45.37	209.2	161.08	39.8	34.22	126.86	177.8	136.91	203.7	175.18	-38.27
A	112.9	86.93	136.0	116.96	-30.03	163.3	125.74	10.0	8.60	117.14	142.9	110.03	49.2	42.31	67.72	(188.0)	144.76	62.1	53.41	91.35	149.0	114.73	101.2	87.03	27.70
S	87.3	67.22	107.0	92.02	-24.80	117.9	90.78	44.6	38.36	52.42	169.7	130.67	48.6	41.80	88.87	146.4	112.73	100.0	86.00	26.73	144.4	111.19	68.2	58.65	52.54
O	51.0	39.27	12.0	10.32	28.95	158.9	122.35	19.0	16.34	106.01	156.2	120.27	12.5	10.75	109.52	147.4	113.50	1.0	0.86	112.64	155.7	119.89	14.4	12.38	107.51
N	36.7	28.26	3.0	2.58	25.68	142.4	109.65	6.7	5.76	103.89	171.1	131.75	1.5	1.29	130.46	148.0	113.96	4.1	3.53	110.43	154.2	118.73	INAP	0.0	118.73
D	34.6	26.64	6.0	5.16	21.48	119.8	92.25	3.0	2.58	89.67	170.5	131.28	INAP	0.0	131.28	139.9	107.72	37.5	32.25	75.47	140.6	108.26	4.5	3.87	104.39
$\Sigma$	1325.5	1020.63	541.0	465.26	555.37	2179.0	1677.83	341.5	293.69	1384.14	2194.4	1689.68	388.6	334.19	1355.49	2353.0	1811.81	300.0	258.00	1553.81	2289.0	1762.53	494.2	425.01	1337.52

EVAPORACION NETA ANUAL = 11 869.6 mm.

EVAPORACION NETA MEDIA ANUAL = 1186.96 mm.

cia entre la precipitación calculada para el embalse (columna 5), y la evaporación corregida (columna 3).

#### CANTIDAD DE AZOLVES.

Además de todos los factores que hasta aquí se han considerado, debe tomarse en cuenta en los estudios hidrológicos para vasos de almacenamientos, la capacidad que es necesario proporcionar para la acumulación de azolves.

Cualquier corriente llevará siempre un mayor ó menor grado en acarreo de materiales sólidos, de suspensión como consecuencia de las erosiones que provoca, principalmente en la parte mas inclinada de su curso.

La capacidad de arrastre de azolves en una corriente dependerá primordialmente de su velocidad, lo que explica que cuando ésta disminuye ó cesa, habrá depósitos en mayor ó menor grado. Esta es la razón para la que los vasos de almacenamiento son depósitos muy eficaces de azolves, que con el transcurso del tiempo disminuyen su capacidad.

Debe considerarse tal reducción para garantizar el buen funcionamiento del vaso durante su vida útil, que puede ser de 50 a 100 años.

En el estudio realizado en el capítulo III de Batimetría para el uso de la presa SAN JOSE sacando su volúmen por medio de curvas de nivel se sacó una capacidad total aproximada de 4'976,700 Mts.<sup>3</sup> En un período aproximado de vida de 65 años con una capacidad total inicial de 10'866,687 Mts.<sup>3</sup>, de lo cual restando esta cantidad a la anterior nos queda un volúmen de azolve aproximado de ----- 5'889,987.0 Mts.<sup>3</sup> En la batimetría del vaso de la presa EL PEAJE su volúmen total fué de 6'914,410 Mts.<sup>3</sup>, con una capacidad total inicial de 9'000,000.00 Mts.<sup>3</sup> en un período de vida de 26 años de lo cual hace un volúmen de azolve de ----- 2'085,590 Mts.<sup>3</sup>

## C A P I T U L O IV.

### ESTUDIOS BATIMÉTRICOS DE LAS PRESAS.

#### ESTUDIOS.

En este capítulo se hablará muy superficial sobre los estudios Topográficos de las presas SAN JOSE y EL PEAJE ya que se encuentran trabajos de como se realiza en la tesis "ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS DE LAS PRESAS SAN JOSE Y EL PEAJE COMO PARTE INTEGRANTE DE LAS FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA CIUDAD DE SAN LUIS POTOSÍ".

Los estudios se realizaron por medio de:

- 1.- Trazo de poligonal con tránsito.
- 2.- Nivelación de los vértices de la poligonal
- 3.- Batimetría con plancheta.

#### TRAZO DE LA POLIGONAL.

Lo primero que se realizó fue el levantamiento topográfico de una poligonal envolvente que abarcara todo el vaso de la presa y arroyos tributarios que desembocan en la presa así como puntos de apoyos para el estudio batimétrico.

Este levantamiento lo realizó una brigada que consistía, de un pasante de Ingeniero Topógrafo Hidrólogo, dos estadaleros, un apuntador, un aparatero y un machetero (todos estudiantes de Ingeniería).

El levantamiento topográfico de la poligonal envolvente se hizo por el método de conservación de azimutes, orientada la primera línea con un solo vernier sumando y restando 180 y midiendo longitudes atrás y adelante por estadia, los cierres angulares fue de tolerancia.

$$t = \pm a \sqrt{n}$$

en donde:

a = aproximación del aparato, para este caso a = 1 minuto.

n = número de vértices ó numero de lados del polígono cerrado.

V la tolerancia lineal de 1/10 000 ( 1 Cm. X 1 Km. )

Habiendo cerrado los poligonos dentro de estas especificaciones se procedió a la elaboración de una plantilla de cálculo, en las que se compensaron los errores lineal y angular, obteniendo las coordenadas de los vértices para dicha poligonal.

#### NIVELACION DE LOS VERTICES DE LA POLIGONAL.

Una vez terminada la poligonal checada y calculada en gabinete, se procedió a nivelar ó correr una nivelación para todos los puntos de la poligonal envolvente.

Este trabajo estuvo a cargo de; un pasante de Ingeniero Topógrafo Hidrólogo, 2 estadaleros, y un apuntador.

Dando principio en el Pi - 0 por la margen izquierda, esta nivelación se hizo por el método de circuitos, esta se cerró en el punto de partida ó sea por el margen derecho.

La tolerancia permitida en las nivelaciones, según especificaciones de la Secretaría de Recursos Hidráulicos es de 0.01 m. por Kilómetro, la poligonal del vaso de la presa SAN JOSE tiene aproximadamente 10,000.00 Mts. La presa EL-PEAJE tiene aproximadamente 5,783.50 Mts.

