

23  
291

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA



**“SIMULACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE  
UN VASO. EJEMPLO DE APLICACIÓN”**

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A

SERGIO CABALLERO DÍAZ

DIRECTOR DE TESIS

DR. RAMÓN DOMÍNGUEZ MORA



MÉXICO, D.F.

1997

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA  
DIRECCION  
60-1-189/95

Señor  
**SERGIO CABALLERO DIAZ**  
Presente.

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor **DR. RAMON DOMINGUEZ MORA**, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de **INGENIERO CIVIL**.

**"SIMULACION DEL FUNCIONAMIENTO DE UN VASO. EJEMPLO DE APLICACION"**

- INTRODUCCION**
- I. INTRODUCCION AL PROBLEMA DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA EN LA CIUDAD DE MEXICO**
  - II. SIMULACION DEL FUNCIONAMIENTO DE UN VASO**
  - III. DESCRIPCION Y MANEJO DE PROGRAMAS DE CALCULO**
  - IV. EJEMPLO DE APLICACION. PRESA DERIVADORA EL TULE**
  - V. CONCLUSIONES**

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

**Atentamente**  
**"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"**  
Cd. Universitaria a 3 de abril de 1997.  
**EL DIRECTOR.**

  
**ING. JOSE MANUEL COVARRUBIAS SOLIS**

**IMCS/GMP\*lmf**

A mis padres,  
Irmã Díaz y Jorge Caballero  
No existe algo más valioso que  
el apoyo que me han brindado.  
El gran ejemplo siempre en vísperas  
de salir adelante y la dedicación que a  
mi vida han dado no son comparables.  
Gracias a ustedes que significan todo para mí.

A mis hermanos,

Jorge Arturo:

Porque la confianza se traduce en fuerza,  
porque siempre me has protegido con tu  
ejemplo y porque sé que siempre lo harás.  
Agradezco tus valiosos consejos y tu gran apoyo.

Carlos:

Es impresionante la forma en que te surgen  
las ideas, no cabe duda que me has demostrado  
la fuerza del corazón. Te admiro por el carácter  
que tienes para hacer lo que te hace sentir bien y  
porque me has hecho ver que la gente no sigue títulos.

Gracias.

A mis abuelos,  
Florá Alcázar y Bruno Téllez:  
La importancia y necesidad de crear  
una historia, de ser alguien en la vida  
y la recompensa por el buen trabajo  
es tan sólo algo que aprendí al estar  
con ustedes. Gracias.

A mi profesor,

**Dr. Ramón Domínguez Mora**  
Mi más sincero agradecimiento y  
reconocimiento por el apoyo y dirección.

Mi agradecimiento y gran respeto para la  
Facultad de Ingeniería, por la gran tarea  
de preparar a sus alumnos.

# CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	i
<b>CAPÍTULO 1</b>	
<b>INTRODUCCIÓN AL PROBLEMA DEL ABASTECIMIENTO</b>	
<b>DE AGUA EN LA CIUDAD DE MÉXICO.....</b>	<b>1</b>
1.1 Generalidades.....	1
1.2 Antecedentes de planeación en materia de abastecimiento.....	2
1.2.1 Estudio de fuentes de alta capacidad.....	5
Propuesta de aprovechamiento de agua subterránea en la cuenca	
y en el Alto Lerma.....	5
Sistemas de alto rendimiento.....	5
1.2.2 Estudios y política en materia de abastecimiento	
de agua potable (1968 - 1971).....	6
1.3 Sistema Cutzamala.....	6
1.3.1 Descripción general del Sistema Cutzamala.....	7
Primera etapa.....	9
Segunda etapa.....	9
Tercera etapa.....	10
Obras de beneficio social.....	10
Conservación del ecosistema.....	13
Cuarta etapa.....	13
<b>CAPÍTULO 2</b>	
<b>SIMULACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE UN VASO.....</b>	<b>18</b>
2.1 Generalidades.....	18
2.2 Planeación de un aprovechamiento hidráulico.....	19
2.2.1 Objetivo de la obra.....	19
Aplicaciones domésticas, municipales e industriales.....	19
Irrigación.....	19
Producción de energía.....	20
Control de avenidas.....	20
Esparcimiento.....	20
Almacenamiento para la regulación de corrientes.....	21
Obras diversas para la conservación del agua.....	21



2.2.2 Estudios básicos de un aprovechamiento hidráulico.....	22
Estudios de viabilidad.....	22
Valor estético.....	22
Extensión de los estudios.....	22
Etapas de la investigación.....	24
Elaboración del plan.....	25
Plan general de investigaciones.....	25
Investigaciones hidrológicas.....	26
Investigaciones sobre la cimentación y los materiales.....	26
Estudios sanitarios.....	27
Formulación de presupuestos.....	27
Terminación de los planes para el proyecto.....	28
Formulación de informes sobre el proyecto.....	28
2.2.3 Metodología del diseño de una presa.....	29
2.3 Planteamiento del problema.....	32
2.3.1 Aportaciones al vaso.....	35
2.3.2 Salidas del vaso.....	36
2.3.3 Errores comunes en la simulación.....	37
2.4 Procedimientos de cálculo.....	38
2.4.1 Contabilidad del funcionamiento de un vaso.....	38
2.4.2 Simulación del funcionamiento del vaso.....	39
2.5 Condiciones para la simulación.....	42
2.5.1 Simulación de un vaso a partir de condiciones históricas.....	42
2.5.2 Simulación de un vaso a partir de registros hidrológicos sintéticos.....	42
2.5.3 Problema de aprovechamientos múltiples.....	43
<b>CAPÍTULO 3</b>	
<b>DESCRIPCIÓN Y MANEJO DE PROGRAMAS DE CÁLCULO.....</b>	<b>44</b>
3.1 Introducción.....	44
3.2 Descripción y manejo de programas.....	45
3.2.1 Requerimientos.....	47
3.2.2 Programa simulam.for.....	47
3.2.3 Programa simvaso.for.....	48
<b>CAPÍTULO 4</b>	
<b>EJEMPLO DE APLICACIÓN. PRESA DERIVADORA EL TULE.....</b>	<b>50</b>
4.1 Generalidades.....	50
4.2 Antecedentes del estudio.....	52
4.3 Datos disponibles.....	52
4.3.1 Volúmenes de ingreso a la presa.....	53
Datos climatológicos.....	53
Datos hidrométricos.....	53
Escurrimientos deducidos.....	56

**CONTENIDO**

4.3.2 Extracciones a la presa derivadora.....	59
4.3.3 Curva elevaciones - capacidades - áreas.....	60
4.4 Simulación del funcionamiento del vaso. Presa El Tule.....	60
<b>CAPÍTULO 5</b>	
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>97</b>
5.1 Generalidades.....	97
5.2 Simulación del funcionamiento de un vaso.....	98
5.3 Descripción y manejo de programas de cálculo.....	99
5.4 Ejemplo de aplicación. Presa derivadora El Tule.....	100
5.5 Aspectos fundamentales.....	102
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>104</b>
<b>APÉNDICE A</b>	
<b>DOCUMENTACIÓN DE PROGRAMAS DE CÁLCULO.....</b>	<b>104</b>
Introducción.....	105
Documentación del programa simulam.for (simulación mensual).....	106
Variables y constantes de cálculo.....	106
Listado del programa simulam.for.....	107
Documentación del programa simvaso.for (simulación diaria).....	112
Variables y constantes de cálculo.....	112
Listado del programa simvaso.for.....	113
<b>APÉNDICE B</b>	
<b>INFORMACIÓN HIDROLÓGICA.....</b>	<b>120</b>
Introducción.....	120
Escurrimientos medios diarios registrados en la estación Temascaltepec.....	121
Escurrimientos medios diarios registrados en la estación Paso del Cobre.....	128
Plano hidrográfico para el sitio de proyecto El Tule.....	137

## **INTRODUCCIÓN**

### **GENERALIDADES**

Ante la necesidad de satisfacer las demandas de agua a la población, México se ha encontrado con grandes problemas que impiden, en parte, un adecuado almacenamiento de los volúmenes de escurrimiento que se generan en las diversas cuencas con el recurso disponible. Al tratar de dar una solución a esta situación, el Ingeniero Hidráulico busca no sólo satisfacer las demandas, sino además obtener el máximo beneficio a un menor costo. Esto ha obligado al desarrollo de técnicas y modelos que permitan alcanzar dichos beneficios para la sociedad.

Es por eso, que los modelos han gozado de la aceptación de los analistas de sistemas, los economistas y planificadores de recursos hidráulicos.

El presente trabajo pretende mostrar la manera en que debe realizarse la simulación del funcionamiento de un vaso, a través de las herramientas hidrológicas y la consideración de los factores que intervienen en la misma.

Así, se presentará un modelo de simulación que buscará reproducir la dinámica de un sistema, en este caso aplicado a la presa derivadora El Tule, que se encuentra dentro de la cuenca del río Temascaltepec, el cual a su vez, está contemplado para interconectarse en la cuarta etapa del proyecto, con el Sistema Cutzamala.

En el transcurso de esta tesis, se analizarán aspectos importantes que deben ser considerados para llevar a cabo un proyecto de abastecimiento de agua a una población, ya que si es bien sabido que los componentes principales de un sistema de abastecimiento de agua son la fuente u origen (cuenca u aportación), la captación (presas, pozos, etc.), la conducción, el tratamiento de potabilización, la regularización y la distribución, siempre será necesaria la buena planeación y administración de los recursos hidráulicos.

En ese sentido, uno de los propósitos de este trabajo, es mostrar una de las tantas formas en que puede interpretarse, en este caso, los componentes de un sistema (en especial, la fuente u origen, la captación y regularización).

Finalmente, y con la finalidad de tener un panorama general acerca del trabajo realizado, además de la introducción, se exponen 5 capítulos, y que a continuación se describen brevemente.

### *Capítulo 1. Introducción al Problema del Abastecimiento de Agua a la Ciudad de México*

Se presenta una breve reseña acerca de lo que han sido los estudios realizados, en materia de abastecimiento de agua a la Ciudad de México. Se realiza una descripción acerca del actual y principal sistema de abastecimiento de agua, Sistema Cutzamala, y sus estudios hidrológicos realizados.

Finalmente y ante la necesidad de nuevas fuentes de abastecimiento, se definen las principales características de la cuarta etapa del Sistema Cutzamala (Estudio Hidrológico de la cuenca del río Temascaltepec).

### *Capítulo 2. Simulación del Funcionamiento de un Vaso*

Se describe la principal función que tiene un vaso de almacenamiento, además de las técnicas de simulación utilizadas para el diseño de aprovechamientos hidráulicos. Aunado a lo anterior, se enumeran los aspectos y consideraciones más relevantes que se deben tomar en cuenta (planeación de recursos hidráulicos), tanto en el proceso de diseño de un aprovechamiento, como en la simulación del funcionamiento del vaso.

Se describen los procedimientos más comunes para simular el funcionamiento de un vaso, la ecuación y transformaciones que gobiernan el fenómeno.

Es importante mencionar que en este trabajo y para efectos de la simulación, se determinaran los ingresos a la presa derivadora El Tule mediante la ayuda de las estaciones hidrométricas y climatológicas en los sitios adecuados (registros hidrológicos), sin embargo, también pueden ser deducidos de la ecuación de continuidad cuando una presa ya ha funcionado anteriormente.

### *Capítulo 3. Descripción y Manejo de Programas de Cálculo*

Actualmente es necesario el uso y manejo de la programación aplicado a todo tipo de problemas, y más aún en este tipo de problemas. Los programas elaborados y que son descritos en este capítulo son de gran utilidad, principalmente por la rapidez con la que se llevan a cabo los cálculos.

Se presentan dos programas en lenguaje Fortran, *Simulam.for* y *Simvaso.for*, que llevan a cabo la simulación mensual y diaria del funcionamiento de un vaso de almacenamiento de una presa para un intervalo de tiempo  $\Delta t$  de un mes y un día respectivamente.

Los programas enunciados anteriormente siguen los lineamientos expresados en el capítulo 2, en lo referente a procedimientos de cálculo. Por otro lado, se hace referencia a el Apéndice A, Documentación de Programas, que contiene la descripción de los mismos.

### *Capítulo 4. Ejemplo de Aplicación. Presa Derivadora El Tule*

Como sabemos, el Sistema Cutzamala representa la principal fuente externa de abastecimiento de agua a la Ciudad de México, con lo que se satisfacen las actuales demandas. Sin embargo, se requiere de estudios de simulación de sistemas, a través de modelos lineales y dinámicos que permitan planear y proyectar las necesidades del vital líquido.

Por tal motivo, se presenta una aplicación real, mediante el uso de la simulación del funcionamiento de vasos como procedimiento a seguir en la determinación de las políticas óptimas de operación de los aprovechamientos hidráulicos.

Se da especial énfasis a la cuarta etapa del Sistema Cutzamala, a la cual pertenece la presa derivadora El Tule, así como a la función que desempeñará en dicho sistema.

### *Capítulo 5. Conclusiones*

Se establecen las conclusiones para cada capítulo, así como algunas recomendaciones del trabajo realizado.

## **CAPÍTULO 1**

### **INTRODUCCIÓN AL PROBLEMA DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA EN LA CIUDAD DE MÉXICO**

#### **1.1 GENERALIDADES**

A medida que la población ha crecido y se ha desarrollado la economía, la demanda de agua ha aumentado mientras que la oferta del medio natural permanece invariable, por lo que el manejo del recurso se ha hecho complejo y conflictivo, y se agrava por los fenómenos extraordinarios, como sequías e inundaciones, que demandan mayor regulación en infraestructura para su atención.

Lo anterior ha dado lugar a una nueva relación entre gobierno y sociedad, en la cual ésta última interviene más en el financiamiento, construcción y operación de las nuevas obras, y el gobierno se convierte en promotor y coordinador del financiamiento, y en agente descentralizado y evaluador de servicios, además de la función normativa que ya desempeñaba.

Las estrategias y políticas para el manejo del agua persiguen satisfacer los requerimientos del medio natural y, a la vez, aprovechar adecuadamente el agua en las actividades agrícola, doméstica, industrial, generación de energía eléctrica, recreación, turismo, acuicultura, pesca y navegación, para favorecer el tránsito al desarrollo sustentable.

El Abastecimiento de Agua Potable a la Ciudad de México es de vital importancia, ya que de él depende, en gran parte, la calidad de vida de sus habitantes. Es por eso que es importante señalar la manera en que se ha abastecido a la Ciudad de México en el presente siglo.

### 1.2 ANTECEDENTES DE PLANEACIÓN EN MATERIA DE ABASTECIMIENTO

Desde principios del Siglo XX, la Ciudad de México ha tenido que hacer frente a los principales problemas que surgen como consecuencia de la extracción del agua subterránea de los acuíferos del Valle de México, entre ellos, los acelerados ritmos de hundimiento. Por tanto, ha sido necesario el planteamiento de soluciones para abastecer de agua potable a la Cd. de México mediante cuencas externas.

La política observada durante los primeros decenios del siglo, indudablemente que estuvo justificada por las diversas condiciones de inestabilidad existentes en el País, la falta de adecuados recursos económicos, las diferentes ideas que se sostenían, y la presión demográfica que aún era considerable, entre otras.

En los decenios cuarto y quinto del siglo, la explotación excesiva de los acuíferos subyacentes a la Ciudad de México originó un gran incremento del hundimiento del suelo, así como diversos daños de consideración en las obras urbanas existentes, fenómeno que aún se sigue registrando.

Como consecuencia de la sobreexplotación de las fuentes ubicadas dentro de la Cuenca del Valle de México, así como de la disminución del caudal de los manantiales, en 1951 se inició la obtención de agua potable de la cuenca externa correspondiente al Valle Alto Lerma, a través de una batería de pozos profundos y un acueducto, sin embargo, sólo aportaba  $4 \text{ m}^3/\text{s}^1$ .

El problema del abastecimiento de agua potable fue tratado por la Comisión Hidrológica<sup>2</sup>, la cual siguió una política muy variada, con base en las exigencias que las circunstancias o el cambio de ideas generaron.

Ante las diferentes situaciones críticas presentadas, se procedió a la construcción de varias obras de captación, conducción y distribución del agua. Los conflictos relacionados con el abastecimiento de agua, fueron solucionados en forma improvisada, sin seguir una política con tendencia a satisfacer las necesidades a largo plazo, ni basada en un análisis y evaluación rigurosos de las distintas alternativas de captación de fuentes.

<sup>1</sup> En 1974, llegó a aportar hasta  $14 \text{ m}^3/\text{s}$ , motivo por el cual se presentaron graves abatimientos de los acuíferos de los Valles de Toluca e Ixtlahuaca, por lo que fue necesaria la reducción de su explotación.

<sup>2</sup> Actualmente, Comisión de Aguas del Valle de México (CAVM).

## INTRODUCCIÓN AL PROBLEMA DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA

En mayo de 1954, la Dirección General de Obras Públicas del Departamento del Distrito Federal, presentó un proyecto de obras denominado "Plan General para Resolver los Problemas del Hundimiento, las Inundaciones y el Abastecimiento de Agua Potable de la Ciudad de México", en el que se llevaron a cabo actividades como la recopilación de datos por varias instituciones acerca del hundimiento del suelo de la Ciudad de México, así como recomendaciones para la recuperación mediante la recarga artificial de los acuíferos a través de pozos de infiltración y la explotación tentativa de únicamente de 2.5 m<sup>3</sup>/s de agua.

La siguiente tabla muestra un resumen de las proyecciones de la población para el Distrito Federal y sus demandas de agua para una dotación de 350 l/hab/día que el Plan General presentó.

POBLACIÓN DE LA CIUDAD DE MÉXICO Y SUS DEMANDAS DE AGUA		
AÑO	POBLACIÓN (millones)	DEMANDAS (m <sup>3</sup> /s)
1950	3.05	12.20
1960	4.62	18.40
1970	6.55	26.10
1980	8.27	33.00
1990	9.18	36.60
2000	9.60	38.30

Tabla 1.1 Proyecciones de población para el Distrito Federal

En el sexto decenio, la Secretaría de Recursos Hidráulicos (S.R.H.) y el Departamento del Distrito Federal (D.D.F.), realizaron estudios con la finalidad de determinar fuentes para el aprovechamiento de agua, que fueran seguras y permanentes<sup>3</sup>, además de que no estuvieran comprometidas en su totalidad, para el desarrollo económico de la región en donde se encontrarán.

De esta manera, se trató de dar una solución conjunta al problema del agua, no sólo en la Ciudad de México, sino en zonas adyacentes a ella y pertenecientes al Estado de México.

Indudablemente, los decenios quinto y sexto estuvieron fuertemente influenciados por la necesidad de estudios de diversas fuentes de abastecimiento, ubicadas dentro y fuera de la cuenca (tablas 1.2 y 1.3, respectivamente) del Valle de México, tanto para agua subterránea como superficial.

<sup>3</sup> Al hablar de fuentes seguras y permanentes, se hace referencia a aquellas que ofrecen mayores ventajas y cuyos caudales son los adecuados para satisfacer las necesidades presentes y futuras, a medida que el crecimiento del Valle de México lo exija.



**INTRODUCCIÓN AL PROBLEMA DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA**

El criterio que se tuvo para determinar el valor de las extracciones del agua subterránea en esa época, era el de explotar únicamente un volumen igual a la recarga anual de los acuíferos, excepto en zonas en las cuales se aceptaba una sobreexplotación de los mismos, por ejemplo, en el área conurbada a la Cd. de México y Chalco.

<b>FUENTE SUBTERRÁNEA</b>	<b>EXTRACCIÓN (m<sup>3</sup>/s)</b>
Área Urbana Continua Ciudad de México	9.0
Zona de Chalco	3.0
Zona de Cuautitlán	2.0
Zona de Apan	3.0
Subtotal:	17.0
<b>FUENTE SUPERFICIAL</b>	<b>EXTRACCIÓN (m<sup>3</sup>/s)</b>
Ríos Hondo, San Mateo y Tlalnepantla	1.5
Río Cuautitlán	2.0
Subtotal:	3.5
Total:	20.5

**Tabla 1.2 Fuentes ubicadas dentro de la cuenca del Valle de México**

<b>FUENTE</b>	<b>EXTRACCIÓN (m<sup>3</sup>/s)</b>
Sistema Cuenca Oriental (aguas subterráneas)	7.0
Sistema Río Tepeji	2.5
Río Necaxa	
Etapa primera	6.0
Etapas segunda y tercera	12.0
Etapa cuarta	2.5
Sistema Río Alto Balsas (estudiado por la CHCVM)	
Ramal Tenancingo	9.0
Ramal Jojutla	13.5
Total:	52.5

**Tabla 1.3 Fuentes ubicadas fuera de la cuenca del Valle de México**

A pesar de los estudios realizados enumerados anteriormente, nunca se llegó a precisar de manera definitiva un programa general de abastecimiento de agua a largo plazo para la Ciudad de México.

Posteriormente, se tuvo la necesidad de plantear alternativas que siguieran una política apta a los requerimientos, ya que se previó una escasez de agua en la Capital, y por tanto, se elaboraran planes y programas que permitieran, al ser analizados, formular uno que tuviera vigencia para cubrir las necesidades actuales y futuras. De esta manera, se iniciaron los estudios de las fuentes de alta capacidad.

### 1.2.1 ESTUDIO DE FUENTES DE ALTA CAPACIDAD

#### *Propuesta de Aprovechamiento de Agua Subterránea en la Cuenca y en el Alto Lerma*

La Comisión Hidrológica determinó la potencialidad de los acuíferos en la cuenca, la cual dio como resultado, alrededor de 1,000 millones de metros cúbicos anuales, equivalentes a un gasto de 31 m<sup>3</sup>/s aproximadamente, cifra que resultó ser no confiable, por lo que se realizaron nuevas investigaciones para obtener cifras más confiables y poder controlar el agua subterránea en la cuenca.

La S.R.H. propuso al D.D.F. un incremento inicial en la política de extracciones correspondiente a 5 m<sup>3</sup>/s (como primera etapa), en la utilización de las aguas subterráneas del Valle Alto Lerma. Debido a el buen resultado obtenido, se prosiguió a la realización de una segunda etapa que aumentaría la extracción hasta 15 m<sup>3</sup>/s, incluyendo los 4 m<sup>3</sup>/s que ya se obtenían desde 1951. Esta obra había sido considerada como la más importante realizada en el siglo, ya que representaba aproximadamente el 30% de la cantidad de agua que recibía la Ciudad de México.

#### *Sistemas de Alto Rendimiento.*

Iniciada la nueva política de abastecimiento de agua, se confirmó que solamente las fuentes de alta capacidad, que se encontraban fuera del Valle de México, permitirían resolver satisfactoriamente el problema.

Dentro de las diferentes fuentes que se estudiaron, y que fueron consideradas como suficientes para proporcionar los volúmenes de agua potable necesarios para los núcleos urbanos, localizados en el Valle de México, se encontró que la Cuenca del Río Tecolutla ofrecía recursos hidráulicos apropiados, junto con otras cuencas adyacentes como la del río Nautla.

Es conveniente señalar que el Proyecto Tecolutla ha sido considerado como una de las fuentes de alto rendimiento. Sin embargo, considerando un plan a largo plazo, hubo la necesidad de incorporar algún otro sistema como el Alto Amacuzac, que era el que hasta entonces había estudiado el D.D.F.

### 1.2.2 ESTUDIOS Y POLÍTICA EN MATERIA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE (1968 - 1971)

La Comisión Hidrológica realizó revisiones de la demanda futura de agua en toda la cuenca, por lo que tuvo que hacer nuevos estudios demográficos y con base en los resultados obtenidos y sus posibles demandas de agua futura, se propuso seguir una nueva política para resolver el problema del abastecimiento hasta el año 2000, misma que puede simplificarse como sigue:

- a) La solución al problema del abastecimiento de agua deberá comprender no sólo a la Ciudad de México, sino también al Área Urbana Continua de la Ciudad de México.
- b) Deberán aprovecharse no sólo las fuentes de agua de escasa potencialidad, sino recurrir a sistemas de abastecimiento de alto rendimiento, a fin de satisfacer preferentemente las crecientes necesidades en el Valle de México causadas por su incremento demográfico y no para propiciar desarrollos industriales, o crear mayores incentivos de inversión en el mismo, así como para no importar más agua a la Cuenca de las zonas externas que la puedan llegar a necesitar en el futuro para su propicio desarrollo.
- c) Mientras se estudia, proyecta, construye y opera un sistema de abastecimiento de agua potable de gran capacidad, ejecutar obras de rendimiento hidráulico menor.

Basándose en los principios antes enunciados, se aceptó como proyectos de alta potencialidad los siguientes: el del Alto Amacuzac estudiado por el D.D.F., y los correspondientes al de la cuenca Tecolutla y Cutzamala, estudiados preliminarmente por la Comisión Hidrológica.

### 1.3 SISTEMA CUTZAMALA

En el año de 1972 se constituyó la Comisión de Aguas del Valle de México (CAVM), con el objetivo de programar, proyectar, construir, operar y conservar las obras necesarias para aprovechar los recursos hidráulicos de la Cuenca del Valle de México, así como de aquellas cuencas en que fueran posibles otros aprovechamientos.

Desde entonces, se continuaron los estudios de abastecimiento de agua potable iniciados por la extinta Comisión Hidrológica de la Cuenca del Valle de México, analizándose entre otros aspectos:

- Reservas para usos locales presentes y futuros.
- Factibilidades hidrológica, técnica, política, social, económica y financiera.
- Longitudes de recorrido y desniveles respecto a los puntos de captación y entrega y energía para su operación.
- Topografía, calidad del agua, tenencia de la tierra, aspectos tecnológicos, cambio de uso del agua y sus consecuencias.

## INTRODUCCIÓN AL PROBLEMA DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA

Los estudios realizados demostraron que aún se contaba con regiones potencialmente aptas, que garantizaban las exigencias de agua potable para el año 2000, combinándose con el ahorro por reuso del agua mediante el tratamiento de aguas negras y su intercambio por aguas blancas que se extraen del subsuelo del Valle de México para usos agrícolas, industriales y de servicios.

La tabla 1.4 y la figura 1.1 muestran las fuentes externas más factibles, que fueron analizadas para el desarrollo de un plan de abastecimiento, así como su posible aportación correspondiente.

CUENCA	APORTACIÓN (m <sup>3</sup> /s)
Cutzamala y Temascaltepec, al oeste	19.0
Tecolutla y Oriental, al este	5.0
Amacuzac, al sur	14.6
Tula (Taxhimay), al norte	7.0
	14.2
	2.8

Tabla 1.4 Fuentes externas factibles

### 1.3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA CUTZAMALA

El proyecto consistía originalmente en:

- Aprovechamiento de siete presas de almacenamiento y de derivación, correspondientes a la cuenca alta del Río Cutzamala.
- Construcción de el vaso regulador Donato Guerra.
- Acueducto de 127 km que incluye 19 km de túneles y 7.5 km de canal.
- Construcción de una Planta Potabilizadora con capacidad de 24 m<sup>3</sup>/s.
- Seis plantas de bombeo para vencer un desnivel de hasta 1,100 metros.
- 24 km de túneles dentro de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México que corresponden a los ramales Norte y Sur de 12.5 y 11.5 km respectivamente para la distribución del agua al estado de México y al Distrito Federal.

Su ejecución se inició en el año de 1976, mediante 3 etapas constructivas de 4, 6 y 9 m<sup>3</sup>/s; respectivamente, lo que daría un total de 19 m<sup>3</sup>/s.

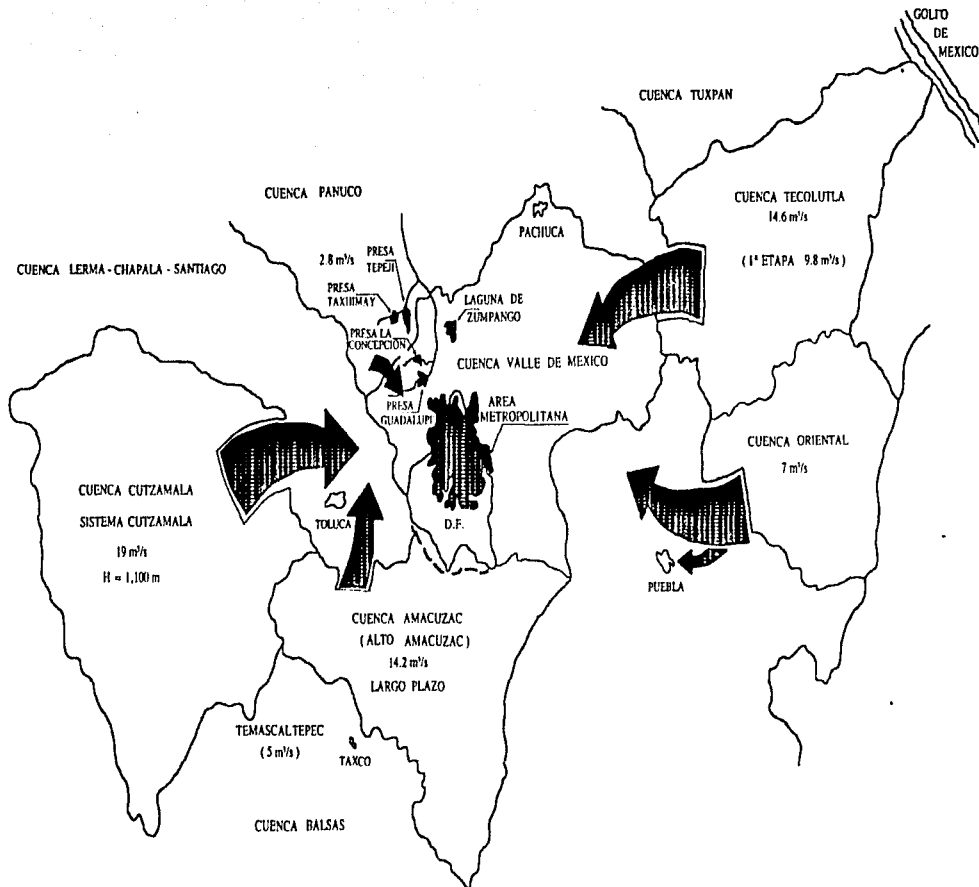


Figura 1.1 Abastecimiento de agua potable desde cuencas externas

## INTRODUCCIÓN AL PROBLEMA DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA

Actualmente, se realizan estudios hidrológicos con la finalidad de interconectar con el Sistema Cutzamala, el proyecto Temascaltepec (cuarta etapa). A continuación se describen brevemente las etapas que conforman el estudio del sistema.

### a) Primera Etapa

La primera etapa se encuentra totalmente construida y en operación desde el 3 de mayo de 1982, aporta 4 m<sup>3</sup>/s procedentes de la Presa Villa Victoria, que se conducen a través del Canal Martínez de Meza de 12 km, al primero de seis módulos de la Planta Potabilizadora de Berros; posteriormente se realiza su bombeo en la planta No. 5, venciendo una carga total de 174 m para conducir el agua a través de un acueducto de tubería de concreto preesforzado de 2.50 m de diámetro y 12 m<sup>3</sup>/s de capacidad en una longitud de 77 km, tubería que atraviesa la Sierra de las Cruces en la parte noroeste del Área Metropolitana mediante el túnel de 15 km Atarasquillo - Dos Ríos (ya construido), que conduce también las aguas del Alto Lerma, iniciándose en Dos Ríos la distribución del agua.

### b) Segunda Etapa

La segunda etapa consiste en la captación y la conducción de 6 m<sup>3</sup>/s, a través del funcionamiento de la presa Valle de Bravo.

Para ello se ha construido la conducción de la presa Valle de Bravo a la planta potabilizadora de Berros, que incluye tuberías de acero de alta y baja presión, con diámetros que fluctúan entre 1.83 y 3.27 m, en una longitud total de 3.7 km y tubería de concreto preesforzado de 2.5 m de diámetro con capacidad de 12 m<sup>3</sup>/s, en una longitud de 14.5 km, así como las plantas de bombeo 2, 3 y 4 para vencer una carga de 122, 350 y 350 m respectivamente. Cada planta de bombeo cuenta con una torre de sumergencia<sup>4</sup> y una de oscilación<sup>5</sup>

También, se construyó el Vaso Donato Guerra que funciona como regulador al enviar por gravedad hasta 19 m<sup>3</sup>/s a la planta potabilizadora y así asegurar en ésta un suministro continuo durante las 24 horas, debido a que el proyecto contempla el dejar de bombear agua a las presas Valle de Bravo y Colorines durante 4 horas al día, para permitir la generación de energía eléctrica en las horas de mayor demanda.

A partir de esta obra, se conducen los caudales mediante un canal abierto de sección trapezoidal con longitud de 7.5 km y capacidad de 24 m<sup>3</sup>/s, hasta el portal de entrada del túnel; Agua Escondida de sección de herradura de 4.2 m y longitud de 3.1 km. Del portal de salida de este túnel se conduce el agua mediante tubería de concreto hasta el tanque receptor de aguas crudas de la Planta Potabilizadora.

<sup>4</sup> Proporciona la carga y volumen que requieren los equipos de bombeo para su arranque.

<sup>5</sup> Evita el golpe de ariete en la tubería de presión de acero que va de la planta de bombeo a la torre de oscilación, y por tanto, elimina dicho golpe del resto de la conducción.

## INTRODUCCIÓN AL PROBLEMA DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA

La planta potabilizadora de agua del Sistema cuenta con laboratorios y medios computarizados de control que la convierten en modelo en su tipo. Su capacidad total será de 24 m<sup>3</sup>/s con seis módulos de potabilización de 4 m<sup>3</sup>/s cada uno.

### c) Tercera Etapa

Esta etapa permitirá captar 9 m<sup>3</sup>/s; 8 m<sup>3</sup>/s son captados en la presa derivadora de Colorines, procedentes de las presas Tuxpan y el Bosque en el Estado de Michoacán, e Ixtapan del Oro en el Estado de México, para lo cual se diseñó la planta de bombeo 1 (Colorines), para una capacidad de 20 m<sup>3</sup>/s y una carga de 157 m, además de una conducción de 4 km de Colorines a Valle de Bravo, una segunda tubería de 2.50 m de diámetro con capacidad para 12 m<sup>3</sup>/s entre Valle de Bravo y el túnel Analco - San José, con 90 km de longitud, así como la instalación de 3 equipos de bombeo faltantes para las plantas 2, 3, 4 y 5, y tres módulos de potabilización requeridos para el tratamiento de las aguas.

Por otro lado, la presa derivadora Chilesdo permitiría captar 1 m<sup>3</sup>/s (completándose así los 9 m<sup>3</sup>/s) y enviar a la Planta potabilizadora hasta 5 m<sup>3</sup>/s durante la época de avenidas, mediante la Planta de Bombeo No. 6 y su torre de oscilación, con un gasto medio anual de 1 m<sup>3</sup>/s a través de una tubería de concreto preesforzado y de acero de alta presión en 11.5 km aproximadamente.

Con esta obra se reducen notablemente los costos de operación al evitar que las aguas del río San José Malacatepec escurran hasta la presa Colorines, ya que la carga de bombeo de la presa Chilesdo a la planta potabilizadora es de 215 m y desde Colorines es de 980 m.

Las figuras 1.2 y 1.3 muestran respectivamente, una representación del perfil y un croquis en planta que sigue el sistema cutzamala en las primeras tres etapas antes descritas.

### d) Obras de Beneficio Social

Se han llevado a cabo numerosas e importantes obras de beneficio social que forman parte del cuidado, preservación y mejoramiento de las zonas de captación, así como de las diversas regiones que forman parte del Sistema Cutzamala.

Entre las principales obras de beneficio conforme a las políticas del Gobierno Federal, podemos mencionar los siguientes:

- Canales de riego.
- Bordos de almacenamiento.
- Caminos de acceso para el traslado de los productos del cultivo.
- Granjas ovinas y porcícolas.
- Baños garrapaticidas.
- Centros de capacitación y sistemas de agua potable y saneamiento.

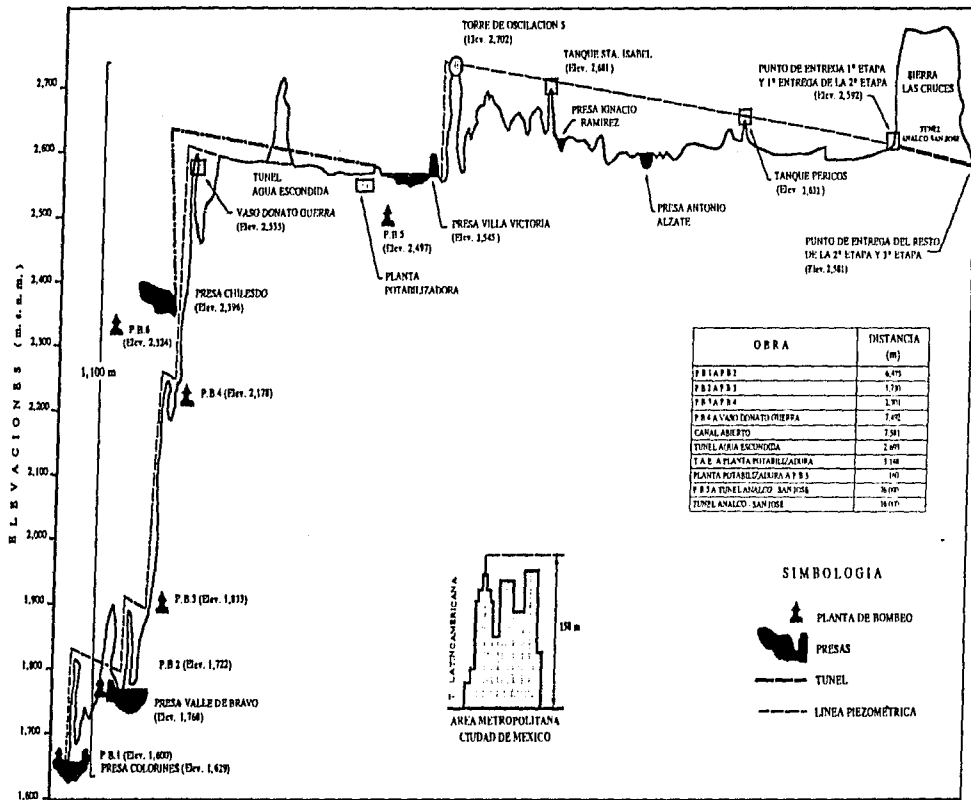


Figura 1.2 Perfil del Sistema Cutzamala (etapas 1, 2 y 3)



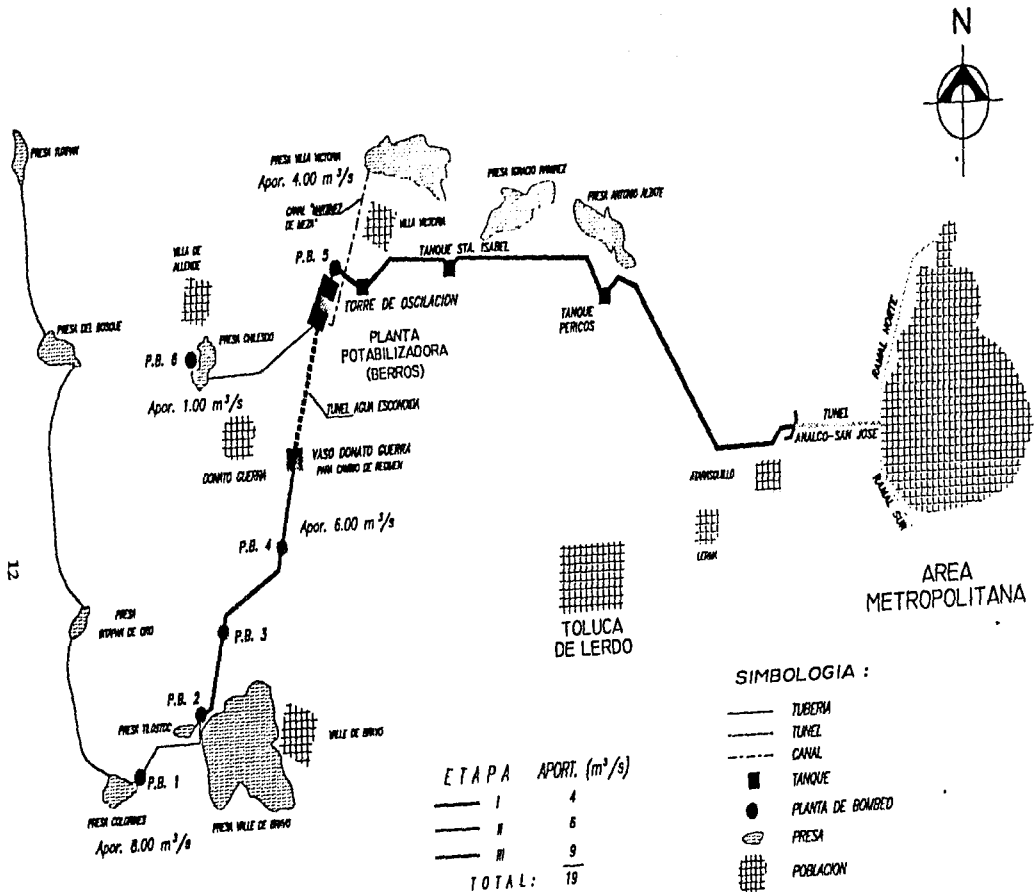


Figura 1.3 Croquis del Sistema Cutzamala (etapas 1, 2 y 3)

## INTRODUCCIÓN AL PROBLEMA DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA

Destacan por su importancia las obras correspondientes a las poblaciones de Valle de Bravo y Colorines, donde se realizaron trabajos de rehabilitación y ampliación de los sistemas de agua potable, así como el Sistema de Saneamiento de la Presa Valle de Bravo.