#### BATIMETRIA CON PLANCHETA.

Una vez terminada la nivelación de los vasos y ligados también a un banco de nivel y teniendo los puntos de apoyo se procedió con el estudio batimétrico del cual se hizo la distribución de hojas de plancheta. Esta batimetría se efectuó organizando dos brigadas para la presa de SAN JOSE, y una brigada para la presa EL PEAJE.

Cada brigada consta de un Jefe de brigada que era el operador (Pasante de Ingeniero Topógrafo Hidrólogo), un apuntador, apartero, cuatro estadaleros, una lancha y dos remeros.

Dando principio el estudio batimétrico para la presa SAN JOSE por una de las colas, que es la que recibe el caudal del agua proveniente de la presa EL PEAJE para aprovechar el máximo nivel de agua. En la presa EL PEAJE se dió principio en la boquilla.

Para esto se tomaba el punto del espejo del agua y se empezaba a sondear metiendo el estadal desde la lancha, de los cuales se sacaba los puntos mas bajos conforme se iba avanzando iba aumentando su profundidad, entonces se sacaba un nivel de agua sobre la lancha se tomaba la distancia y se sondeaba con una cadena de 20.00 Mts.

Este estudio se hacía directo en la plancheta tomando a escala las distancias y las elevaciones de los puntos visados en varios puntos.

Terminando el estudio batimétrico de campo, se entró a gabinete a calcular las elevaciones de todos los puntos tomados en el campo dibujando la cortina y los vertedores, los contornos del agua y configurando las curvas de nivel a cada metro.

#### GRAFICAS AREAS.- CAPACIDAD.

En base el plano topográfico del vaso se construye la gráfica Areas- Capacidad, para la cual se recomienda construir la siguiente Tabla.

#### DESARROLLO.

Columna 1: Se marcan las elevaciones que corresponde a la curva de nivel que marca el plano topográfico.

Columna 2: En esta columna se concentran las áreas y que son los correspondientes en cada curva de nivel.

Columna 3: Se calcula la suma del área correspondiente a la elevación que se estudia más el área de la columna anterior.

TABLA PRESA "SAN JOSE"

ELEV.	$A_1$ m <sup>2</sup>	$A_1 + A_2$ m <sup>2</sup>	$H/2$ m	Vol. Parcial	Vol. Total m <sup>3</sup>
1926	12 240.0				
1927	33 920.0	46 160.0	0.5	23 080.0	23 080.0
1928	50 920.0	84 840.0	0.5	42 420.0	65 500.0
1929	60 680.0	111 600.0	0.5	55 800.0	98 220.0
1930	70 480.0	131 160.0	0.5	65 580.0	121 380.0
1935	208 560.0	279 040.0	2.5	697 600.0	763 180.0
1940	461 200.0	669 760.0	2.5	1 674 400.0	2 372 000.0
1945	859 720.0	1 320 920.0	2.5	3 320 300.0	4 994 700.0

TABLA PRESA "EL PEAJE"

ELEV.	$A_1$ m <sup>2</sup>	$A_1 + A_2$ m <sup>2</sup>	$H/2$ m	Vol. Parcial	Vol. Total m <sup>3</sup>
2021	340.0				
2022	3 840.0	4 180.0	0.5	2 090.0	2 090.0
2023	14 928.0	18 768.0	0.5	9 384.0	11 474.0
2024	22 828.0	37 756.0	0.5	18 874.0	28 262.0
2025	47 656.0	70 484.0	0.5	35 242.0	54 120.0
2030	183 652.0	231 308.0	2.5	578 270.0	613 512.0
2035	305 752.0	489 404.0	2.5	1 223 510.0	1 801 780.0
2040	497 520.0	803 272.0	2.5	2 008 180.0	3 231 690.0
2045	684 656.0	1 182 176.0	2.5	2 955 440.0	4 963 620.0
2050	898 932.0	1 583 588.0	2.5	3 958 970.0	6 914 410.0

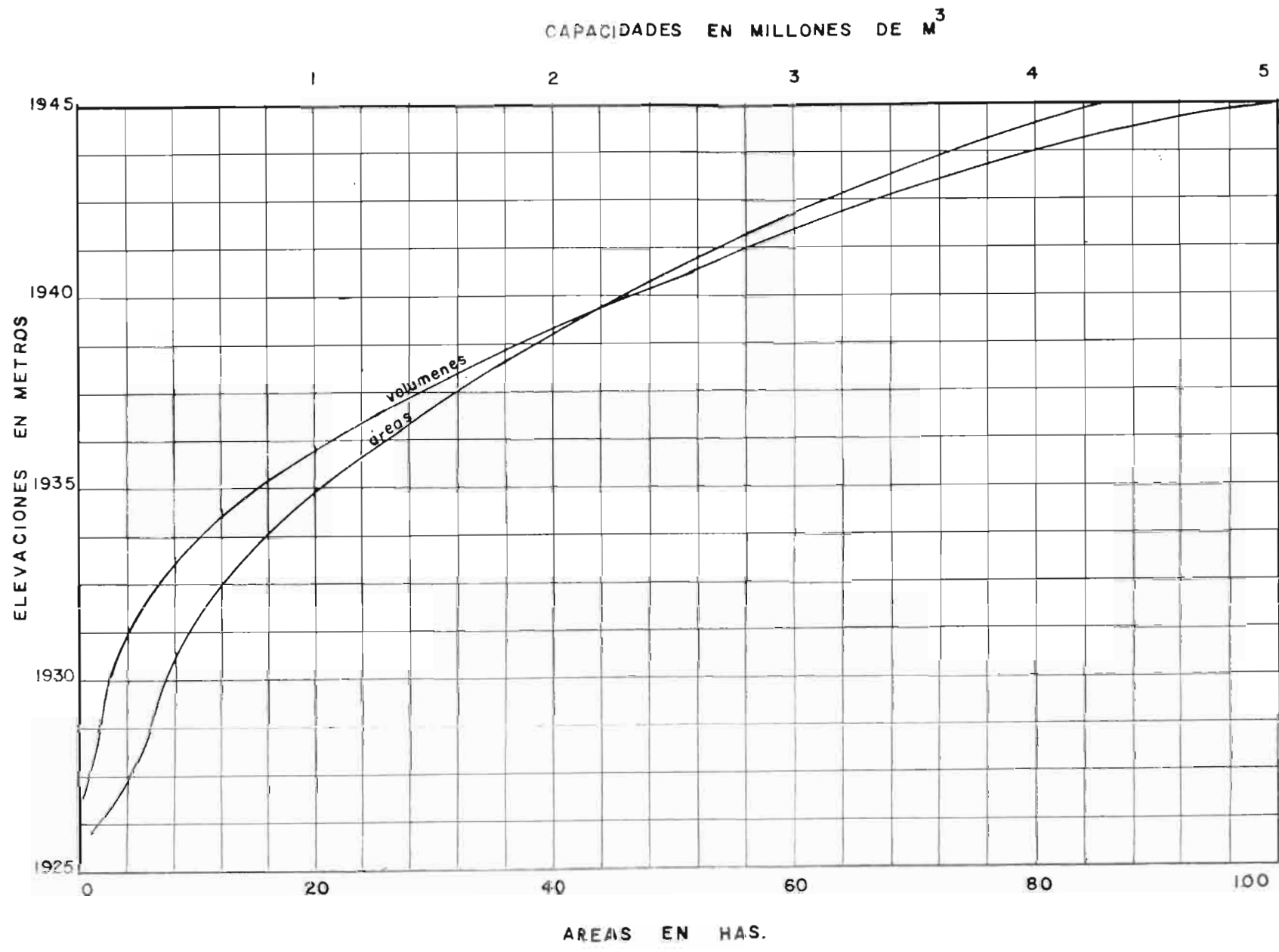
Columna 4: Se marca la distancia entre la curva de nivel entre dos y expresada en metros.