La rehabilitación y ampliación del sistema de agua potable de Valle de Bravo consistió fundamentalmente en la captación del manantial "Eligio" o "Los Guadarrama", mediante una línea de conducción de 7.5 km de longitud, la construcción de 9 tanques de almacenamiento y la rehabilitación de la red primaria de distribución.

### **e) Conservación del Ecosistema**

Es de vital importancia la conservación del entorno natural en el área de influencia de las obras del Sistema Cutzamala, por lo que se estableció un programa de reforestación a lo largo de la línea de conducción, con la finalidad de preservar y mejorar las zonas afectadas por dichas obras.

Por otra parte, los Sistemas de Saneamiento de las Presas Valle de Bravo y Colorines, permitieron desviar las aguas negras que descargaban en los lagos, para conducir las fuera de sus cuencas y así reducir la concentración de microorganismos de todo tipo, del lirio acuático y otras malezas que eliminan los nutrientes que aportan las aguas negras.

De esta manera, las condiciones de las aguas que almacenan estas presas, permitirían la conservación ecológica de la región y sus funciones como centros turísticos y recreativos, además de incrementar el bienestar de los habitantes y el turismo.

### **f) Cuarta Etapa**

Hasta este punto, ya se han descrito las tres primeras etapas. Ahora se hace referencia a la actual etapa, motivo de estudio.

#### *f.1) Objetivo*

Aprovechar los escurrimientos del río Temascaltepec para abastecimiento de agua potable a la zona metropolitana de la Ciudad de México, incrementando el caudal en 5 m<sup>3</sup>/s mediante el uso parcial de la infraestructura del Sistema Cutzamala.

#### *f.2) Descripción del Sistema*

1. Localización.- se encuentra ubicado en la parte suroeste del Estado de México, entre las coordenadas geográficas 100°17' de longitud oeste y 19°00' y 19°11' de latitud norte.

## INTRODUCCIÓN AL PROBLEMA DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA

2. Alternativas del Sistema.- con base en estudios realizados anteriormente, se plantearon dos soluciones factibles de realizar, y que debido a la ruta de conducción que siguen, se har. clasificado como ruta baja y ruta alta; la diferencia fundamental entre ambas, estriba en que la ruta alta es independiente del Sistema Cutzamala en cuanto a bombeo para situar el agua en la planta potabilizadora, razón por la cual un paro o falla de este Sistema no afectaría el suministro del sistema Temascaltepec. La ruta baja, sí requiere de los bombeos del Sistema Cutzamala para situar el agua en la planta potabilizadora.

Las características principales de ambas alternativas son las que se describen a continuación.

### *f.2.1) Ruta Alta*

El sistema se integrará con las siguientes obras:

#### *Captación*

El control de los escurrimientos del río Temascaltepec se efectuará mediante la presa de almacenamiento El Tule, con la cual se aprovechará un 83% de los escurrimientos y se regularizarán 64% de las avenidas. Las características principales del almacenamiento son:

- Capacidad total del vaso (hm <sup>3</sup> ):	100.50
- Área máxima de embalse (ha):	277.00
- Gasto medio de la obra de toma (m <sup>3</sup> /s):	6.22
- Gasto máximo de descarga vertedor (m <sup>3</sup> /s):	462.00

#### *Conducción*

La longitud total de la conducción es de 60 km y llevará el agua de la presa al túnel Agua Escondida, del Sistema Cutzamala, ya construido. Se tendrán dos tipos de conducción, uno de ellos a presión en los tramos comprendidos entre la presa y la PB C y entre PB D y el túnel Agua Escondida; mientras que, entre la torre de oscilación y la PB D la conducción será por gravedad mediante un canal cielo abierto. Las características principales de los dos tipos de conducción son las siguientes:

#### - Conducción a Presión

Diámetro de las tuberías:	2.134 m (84")
Material:	acero y concreto preesforzado
Disposición:	enterrados en zanja
Camino de const. y operación:	lateral
Derecho de vía:	15 m
Longitud total:	18 km
Gasto máximo:	8.2 m <sup>3</sup> /s
Área de conducción y caminos:	27 ha

## INTRODUCCIÓN AL PROBLEMA DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA

### - Conducción por Gravedad

Tipo conducto:	canal trapecial revestido
Taludes:	1.5:1
Ancho de plantilla:	3 m
Pendiente:	0.0002
Derecho de vía:	23 m
Camino de const. y operación:	lateral
Longitud total:	42 km
Gasto máximo:	8.2 m <sup>3</sup> /s
Área de conducción y caminos:	97 ha

### *Plantas de Bombeo*

Para la interconexión del Sistema Temascaltepec con el Cutzamala, se requieren cuatro plantas de bombeo, de las cuales, las tres primeras trabajan en *serie*, mientras que la cuarta queda desligada por un vaso de regulación horaria.

Las características principales de las plantas de bombeo son las siguientes:

- Carga estática máxima por vencer:	1,050 m
- Número de equipos por planta:	4 y 1 para emergencia
- Capacidad nominal por equipo:	2 m <sup>3</sup> /s
- No. total de equipos motor-bomba:	20

### *Vasos de regulación*

En virtud de los paros del sistema ocasionados por falla de la PB D y con objeto de no perder el volumen de agua conducido por el canal, será necesario un vaso de almacenamiento. Adicionalmente se requerirá otro vaso de regulación horaria para almacenar el volumen de agua, que por restricciones de generación en horas pico, dejará de bombearse en el sistema.

Las características principales de los vasos, son:

Concepto	Vaso Almacenamiento	Vaso de Regulación Horaria
Capacidad total (m <sup>3</sup> )	1,100,000	105,000
Área de embalse (ha)	36	4

### *f.2.2) Ruta Baja*

#### *Captación*

Las características principales del almacenamiento son iguales que las mencionadas en la ruta alta.

*Conducción*

La longitud total de la conducción es de 47.5 km y llevará el agua de la presa El Tule a la presa Valle de Bravo del Sistema Cutzamala, ya construida. Se tendrán dos tipos de conducción, uno de ellos a presión y el otro será por gravedad mediante un canal a cielo abierto. La capacidad máxima de conducción en el tramo comprendido entre la presa El Tule y el tanque de regulación horaria, será de 10 m<sup>3</sup>/s.

Las características principales de los dos tipos de conducción son las siguientes:

- Conducción a Presión

Diámetro de las tuberías:	2.515 m (99")
Material:	acero y concreto preesforzado
Camino de const. y operación:	lateral
Derecho de vía:	15 m
Longitud total:	2 km
Gasto máximo:	8.2 m <sup>3</sup> /s
Área de conducción y caminos:	3 ha

- Conducción por Gravedad

Tipo conducto:	canal trapecial revestido
Taludes:	verticales
Ancho de plantilla:	3.50 m
Pendiente rasante (predominante):	0.0003
Derecho de vía:	23 m
Camino de const. y operación:	lateral
Longitud total:	45.5 km
Gasto máximo:	8.2 m <sup>3</sup> /s
Área de conducción y caminos:	100 ha

Con base en los diferentes análisis realizados (combinaciones del funcionamiento del Sistema Cutzamala con Temascaltepec y sin Temascaltepec, con generación de energía y sin generación de energía) se llegó a la conclusión de que en los casos en que se considera Temascaltepec, con o sin generación y para las dos alternativas (alta y baja), se garantizan prácticamente 24 m<sup>3</sup>/s para agua potable.

La selección de la alternativa por construir se sometió después a un análisis económico - financiero, lo que determinó que la ruta baja representaría mayores beneficios a menores costos. La figura 1.4 muestra el funcionamiento de la alternativa baja.

# INTRODUCCIÓN AL PROBLEMA DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA

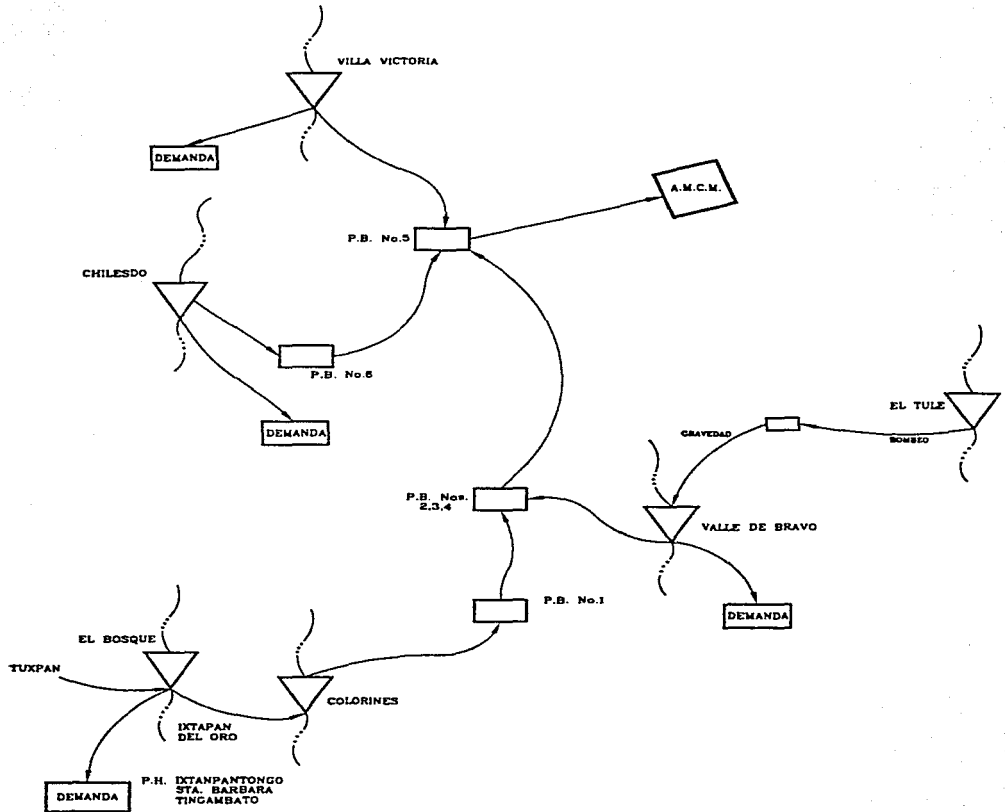


Figura 1.4 Conexión Temascaltepec - Cutzamala. Cuarta etapa (alternativa baja)

## **CAPÍTULO 2**

### **SIMULACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE UN VASO**

#### **2.1 GENERALIDADES**

La Simulación del Funcionamiento de un Vaso de almacenamiento constituye una herramienta importante en la estimación de la evolución futura de los niveles en el vaso, misma que se realiza durante el proceso de diseño de una presa.

La función que cumple un vaso de almacenamiento es de regulación, ya que permite almacenar los volúmenes que escurren en exceso para que puedan aprovecharse cuando los escurrimientos son escasos, por ejemplo, en temporada de estiaje.

Preliminar a las etapas de simulación y de construcción, se deberá seguir una metodología de diseño que origina una serie de investigaciones, entre ellas las referentes a la determinación del sitio más deseable y económico de una presa. A continuación se describe un panorama general que constituye la planeación de un proyecto para el aprovechamiento de recursos hidráulicos.

## 2.2 PLANEACIÓN DE UN APROVECHAMIENTO HIDRÁULICO

En esta parte, el termino "proyecto" significará un sistema de aprovechamiento hidráulico, puede ser sencillo o complejo, para un objetivo o para varios, sin embargo, debe constar con instalaciones necesarias para obtener el máximo aprovechamiento de los recursos hidráulicos explotados.

### 2.2.1 OBJETIVO DE LA OBRA

En muchos casos, el proyecto tendrá un objetivo doble o múltiple, motivo por el cual las investigaciones deben abarcar un gran número de materias, de las cuales, algunas o todas influirán en la selección del emplazamiento de la presa, en el tamaño de la misma, y en los objetivos a los que se destine.

Al estudiar la viabilidad de las presas y vasos, siempre deben tomarse en cuenta las posibles objeciones con respecto a la salubridad pública y a los perjuicios que se puedan producir, mismos que trataran de evitarse al máximo posible. Por ejemplo, el fondo de un vaso que queda expuesto cuando se vacía, no solamente es poco atractivo, sino que también puede dificultar el acceso al agua, además de que al secarse los azolves, los olores de la vegetación podrida o el polvo que levanta el viento pueden producir molestias y daños reales a la salud y a las propiedades. En algunos casos, la retención de aguas negras puede aumentar el peligro.

A continuación se presentan aspectos pertinentes de los objetivos comunes, insistiéndose especialmente en los requisitos de proyecto para las presas y los vasos. Los puntos que se tratan, toman en cuenta la forma de demanda de agua para una población.

#### 1. *Aplicaciones domésticas, municipales e industriales*

La cantidad de agua debe ser la adecuada para satisfacer los requisitos de la demanda presente, misma que considerará un sobrante para afrontar los aumentos previsibles en los consumos. La calidad del agua debe ser tal que se pueda potabilizar y utilizar para uso doméstico y en la mayor parte de las aplicaciones industriales con métodos de tratamiento económicos. Deberá satisfacer las normas oficiales de salubridad con respecto a su pureza bacteriana.

Aunque la calidad del agua para servicios municipales es por lo general suficientemente buena para usos industriales, algunos procesos industriales requieren normas más exigentes, ya que no deben contener sustancias químicas perjudiciales para los equipos o para los productos manufacturados.

#### 2. *Irrigación*

El agua almacenada debe ser suficiente para regar eficientemente, además de considerar las escaseces ocasionales tolerables, a un costo razonablemente económico por hectárea, tanto por lo que toca a la inversión de capital como al costo de operación, mantenimiento y reposición.



La calidad del agua debe ser tal que no sea peligrosa para los cultivos o para los suelos a usarse. Si el sistema de distribución funcionara por gravedad, el vaso debe quedar lo suficientemente alto con relación a la superficie regada para que exista la carga hidráulica suficiente para obtener los gastos necesarios.

Las normas con respecto al sabor, color, olor y dureza pueden variar en las diferentes regiones del país. El grado con el que se puedan corregir estas características perjudiciales dependerá de la naturaleza y concentración del agua natural, y del costo de las medidas para remediarlas.

Es conveniente el control y la protección de las pequeñas cuencas de los vasos para servicios municipales. Aún cuando no pueda comprarse toda la cuenca o proporcionarle la protección adecuada contra su contaminación, debe hacerse un esfuerzo para obtener su control mediante arreglos o la compra de las tierras circunvecinas.

### **3. Producción de energía**

Quando se incluye la generación de potencia, la capacidad del equipo generador y las demandas de carga, la cantidad de agua disponible y la magnitud del almacenamiento son conceptos importantes a considerar, puesto que existe una estrecha relación entre todos los anteriores. La altura de las presas para obtener energía la dictan generalmente éstos requisitos. Los estudios especiales de esta naturaleza quedan fuera del objetivo de esta tesis.

### **4. Control de avenidas**

En el estudio y proyecto de las obras y estructuras para el control de avenidas deberán considerarse los siguientes factores:

1. La relación del costo del control - beneficios obtenidos por la reducción de los daños acumulados, debe ser favorable en comparación con otros procedimientos con los que se obtengan beneficios semejantes, debe considerarse el interés público.
2. El almacenamiento temporal debe ser suficiente para disminuir los gastos máximos o para disminuir la frecuencia de las avenidas menores.
3. Hasta donde sea posible, el método de control deberá ser automático en vez de manual.
4. Cualquier control de avenidas deberá ser efectivo. Una seguridad hipotética aguas abajo es más peligrosa que una ausencia absoluta de control.

### **5. Esparcimiento**

Se deben considerar los siguientes factores con respecto al fomento de proyectos para esparcimiento:

1. Contar con el volumen conveniente de agua para tomar en cuenta las pérdidas por evaporación y para mantener el agua a un nivel dentro de las limitaciones supuestas como base para el desarrollo de zonas de esparcimiento y residenciales en sus riberas.
2. El agua se debe mantener libre de contaminación dentro de límites prácticos.

## SIMULACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE UN VASO

3. Si se va a utilizar para baño, la profundidad del agua debe ser adecuada como en las cercanías de una playa muy tendida.
4. Cuando las diversiones acuáticas vayan a ser de naturaleza variada, se debe zonificar la ribera para separar las que se interfieran, como en zonas residenciales, para acampar, para días de campo, baño y navegación deportiva. Comúnmente se hacen las instalaciones necesarias mínimas para uso y seguridad del público, como caminos de acceso, estacionamientos, rampas o muelles, hornillas y mesas, y servicios sanitarios.
5. La ribera deberá tener una pendiente relativamente grande siempre que sea posible, de manera que un descenso ligero del nivel del agua exponga el mínimo de superficie. Además, la variación de nivel normal que se utilice en la operación, no deberá tener superficies extensas de poca pendiente que tengan aspecto desagradable al quedar descubiertas. Se debe tomar en cuenta el uso probable de los terrenos en los planos que se propongan y en las estimaciones para la adquisición de los derechos de vía del vaso.

### *6. Almacenamiento para la regulación de corrientes*

Son necesarias las obras de este tipo en aquellas regiones donde la corriente cesa en forma total o se reduce a valores extremadamente pequeños durante temporadas del año. Cuando una corriente natural es la principal fuente de abastecimiento para una o más comunidades, y cuando es necesario un gasto seguro para la dilución de los desechos, después del apropiado tratamiento económico, se puede justificar el almacenamiento del agua para la regulación del gasto.

En los proyectos de este tipo es necesario asegurarse de que:

1. La corriente segura, cuando se regula en forma correcta, sea suficiente para producir el gasto mínimo regulado requerido para el objetivo, después de haber deducido las probables pérdidas (incluso por evaporación).
2. El almacenamiento para este objetivo no produzca alteraciones perjudiciales en la calidad del agua.

### *7. Obras diversas para la conservación del agua*

Ocasionalmente se proponen proyectos para regular el nivel del agua en lagos poco profundos, pantanos, o estanques, para otros objetivos diferentes a los mencionados anteriormente.

En esta clasificación se incluyen también los proyectos para represar o derivar una corriente para conservarla, transformándola de agua superficial en agua subterránea por el proceso de infiltración.

Los lagos naturales de poca profundidad, los pantanos y charcos existen generalmente debido a que se encuentran sobre un subsuelo impermeable y el agua superficial que se añada en estos sitios, rara vez resulta efectiva para aumentar el agua subterránea, a menos de que el agua almacenada se conduzca y se inunden otras superficies en las que se pueda producir la infiltración.

En los proyectos en los que se va a regar el agua o a represar para aumentar las oportunidades de infiltración, deben determinarse las características de los suelos para ver si permiten las filtraciones en cantidad suficiente, que justifiquen económicamente el proyecto.

### 2.2.2 ESTUDIOS BÁSICOS DE UN APROVECHAMIENTO HIDRÁULICO

#### 1. *Estudios de viabilidad*

El objetivo de la planeación de proyectos es la determinación de su viabilidad. Para ellos son necesarios estudios que permitan hacer el análisis correcto y obtener conclusiones con respecto a consideraciones técnico - económicas. Las principales son:

1. Que el proyecto dé la solución a una necesidad social o económica presente y/o futura.
2. Que el proyecto corresponda al fin que se persigue en forma conveniente.
3. Que los servicios que se esperan obtener por medio del proyecto justifiquen su costo.