Columna 5: Se calculan los volúmenes parciales que son igual al producto de la columna 3 X 4 en Mts.<sup>3</sup>

Columna 6: Se concentran el volúmen total en Mts.<sup>3</sup>

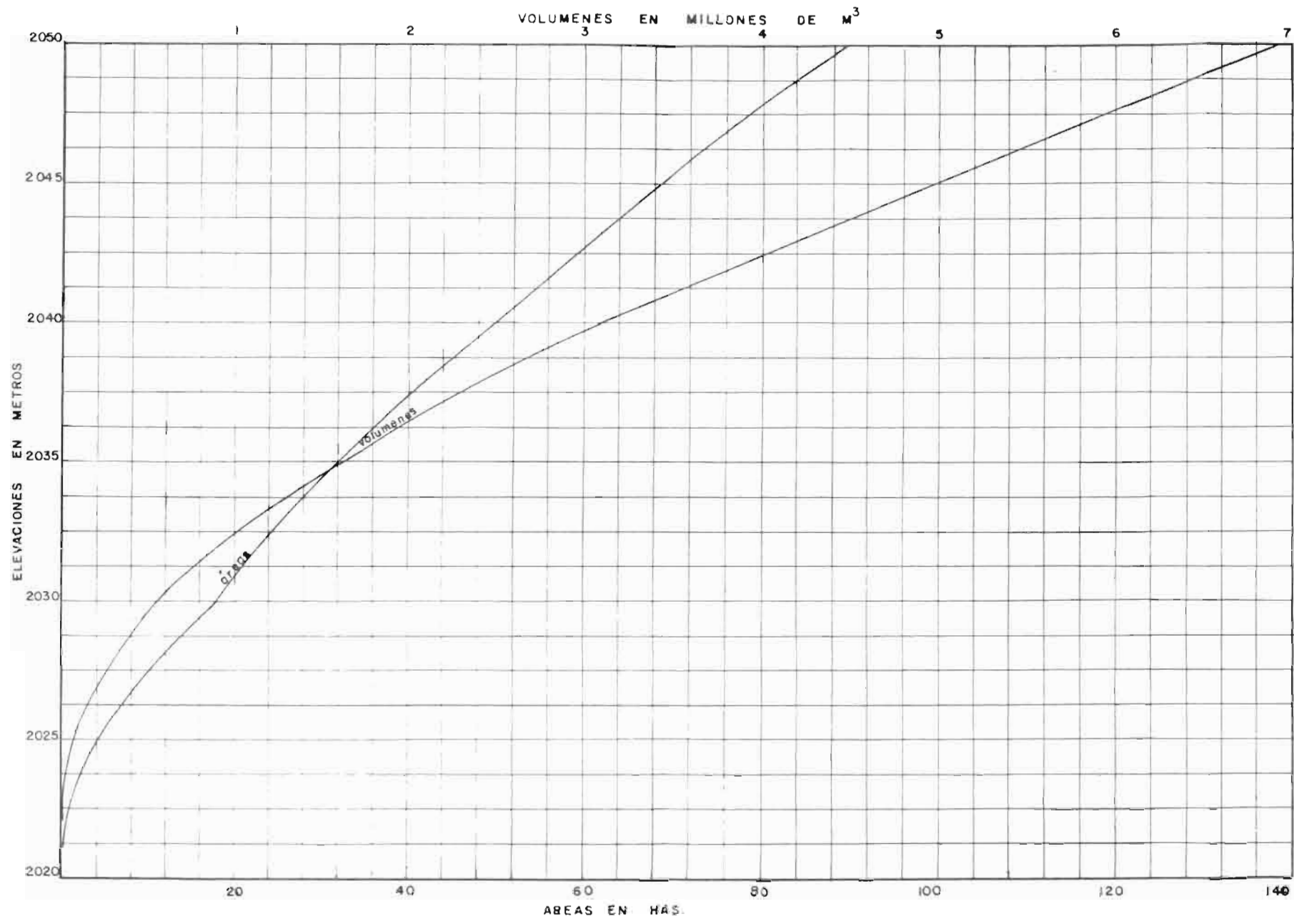
#### GRAFICA:

La gráfica Areas- Capacidad se construye poniendo en el eje vertical los datos de la columna 1, en el eje horizontal inferior los datos de la columna 2 (ambos datos definen la curva de áreas), y en el eje horizontal superior los datos de la columna 6 (los datos de la columna 1 y de la 6, éstos definen la curva de volúmenes).



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI ESCUELA DE INGENIERIA
GRAFICA AREA CAPACIDAD "PRESA SAN JOSE"
TRABAJO RECEPCIONAL SILVIA OLIVO CARDENAS
SAN LUIS POTOSI S.L.P. ABRIL DE 1977





UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SAN LUIS POTOSI	
ESCUELA DE INGENIERIA	
GRAFICA AREA CAPACIDAD	
PRESA "EL PEAJE"	
TRABAJO RECEPTACIONAL	
SILVIA OLIVO GARDENAS	
SAN LUIS POTOSI S.L.P.	
ABRIL DE 1977	

CALCULO DE DEMANDAS.

Para hacer el cálculo de demandas nos basamos en el censo de población de los últimos 10 años, y los pozos existentes en ese tiempo de San Luis Potosí, de lo cual del año de 1966 a 1975 varía aproximadamente del 35% al 24% de la de manda total (como se indica en la tabla), esta dotación se hace por medio de la planta potabilizadora los filtros con un gasto de 300 l.p.s.; dando un promedio por habitantes por día de 250 l.p.s., obtenemos la siguiente demanda mensual, - haciendo la aclaración que hasta este momento se supone que la ciudad es abaste cida únicamente por las presas de almacenamiento.

TABLA DE DEMANDAS

M E S	1966	1967	1968	1969	1971
	0.35%	0.35%	0.34%	0.35%	0.34%
E	660.0	691.0	640.7	757.3	770.2
F	596.1	624.0	599.4	684.0	720.5
M	660.0	691.0	640.7	757.3	770.2
A	638.7	668.7	620.0	732.9	745.3
M	660.0	691.0	640.7	757.3	770.2
J	638.7	668.7	620.0	732.9	745.3
J	660.0	691.0	640.7	757.3	770.2
A	660.0	691.0	640.7	757.3	770.2
S	638.7	668.7	620.0	732.9	745.3
O	660.0	691.0	640.0	757.3	770.2
N	638.7	668.7	620.0	732.9	745.3
D	660.0	691.0	640.0	757.3	770.2
sumd	7770.9	8132.8	7644.3	8916.7	9023.1
	1971	1972	1973	1974	1975
	0.31%	0.31%	0.30%	0.30%	0.24%
E	735.1	769.6	779.7	816.3	683.6
F	664.0	720.0	704.3	734.3	617.5
M	735.1	769.6	779.7	816.3	683.6
A	711.4	744.8	754.6	790.0	661.6
M	735.1	769.6	779.7	816.3	683.6
J	711.4	744.8	754.6	790.0	661.6
J	735.1	769.6	779.7	816.3	683.6
A	735.1	769.6	779.7	816.3	683.6
S	711.4	744.8	754.6	790.0	661.6
O	735.1	769.6	779.7	816.3	683.6
N	711.4	744.8	754.6	790.0	661.6
D	735.1	769.6	779.7	816.3	683.6
sumd	8655.3	9086.4	9180.6	9608.4	8049.1

## C A P I T U L O V

### DERRAME DE EXCEDENTES Y DEFICIENCIA EN LOS ÚLTIMOS 10 AÑOS.

#### CALCULO DE DERRAMES Y DEFICIENCIAS.

Conociendo los volúmenes escurridos, las evaporaciones netas, la demanda mensual y obteniendo el área media de la gráfica áreas-capacidades se procede a definir cuando hubo derrames y deficiencias en los últimos 10 años, para lo cual se utiliza la tabla siguiente.

En la columna 1: Los años y meses en estudio.

En la columna 2: la capacidad inicial y esta es igual al volumen disponible menos demanda menos el volumen evaporado del mes anterior, en miles de Mts.<sup>3</sup>

$$2 = 6 - 10$$

En la columna 3: Los volúmenes escurridos totales (ya obtenidos) en miles de Mts.<sup>3</sup>

En la columna 4: el volumen disponible que es igual a la suma de la capacidad inicial y los volúmenes escurridos en miles de Mts.<sup>3</sup>

$$4 = 2 + 3$$

En la columna 5: la demanda mensual en miles de Mts.<sup>3</sup> (ya obtenidos).

En la columna 6: Los volúmenes disponibles menos la demanda mensual y esta tiene que ser menos que la capacidad total (5,000) miles de Mts.<sup>3</sup>

$$6 = 4 - 5$$

En la columna 7: la capacidad media que es igual a la capacidad inicial más el volumen disponible entre dos, en miles de Mts.<sup>3</sup>