Con el estudio se determinará si se han previsto satisfactoriamente las dificultades inherentes a las zonas de servicios que afectan la economía, seguridad de construcción y la calidad de la operación; que los proyectos son técnicamente correctos y que dentro de lo razonable representen las estructuras reales que se espera construir después de investigaciones más detalladas. La corrección de las conclusiones con respecto a éstos factores dependerá en grado considerable de lo completo y preciso que hayan sido los estudios.

#### 2. *Valor estético*

El valor estético puede ser de gran importancia en un proyecto. En la localización y proyecto de presas y de otras estructuras importantes, es de gran importancia este punto, mismo que debe reconocerse desde los primeros estudios que se hagan hasta estudios posteriores, así como en operaciones de construcción.

Sin embargo, no se permitirá que los valores estéticos adquieran una importancia mayor que la seguridad o la corrección del proyecto estructural.

#### 3. *Extensión de los estudios*

No existe aún alguna regla sencilla para determinar la extensión de las investigaciones que es necesario efectuar, ya que cada problema es diferente.

Los planificadores necesitan adaptar un enfoque de planeación particular a cada entorno específico de la misma. El enfoque de la planeación se puede separar en tres categorías, como lo muestra tabla 2.1.

<b>Control de la planeación:</b> ¿Quién controla el estudio de planeación?	<b>Cobertura de la planeación:</b> ¿Qué tan amplio debe ser el estudio?	<b>Rigidez de la planeación:</b> ¿Qué tan flexible debe ser el plan?
1. Controlado por el cliente	1. Racional - amplio (RA)	1. Planeación del proceso
2. Controlado en su mayor parte por el cliente	2. En su mayor parte RA	2. En su mayor parte proceso
3. Control compartido	3. RA y de incrementos aislados (IA)	3. Planeación detallada y proceso
4. Controlado en su mayor parte por el planificador	4. En su mayor parte IA	4. En su mayor parte planeación detallada
5. Controlado por el planificador	5. IA	5. Planeación detallada (tarea específica por lograrse)

Tabla 2.1 Categorías del enfoque de la planeación<sup>6</sup>

En la literatura de planeación se presenta un importante debate acerca de si la cobertura de la misma debe ser racional - amplia (RA), o de incrementos aislados (IA). La respuesta depende del entorno de la planeación y por consiguiente, el planificador debe primero definir el entorno en el cual se llevará a cabo el estudio de planeación y posteriormente escoger el enfoque que se ajuste a dicho entorno.

Las tres categorías que definen el entorno de la planeación son: *jurisdicción, alcance y etapa*. La tabla 2.2 muestra las categorías de dicho entorno, las cuales se relacionan respectivamente, con las categorías de *control, cobertura y rigidez* del enfoque de planeación.

<b>Jurisdicción de la planeación:</b> ¿Qué nivel de gobierno participa?	<b>Alcance de la planeación:</b> ¿Cuántas funciones están incluidas?	<b>Etapa de la planeación:</b> ¿Qué nivel de planeación?
1. Internacional	1. De sectores múltiples	1. Políticas
2. Federal	2. Diversos sectores	2. Apoyo
2.5 Interestatal (regional)		
3. Estatal	3. Por sector	3. Evaluación general
3.5 Intraestatal (regional)		
4. Local	4. Diversas funciones	4. Ejecución
5. Privado	5. Funcional	5. Diseño del proyecto

Tabla 2.2 Categorías del entorno de la planeación<sup>6</sup>

<sup>6</sup> Referencia: Helweg, Otto J.: Recursos Hidráulicos - Planeación y Administración; Editorial Limusa S.A. de C.V.; México, 1992.

Frecuentemente, las jurisdicciones mayores demandan un enfoque que esté más controlado por el cliente. Así, un estudio de planeación de sectores múltiples sugiere un enfoque de cobertura racional - amplia. Al mismo tiempo que el estudio de planeación tiende al área de políticas, la categoría de rigidez se encamina hacia la planeación de procesos.

La categoría de jurisdicción resulta obvia, pero las otras dos categorías necesitan cierta explicación. En la columna "alcance de la planeación" de la tabla 2.2, el término económico sector indica cada parte de una sociedad que tiene un concepto unificador (política, educación, transporte, recursos hidráulicos, etc.).

Un plan por sector de recursos hidráulicos abarcaría probablemente, el abastecimiento de agua, control de avenidas, energía hidroeléctrica, etc., y trataría de integrar todos los recursos para alcanzar máxima eficiencia.

Un plan de sectores múltiples incluiría todos los sectores aplicables, mientras que un plan funcional sólo abarcaría el abastecimiento de agua, el control de avenidas, la disposición de las aguas residuales o alguna otra función dentro del sector de los recursos hidráulicos.

Una vez definido el alcance del entorno de la planeación, el planificador debe averiguar el nivel de detalles necesario. El proceso de planeación normalmente prosigue por etapas o niveles que van de lo general a lo específico.

#### *4. Etapas de la investigación*

La investigación, si se hace completa, es una fase costosa y requiere bastante tiempo de la elaboración del proyecto. Además, puede indicar que el proyecto no es ni económica, ni técnicamente factible. Por tanto, la investigación debe programarse y ejecutarse de manera que la bondad del proyecto se determine lo más pronto y con el menor costo posible.

Para alcanzar este objetivo, la investigación se puede dividir en tres etapas:

1. Reconocimiento.- se proyecta principalmente para sostener la decisión para proseguir con investigaciones más detalladas, con base en datos generales y estudios abreviados.
2. Viabilidad.- determina el objetivo, magnitud y detalles del plan esencial, así como los beneficios y costos aproximados del proyecto, con precisión suficiente para apoyar la autorización del mismo o la aprobación de su construcción.
3. Especificaciones.- complementa la etapa de la viabilidad hasta el grado necesario para preparar los planos finales y especificaciones después de la autorización o aprobación y cuando es inminente la construcción.

En las secciones siguientes se mencionan los elementos de los estudios de los proyectos dentro del campo de las diferentes etapas de investigación.

#### **4.1 Elaboración del plan**

El plan de un proyecto se origina generalmente con el deseo de satisfacer las necesidades específicas, objetivos o propósitos del patrocinador. Al trabajar en el proyecto, las necesidades pueden aumentar, los objetivos pueden ampliarse y los propósitos pueden multiplicarse conforme avanza el proceso de la formulación del proyecto hasta que se obtienen las selecciones finales de la magnitud y el objeto.

Al principio del estudio de reconocimiento, generalmente se dispone de muchos datos básicos en la forma de planos, fotografías aéreas, registros de aforos, informes geológicos regionales, censos estadísticos, rendimientos de los cultivos, estadísticas de mercados, cargas de energía, informes de investigaciones anteriores, etc.

El investigador debe valorar estos datos, complementarlos con otros adicionales, así como concebir un plan básico operable que utilice los recursos disponibles para satisfacer las necesidades. Este plan básico puede ser comparado en términos generales con otras alternativas para lograr los objetivos deseados, con la finalidad de eliminar otras alternativas y seleccionar un plan final aproximado, que contemple los objetivos establecidos; por ejemplo, localizaciones aproximadas y alturas de las presas, capacidades de los vasos, vertedores de demasias, obras de toma, canales, plantas de energía, etc.

#### **4.2 Plan general de investigaciones**

A continuación se presenta un plan general que constituye una guía para el ingeniero de campo, indicando los conceptos que deben considerarse en los estudios de presas y vasos. El plan incluye conceptos que pueden o no ser aplicables en muchos casos.

##### **I. Datos generales necesarios:**

- A. Mapa de localización y de los alrededores
- B. Datos hidrológicos
- C. Datos climáticos
- D. Datos geológicos

##### **II. Datos del vaso:**

- A. Plano del vaso
- B. Levantamiento de los caminos y otros servicios públicos
- C. Datos varios (estimación vida probable en el vaso, clasificación de terrenos, etc.)

##### **III. Datos para las presas:**

- A. Plano del emplazamiento de la presa
- B. Exploraciones para la cimentación
- C. Exploraciones para localizar materiales
- D. Datos sobre el sitio y agua de descarga
- E. Condiciones locales que controlan el proyecto de la presa
- F. Condiciones locales que afectan la construcción

Durante el estudio de reconocimiento, es conveniente formular planes para los levantamientos detallados e investigaciones, así como considerar conceptos tales como el personal necesario, su alojamiento y alimentación, transporte, materiales y abastecimientos para el trabajo, acuerdos con los propietarios de las propiedades privadas para evitar, por ejemplo, el anallamiento de terrenos durante levantamientos y exploraciones, localización de estaciones hidrométricas y climatológicas, condiciones climáticas para el trabajo, etc.

La localización del proyecto debe hacerse figurar en un mapa general, usando una base a la escala adecuada.

#### ***4.3 Investigaciones hidrológicas***

Las investigaciones hidrológicas que pueden ser necesarias para el estudio de los proyectos incluyen, entre otras, la determinación de las aportaciones de la corriente y del vaso, la cantidad de agua necesaria para el proyecto, el sedimento que se depositará en el vaso, la estimación de avenidas y condiciones del agua subterránea.

El agua almacenada en el vaso complementará el gasto natural de la corriente durante los periodos en que es insuficiente.

La aportación segura del vaso será la cantidad de agua que puede entregarse sobre una base firme en el periodo crítico de las aguas mínimas con una capacidad determinada en el vaso. Las capacidades del vaso y las aportaciones de seguridad pueden obtenerse de las curvas masa de la aportación de la corriente natural en relación con las demandas fijas de agua o de los estudios detallados sobre la operación del vaso.

Por otro lado, se debe determinar la cantidad anual que se va a depositar de sedimento, para tener la seguridad de que se deja suficiente volumen de almacenamiento para azolves en el vaso, de manera que las funciones útiles del vaso no desmerezcan por el depósito de sedimentos dentro de la vida útil de la obra o del periodo para el cual se realizó el análisis económico, es decir de 50 a 100 años.

Los estudios del proyecto incluyen estimaciones de las avenidas, porque son esenciales para la determinación de la capacidad del vertedor de demasías, así como estudios del agua subterránea, que pueden limitarse en su mayor parte a determinar el efecto del agua subterránea en los métodos de construcción; sin embargo, en algunos casos, la situación del agua subterránea puede tener influencia importante en la elección del tipo de presa que debe construirse y en las estimaciones del costo de las cimentaciones.

#### ***4.4 Investigaciones sobre la cimentación y los materiales***

En todo proyecto de presas, la impermeabilidad del vaso, la bondad de las cimentaciones y estructuras accesorias y los bancos de materiales para construcción, son aspectos importantes geológicos y de ingeniería.

En la etapa de reconocimiento, se obtienen suficientes datos para elegir el emplazamiento para la presa y determinar si es necesario efectuar investigaciones adicionales. El primer paso es buscar y estudiar todos los datos geológicos y de suelos relativos al área, incluyendo mapas, fotografías aéreas, e informes. Puede ser difícil aplicar datos de este tipo, sin embargo, los datos que puedan encontrarse en ellos, son de mucho valor para planear las investigaciones de campo y después, para interpretar los resultados.

El segundo paso en la etapa de reconocimiento es el examen in situ, si es posible por un ingeniero geólogo, del emplazamiento y el área que lo rodea, mismo que incluirá la geología de los bancos de materiales, del vaso y del emplazamiento de la presa que se ve sobre el terreno.

Debido a que los datos del reconocimiento pueden basarse al principio en datos de una superficie reducida, pueden emplearse factores de seguridad altos para la estimación de las cantidades potenciales de materiales para construcción, distancias de acarreo, entre otros.

El objetivo de los estudios de la etapa de viabilidad es obtener datos para estimar costos; estos estudios dependen de los datos obtenidos en la etapa de reconocimiento. La precisión de los datos requerida, generalmente requiere la ejecución de exploraciones subterráneas.

En la etapa de las especificaciones puede ser necesario un mayor número de sondeos para resolver dudas críticas que se presentan en los proyectos de viabilidad, como saber si los materiales de préstamo son escasos, de qué cantidad se puede disponer, o si es necesario hacer más exploraciones mediante sondeos por haber encontrado una zona de falla, etc.

En esta etapa final se debe hacer un reducido número de pruebas para clasificación en el laboratorio a través del empleo de muestras representativas de los suelos y obtener las características de humedad - densidad en los bancos de préstamo propuestos. Rara vez se requieren pruebas de permeabilidad si se clasifican correctamente los suelos, sin embargo, los suelos, por ejemplo arenosos, pueden probarse si el proyecto requiere información específica sobre la permeabilidad.

### ***4.5 Estudios sanitarios***

La necesidad de estudios sanitarios la determina el grado en el que la contaminación constituya un factor limitador en la determinación de la obra propuesta. Todas las fuentes posibles de contaminación por los desechos humanos, animales e industriales deben investigarse y cuantificarse. Por ejemplo, si los municipios están situados en la cuenca de captación, se deben investigar los sistemas de evacuación de las aguas negras, tomándose muestras del agua que cubran bien el periodo durante el cual la obra fue proyectada.

### ***4.6 Formulación de presupuestos***

Durante la etapa de reconocimiento, se hacen presupuestos aproximados y detallados, con el objeto de estudiar otros emplazamientos como alternativas, y para determinar el tamaño y objetivo de la obra.



## SIMULACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE UN VASO

Es necesario incluir en los informes de viabilidad presupuestos más detallados con cantidades de obra y precios unitarios, para apoyar una autorización o aprobación para su construcción, después de que en los estudios para la formulación de planos se ha establecido la escala óptima de la solvencia económica de la obra.

Los presupuestos para presas y vasos deben incluir, además de los costos de construcción de la presa y estructuras auxiliares, el costo probable de los terrenos, de los derechos hidráulicos y de vía, el desmonte de la superficie del vaso, el costo del cambio de localización de las carreteras públicas, ferrocarriles, edificios y de otras propiedades, y los costos administrativos y de ingeniería.

También serán necesarios presupuestos para determinar los costos anuales para el financiamiento y por operación, mantenimiento y reemplazos. El presupuesto para la viabilidad no necesita ser con todos los detalles, pero el total deberá representar un límite dentro del cual se pueda construir el proyecto, salvo los aumentos importantes en los precios unitarios. El presupuesto final se basará en estudios detallados subsecuentes hechos en conexión con la preparación de las especificaciones y deberá hacerse con el detalle suficiente para que sirva como guía para obtener proposiciones y para adjudicar un contrato de construcción.

### *4.7 Terminación de los planes para el proyecto*

La formulación de planes es un proceso continuo de coordinación, análisis y ampliación de todos los estudios específicos dirigidos a la determinación del tamaño óptimo y de la finalidad del proyecto y de los máximos beneficios. Para ello es necesario efectuar estudios de tanteo de varias combinaciones de finalidades, de tamaños y proyectos de estructuras, de manera que en los planos finales el patrocinador pueda conocer, por ejemplo, que el área que se va a regar ha sido elegida correctamente en relación con los volúmenes de agua que se disponen de varias fuentes o que el vaso tiene el tamaño adecuado para obtener la mejor regulación de ese volumen de agua en función de la inversión para la construcción, operación y mantenimiento, y de que existe un equilibrio económico entre las capacidades del vertedor de demasías y las capacidades de sobrecarga del vaso, etc.

### *4.8 Formulación de informes sobre el proyecto*

El informe del reconocimiento lo prepara generalmente el ingeniero investigador para hacer un registro de los datos disponibles; para exponer una opinión preliminar del plan del proyecto con un análisis aproximado económico y financiero, y deducir conclusiones de si el proyecto, basándose en los datos obtenidos, merece más estudio. Si las recomendaciones son favorables, debe escribirse en el informe el grado de la investigación que deba efectuarse en la etapa de viabilidad, el costo estimado y el tiempo necesario, así como las necesidades de personal, equipo, etc.

El informe sobre la viabilidad del proyecto se formula generalmente al completar la investigación de viabilidad y se toma como base para asesorar al patrocinador o propietario y otros que deben aprobar o autorizar el proyecto por sus méritos. Este deberá describir los planes del proyecto, los costos, beneficios, relaciones con las obras presentes y futuras, así como problemas y financiamiento.

El informe final de un proyecto para la construcción de una presa debe incluir, como parte del mismo o como un apéndice, un informe separado del proyecto de la presa y sus estructuras auxiliares.

### 2.2.3 METODOLOGÍA DEL DISEÑO DE UNA PRESA

La metodología del diseño, con base en los puntos anteriores, podría definirse como la realización de cada uno de los pasos siguientes:

#### 1. *Identificación de metas y objetivos de diseño*

Es evidente la necesidad de establecer, antes que nada, los propósitos de la obra proyectada. Las metas incluirán decisiones generales, por lo común acerca de políticas, mismas que deben ser revisadas antes de ser puestas en vigor a nivel regional o nacional. Los objetivos deben de ser específicos y generalmente son cuantificables, de manera que puedan ser alcanzados con claridad.

#### 2. *Transformación de los objetivos de diseño a un criterio de diseño*

Para establecer las condiciones de frontera del diseño, es necesario establecer las restricciones a que deben sujetarse las posibles alternativas. Las restricciones en el diseño pueden obtenerse mediante la respuesta a una serie de preguntas básicas, que pueden ser las siguientes:

- ¿Cuánta agua se necesita?
- ¿Cuánta agua puede esperarse?
- ¿Quién puede usar el agua?
- ¿Qué clase de agua se tiene?
- ¿Qué problemas estructurales existen?
- ¿Qué consideraciones económicas deben hacerse?
- ¿Existen problemas constructivos?

La respuesta eliminará muchas alternativas que aparentemente hubieran podido solucionar el problema y dejará únicamente aquellas alternativas que se sujeten a las restricciones impuestas.

### **3. Utilización del criterio de diseño para el establecimiento de diseños específicos**

Puede establecerse la siguiente secuela para el desarrollo de este paso:

#### **3.1 Recolección y análisis de datos básicos**

- Hidrológicos y climatológicos.
- Geofísicos.
- Económicos.
- Entorno y enfoque de la planeación.

#### **3.2 Proyección económica**

Estimar los beneficios del proyecto con base en el desarrollo económico y demográfico del área afectada por dicho proyecto; a corto y largo plazos.

#### **3.3 Demanda del agua**

Estimar las necesidades presentes y futuras de la comunidad, para cada uno de los posibles usos que puedan darse a la comunidad.

- Abastecimiento de agua potable para usos domésticos e industriales.
- Irrigación.
- Generación de energía eléctrica.
- Control de avenidas.
- Navegación.
- Recreación.
- Retención de sedimentos.
- Acuicultura.

### **4. Desarrollo de un plan de operación del sistema**

Se trata de encontrar la alternativa que conduzca al resultado óptimo. El desarrollo de este paso podría establecerse como sigue.

- a) Prioridad en el uso de agua. Si la demanda excede al volumen aprovechable, debe establecerse una prioridad de uso.
- b) Posibles alternativas. Preparación de una serie de alternativas que puedan satisfacer los propósitos del diseño.
- c) Análisis económico. Las alternativas propuestas se someten a un estudio de beneficios contra costos.
- d) Elección del diseño óptimo. Con base en el estudio beneficios-costos se hará la selección de aquella alternativa que se ajuste mejor al objetivo deseado.

La solución del problema no es determinista, siempre existirá en mayor o menor escala, cierta incertidumbre acerca de la posibilidad de que los factores por estudiar se comporten, en el futuro tal y como lo hicieron en el pasado.

El objetivo de la investigación preliminar es obtener suficiente información precisa que permita estudios oficiales y estime el costo para determinar el sitio más económico y conveniente de entre los seleccionados. La cimentación es uno de los principales factores a considerar para la localización final, ya que deberá ser suficientemente impermeable para el uso a que esté destinada, y tener suficiente fuerza para sostener propiamente el peso de la presa y la presión del agua.

Las técnicas de simulación para el diseño de aprovechamientos hidráulicos constituyen un ejemplo de la transformación sufrida por la hidrología. El uso de las técnicas de simulación queda ampliamente justificado, aún pensando en su supuesta complejidad, ya que permite la aparente reproducción de la conducta de un modelo en estudio frente a una amplia variedad de situaciones para encontrar una solución óptima.

### 2.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El diseño de un aprovechamiento hidráulico es un problema que se presenta cuando una cierta comunidad necesita utilizar o controlar los escurrimientos de un río cercano a ella, con miras a incrementar, de alguna manera, el nivel económico de sus habitantes.

Las necesidades a satisfacer y los beneficios socio-económicos que se obtengan de las obras construidas, serán los factores determinantes en el diseño de un aprovechamiento hidráulico. En términos de éstos dos factores puede darse la siguiente definición:

El Diseño de un Aprovechamiento Hidráulico tiene por objeto utilizar el agua aprovechable en forma eficaz, para satisfacer las necesidades inmediatas y futuras de una comunidad.