$$\text{Cap. media} = \frac{\text{Cap. Inicial} + \text{Vol. Disp.}}{2}$$

2

En la columna 8: El área media obtenida de las gráficas áreas - capacida--

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
AREA	MES	CAPACIDAD INICIAL	VOL. ESC. TOTAL	VOLUMEN DISPONIBLE	DEMANDA MENSUAL	VOL. DISP. MENOS DEM. CT	CAPACIDAD MEDIA	AREA MEDIA	E N	VOL. EVAP	DERRAME	DEFIC.
1966	E	3 471.2	1999.0	5 467.2	660.0	4 809.2	4139.2	75.6	65.0	49.1	0.0	0.0
	F	4 758.1	1009.0	5 767.1	596.1	5000.0	4 879.0	85.4	92.1	78.7	92.3	0.0
	M	5000.0	1842.4	6 842.4	660.0	5000.0	5000.0	86.0	107.1	92.1	1090.3	0.0
	A	5000.0	1 294.1	6 294.1	638.7	5000.0	5000.0	86.0	142.6	122.7	532.7	0.0
	M	5000.0	1842.5	6 842.5	660.0	5000.0	5000.0	86.0	146.5	125.9	1056.6	0.0
	J	5000.0	4 584.6	9 584.6	638.7	5000.0	5000.0	86.0	63.2	54.3	3891.2	0.0
	J	5000.0	2 017.9	7 017.9	660.0	5000.0	5000.0	86.0	108.5	93.3	1264.6	0.0
	A	5000.0	3 044.7	10 044.7	660.0	5000.0	5000.0	86.0	28.7	24.7	4360.1	0.0
	S	5000.0	4 82.5	5 482.5	638.7	4 843.8	4 921.9	85.7	112.2	96.2	0.0	0.0
	O	4 747.6	3 372.8	8 125.4	660.0	5000.0	4 873.8	85.4	97.5	40.5	2424.9	0.0
	N	5000.0	0.0	5000.0	638.7	4 361.3	4 680.4	82.4	99.7	82.3	0.0	0.0
	D	4 279.0	153.5	4 432.6	660.0	3 772.5	4 025.8	73.5	92.6	68.0	0.0	0.0
	1967	E	3 704.5	1858.7	5 563.3	691.0	4 872.3	4 288.3	77.5	60.9	47.2	0.0
F		4 825.1	294.7	5 119.7	624.0	4 495.7	4 600.3	82.3	92.4	76.0	0.0	0.0
M		4 419.7	2 584.0	7 003.7	691.0	5000.0	4 709.8	82.9	99.3	82.9	1230.4	0.0
A		5000.0	0.0	5000.0	668.7	4 331.3	4 665.7	82.4	160.8	132.4	0.0	0.0
M		4 189.9	725.3	4 924.2	691.0	4 233.2	4 216.1	80.0	179.3	143.3	0.0	0.0
J		4 089.9	3 649.3	7 739.2	668.7	5000.0	4 545.0	80.7	85.9	69.3	2001.2	0.0
J		5000.0	453.3	5 453.3	691.0	4 762.4	4 881.2	85.4	159.5	136.2	0.0	0.0
A		4 626.0	5 575.9	10 202.0	691.0	5000.0	4 813.0	84.9	19.0	16.2	4494.9	0.0
S		5000.0	7 389.2	12 389.2	668.7	5000.0	5000.0	86.0	-60.5	-51.9	6772.4	0.0
O		5000.0	2 629.3	7 629.3	691.0	5000.0	5000.0	86.0	33.6	28.5	1909.4	9.0
N		5000.0	0.0	5000.0	668.7	4 331.3	4 665.7	82.4	87.6	72.1	0.0	0.0
D		4 259.2	90.7	4 349.9	691.0	3 658.0	3 959.0	72.7	94.9	69.0	0.0	0.0
1968		E	3 589.9	115.9	3 705.8	640.7	3 065.1	3 327.5	62.8	82.4	51.7	0.0
	F	3 013.4	772.4	3 785.7	599.4	3 186.3	3 099.8	58.8	76.6	45.0	0.0	0.0
	M	3 141.3	2 085.4	5 226.7	640.7	4 586.0	3 863.7	71.4	99.9	71.3	0.0	0.0
	A	4 514.7	1 390.3	5 905.0	620.0	5000.0	4 757.4	84.0	123.0	103.3	181.7	0.0
	M	5000.0	656.5	5 656.5	640.7	5000.0	5000.0	86.0	158.8	136.6	0.0	0.0
	J	4 879.2	3 050.8	7 930.1	620.0	5000.0	4 939.6	85.8	79.5	68.2	2241.9	0.0
	J	5000.0	2 394.3	7 394.3	640.7	5000.0	5000.0	86.0	75.4	64.9	1688.7	0.0
	A	5000.0	3 282.6	8 282.6	640.7	5000.0	5000.0	86.0	53.6	46.1	2595.8	0.0
	S	5000.0	3 610.8	8 610.8	620.0	5000.0	5000.0	86.0	3.1	2.1	2988.2	0.0
	O	5000.0	308.9	5 308.9	640.7	4 668.2	4 834.1	85.1	83.4	70.9	0.0	0.0
	N	4 597.3	193.1	4 790.9	620.0	4 170.4	4 383.9	78.6	91.3	71.7	0.0	0.0
	D	4 098.7	463.4	4 562.2	640.7	3 921.5	4 010.1	73.3	71.0	52.0	0.0	0.0

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
ESTACION	CAPACIDAD INICIAL	VOL. ESC. TOTAL	VOLUMEN DISPONIBLE	DEMANDA MENSUAL	VOL. DISP. MENOS DEM. C Y	CAPACIDAD MEDIA	AREA MEDIA	E. N.	VOL. EVAP.	DERRAME	DEFIC.	
1969	E	3869.5	2245.0	4094.0	757.3	3336.7	3603.1	67.2	96.6	64.9	0.0	0.0
	F	3271.8	0.0	3271.8	684.0	2587.8	2929.8	56.0	107.0	59.9	0.0	0.0
	M	2527.9	0.0	2527.9	757.3	1770.6	2149.2	43.2	170.7	73.7	0.0	0.0
	A	1696.9	769.6	2466.5	732.9	1733.6	1715.2	36.5	170.1	62.1	0.0	0.0
	M	1671.5	128.3	1799.8	757.3	1042.5	1357.0	30.7	189.6	58.2	0.0	0.0
	J	984.3	3142.5	4126.8	732.9	3393.9	2189.1	43.8	102.8	45.0	0.0	0.0
	J	3384.9	2661.5	6010.4	757.3	5000.0	4174.5	75.3	72.0	54.2	198.9	0.0
	A	5000.0	3206.7	8206.7	732.9	5000.0	5000.0	86.0	57.0	49.0	2400.4	0.0
	S	5000.0	2020.2	7020.2	732.9	5000.0	5000.0	86.0	44.2	38.0	1249.3	0.0
	O	5000.0	224.5	5224.5	757.3	4467.2	4733.6	83.5	92.5	77.2	0.0	0.0
	N	4390.0	64.1	4454.1	732.9	3721.2	4055.6	74.2	90.6	67.2	0.0	0.0
	D	3654.0	192.4	3846.4	757.3	3089.1	3371.6	63.5	76.3	48.5	0.0	0.0
	1970	E	3040.6	0.0	3040.6	770.2	2207.4	2655.5	51.2	92.0	47.1	0.0
F		2223.3	743.6	2966.9	720.5	2246.4	2234.9	44.5	70.3	31.3	0.0	0.0
M		2215.1	0.0	2215.1	770.2	1444.9	1830.0	38.2	174.9	66.7	0.0	0.0
A		1378.2	356.3	1734.5	745.3	989.2	1183.7	28.9	165.5	47.8	0.0	0.0
M		941.4	185.9	1127.3	770.2	357.1	649.3	18.6	170.9	31.8	0.0	0.0
J		325.3	4461.7	4787.1	745.3	4041.8	2183.6	43.7	29.8	13.0	0.0	0.0
J		4028.8	1890.0	5918.8	770.2	5000.0	4514.4	80.2	76.7	61.5	67.1	0.0
A		5000.0	1642.2	6642.2	770.2	5000.0	5000.0	86.0	94.1	80.9	791.1	0.0
S		5000.0	1911.7	6911.7	745.3	5000.0	5000.0	86.0	65.6	56.4	1180.0	0.0
O		5000.0	0.0	5000.0	770.2	4229.8	4614.9	81.7	149.5	122.1	0.0	0.0
N		4107.7	573.2	4680.9	745.3	3935.6	4021.7	73.5	89.3	65.6	0.0	0.0
D		3870.0	31.0	3901.1	770.2	3130.8	3500.4	65.4	113.9	74.5	0.0	0.0
1971		E	3056.3	176.1	3232.4	735.1	2497.3	2776.8	53.6	47.5	25.4	0.0
	F	2471.9	0.0	2471.9	664.0	1807.9	2139.9	43.0	76.0	32.7	0.0	0.0
	M	1775.2	44.0	1819.3	735.1	1084.2	1429.7	31.7	115.6	36.6	0.0	0.0
	A	1047.6	0.0	1047.6	711.4	336.2	691.9	19.4	147.8	28.7	0.0	0.0
	M	307.5	2289.6	2597.1	735.1	1862.0	1084.7	26.0	100.4	26.1	0.0	0.0
	J	1835.9	8982.2	10818.1	711.4	5000.0	3417.9	64.3	-51.5	-33.0	5139.7	0.0
	J	5000.0	704.5	5704.5	735.1	4969.4	4984.7	85.9	98.4	84.5	0.0	0.0
	A	4884.9	5998.2	10883.1	735.1	5000.0	4942.5	85.7	-30.0	-25.6	5163.6	0.0
	S	5000.0	4711.3	9711.3	711.4	5000.0	5000.0	86.0	-24.0	-21.2	4021.1	0.0
	O	5000.0	528.4	5528.4	735.1	4793.3	4896.7	85.6	29.0	24.8	0.0	0.0
	N	4768.5	132.1	4900.6	711.4	4189.2	4478.9	79.8	25.8	20.5	0.0	0.0
	D	4108.7	264.2	4432.9	735.1	3697.8	3933.3	72.3	21.5	15.5	0.0	0.0

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
OZA	M	CAPACIDAD	VOL. ESC.	VOLUMEN	DEMANDA	VOL DISP.	CAPACIDAD	AREA				
	S	INICIAL	TOTAL	DISPONIBLE	MENSUAL	MENOS DEM.	MEDIA	MEDIA	E N	VOL. EVAP	DERRAME	DEFIC
1972	E	3 682.3	194.6	3 876.9	769.6	3 107.3	3 394.8	63.9	899	63.2	0.0	0.0
	F	3 044.1	0.0	3 044.1	720.0	3 224.1	2 684.1	51.6	153.0	78.9	0.0	0.0
	M	2 245.2	611.5	2 856.7	769.6	2 087.1	2 166.1	43.4	172.4	74.8	0.0	0.0
	A	2 012.3	289.1	2 301.3	744.8	1 556.5	1 784.4	37.5	189.3	70.9	0.0	0.0
	M	1 485.6	405.9	1 891.4	769.6	1 121.8	1 303.7	29.6	192.9	57.1	0.0	0.0
	J	1 064.7	2 270.8	3 335.5	744.8	2 590.7	1 827.7	38.1	102.9	39.2	0.0	0.0
	J	2 551.5	340.4	5 956.2	769.6	5 000.0	3 775.7	70.1	5.0	4.0	182.6	0.0
	A	5 000.0	2 77.9	5 277.9	769.6	4 508.3	4 754.2	83.9	117.1	98.3	0.0	0.0
	S	4 410.0	1 239.6	5 649.6	744.8	4 904.8	4 657.4	82.3	52.4	43.2	0.0	0.0
	O	4 861.6	529.1	5 389.7	769.6	4 620.1	4 740.9	83.6	106.0	88.6	0.0	0.0
	N	4 531.5	186.2	4 717.8	744.8	3 973.0	4 252.2	77.2	103.9	80.2	0.0	0.0
	D	3 892.8	83.4	3 976.1	769.6	3 206.5	3 549.6	80.8	89.7	72.5	0.0	0.0
	1973	E	3 134.0	253.1	3 387.1	779.7	2 607.4	2 870.7	55.0	93.1	51.2	0.0
F		2 556.2	79.1	2 635.3	704.3	1 931.0	2 243.6	44.6	116.8	52.1	0.0	0.0
M		1 879.9	253.1	2 132.0	779.7	1 352.3	1 615.6	34.8	219.9	76.5	0.0	0.0
A		1 275.8	253.1	1 528.9	754.6	774.3	1 025.0	25.2	192.9	48.6	0.0	0.0
M		725.7	316.4	1 042.0	779.7	262.3	494.0	15.5	175.5	27.2	0.0	0.0
J		235.1	5036.3	5271.5	754.6	4516.9	2376.0	46.9	159.7	7.4	0.0	0.0
J		4524.3	2565.6	7089.9	779.7	5000.0	4762.1	84.0	454	38.1	1272.1	0.0
A		5000.0	1556.5	6556.5	779.7	5000.0	5000.0	86.0	67.7	58.9	718.6	0.0
S		5000.0	1537.5	6537.5	754.6	5000.0	5000.0	86.0	88.9	76.5	706.4	0.0
O		5000.0	395.4	5395.4	779.7	4615.7	4807.9	84.9	109.5	93.0	0.0	0.0
N		4522.7	50.6	4573.4	754.6	3818.8	4170.7	75.2	130.5	98.1	0.0	0.0
D		3702.7	0.0	3702.7	779.7	2941.0	3330.8	63.0	131.3	82.7	0.0	0.0
1974		E	2 858.3	73.3	2 931.6	816.3	2 115.3	2 486.8	48.5	123.4	59.8	0.0
	F	2 055.5	0.0	2 055.5	734.3	1 321.3	1 688.3	36.0	163.1	58.3	0.0	0.0
	M	1 262.5	73.3	1 335.3	816.3	519.4	890.9	23.1	199.6	46.1	0.0	0.0
	A	473.3	427.3	900.6	790.0	110.6	292.0	11.5	206.0	23.7	0.0	0.0
	M	86.9	158.7	245.6	245.6	0.0	43.5	4.4	200.0	8.8	0.0	570.0
	J	0.0	622.6	622.6	622.6	0.0	0.0	0.0	118.2	0.0	0.0	167.4
	J	0.0	971.8	971.8	816.3	155.5	77.7	5.9	126.9	7.5	0.0	0.0
	A	148.0	1516.3	1664.2	816.3	847.9	497.9	15.6	91.4	14.3	0.0	0.0
	S	833.6	2441.6	3275.2	790.0	2485.2	1659.4	35.6	26.7	9.5	0.0	0.0
	O	2475.7	24.4	2500.2	816.3	1683.9	2079.8	42.3	112.7	47.2	0.0	0.0
	N	1 636.2	100.1	1 736.3	790.0	946.3	1291.2	29.4	110.4	32.5	0.0	0.0
	D	913.8	915.6	1 829.4	816.3	1 013.1	963.4	24.0	75.5	18.1	0.0	0.0