La función que cumple un vaso de almacenamiento es la de regulación, dicha función permite que se disponga del agua cuando es necesaria, por ejemplo para equilibrar el suministro de agua con la demanda, para la extinción de incendios, en caso de tener equipo de bombeo ayuda a igualar el rendimiento de las bombas durante su lapso de trabajo, etc; por tanto, la simulación del funcionamiento de un vaso permitirá contabilizar la evolución de los volúmenes almacenados en el mismo.

El principal objetivo que se persigue al llevar la contabilidad de los volúmenes almacenados, es disponer de información estadística que permita definir políticas de operación a corto plazo, y adaptar o mejorar las políticas diseñadas para la operación a largo plazo. Los datos estadísticos podrán ser de utilidad en la planeación y estudio de nuevas obras.

La simulación de la evolución de los niveles en el vaso, se utiliza además, para seleccionar los niveles característicos de la presa (NAMINO, NAMO, y NAME) que resulten más adecuados (figura 2.1).

- NAMINO. Nivel de Aguas Mínimas de Operación.
- NAMO. Nivel de Aguas Máximas de Operación.
- NAME. Nivel de Aguas Máximas Extraordinarias.

El NAMINO es el nivel más bajo con el que puede operar la presa. Si el propósito de la presa es para irrigación y otros usos, el NAMINO, también llamado NAMIN (Nivel de Aguas Mínimas), coincide con el nivel al que se encuentra la entrada de la obra de toma. En presas para generación de energía eléctrica, dicho nivel se establece con base en la carga mínima necesaria para que las turbinas operen adecuadamente.

El volumen muerto, es el que queda por debajo del NAMINO; este es un volumen del cual no se puede disponer.

El volumen de azolves es el que se encuentra abajo del nivel de la obra de toma y que se reserva para recibir el acarreo de sólidos por el río durante la vida útil de la presa.

El NAMO es el máximo nivel con que puede operar la presa para satisfacer las demandas. Si el vertedor de excedencias no está controlado por compuertas, el NAMO coincide con la cresta vertedora; en caso contrario (excedencias controladas), el NAMO puede estar por arriba de la cresta e incluso variar, según las políticas de operación (en estiaje, por ejemplo, puede fijarse un NAMO mayor que en época de avenidas).

El volumen comprendido entre el NAMO y el NAMINO, se denomina volumen o capacidad útil, debido a que es con el que se satisfacen las demandas de agua.

El NAME es el nivel más alto que debe alcanzar el agua en el vaso, bajo cualquier condición de operación.

El volumen de superalmacenamiento, es el comprendido entre el NAME y el NAMO, y sirve para el control de avenidas que lleguen a presentarse.

Finalmente, el espacio entre la máxima elevación de la cortina (corona) y el NAME, se denomina bordo libre y está destinado a contener el oleaje y la marea producidos por el viento, así como para compensar las reducciones en la altura de la cortina debidas a los asentamientos.

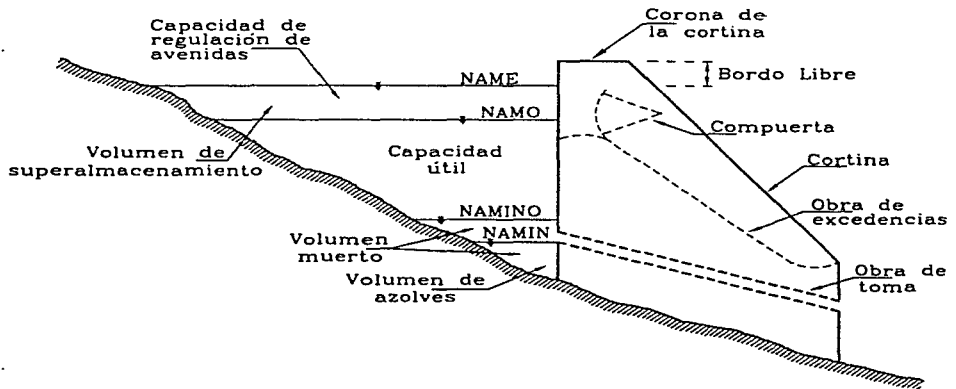


Figura 2.1 Componentes de un vaso de almacenamiento

## SIMULACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE UN VASO

Para simular el funcionamiento de un vaso se utiliza la ecuación de continuidad, que para un intervalo de tiempo  $\Delta t$  se puede expresar como:

$$E - S = \Delta V \quad (2.1)$$

donde

E	Volumen de agua que entra al vaso durante el intervalo considerado.
S	Volumen que sale del vaso durante el mismo intervalo.
$\Delta V$	Variación del volumen almacenado.

El intervalo de tiempo  $\Delta t$  que generalmente se utiliza en la simulación, corresponde a un mes; sin embargo, si el vaso es muy grande y con capacidad de regulación interanual, pueden utilizarse intervalos mayores, hasta de un año; y contrario al caso anterior, para vasos con poca capacidad de regulación, el intervalo se reduce a una semana o un día.

La ecuación 2.1 muestra en forma simplificada la variación del volumen almacenado, y cada término del primer miembro de la ecuación incluye varios factores, mismos que varían en función de las características del problema.

Las entradas provienen del escurrimiento generado en la cuenca propia, de las descargas de las presas situadas aguas arriba, de los escurrimientos provenientes de otras cuencas, en caso de estar comunicadas, y de la precipitación pluvial directa sobre el vaso. Las salidas están formadas por los volúmenes que se extraen para satisfacer la demanda, por las pérdidas ocasionadas por la evaporación e infiltración, y por los derrames a través de la obra de excedencias.

Si se toman en cuenta dichos factores, la ecuación de continuidad 2.1 adquiere la siguiente forma:

$$ICP + IT + VLL - VDEM - VEVA - VINF - VDER = \Delta V \quad (2.2)$$

donde

ICP	Escurremientos generados por la cuenca propia.
IT	Entradas por transferencia desde otras cuencas.
VLL	Volumen de lluvia en el vaso.
VDEM	Volumen extraído para satisfacer la demanda.
VEVA	Volumen evaporado.
VINF	Volumen infiltrado en el vaso.
VDER	Volumen derramado.

Antes de continuar con la solución a la ecuación 2.2, conviene analizar cada uno de los factores que intervienen.

### 2.3.1 APORTACIONES AL VASO

#### a) *Escurremientos generados por cuenca propia (ICP)*

Corresponden a los volúmenes de escurrimiento superficial generados dentro de la cuenca. La cuenca propia queda determinada por el sitio de la boquilla, donde se localiza la cortina de la presa, y por la ubicación de las presas construidas aguas arriba ya sea en el cauce principal o en los afluentes. Se cuantifican a partir de mediciones realizadas en las estaciones hidrométricas de la zona.

Cuando el sitio de las estaciones hidrométricas no coincide exactamente con el de la boquilla, es necesario extrapolar la información obtenida en las estaciones más cercanas. Para ello se multiplica el volumen de escurrimiento superficial, medido en la estación hidrométrica más cercana, por un factor F que es función del área de la cuenca correspondiente a la estación y de la posición y características de la cuenca de dicha estación con respecto al sitio de la presa. Dicho factor puede calcularse en dos formas, de acuerdo con la información pluviométrica que se tenga.

1. Si se tiene suficiente información pluviométrica:

$$F = \frac{VC}{VE}$$

donde

- VC Volumen de precipitación pluvial en la superficie de la cuenca propia, durante el intervalo  $\Delta t$ .
- VE Volumen de precipitación pluvial en la superficie asociada a la estación hidrométrica correspondiente, durante el intervalo  $\Delta t$ .

2. Si no se tiene información pluviométrica suficiente:

$$F = \frac{AC}{AE}$$

donde

- AC Área de la cuenca propia.
- AE Área asociada a la estación.

#### b) *Ingresos por transferencia (IT)*

Equivalen a los volúmenes de escurrimiento superficial transferidos a la cuenca en estudio desde otras cuencas, a través de las descargas de presas situadas aguas arriba.



**c) Volumen de lluvia en el vaso (VLL)**

Corresponde al volumen que resulta de multiplicar la altura de lluvia ( $hp$ ), registrada en un intervalo de tiempo  $\Delta t$ , por el valor del área media ( $\bar{A}$ ) que ocupe la superficie libre del agua durante el mismo intervalo.

$$VLL = hp (\bar{A})$$

**2.3.2 SALIDAS DEL VASO****a) Volumen extraído para satisfacer la demanda (VDEM)**

Se contabiliza a partir de mediciones directas cuando la presa está operando o se supone de acuerdo con la ley de demandas correspondiente a cada alternativa de simulación y que depende, por un lado, del tipo de aprovechamiento que se requiere, y por otro, de la relación beneficio - costo de la obra; sin embargo, para fines de simulación, este volumen suele ser un dato.

**b) Volumen evaporado (VEVA)**

Para un intervalo de tiempo  $\Delta t$ , se calcula multiplicando la lámina evaporada (EVAP) medida en un evaporímetro, por el área media de la superficie del agua. La lámina evaporada se calcula multiplicando los valores medidos en un evaporímetro, por un factor de corrección<sup>7</sup> que depende de las características del aparato y en menor escala, de las condiciones meteorológicas medias.

$$VEVA = EVAP (\bar{A})$$

**c) Volumen infiltrado en el vaso (VINFI)**

Puede calcularse como residuo de la ec. 2.2, debido a que generalmente no es un valor que pueda medirse directamente. La mayoría de las veces, el volumen infiltrado se supone nulo, a excepción de casos especiales en los que las características geológicas de la zona del vaso justifiquen un estudio particular.

**d) Volumen derramado (VDER)**

En ocasiones, el volumen que ingresa al vaso, alcanza niveles por encima del NAMO, lo que pone en riesgo la seguridad de la presa; por tanto, es necesario descargar un cierto volumen a través de la obra de excedencias.

<sup>7</sup> Algunos valores para el factor de corrección, pueden observarse en la tabla III.2 de las ayudas de diseño. Véase Manual de Diseño de Obras Civiles, Hidrotecnia, capítulo A.1.9. Simulación del Funcionamiento de un Vaso. C.F.E., 1980.

La contabilidad de los derrames se hace mediante mediciones directas, cuando el vaso está funcionando; sin embargo, en la etapa de diseño, el volumen derramado es un resultado de la simulación y dependerá de los niveles característicos y de la política de operación adoptada.

### 2.3.3 ERRORES COMUNES EN LA SIMULACIÓN

Es necesario tener en cuenta los posibles errores que se cometen en una simulación. La mayoría de las veces son debidos a la evaluación de los términos que componen la ec. 2.2.

#### 1. *Ingresos por escurrimiento superficial (ICP + IT)*

Muchas estaciones hidrométricas no cubren toda el área de la cuenca, por lo que el cálculo del escurrimiento superficial correspondiente al área no aforada debe hacerse extrapolando la información registrada en el área que sí está medida.

La magnitud del error aplicable a este concepto depende de la relación entre el área no medida y la medida. Por otro lado, una parte de los retornos del agua utilizada en zonas urbanas o de riego no se afora, por lo que en ocasiones es necesario hacer algunas suposiciones que permitan separar los escurrimientos generados en la cuenca propia, de los debidos a transferencias desde otras cuencas. Estas suposiciones deben apoyarse en observaciones de campo.

#### 2. *Volumen llovido (VLL) y volumen evaporado (VEVA)*

Son debidos principalmente a la extrapolación de valores medidos en algunos puntos para determinar los valores correspondientes al promedio en el área del vaso.

#### 3. *Curvas elevaciones - áreas - volúmenes*

Los errores en estas curvas, influyen en el cálculo del incremento de volumen  $\Delta V$ .

#### 4. *Volumen infiltrado (VINFI)*

El volumen infiltrado resulta ser el más difícil de medir. Para su cálculo, se acostumbra despejarlo del término correspondiente en la ec. 2.2; si la evaluación se realiza para intervalos anuales, el resultado es más preciso, debido a que los errores correspondientes a los demás términos de dicha ecuación, son menores.

## 2.4 PROCEDIMIENTOS DE CÁLCULO

La simulación del funcionamiento del vaso, así como la contabilidad de los volúmenes almacenados, son algunas de las principales aplicaciones que tiene la ec. 2.2. La ecuación de continuidad es la que rige el funcionamiento de un vaso, sin embargo, el procedimiento para resolverla, difiere según se trate de la contabilidad del funcionamiento de un vaso en servicio o simular el funcionamiento que un proyecto puede tener en el futuro.

### 2.4.1 CONTABILIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE UN VASO

Una vez que la presa comienza a dar servicio, es esencial la contabilidad de cada término que conforma la ec. 2.2, misma que deberá publicarse periódicamente, además de que tendrá que ser clara para que sea fácil de entender, incluir información acerca de procedimientos de medición, los métodos empleados para extrapolar la información y las posibles fuentes de error.

La contabilidad se realiza de la siguiente forma:

1. Se registran los ingresos debidos a transferencias de otras cuencas y de ser posible, se indica la procedencia. En caso de que existan entradas que provienen de otras cuencas y que no estén medidas, se indicará cuáles son.
2. Se anotan los escurrimientos generados en la cuenca propia, incluyendo los valores medidos en cada una de las estaciones de aforo. Si una parte de la cuenca no está medida, se podrá considerar el procedimiento descrito en el apartado 2.3.1, indicando su área y el valor del volumen estimado.
3. Se indica el volumen de lluvia en el vaso. El área media de la superficie libre del agua en el intervalo se calcula como el promedio de las áreas que ocupó ésta al principio y al final del mismo; esto es:

$$\bar{A} = 0.5 (A_i + A_f)$$

donde

$A_i$  Área del vaso al principio del intervalo  $\Delta t$ .

$A_f$  Área del vaso al final del intervalo  $\Delta t$ .

4. Se indica el total de ingresos, sumando los valores obtenidos en los tres incisos anteriores.
5. Se indica el volumen entregado para surtir la demanda.
6. Se calcula el volumen evaporado y se indica el valor obtenido.

## SIMULACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE UN VASO

7. Se indica el valor del volumen derramado, si lo hubiera:
8. Se consignan los valores del volumen, elevación y área del vaso, correspondientes al final del intervalo.
9. Se calcula e indica la variación del volumen almacenado.
10. Se indica el error obtenido de comparar los miembros izquierdos y derechos de la ec. 2.2.

### 2.4.2 SIMULACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DEL VASO

El principal objetivo que persigue la simulación del funcionamiento de un vaso es estimar la evolución futura de los volúmenes almacenados. La simulación estará en función de la hidrología de la cuenca en estudio para el proyecto, así como de la política de operación adoptada en el diseño.

Asimismo, es indispensable la simulación de los volúmenes almacenados en un vaso, con la finalidad de conocer o determinar las consecuencias, ventajas o desventajas, que produciría la adopción de cada una de las alternativas de diseño impuestas durante el proceso de diseño de una presa.

La política de operación de una presa deberá estar sujeta a ciertas restricciones que consideran, entre otros, los niveles característicos de la presa (NAMINO, NAMO y NAME), la capacidad de almacenamiento del vaso y la demanda requerida.

Por ejemplo, una vez que se han establecido los niveles característicos, debe tomarse en cuenta que cuando el nivel del vaso es menor que el NAMINO, el agua no debe ser utilizada; por otro lado, deberá procurarse no rebasar el NAMO durante la operación normal de la presa. En ocasiones es conveniente establecer diferentes NAMO para las distintas épocas del año, según la probable ocurrencia de avenidas importantes que pudieran poner en peligro la seguridad de la presa.

Así, al simular el funcionamiento del vaso, se pueden presentar periodos en que el almacenamiento sea insuficiente para cubrir la demanda, lo cual ocurre si:

- a) El nivel del agua es menor que el NAMINO, y por tanto, no es posible utilizar el agua.
- b) Se prevén pequeñas aportaciones futuras, por lo que es conveniente almacenar el agua para prevenir déficits mayores en el futuro.

Por el contrario, en ocasiones el volumen que ingresa en el vaso excede la capacidad de regulación, siendo necesario desalojar el sobrante por la obra de excedencias, hasta disponer de un volumen que permita controlar futuras avenidas.

## SIMULACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE UN VASO

Algunos términos de la ec. 2.2 se obtendrán como resultado de la simulación, y dependerán en última instancia de la alternativa simulada, mientras que otros, dependen de la elevación y del área del vaso al final del intervalo. En tal caso, es necesario utilizar las ecuaciones que relacionen el nivel en el vaso con el volumen y el área del mismo.

Por tanto, conviene representar a la ec. 2.2 como el siguiente sistema de ecuaciones y que tiene que ser resuelto para cada intervalo de tiempo  $\Delta t$ .

$$V_{i+1} = V_i + X_i - S_i + \bar{P}_{i,i+1} \quad (2.3)$$

$$A = f_1(h)$$

$$V = f_2(h)$$

sujeto a  $V_m \leq V_{i+1} \leq V_u$

donde

$V_{i+1}, V_i$	Volúmenes almacenados al final y al principio del intervalo $\Delta t$ , respectivamente.
$X_i$	Volumen que ingresa al vaso durante el intervalo considerado.
$S_i$	Salidas destinadas a satisfacer la demanda.
$\bar{P}_{i,i+1}$	Términos que dependen del nivel y el área media en el vaso en el intervalo $\Delta t$ (VLL, VEVA y VINF) <sup>8</sup> .
$A$	Área del vaso.
$h$	Nivel del agua en el vaso.
$f_1, f_2$	Funciones que relacionan el nivel del agua en el vaso con el área de la superficie libre y el volumen almacenado respectivamente; se obtienen de los planos topográficos.
$V_m$	Volumen mínimo aceptable en el vaso.
$V_u$	Volumen correspondiente al NAMO.

El volumen de ingreso ( $X_i$ ), puede ser tomado del registro histórico o de un registro sintético.

<sup>8</sup> VLL.- volumen llovido; VEVA.- volumen evaporado; VINF.- volumen infiltrado.

Las salidas (  $S_i$  ) dependen de la demanda por satisfacer y estarán restringidas por la disponibilidad del agua, y en particular, cuando la demanda es para generar energía eléctrica, son función de los niveles en el vaso, los cuales se desea que tengan el mayor valor posible.

El cálculo en la simulación se efectúa de la siguiente manera:

1. De la topografía del vaso se obtienen las relaciones elevación del nivel del agua - volumen almacenado y elevación del nivel del agua - área de la superficie libre.
2. Se inicia el cálculo a partir de un nivel inicial  $h_i$  y de los valores correspondientes del volumen almacenado,  $V_i$ , y el área de la superficie libre  $A_i$ . Es conveniente comenzar el cálculo al final de la temporada de lluvias (generalmente, en el mes de noviembre), con el nivel de aguas máximo como nivel inicial. Sin embargo, conviene simular el funcionamiento del vaso con otras condiciones iniciales, y verificar en cuánto tiempo los funcionamientos son similares.
3. Con las entradas y salidas que no dependen del nivel en el vaso, se calcula, en una primera aproximación (señalada con el superíndice), el volumen al final del intervalo, es decir:

$$V_{i-1}^1 = V_i + X_i - S_i + P_{i,i}$$

4. Con el volumen obtenido en el paso anterior, se determinan los valores correspondientes de  $h_{i-1}$  y  $A_{i-1}$ , que serán utilizados para calcular los valores medios.

$$\bar{h} = 0.5 ( h_i + h_{i-1} )$$

$$\bar{A} = 0.5 ( A_i + A_{i-1} )$$

5. Se obtiene una nueva aproximación del volumen correspondiente al final del intervalo  $\Delta t$ .

$$V_{i-1}^2 = V_i + X_i - S_i + \bar{P}_{i,i+1}$$

donde

$$X_i = ICP + IT$$

$$S_i = VDEM$$

$$P_{i,i} = VLL ( A_i ) - VEVA ( A_i ) - VINP ( A_i )$$

$$\bar{P}_{i,i+1} = VLL ( \bar{A} ) - VEVA ( \bar{A} ) - VINP ( \bar{A} )$$

6. Si el nuevo volumen calculado,  $V_{i-1}^2$ , es semejante al anterior,  $V_{i-1}^1$ , se continúa con el paso 7, en caso contrario, se repite el proceso a partir del paso 4, hasta que  $V_{i-1}^{k+1} \approx V_{i-1}^k$ . Se recomienda utilizar como criterio de semejanza que  $| V_{i-1}^{k+1} - V_{i-1}^k | \leq \frac{V_u}{100}$ .

## SIMULACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE UN VASO

7. Cuando el resultado del cálculo se obtiene un volumen  $V_{i-1}$  mayor que  $V_u$ , se registra un volumen derramado igual a la diferencia  $(V_{i-1} - V_u)$ , y se considera que  $V_{i-1} = V_u$ ; cuando  $V_{i-1}$  es menor que  $V_m$ , se consigna un volumen de déficit igual a la diferencia  $(V_{i-1} - V_m)$  y se considera que  $V_{i-1} = V_m$ .
8. Se calculan las condiciones para el nuevo intervalo de tiempo  $\Delta t$ , a partir del paso 3.

### 2.5 CONDICIONES PARA LA SIMULACIÓN

Si los datos son inexactos e inadecuados, fallarán los mejores métodos de simulación de alternativas, y en general, la planeación de proyecto. El manejo de los datos implica localizar los datos no procesados, para después convertirlos en información útil: un buen manejo de datos, constituye la base sobre la cual se apoyaran las alternativas de simulación.

#### 2.5.1 SIMULACIÓN DE UN VASO A PARTIR DE CONDICIONES HISTÓRICAS

Si se planea construir una presa, será conveniente simular el comportamiento que tendría si las condiciones hidrológicas registradas en el pasado se repitieran. La simulación deberá tomar en cuenta las consideraciones hechas en el apartado 2.4.2.

Así, la alternativa de diseño que se seleccione, influirá en los valores correspondientes a  $V_m$ ,  $V_u$  y  $VDEM$ , mientras que los valores de ICP, IT, hp y EVAP se obtienen de los registros históricos.

#### 2.5.2 SIMULACIÓN DE UN VASO A PARTIR DE REGISTROS HIDROLÓGICOS SINTÉTICOS

La utilización de la información histórica en el momento de la simulación, disminuye considerablemente el número de alternativas de diseño, sin embargo, si se dispone de datos con más de 15 años, es conveniente utilizar registros históricos.

Las condiciones hidrológicas registradas en el pasado no se repiten exactamente, por tanto, en ocasiones es conveniente simular el funcionamiento del vaso por medio de la adición de valores posibles de las condiciones hidrológicas.

Se define a los registros hidrológicos sintéticos, como aquellos que tienen la misma probabilidad de ocurrir que los registros históricos, además de permitir el análisis del funcionamiento del vaso en una variedad más amplia de posibilidades.

Debido a que la simulación debe realizarse con varios registros sintéticos y para cada alternativa de diseño, es necesario el empleo de programas para computadora.

### 2.5.3 PROBLEMA DE APROVECHAMIENTOS MÚLTIPLES

Cuando el sistema de aprovechamiento está constituido por más de una unidad, la complejidad en el diseño aumenta y las alternativas posibles crecen de tal forma que el cálculo requiere del uso de computadora.

La solución óptima ya no es tan evidente, puesto que para una alternativa (analizada aisladamente), no representa la solución óptima del sistema. Se deberá dar otro enfoque de análisis, y considerar a todos los sistemas como uno solo.

La optimización del sistema será entonces la maximización de los beneficios netos, o la minimización de los costos. El uso de las técnicas de simulación en la solución de este tipo de problemas, se definen como "aquellas técnicas consistentes en simular, por medio de un modelo matemático, el problema en cuestión y reproducir su conducta frente a una amplia variedad de situaciones, escogiendo la más satisfactoria de acuerdo a un criterio previamente determinado".



## **CAPÍTULO 3**

### **DESCRIPCIÓN Y MANEJO DE PROGRAMAS DE CÁLCULO**

#### **3.1 INTRODUCCIÓN**

Para llevar a cabo la simulación del funcionamiento de un vaso, es de gran utilidad el uso de programas. Las ventajas que representa la programación en este tipo de problemas son bastantes y muy variadas; algunas de ellas son, la rapidez y precisión del cálculo, la versatilidad en el manejo de las posibles alternativas de solución y la disponibilidad de los resultados de las simulaciones.

Los programas elaborados en el presente capítulo, son una muestra de la metodología empleada en el cálculo de la simulación del funcionamiento de un vaso, para un intervalo de tiempo  $\Delta t$ , y sigue los lineamientos expresados en el capítulo 2, en lo referente a los procedimientos de cálculo.

### 3.2 DESCRIPCIÓN Y MANEJO DE PROGRAMAS

Se han elaborado distintos programas que siguen la metodología más común en la simulación del funcionamiento de un vaso de almacenamiento. Para el caso de la presa El Tule, se elaboró un programa que realiza la simulación diaria (SIMVASO.FOR) y otro que realiza la simulación mensual (SIMULAM.FOR).

Como se dijo anteriormente, si se considera que una presa tiene poca capacidad de regulación, es conveniente una simulación de tipo diaria (intervalos de tiempo  $\Delta t$  menores) y por el contrario (intervalos de tiempo  $\Delta t$  mayores) si se considera una gran capacidad de regulación de la presa.

Por otro lado, si sólo interesara tener una aproximación acerca de los volúmenes que circulan en el vaso, podemos realizar la contabilidad de éstos a través de un programa sencillo y sin necesidad de los datos de la curva elevaciones-capacidades-áreas. En las simulaciones que se harán, no sólo es importante determinar esos volúmenes, sino además determinar las elevaciones que alcanzan los niveles del agua durante el proceso, lo cual se podrá observar posteriormente mediante los resultados de las simulaciones que se realizarán.

Asimismo, serán consideradas las pequeñas variaciones en los volúmenes debidas a la evaporación y lluvia, a través de una lámina de evaporación neta.

La metodología empleada en ambos programas, sigue el diagrama de bloques mostrado en la figura 3.1 (Diagrama de flujo para simular el funcionamiento de un vaso). Los programas están escritos en lenguaje Fortran, consideran los años bisiestos y proporcionan resúmenes mensuales (simvaso.for) y/o anuales (simulam.for), según sea el caso.

En cuanto al manejo de la curva elevaciones - capacidades - áreas de la presa El Tule, en los programas se maneja en forma discreta a partir de coordenadas de algunos de sus puntos, a intervalos aproximadamente constantes en cuanto a las elevaciones, con la finalidad de representarlas adecuadamente, ya que se emplea la interpolación lineal para estimar las elevaciones, capacidades y áreas requeridas en la simulación. La curva utilizada se muestra en el siguiente capítulo, sección 4.3.3.

Es importante señalar que en el caso de la simulación diaria, sólo se tiene un periodo de registro de gastos medios diarios en  $m^3/s$  de 16 años, mientras que en el caso de la simulación mensual, se cuenta con un periodo de registro de 39 años de ingresos en miles de  $m^3$ , que incluye el periodo correspondiente a los 16 años de la simulación diaria.

Así, se pretenderá observar y determinar si existen o no grandes diferencias al realizar una simulación mensual o diaria, y con base en esto determinar la capacidad de almacenamiento de la presa El Tule que sea conveniente.

## DESCRIPCIÓN Y MANEJO DE PROGRAMAS DE CÁLCULO

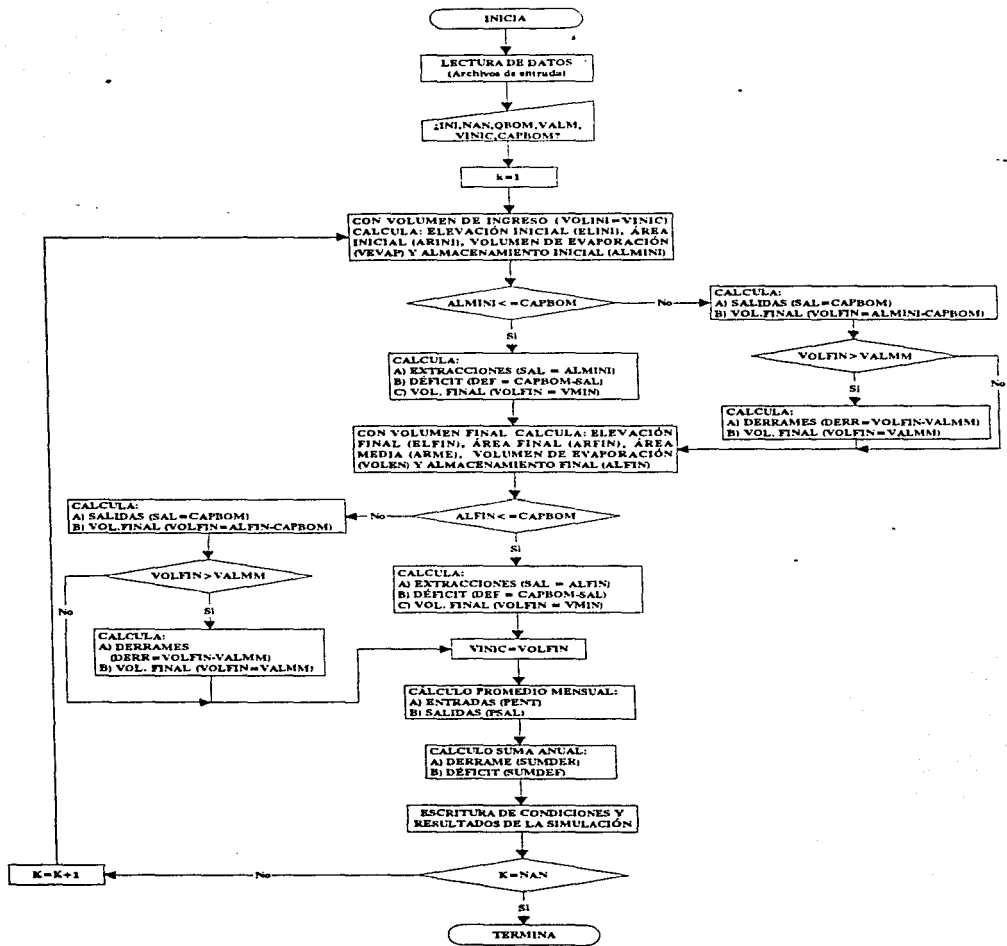


Figura 3.1 Diagrama de flujo para simular el funcionamiento de un vaso

### 3.2.1 REQUERIMIENTOS

En general, los programas requieren de los siguientes datos o información:

1. Escurrimientos generados por cuenca propia y por transferencia desde otras cuencas<sup>9</sup> (si los hubiere) para todos los meses o años que se deseen simular, en m<sup>3</sup>/s (simulación diaria, *simvaso.for*) o en miles de m<sup>3</sup> (simulación mensual, *simulam.for*).
2. Láminas de evaporación neta para un periodo de 1 año, en mm.
3. Curva elevaciones - capacidades - áreas de superficie libre de la presa, en m.s.n.m., m<sup>3</sup> y Ha, respectivamente.
4. Año del periodo de registro en que se iniciará la simulación.
5. Número de años por simular.
6. Gasto de bombeo diario (demanda por satisfacer), en m<sup>3</sup>/s.
7. Capacidad máxima de almacenamiento de la presa derivadora, en millones de m<sup>3</sup>.
8. Capacidad mínima de almacenamiento de la presa, en millones de m<sup>3</sup>.
9. Volumen inicial contenido en la presa para comenzar la simulación, en millones de m<sup>3</sup>.

### 3.2.2 PROGRAMA SIMULAM.FOR

Como se dijo anteriormente, este programa realiza la simulación mensual. El programa requiere de tres archivos de entrada de datos: *simtule.dat* (volúmenes de ingreso mensual, en miles de m<sup>3</sup>), *evapne.dat* (lámina de evaporación neta para 1 año, en mm) y *celca.dat* (curva elevaciones-capacidades-áreas de la presa, en m.s.n.m., millones de m<sup>3</sup> y Ha respectivamente).

Los resultados del programa son transferidos a dos archivos con la finalidad de disponer de la información a través de resúmenes que muestren el comportamiento general del vaso.

El primer archivo de resultados fue llamado *simulam.sal* y proporciona los resultados directos de la simulación mes con mes, para cada año. Asimismo, sólo muestra los valores medios de la superficie de agua para cada iteración, así como también para el volumen de evaporación media (llamada así porque fue calculada con el área media).

---

<sup>9</sup> En caso de tener ambos ingresos, deberán ser integrados al programa como uno solo.

Este archivo muestra el análisis con el siguiente formato y unidades por columnas:

Año	Mes	Entra.	Alm. Ini	Elev. Ini	Sup. Med	Evap. Neta	V.Evap. Med	Salidas	Derr.	Def.	Vol. Fin
		10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	msnm	Ha	mm	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>

El segundo archivo fue denominado *resfinm.sal* y proporciona un promedio anual de ingresos, extracciones y elevaciones de la presa, además de una suma anual de los volúmenes correspondientes a derrame y déficit que se tengan, si los hubiere. El formato de este archivo es el siguiente:

Año	Ingresos	Salidas	Elevación	Derrame	Déficit
	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	msnm	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>

En el apéndice A (Documentación del programa Simulam.for) se presenta el listado del programa *simulam.for*, así como una breve descripción de las variables y constantes utilizadas en el mismo.

### 3.2.3 PROGRAMA SIMVASO.FOR

Al igual que el programa de simulación mensual, *simvaso.for* requiere de tres archivos de entrada de datos: *tulepaso.dat* (gastos medios diarios en m<sup>3</sup>/s), *evapne.dat* (ver sección 3.2.2) y *celca.dat* (ver sección 3.2.2). A diferencia del programa anterior, los resultados de la simulación diaria son escritos en tres archivos, de los cuales, dos de ellos presentan resúmenes del comportamiento del vaso.

El primer archivo fue denominado *simulad.sal* y proporciona los resultados directos de la simulación día con día, para cada mes y año. Los valores correspondientes a la superficie de agua, y volumen de evaporación resultantes para cada iteración, son los medios (llamados así porque fueron calculados con el área media). Dicho archivo muestra el análisis con el siguiente formato y unidades respectivamente:

Año	Mes	Entra.	Alm. Ini	Elev. Ini	Sup. Med	Evap. Neta	V.Evap. Med	Salidas	Derr.	Def.	Vol. Fin
		m <sup>3</sup> /s	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	msnm	Ha	mm	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /s	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>

El segundo archivo fue denominado *resfind.sal* y proporciona un resumen que muestra un promedio mensual para cada año de ingresos, extracciones y elevaciones, y la suma mensual de los volúmenes correspondientes a derrame y déficit, si los hubiere. El formato para este archivo es el siguiente:

Año	Mes	Ingresos	Salidas	Elevación	Derrame	Déficit
		m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	msnm	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>

Adicionalmente, y como una segunda parte del archivo de resultados *resfind.sal*, se presentan los valores iniciales del volumen de almacenamiento y elevación para cada mes (primer día de cada mes). Esta parte tiene un formato como el que sigue:

Año	Mes	Alm.Ini 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	Elev.Ini msnm
-----	-----	---	------------------

Al igual que el programa *Simulam.for*, se muestra en el apéndice A la documentación del programa *Simvaso.for*, es decir, el listado del programa y una breve descripción de las variables y constantes que intervienen.

En ambos programas, la simulación del funcionamiento del vaso comienza en el mes de enero (primer día). Sin embargo, puede cambiar el inicio de la simulación en el tiempo sin que se afecten las condiciones de la misma.

En las simulaciones posteriores, y dado que se iniciaran las simulaciones en el mes de enero, se hará la consideración de que, para ese mes, se tendrá un volumen inicial contenido en la presa, del 80% de la capacidad máxima de almacenamiento de la misma, es decir:

$$\text{Vol. Inic. contenido en la presa} = 0.80 \times \text{Cap. Máx. Almac. de la presa}$$

El resumen que se obtenga para cada caso de simulación (diaria o mensual), servirá para observar y comparar los resultados con la finalidad de interpretar algunas ventajas y/o desventajas para cada alternativa que se lleve a cabo.

## **CAPÍTULO 4**

### **EJEMPLO DE APLICACIÓN. PRESA DERIVADORA EL TULE**

#### **4.1 GENERALIDADES**

El presente capítulo pretende mostrar la manera en la que se debe realizar la simulación del funcionamiento del vaso de una presa derivadora, a través de la aplicación a la presa El Tule, que formará parte del Sistema Cutzamala.

Las necesidades por atender los requerimientos de agua potable a la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, obligan a la búsqueda de soluciones, y se destaca aquella que tiene como principal objetivo, el disponer del preciado líquido en el futuro.

Actualmente, en el Distrito Federal se proporcionan en promedio y aproximadamente,  $35 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $360 \text{ l/hab/día}$ )<sup>10</sup>.

---

<sup>10</sup> Referencia: Departamento del Distrito Federal, Secretaría General de Obras, 1994

## EJEMPLO DE APLICACIÓN. PRESA EL TULE.

Esta cifra, además de que no se distribuye de un modo equitativo en la población, representaría un consumo excesivo comparado con otras ciudades del mundo que tienen un uso eficiente del agua, y cuyo promedio en consumo diario por persona no rebasa los 200 lts.

Actualmente, el Sistema Cutzamala, integrado por las presas Villa Victoria, Valle de Bravo, El Bosque, Colorines y Chilesdo, constituye la principal fuente externa de abastecimiento de agua a la zona metropolitana de la Ciudad de México, con lo que se cubren las demandas actuales del vital líquido.

Para continuar con la tarea de abastecimiento, se requiere el cuidado de las zonas de captación, la preservación de la calidad del agua y lo más importante, elaborar y desarrollar procedimientos que permitan determinar las políticas óptimas de operación de los aprovechamientos hidráulicos, con lo que se logra una mejor utilización de los volúmenes almacenados en los vasos.

Aunado a esto, se pretende aprovechar los escurrimientos del río Temascaltepec y construir la presa denominada "El Tule" para también suministrar agua potable a la zona metropolitana.

Las características de la demanda de agua potable, obligan a que el sistema de abastecimiento proporcione un gasto garantizado continuo, lo cual limita la posibilidad de adecuarla al régimen de ingresos a la presa. A pesar de ello, es posible incrementar al máximo el gasto medio de extracción a largo plazo de la presa El Tule, y proporcionar así, un gasto garantizado.

La estrategia general para la presa El Tule es entonces:

- Incrementar al máximo el aprovechamiento de la presa El Tule, con una política que disminuya la probabilidad de derrames, pero que al mismo tiempo permita garantizar un gasto de abastecimiento adecuado a las necesidades, aún en periodos secos.

Por otro lado, y como complemento a una planeación estratégica en el buen uso y manejo del agua, son necesarios los estudios hidrológicos que permitan demostrar que aún se pueden obtener beneficios en el aprovechamiento de los recursos hidráulicos.

La Comisión Nacional del Agua (CNA) ha llevado a cabo estudios hidrológicos del río Temascaltepec. El aprovechamiento de agua de Temascaltepec se ha realizado con la finalidad de complementar en 5 m<sup>3</sup>/s más al Sistema Cutzamala y así abastecer en lo futuro con un total de 24 m<sup>3</sup>/s al Área Metropolitana de la Ciudad de México.

La simulación del funcionamiento del vaso de la presa El Tule, ha sido llevada a cabo con la ayuda de diferentes fuentes de información, procurándose que sean lo más confiable posible para llegar a la obtención de resultados satisfactorios.



## 4.2 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

Con la finalidad de aprovechar los caudales del río Temascaltepec mediante la presa derivadora El Tule, se efectuó en febrero de 1988, un estudio hidrológico que permitiera aumentar el abastecimiento de agua potable al Área Metropolitana de la Ciudad de México por medio del Sistema Cutzamala.

Para ese año (1988), la Comisión Federal de Electricidad (C.F.E.) proporcionó un levantamiento topográfico preliminar del vaso, y desde un punto de vista hidrológico, se determinó una capacidad recomendable de la presa en 110 millones de  $m^3$ , capacidad con la que se podría garantizar una extracción constante de agua potable de  $6.39 m^3/s$ , si se permitían algunas deficiencias tolerables, o  $6.21 m^3/s$ , sin permitir deficiencias. Al transitar la avenida máxima probable en el vaso por la estructura de excedencias (vertedor de cresta libre con longitud de 60.0 m), el nivel del agua alcanzó una elevación máxima (NAME) de 1610.65 m.

Para junio del mismo año, la C.F.E. realizó un nuevo levantamiento topográfico y se efectuó una revisión del estudio, y en virtud de que hubo cambios importantes en la capacidad del vaso, los resultados indicaron que la capacidad recomendable de la presa, desde el punto de vista hidrológico, era de 90 millones de  $m^3$ , con la cual se garantizaba una dotación para agua potable de  $6.20 m^3/s$ , alcanzándose una elevación en el nivel del agua de 1600.48 m (NAME), con la misma obra de excedencias anteriormente mencionada.

En el año de 1991, se realizó otro estudio enfocado a aprovechar los caudales del río Temascaltepec mediante una presa derivadora que se localizaría aguas arriba del proyecto de la presa El Tule, a unos 2 Km aguas abajo de la población de Temascaltepec y mediante un canal conducirlos por gravedad a un sitio para bombearlos hacia la presa Valle de Bravo; los sobrantes no derivados se captarían en la presa El Tule con la finalidad de reducir en lo posible la capacidad de la misma y abatir así el costo de dicha presa, además de complementar el abastecimiento mencionado anteriormente.

En el apéndice B se muestra el plano hidrográfico de la cuenca del río Temascaltepec, que contiene el sitio de proyecto El Tule, así como la ubicación de algunas estaciones hidrométricas y climatológicas.

## 4.3 DATOS DISPONIBLES

La información disponible para simular el funcionamiento del vaso de la presa El Tule, corresponde a los volúmenes de ingreso diario (16 años) y mensual (39 años), extracciones a la presa mediante un gasto de bombeo (demanda a satisfacer). Además de los ingresos y extracciones, se cuenta con la curva elevaciones-capacidades-áreas de la presa (16 puntos coordenados).

### 4.3.1 VOLÚMENES DE INGRESO A LA PRESA

Los ingresos correspondientes a la presa El Tule, fueron cuantificados a partir de registros históricos (gastos medios diarios) medidos en las estaciones hidrométricas Paso del Cobre y Temascaltepec. Por otro lado, se cuenta con la lámina de evaporación neta de la presa Valle de Bravo por un periodo de un año y que será utilizada en la simulación debido a que las condiciones hidrológicas para ambas presas son semejantes.

#### a) Datos Climatológicos

En la cuenca del río Temascaltepec y cercanas a ella, se tienen instaladas varias estaciones climatológicas para medir y observar diversos parámetros, que son necesarios para conocer las condiciones climáticas de la zona. Sin embargo, y a pesar de que en este trabajo no se utilizan, es importante conocerlos y así tenerlos como referencia en este estudio. Las estaciones que fueron utilizadas en el estudio hidrológico en 1991 son las mostradas en la tabla 4.1. En el apéndice B (plano hidrográfico) se muestra la ubicación de algunas de estas estaciones.

ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA
San Francisco Oxtotilpan
Nevado de Toluca
La Comunidad
Tequesquiapan
Cieneguilla de Labra
Temascaltepec
Paso del Cobre
Puente Andaro

Tabla 4.1 Estaciones utilizadas en el estudio hidrológico

#### b) Datos Hidrométricos

En la cuenca del río Temascaltepec, diversas Dependencias del Gobierno Federal, como la Comisión Federal de Electricidad y la Secretaría de Agricultura y Recursos Hídricos, instalaron estaciones hidrométricas en diversos sitios para cuantificar los caudales que ahí se generan. En el plano hidrográfico mostrado en el apéndice B, se tiene la ubicación de estas estaciones.

Las estaciones hidrométricas consideradas en dicha cuenca del río Temascaltepec, son las que se muestran en la tabla 4.2. Las estaciones consideradas para la medición de los caudales para la simulación son Paso del Cobre y Temascaltepec. Los volúmenes medidos en cada una de ellas durante su periodo de funcionamiento se presentarán posteriormente.

ESTACIÓN HIDROMÉTRICA	ÁREA (km <sup>2</sup> )
A-12 La Comunidad	122.3
Río Verde	212.8
A-11 Real de Arriba	112.6
Temascaltepec	415.9
Paso del Cobre	655.6
Paso del Guayabo	140.3
Paso del Rayán	1,074.1

Tabla 4.2 Estaciones consideradas en la cuenca del río Temascaltepec

Como se observa en el plano hidrográfico, la presa derivadora se ubicará aguas abajo de la confluencia del arroyo Quelites con el río Temascaltepec, los datos representativos para este sitio son los observados en la estación Temascaltepec, complementados con los de la estación Paso del Cobre trasladados al sitio de la primera estación<sup>11</sup>.

#### Estación Paso del Cobre

El periodo completo de registro de gastos medios diarios con el que se cuenta en la estación, corresponde al de junio de 1951 a octubre de 1967 (aprox. 16 años); como se mencionó anteriormente, fueron trasladados al sitio de la estación Temascaltepec multiplicándolos por el factor 0.6796, factor de ajuste obtenido del modelo matemático que se presentará a continuación, y en el que intervienen relaciones entre áreas de cuenca, lluvia media anual y pendiente media para ambos sitios (Paso del Cobre y Temascaltepec).

El modelo utilizado para el cálculo del factor de escurrimiento fue el siguiente:

$$ESC_{TEM} = ESC_{PC} \left[ \frac{A_T}{A_{PC}} \right]^{0.95} \left[ \frac{L_T}{L_{PC}} \right]^{1.3} \left[ \frac{S_T}{S_{PC}} \right]^{0.2} = 0.67963 \times ESC_{PC} \quad (4.1)$$

La expresión 4.1 equivale a:

$$ESC_{PC} = 1.4714 \times ESC_{TEM} \quad (4.2)$$

<sup>11</sup> Los datos de la estación Temascaltepec se consideraron tal cual, ya que la ubicación de ésta con la de la derivación es prácticamente igual, como se demuestra en las áreas de cuenca de ambos sitios, 415.9 y 414.5 km<sup>2</sup> respectivamente.

## EJEMPLO DE APLICACIÓN. PRESA EL TULE.

en donde:

ESC <sub>TEM</sub>	Escurrimiento en la estación Temascaltepec
ESC <sub>PC</sub>	Escurrimiento en la estación Paso del Cobre
A <sub>T</sub>	Área de Temascaltepec (415.9 km <sup>2</sup> )
A <sub>PC</sub>	Área de Paso del Cobre (655.6 km <sup>2</sup> )
L <sub>T</sub>	Lluvia media anual de Temascaltepec (1446.9 mm)
L <sub>PC</sub>	Lluvia media anual de Paso del Cobre (1477.4 mm)
S <sub>T</sub>	Pendiente media de Temascaltepec (5.0197 %)
S <sub>PC</sub>	Pendiente media de Paso del Cobre (3.48 %)

Por otro lado, de la relación establecida por:

$$\frac{A_{CT} \times PMA_T}{A_{PC} \times PMA_{PC}} = 0.8672 \quad (4.3)$$

en donde:

A <sub>CT</sub>	Área cuenca correspondiente a El Tule
A <sub>PC</sub>	Área de Paso del Cobre
PMA <sub>T</sub>	Precipitación media anual de El Tule
PMA <sub>PC</sub>	Precipitación media anual de Paso del Cobre

podemos obtener los ingresos a El Tule por parte de Paso del Cobre, y que al ser afectados por el factor anterior, quedan:

$$\text{Ingresos a El Tule}_{PC} = 0.8672 \times ESC_{PC} \quad (4.4)$$

### Estación Temascaltepec

El periodo de registro de gastos medios diarios con el que se cuenta en dicha estación es el correspondiente a marzo de 1973 a diciembre de 1985 (13 años aproximadamente).

Para obtener los ingresos a El Tule por parte de la estación Temascaltepec, hace falta sustituir la expresión 4.2 en 4.4, esto es:

$$\begin{aligned} \text{Ingresos a El Tule}_{TEM} &= 0.8672 \times 1.4714 \times ESC_{TEM} \\ \text{Ingresos a El Tule}_{TEM} &= 1.276 \times ESC_{TEM} \end{aligned} \quad (4.5)$$

## EJEMPLO DE APLICACIÓN. PRESA EL TULE.

De esta forma, los ingresos totales a El tule por parte de las estaciones mencionadas anteriormente fueron cuantificados como sigue:

1. Para el periodo de junio de 1951 a octubre de 1967

$$\text{Ingresos a El Tule} = \text{ESC}_{\text{PC}} \times 0.8672$$

2. Para el periodo de marzo de 1973 a diciembre de 1985

$$\text{Ingresos a El Tule} = \text{ESC}_{\text{TEM}} \times 1.276$$

en donde:

$\text{ESC}_{\text{PC}}$	Escurrimientos en la estación Paso del Cobre
$\text{ESC}_{\text{TEM}}$	Escurrimientos en la estación Temascaltepec

En el apéndice B se presentan los registros de los escurrimientos medios diarios para las estaciones hidrométricas Temascaltepec y Paso del Cobre, sin considerar la respectiva aplicación del factor de traslación de escurrimientos al sitio de proyecto de la presa El Tule.

### c) Escurrimientos Deducidos

El proyecto Temascaltepec está contemplado para interconectarse con el Sistema Cutzamala, y debido a que se cuenta con datos de entradas a las diversas presas del Cutzamala de 1948 a 1986 (39 años), ha sido necesario generar volúmenes escurridos a la altura de la estación Temascaltepec, para los periodos faltantes, como se describe a continuación.

Se necesita deducir los siguientes periodos de escurrimientos:

1. Enero de 1948 a mayo de 1951.
2. Noviembre de 1967 a febrero de 1973.
3. Año de 1986.

Para el periodo de nov. de 1967 a feb. de 1973, en que no se cuenta con información en Paso del Cobre, ni en Temascaltepec, para completar este periodo se correlacionó Paso del Cobre con suma de A-12 La Comunidad y A-11 Real de Arriba en forma mensual con un coeficiente de correlación de 0.9643, bastante aceptable<sup>12</sup>. En la tabla 4.3 se presentan los volúmenes escurridos mensuales deducidos para dicho periodo.

<sup>12</sup> Comisión Nacional del Agua. Gerencia de Aguas del Valle de México.- Informe del Estudio Hidrológico del Río Temascaltepec. Agosto de 1991.

EJEMPLO DE APLICACIÓN. PRESA EL TULE.

Para el periodo de enero de 1948 a mayo de 1951 y el año de 1986, se efectuó una correlación a nivel anual entre volúmenes escurridos y llovidos en Paso del Cobre del periodo observado de 1952 a 1966, lográndose obtener un coeficiente de correlación bastante aceptable (0.906), con lo que se logró generar los valores anuales faltantes<sup>11</sup>. La tabla 4.4 muestra el valor de los volúmenes mensuales generados para dichos periodos, trasladados también a la estación Temascaltepec.

Para efectos de la simulación mensual, todos los periodos de volúmenes mensuales deducidos serán afectados por el coeficiente de escurrimiento 0.8672 obtenido en la expresión 4.4 (Ingresos a El Tule<sub>PC</sub>). El periodo completo de registros es ahora de 39 años, que será el número de años por simular para el intervalo  $\Delta t = 1$  mes.

ESCURRIMIENTOS DEDUCIDOS. PASO DEL COBRE ( $10^3 \text{ m}^3$ )							
MES	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973
ENE		12,380	10,819	13666	15339	15355	16037
FEB		11,021	7,006	11,105	10,295	11,142	11,892
MAR		9,087	6,938	9,668	11,849	9,608	
ABR		7,052	6,210	7,560	11,540	10,176	
MAY		10,764	6,537	10,943	10,034	14,547	
JUN		14,408	10,936	22,835	21,022	27,329	
JUL		21,757	18,101	33,149	28,320	37,237	
AGO		28,875	32,197	56,416	32,076	45,437	
SEP		36,766	47,950	49,305	58,109	57,459	
OCT		38,111	31,227	48,646	63,028	40,736	
NOV	30,957	20,598	22,056	28,602	28,055	29,005	
DIC	19,372	16,333	16,719	20,024	20,022	22,372	

Tabla 4.3 Escurrimientos deducidos con datos mensuales de Paso del Cobre, A-12 La Comunidad y A-11 Real de Arriba

ESCURRIMIENTOS DEDUCIDOS. PASO DEL COBRE ( $10^3 \text{ m}^3$ )					
MES	1948	1949	1950	1951	1986
ENE	14,737	12,353	16,131	8,483	13,437
FEB	10,959	9,185	11,993	7,109	9,990
MAR	10,272	8,611	11,244	7,910	9,366
ABR	9,560	8,013	10,464	7,634	8,717
MAY	12,600	10,562	13,793	9,772	11,489
JUN	21,393	17,933	23,417		19,506
JUL	29,282	24,546	32,052		26,699
AGO	34,185	28,656	37,419		31,170
SEP	47,908	40,159	52,441		43,682
OCT	40,074	33,592	43,866		36,539
NOV	24,461	20,505	26,775		22,303
DIC	18,489	15,499	20,239		16,859

Tabla 4.4 Escurrimientos deducidos mensuales

## EJEMPLO DE APLICACIÓN. PRESA EL TULE.

Finalmente, la tabla 4.5 muestra los volúmenes de ingresos a la presa El Tule, para el periodo de 39 años (1948 - 1986). Los volúmenes ya se encuentran afectados por el factor de ajuste correspondiente.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1,948	12,779	9,224	8,909	8,290	10,927	18,551	25,392	29,644	41,544	34,751	21,211	16,034
1,949	10,712	7,966	7,466	6,948	9,159	15,551	21,285	24,850	34,825	29,130	17,781	13,441
1,950	13,989	10,399	9,750	9,074	11,961	20,307	27,795	32,449	45,475	38,039	23,219	17,551
1,951	7,356	6,165	6,860	6,620	8,474	11,352	18,755	23,640	28,777	17,828	12,237	8,739
1,952	7,365	6,412	6,186	6,275	9,058	36,403	42,790	37,111	68,786	38,212	20,200	14,142
1,953	10,689	8,174	8,467	7,676	7,949	16,596	23,081	27,723	36,197	30,004	20,601	13,141
1,954	9,523	7,333	7,633	7,531	11,944	25,835	31,788	26,116	47,548	51,583	24,579	14,982
1,955	10,583	7,822	7,170	6,260	7,170	15,139	34,777	44,472	80,393	48,035	24,284	18,440
1,956	13,183	10,708	9,246	9,466	13,690	28,403	30,338	28,087	38,451	26,748	16,921	13,835
1,957	10,274	8,396	8,676	8,136	9,208	13,908	18,982	21,623	29,615	22,250	13,090	10,950
1,958	13,741	9,557	7,987	5,856	9,702	20,885	32,488	27,024	51,474	47,990	50,344	26,400
1,959	22,808	14,124	9,755	10,669	12,779	32,608	33,282	38,954	35,867	62,204	28,187	19,031
1,960	13,869	10,269	9,925	9,588	11,554	12,164	19,777	18,544	27,657	23,805	16,137	12,669
1,961	10,954	8,409	7,924	7,140	8,044	13,254	21,627	22,267	50,620	25,508	15,383	11,810
1,962	9,317	7,340	7,211	7,879	9,194	13,042	12,158	20,600	38,872	25,660	13,325	10,782
1,963	8,567	6,710	7,045	6,580	8,993	15,375	23,777	40,304	49,279	56,442	27,746	16,355
1,964	14,985	9,996	8,402	7,568	10,756	22,622	30,544	28,892	50,613	33,121	19,956	16,349
1,965	11,887	9,388	9,165	9,013	13,378	16,409	22,391	40,146	30,257	32,579	25,253	18,252
1,966	13,588	10,759	11,582	10,803	11,980	14,600	21,877	36,558	32,188	25,434	17,996	14,387
1,967	17,560	10,937	10,967	9,981	13,909	18,447	27,994	28,703	78,066	64,803	26,845	16,778
1,968	10,735	9,244	7,881	6,114	9,335	12,494	18,867	25,039	31,882	33,049	17,861	14,163
1,969	9,383	6,076	6,017	5,384	5,669	9,484	15,696	27,920	41,581	27,079	19,126	14,497
1,970	11,851	9,629	8,384	6,556	9,490	19,802	28,745	48,923	42,756	42,184	24,803	17,364
1,971	13,301	8,928	10,275	10,007	8,701	18,230	24,558	27,815	50,390	54,656	24,328	17,363
1,972	13,316	9,379	8,332	8,824	12,614	23,699	32,290	39,402	49,827	35,325	25,153	19,400
1,973	13,907	10,312	10,739	12,211	15,264	15,813	25,602	40,957	52,121	58,191	32,534	22,936
1,974	17,768	13,270	13,546	12,520	13,675	19,675	30,284	32,717	30,565	27,608	21,722	17,897
1,975	15,233	12,436	9,384	8,022	13,977	20,730	25,254	31,602	39,306	33,860	21,587	16,760
1,976	14,147	12,168	10,734	11,556	12,100	15,966	28,243	31,273	35,745	45,811	25,960	24,783
1,977	16,914	12,132	10,690	10,282	18,718	20,869	26,720	36,949	47,721	28,404	28,423	22,709
1,978	18,097	14,501	14,604	12,202	10,597	23,521	28,041	37,205	37,621	29,336	23,904	19,824
1,979	15,270	12,409	10,301	9,468	12,117	16,756	24,859	35,706	32,166	22,660	18,910	19,755
1,980	19,797	18,297	14,890	10,659	11,351	17,402	21,230	32,653	38,233	32,040	25,444	17,614
1,981	16,084	13,294	14,777	11,875	11,457	24,715	29,930	46,018	42,778	37,664	25,332	18,280
1,982	15,994	11,782	11,865	10,264	14,953	16,561	19,398	23,696	25,086	22,663	16,528	14,324
1,983	13,275	10,203	9,402	6,969	7,915	15,827	31,765	32,385	33,411	22,159	17,301	14,291
1,984	11,947	8,287	7,642	5,944	10,697	16,410	29,105	23,673	34,914	31,868	19,604	14,562
1,985	11,881	9,513	9,381	8,726	13,153	21,031	26,537	30,620	41,877	33,740	24,333	19,627
1,986	11,652	8,663	8,123	7,559	9,962	16,915	23,153	27,030	37,880	31,685	19,340	14,619

Tabla 4.5 Volúmenes de ingreso mensual (miles de m<sup>3</sup>). Presa El Tule

### 4.3.2 EXTRACCIONES A LA PRESA DERIVADORA

Es importante señalar que las principales extracciones realizadas a la presa, corresponden a la capacidad de bombeo de la presa, la cual para el ejemplo de aplicación variará conforme las alternativas de simulación.

Por otro lado se tienen las láminas de evaporación neta, que multiplicadas por el área media de la superficie de agua en el vaso, proporcionan un volumen de evaporación o en caso contrario, un volumen de ingreso por precipitación. Debido a que no se tiene evaporímetro en la zona de proyecto, las láminas utilizadas en este ejemplo fueron tomadas de la presa Valle de Bravo, presa que ya ha trabajado y que se encuentra relativamente cerca del sitio de proyecto, además de que cualitativamente son semejantes. La tabla 4.6 muestra las láminas de evaporación neta para un año completo.

Debido a las características de la zona en el sitio de la presa, los volúmenes por infiltración se consideran nulos.

Los volúmenes correspondientes a derrames, para efectos de la simulación, serán cuantificados durante el transcurso de la misma. Su valor dependerá de las restricciones adoptadas en la simulación.

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
67	101	148	154	93	-74	-107	-91	-90	-11	60	70

Tabla 4.6 Láminas de evaporación neta (mm). Presa Valle de Bravo



### 4.3.3 CURVA ELEVACIONES-CAPACIDADES-ÁREAS

Ambos programas consideran la curva elevaciones - capacidades - áreas de la presa. La curva y los puntos correspondientes se muestran en la gráfica 4.1 y la tabla 4.7 respectivamente.