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
CANTIDAD	MES	CAPACIDAD INICIAL	VOL. ESC. TOTAL	VOLUMEN DISPONIBLE	DEMANDA MENSUAL	VOL. DISP. MENOS DE N. C. T.	CAPACIDAD MEDIA	AREA MEDIA	E.N.	VOL. EVAP.	DERRAME	DEFC.
1979	E	995.0	997.5	1992.5	683.6	1308.9	1151.9	27.9	91.5	25.2	0.0	0.0
	F	1283.7	0.0	1283.7	617.5	666.2	974.9	24.5	134.0	32.8	0.0	0.0
	M	633.4	0.0	633.4	633.4	0.0	316.7	12.0	198.6	23.8	0.0	50.2
	A	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	213.6	0.0	0.0	661.6
	M	0.0	482.7	482.7	482.7	0.0	0.0	0.0	195.7	0.0	0.0	200.9
	J	0.0	2630.5	2630.5	661.6	1968.9	984.9	24.8	131.6	32.6	0.0	0.0
	J	1936.3	8193.2	10129.4	683.6	5000.0	3468.1	64.9	-38.3	-24.7	4470.5	0.0
	A	5000.0	4070.4	9070.4	683.6	5000.0	5000.0	86.0	27.7	23.8	3363.0	0.0
	S	5000.0	2743.1	7743.1	661.6	5000.0	5000.0	86.0	52.5	45.2	2036.3	0.0
	O	5000.0	579.2	5579.2	683.6	4895.6	4947.8	85.8	107.5	92.2	0.0	0.0
	N	4803.4	0.0	4803.4	661.6	4141.8	4472.6	79.6	118.7	94.5	0.0	0.0
	D	4047.3	181.0	4228.3	683.6	3544.7	3796.0	70.4	104.4	73.5	0.0	0.0



des (en Has.).

En la columna 9: las evaporaciones netas (ya obtenidas).

En la columna 10: los volúmenes evaporados que es igual a el área media -- por la evaporación neta.

$$10 = 8 \times 9$$

En la columna 11: Derrames, estos se presentan cuando la presa está llena y son igual al volumen disponible menos demanda mensual (menos volumen disponible menos demanda y tiene que ser menos que la capacidad total de la presa que proponemos de 5,000 miles de Mts.<sup>3</sup>) menos el volumen evaporado.

$$11 = 4 - 5 - 6 - 10$$

En la columna 12: deficiencias estas se presentan cuando el volumen escurrido total no satisface la demanda mensual.

$$12 = 5 - 3$$

Esta tabla se empezó en el mes de Septiembre de 1966, considerando presa llena, ya que los meses de mayor precipitación son Junio, Julio y Agosto, y dando por terminado en Agosto de 1966.

Como hemos visto, se presentan derrames seguidos en el año de 1966, pero esto se debe a que se está considerando la presa con una capacidad de 5'000,000 Mts.<sup>3</sup>, erróneo ya que en 10 años el azolve que se formó no es el volumen actual y hay que considerar que su batimetría se realizó en 1976, 11 años despues.

Analizando el año de 1974, en el mes de Julio no se presentan deficiencias como realmente hubo y esto se debe a que no se tomaron lecturas en la estación meteorológica y se obtuvo por el método racional deductivo.

### FRECUENCIA DE UNA AVENIDA MAXIMA.

La observación de una corriente en un determinado número de años, nos permite saber cuando se presenta la avenida cuyo gasto fué máximo en ese período.

La determinación de la avenida máxima puede hacerse de diversas formas:

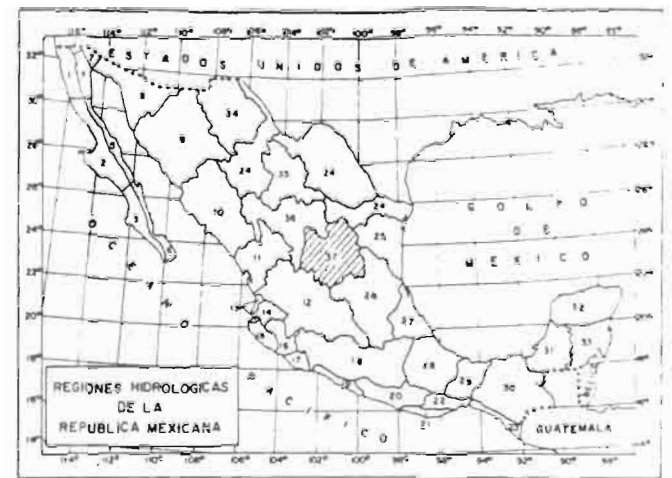
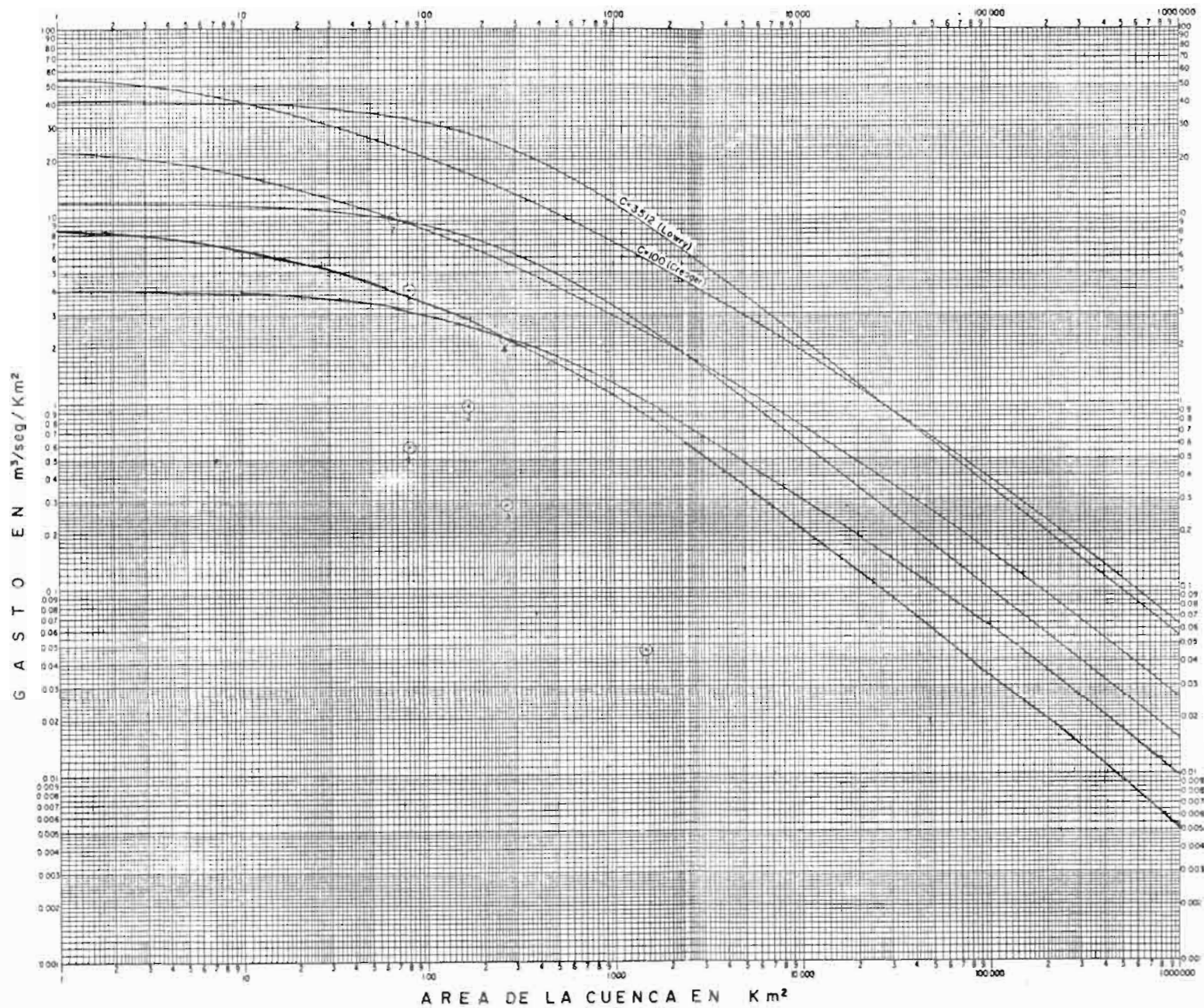
La mas utilizada es el Método de las Curvas Envolventes de Creager y ---- Lowry.

Estas curvas existen, como representativos para cada región según el Libro de Gastos Máximos Instantáneos en la República Mexicana. Siendo para este estudio la Región Hidrológica No. 37 (gráfica anexa).

GASTO	CREAGER	LOWRY
q= mundial	10.8	18.0
q= regional	2.2	2.2

Tomando la regional de Creager :  $q=2.2$  por lo tanto.

$$\begin{aligned} Q &= q \times A_c. \\ &= 2.2 \times 264.6 \\ &= 582.12 \text{ Mts}^3/\text{seg.} \end{aligned}$$



**VALORES Y FORMULAS DEL COEFICIENTE "C"**

ZONA	C	CREAGER	LOWRY
Mundial (Creager)	100	$C = \frac{Q}{A} \left( \frac{0.834}{10.366 A^{0.177}} \right)^{-1}$	$C = q(A + 259)P^2$
Texas, E.U.A. (Lowry)	3512		

**VALORES DEL COEFICIENTE "C" DE LA REGION HIDROLOGICA N°**

N°	ESTACION	CORRIENTE	CUENCA	CREAGER	LOWRY
1	LOS PILARES	ARR. LA PARADA	ARR. LA PARADA	0.9	1.5
2	E. GRITO	ARR. GRANDE	ARR. LA PARADA	5.2	1.2
3	E. TULE	ARR. EL TULE	ARR. MOCTEZUMA	2.0	4.1
4	TULA	RIO TULA	A LA SACA DE AGUA	3.0	2.2
5	PRESA EL PEJE	ARR. GRANDE	RIO SANTIAGO	1.4	4.3
6	PRESA SAN JOSE	RIO SANTIAGO	RIO SANTIAGO	1.7	3.1
7	RR. ALVARO OBREGON	ARR. ALAQUINES	ARR. ALAQUINES	4.2	1.0

SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS  
 SUBSECRETARIA DE PLANEACION-DIRECCION GENERAL DE ESTUDIOS  
 DIRECCION DE HIDROLOGIA

**ENVOLVENTES DE GASTOS MAXIMOS INSTANTANEOS EN LA REPUBLICA MEXICANA**

Coeficiente:  DIRECTOR DE HIDROLOGIA  DIRECTOR GENERAL DE ESTUDIOS  
 SUBSECRETARIO DE PLANEACION  ASESOR

Hoja 1 de 1 LAMINA V-03

## C A P I T U L O VI

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Se pretende que nuestra ciudad capital no vaya a tener en un futuro inmediato el problema que sería, el agua potable para esto hemos pensado en base a los estudios que se han efectuado actualmente por parte de las Brigadas de la Escuela de Ingeniería de Servicio Social [B.E.I.S.S.], se ha analizado superficial:

- 1.- La ejecución de obras de captación.
- 2.- La rehabilitación de los vasos de almacenamiento.
- 3.- La perforación de pozos profundos.

1.- Sería la reconstrucción de la presa de la Constancia (La Contrapresa) aguas abajo de la presa San José la cual tendría las siguientes finalidades;

a).- Como vaso regulador, almacenando los derrames de la presa San José.

b).- Alimentaría el canal de conducción que viene de la presa San José -- por la margen derecha.

En base a esto se propone la modificación de la planta potabilizadora los-filtros, bajo previos estudios.

Se vio la posibilidad de una presa de almacenamiento en Escalerillas, --- aguas arriba de la presa San José, quedando descartada esta posibilidad ya que atraviesa la carretera Federal No. 70 (S.L.P.-AGS.).

2.- Esta rehabilitación sería el desazolvar la presa San José en época de sequía, tomando las medidas necesarias para no afectar a la población.

3.- Como ha habíamos mencionado de acuerdo al crecimiento demográfico que tenemos, podemos decir que las presas San José y El Peaje satisfacen en un 24% de la demanda de la población ya que el resto se abastece con 30 pozos conectados a la red de agua potable con un promedio de 944 l.p.s.

Esta proposición es la perforación de pozos profundos, haciendo los estudios necesarios en zonas que lo ameriten ó sea a donde tiende el crecimiento de la población.

BIBLIOGRAFIA.

I.- Tomo XLV Miscelánea

Folleto 9.- Opúsculo sobre la presa de la Constanca proyectada en la boquilla de San José -- del río de Santiago, formado por el Ing. José María Gómez del Campo y mandado publicar, por el H. Ayuntamiento de la capital de San Luis Potosí 1879.

II.- Vegetación del Estado de San Luis Potosí.

J. RZEDOWSKI

Tesis Doctoral

Facultad de Ciencias UNAM.

III.- Boletín Hidrológico No. 55

EL SALADO

Secretaría de Recursos Hidráulicos

Dirección General de Estudios.

IV.- Archivo.- Brigadas de la Escuela de Ingeniería de Servicio Social (B.E.I.S.S.).

V.- Apuntes de la materia de Hidrología del

Ing. Daniel Francisco Campos Aranda.

VI.- Tesis.- Varias