ELEVACIÓN (m.s.n.m.)	CAPACIDAD (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	ÁREA (Ha)
1,525	97.99	2.95
1,530	392.34	8.83
1,535	1,022.60	16.38
1,540	2,114.61	27.30
1,545	3,840.46	41.74
1,550	6,276.98	55.73
1,555	9,455.74	71.43
1,560	13,379.20	85.51
1,565	18,029.20	100.49
1,570	23,465.40	116.96
1,575	29,700.90	132.46
1,580	36,711.30	147.95
1,585	44,553.70	165.74
1,590	53,300.50	184.13
1,595	62,971.70	202.72
1,600	73,518.40	219.25

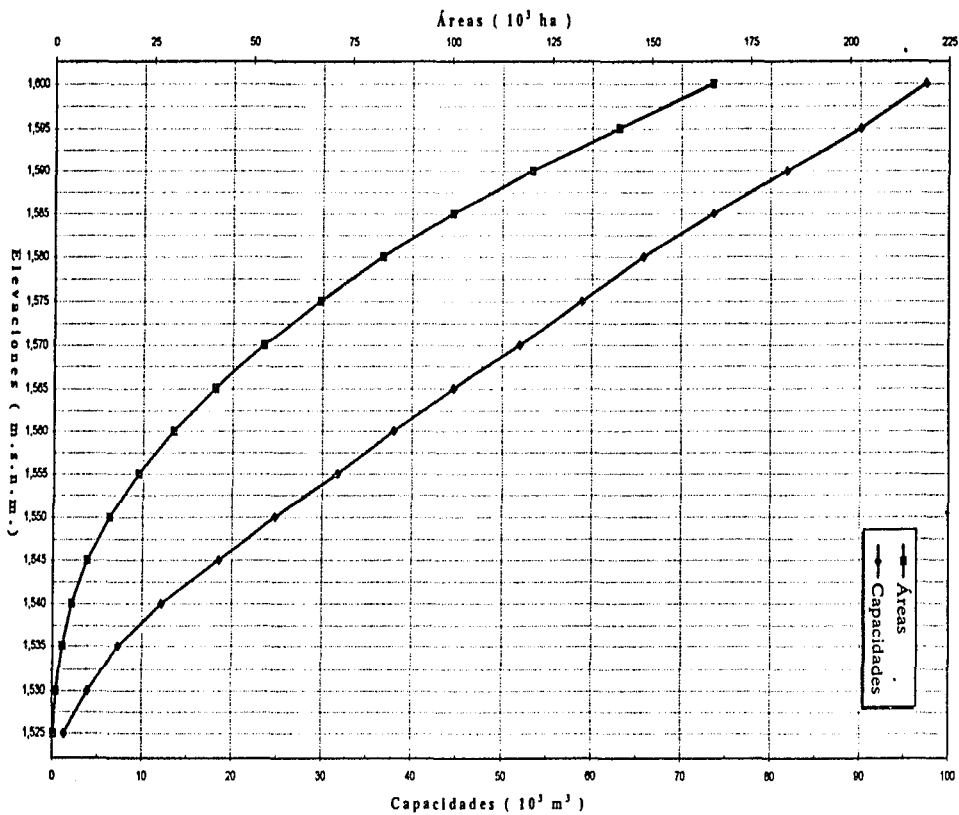
Tabla 4.7 Curva elevaciones-capacidades-áreas de la presa El Tule

### 4.4 SIMULACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DEL VASO. PRESA EL TULE

Es necesario simular el funcionamiento del vaso de la presa perivadora El Tule, con la finalidad de conocer la evolución futura de los volúmenes dentro del vaso. De esta manera, se podrán almacenar y regular volúmenes para que puedan aprovecharse cuando los escurrimientos son escasos, por ejemplo, en temporada de estiaje.

Para obtener mejores resultados en la simulación y al mismo tiempo poder decidir una política de operación adecuada, se han realizado varias alternativas de simulación, es decir, se han considerado variaciones tanto en la capacidad de almacenamiento del vaso, como en el gasto de bombeo demandado.

Como se dijo anteriormente, el periodo de simulación mensual será de 39 años, periodo que se considera adecuado para la determinación de resultados confiables. Las consideraciones y registros utilizados, son los descritos a lo largo de este capítulo.



Gráfica 4.1 Curva Elevaciones - capacidades - áreas

Se simularon diferentes alternativas tanto para intervalos mensuales como diarios, con la finalidad de observar los cambios que produciría la adopción de una u otra política de operación.

Para todos los casos, se inició la simulación en el mes de enero, y por tanto, se consideró un volumen inicial contenido en la presa correspondiente al 80% de la capacidad de almacenamiento del vaso (se consideraría el 100% del volumen inicial, si se hubiera iniciado la simulación en la temporada de lluvia, por ejemplo en el mes de agosto).

En la tabla 4.8 se muestran algunas de las alternativas que se simularon, sin embargo, sólo se incluirá en esta tesis una alternativa completa de simulación mensual. Posteriormente, se mostrará un resumen de los resultados de las demás alternativas.

<b>Alternativas de Simulación Mensual</b>			
Alternativa No.	Capacidad de almacenamiento ( $10^6 \text{ m}^3$ )	Volumen inicial para comenzar la simulación ( $10^6 \text{ m}^3$ )	Gasto de bombeo ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
1	60.00	48.00	7.50
2	60.00	48.00	12.00
3	60.00	48.00	16.00

<b>Alternativas de Simulación Diaria</b>			
Alternativa No.	Capacidad de almacenamiento ( $10^6 \text{ m}^3$ )	Volumen inicial para comenzar la simulación ( $10^6 \text{ m}^3$ )	Gasto de bombeo ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
1	40.00	32.00	16.00
2	30.00	24.00	16.00
3	30.00	24.00	12.00
4	30.00	24.00	8.00
5	20.00	16.00	16.00
6	20.00	16.00	8.00
7	10.00	8.00	16.00
8	5.00	4.00	16.00

**Tabla 4.8 Alternativas de simulación**

Como es bien sabido, el máximo volumen diario o mensual que se pueda extraer de la presa (política de extracción máxima), es función de la capacidad de conducción más adecuada de la presa El Tule. Dicho valor de extracción será el que haga que se tenga un mejor aprovechamiento de los escurrimientos en la medida en que se eviten los derrames al máximo posible.

Por otro lado, y dadas las bajas capacidades de almacenamiento consideradas en las alternativas de simulación diaria (capacidades menores o iguales a 40 millones de m<sup>3</sup>), es importante mencionar que no fue necesario obtener una política óptima de operación como lo debería ser para una capacidad de regulación mayor, puesto que la mejor forma de operar presas de poca regulación, es hacer extracciones tan altas como la capacidad de bombeo lo permita (se minimizan derrames).

Con base en la teoría planteada en el capítulo 2 y en los volúmenes de entrada (ingresos) y demandas requeridas (salidas), se pueden plantear las siguientes restricciones de simulación.

1. Si el almacenamiento inicial mensual o diario (incluye el volumen de ingresos,  $V_{\text{INGRESO}}$ ),  $V_i$ , es menor que la capacidad de bombeo,  $V_{\text{BOM}}$ , el gasto de extracción,  $V_{\text{EXT}}$ , será igual a dicho almacenamiento, es decir:

$$V_{\text{EXT}i} = V_i$$

además de contabilizarse un deficit igual a:

$$V_{\text{DEF}i} = V_{\text{BOM}} - V_i$$

2. Si el almacenamiento  $V_i$  es mayor que  $V_{\text{BOM}}$ , la extracción se iguala a la capacidad de conducción

$$V_{\text{EXT}i} = V_{\text{BOM}}$$

además de registrarse un volumen sobrante que es calculado como:

$$V_s = V_i - V_{\text{EXT}i}$$

y que comparado con la capacidad máxima de almacenamiento,  $V_{\text{MÁX}}$ , se tiene:

- 2.1. Si  $V_s$  es mayor que  $V_{\text{MÁX}}$ , se contabiliza un derrame igual a:

$$V_{\text{DERR}} = V_s - V_{\text{MÁX}}$$

- 2.2. Si  $V_s$  es menor que  $V_{\text{MÁX}}$ , se tiene un almacenamiento inicial contenido en la presa para el siguiente mes o día, que con los ingresos del siguiente mes o día conformarán nuevamente un  $V_i$  (denotado como  $V_{i+1}$  por ser el siguiente periodo de simulación).

$$V_{i+1} = V_s + V_{\text{INGRESO}}$$

De esta manera, se podrán almacenar y regular volúmenes para que puedan aprovecharse cuando los escurrimientos son escasos.

Los resultados que se obtuvieron para cada alternativa de simulación propuestas en la tabla 4.8 pueden observarse en tablas anexas y en gráficas que muestran las diferentes elevaciones que alcanza el nivel del agua, derrames y almacenamientos en el vaso a través del periodo de simulación. Posteriormente se presentará un resumen de resultados que será comentado en el siguiente capítulo.

Para el caso de la simulación mensual (39 años), se presentan los siguientes resultados:

1. Alternativa No. 1

- Simulación mensual (sólo 15 años de cálculos)
- Resumen anual de la simulación
- Curvas: elev. - tiempo, derrame - tiempo y almacenamiento inicial - tiempo

2. Alternativas Nos. 2 y 3

- Resumen anual de la simulaciones
- Curvas: elev. - tiempo, derrame - tiempo y almacenamiento inicial - tiempo

Para el caso de la simulación diaria (16 años), se presentan los siguientes resultados:

1. Alternativas Nos. 1, 2 y 3

- Resumen mensual de almacenamientos y elevaciones iniciales
- Resumen anual de la simulación
- Curvas: elev. - tiempo, derrame - tiempo y almacenamiento inicial - tiempo

2. Alternativa No. 4

- Resumen mensual de la simulación
- Resumen mensual de almacenamientos y elevaciones iniciales
- Resumen anual de la simulación
- Curvas: elev. - tiempo, derrame - tiempo y almacenamiento inicial - tiempo

3. Alternativas Nos. 5, 6, 7 y 8

- Resumen anual de la simulación
- Curvas: elev. - tiempo, derrame - tiempo y almacenamiento inicial - tiempo

## SIMULACION MENSUAL, PRESA DERIVADORA EL TULE. ALTERNATIVA 1

GASTO DE BOMBEO (M3/S) : 7.50

CAP. MAX. ALMACENAM. DE LA PRESA (10<sup>6</sup> M3) : 60CAP. MIN. ALMACENAM. DE LA PRESA (10<sup>6</sup> M3) : 0.10VOL. INIC. CONTENIDO EN LA PRESA (10<sup>6</sup> M3) : 48

AÑO	MES	INGRESOS (10 <sup>7</sup> m <sup>3</sup> )	ALM.INI (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	ELEV.INI (msnm)	SUP.MED (Ha)	EVAP.NET (mm)	V.EVAP.MED (10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> )	SALIDAS (10 <sup>7</sup> m <sup>3</sup> )	DERRAME (10 <sup>7</sup> m <sup>3</sup> )	DEFICIT (10 <sup>7</sup> m <sup>3</sup> )	VOL.FIN (10 <sup>7</sup> m <sup>3</sup> )
1948	ENE	12,779	48,000.0	1,507.0	164.87	67	0.1105	20,088.0	0.0	0.0	40,591.0
	FEB	9,224	40,591.0	1,582.5	145.96	101	0.1474	18,792.0	0.0	0.0	30,923.0
	MAR	8,909	30,923.0	1,575.9	120.27	148	0.1780	20,088.0	0.0	0.0	19,644.0
	ABR	8,290	19,644.0	1,566.5	85.78	154	0.1321	19,440.0	0.0	0.0	8,394.0
	MAY	10,927	8,394.0	1,553.3	34.59	93	0.0322	19,221.0	0.0	867.0	100.0
	JUN	18,551	100.0	1,525.0	2.99	-74	-0.0022	18,551.0	0.0	889.0	100.0
	JUL	25,392	100.0	1,525.0	26.37	-107	-0.0284	20,088.0	0.0	0.0	5,304.0
	AGO	29,644	5,304.0	1,548.0	70.05	-91	-0.0637	20,088.0	0.0	0.0	14,760.0
	SEP	41,544	14,760.0	1,561.5	119.01	-90	-0.1071	19,440.0	0.0	0.0	36,764.0
	OCT	34,751	36,764.0	1,580.0	164.03	-11	-0.0180	20,088.0	0.0	0.0	51,327.0
	NOV	21,211	51,327.0	1,588.9	181.74	60	0.1090	19,440.0	0.0	0.0	52,998.0
	DIC	16,034	52,998.0	1,589.8	179.13	70	0.1254	20,088.0	0.0	0.0	48,844.0
1949	ENE	10,712	48,844.0	1,587.5	164.37	67	0.1101	20,088.0	0.0	0.0	39,368.0
	FEB	7,966	39,368.0	1,581.7	142.46	101	0.1439	18,144.0	0.0	0.0	29,090.0
	MAR	7,466	29,090.0	1,574.5	113.04	148	0.1673	20,088.0	0.0	0.0	16,368.0
	ABR	6,948	16,368.0	1,563.2	68.17	154	0.1050	19,440.0	0.0	0.0	3,776.0
	MAY	9,159	3,776.0	1,544.8	22.10	93	0.0205	12,835.0	0.0	7,253.0	100.0
	JUN	15,551	100.0	1,525.0	2.99	-74	-0.0022	15,551.0	0.0	3,889.0	100.0
	JUL	21,285	100.0	1,525.0	10.56	-107	-0.0113	20,088.0	0.0	0.0	1,197.0
	AGO	24,850	1,197.0	1,535.8	35.73	-91	-0.0325	20,088.0	0.0	0.0	5,859.0
	SEP	34,825	5,859.0	1,549.1	81.63	-90	-0.0735	19,440.0	0.0	0.0	21,144.0
	OCT	29,130	21,144.0	1,567.9	121.62	-11	-0.0134	20,088.0	0.0	0.0	30,086.0
	NOV	17,781	30,086.0	1,575.3	131.18	60	0.0787	19,440.0	0.0	0.0	28,327.0
	DIC	13,441	28,327.0	1,573.9	120.15	70	0.0841	20,088.0	0.0	0.0	21,580.0
1950	ENE	13,989	21,580.0	1,568.3	101.60	67	0.0681	20,088.0	0.0	0.0	15,381.0
	FEB	10,399	15,381.0	1,562.2	76.95	101	0.0777	18,144.0	0.0	0.0	7,536.0
	MAR	9,750	7,536.0	1,552.0	32.47	148	0.0481	17,866.0	0.0	2,902.0	100.0
	ABR	9,074	100.0	1,525.0	2.99	154	0.0046	9,074.0	0.0	10,366.0	100.0
	MAY	11,961	100.0	1,525.0	2.99	93	0.0028	11,961.0	0.0	8,127.0	100.0
	JUN	20,307	100.0	1,525.0	8.75	-74	-0.0065	19,440.0	0.0	0.0	867.0
	JUL	27,795	867.0	1,533.8	40.55	-107	-0.0434	20,088.0	0.0	0.0	8,474.0
	AGO	32,449	8,474.0	1,553.5	87.63	-91	-0.0797	20,088.0	0.0	0.0	20,735.0
	SEP	45,475	20,735.0	1,567.5	139.44	-90	-0.1255	19,440.0	0.0	0.0	46,670.0
	OCT	38,039	46,670.0	1,586.2	183.60	-11	-0.0202	20,088.0	4,521.0	0.0	60,000.0
	NOV	23,219	60,000.0	1,583.5	197.01	60	0.1182	19,440.0	3,679.0	0.0	60,000.0
	DIC	17,551	60,000.0	1,593.5	194.47	70	0.1361	20,088.0	0.0	0.0	57,363.0
1951	ENE	7,356	57,363.0	1,592.1	178.81	67	0.1198	20,088.0	0.0	0.0	44,531.0
	FEB	6,165	44,531.0	1,585.0	152.11	101	0.1536	18,144.0	0.0	0.0	32,452.0
	MAR	6,860	32,452.0	1,577.0	121.17	148	0.1793	20,088.0	0.0	0.0	19,124.0
	ABR	6,620	19,124.0	1,566.0	79.56	154	0.1225	19,440.0	0.0	0.0	6,204.0
	MAY	8,474	6,204.0	1,549.9	29.15	93	0.0271	14,578.0	0.0	0.0	6,204.0
	JUN	11,352	100.0	1,525.0	2.99	-74	-0.0022	11,352.0	0.0	5,510.0	100.0
	JUL	18,755	100.0	1,525.0	2.99	-107	-0.0032	18,755.0	0.0	8,085.0	100.0
	AGO	23,640	100.0	1,525.0	21.16	-91	-0.0193	20,088.0	0.0	0.0	1,333.0
	SEP	28,777	3,552.0	1,544.2	61.36	-90	-0.0552	19,440.0	0.0	0.0	12,789.0
	OCT	17,828	12,789.0	1,559.2	79.16	-11	-0.0087	20,088.0	0.0	0.0	10,429.0
	NOV	12,237	10,429.0	1,556.2	55.34	60	0.0332	19,440.0	0.0	0.0	3,126.0
	DIC	8,739	3,126.0	1,542.9	19.38	70	0.0136	11,765.0	0.0	8,323.0	100.0
1952	ENE	7,365	100.0	1,525.0	2.99	67	0.0020	7,365.0	0.0	5,510.0	100.0
	FEB	6,412	100.0	1,525.0	2.99	101	0.0030	6,412.0	0.0	12,380.0	100.0
	MAR	6,186	100.0	1,525.0	2.99	148	0.0044	6,186.0	0.0	13,902.0	100.0
	ABR	6,275	100.0	1,525.0	2.99	154	0.0046	6,275.0	0.0	13,165.0	100.0
	MAY	9,058	100.0	1,525.0	2.99	93	0.0028	9,058.0	0.0	11,030.0	100.0
	JUN	36,403	100.0	1,525.0	50.02	-74	-0.0370	19,440.0	0.0	0.0	16,963.0
	JUL	42,790	16,963.0	1,563.9	125.74	-107	-0.1345	20,088.0	0.0	0.0	39,565.0
	AGO	37,111	39,565.0	1,581.8	172.34	-91	-0.1568	20,088.0	0.0	0.0	56,488.0
	SEP	68,786	56,488.0	1,591.6	193.63	-90	-0.1743	19,440.0	45,734.0	0.0	60,000.0
	OCT	38,212	60,000.0	1,593.5	197.01	-11	-0.0217	20,088.0	18,024.0	0.0	60,000.0
	NOV	20,200	60,000.0	1,593.5	197.01	60	0.1182	19,440.0	660.0	0.0	60,000.0
	DIC	14,142	60,000.0	1,593.5	191.20	70	0.1338	20,088.0	0.0	0.0	53,954.0

## SIMULACION MENSUAL. PRESA EL TULE

SIMULACION MENSUAL, PRESA DERIVADORA EL TULE. ALTERNATIVA 1  
 GASTO DE BOMBEO (M3/S) : 7.50  
 CAP. MAX. ALMACENAM. DE LA PRESA (10<sup>6</sup> M3) : 60  
 CAP. MIN. ALMACENAM. DE LA PRESA (10<sup>6</sup> M3) : 0.10  
 VOL. INIC. CONTENIDO EN LA PRESA (10<sup>6</sup> M3) : 48 .

AÑO	MES	INGRESOS (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	ALM.INI (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	ELEV.INI (msnm)	SUP.MED (lla)	EVAP.NET (mm)	V.EVAP.MED (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	SALIDAS (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	DERRAME (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	DEFICIT (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	VOL.FIN (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )
1953	ENE	10.689	23.94.0	1.590.3	175.45	67	0.1176	20,088.0	0.0	0.0	44,455.0
	FEB	8.174	44,455.0	1.584.9	154.16	101	0.1357	18,144.0	0.0	0.0	34,355.0
	MAR	8.467	34,355.0	1.578.3	128.67	148	0.1904	20,088.0	0.0	0.0	22,664.0
	ABR	7.676	22,664.0	1.569.3	95.39	154	0.1469	19,440.0	0.0	0.0	10,800.0
	MAY	7.949	10,800.0	1.556.7	39.62	93	0.0368	18,649.0	0.0	1,439.0	100.0
	JUN	16.596	100.0	1.525.0	2.99	-74	-0.0022	16,596.0	0.0	2,844.0	100.0
	JUL	23.081	100.0	1.525.0	18.82	-107	-0.0201	20,088.0	0.0	0.0	2,993.0
	AGO	7.723	2,993.0	1.542.5	54.96	-91	-0.0500	20,088.0	0.0	0.0	10,528.0
	SEP	36.197	10,528.0	1.556.4	100.74	-90	-0.0907	19,440.0	0.0	0.0	27,185.0
	OCT	30.004	27,185.0	1.573.0	137.41	-11	-0.0151	20,088.0	0.0	0.0	37,001.0
	NOV	20.601	37,001.0	1.580.9	149.81	60	0.0899	19,440.0	0.0	0.0	38,062.0
	DIC	13.141	38,062.0	1.580.9	121.44	70	0.1002	20,088.0	0.0	0.0	31,015.0
1954	ENE	9.523	31,015.0	1.575.9	89.43	67	0.0814	20,088.0	0.0	0.0	20,350.0
	FEB	7.333	20,350.0	1.567.1	61.43	101	0.0903	18,144.0	0.0	0.0	9,439.0
	MAR	7.633	9,439.0	1.555.0	37.17	148	0.0903	18,144.0	0.0	0.0	9,439.0
	ABR	7.531	100.0	1.525.0	2.99	154	0.0046	16,972.0	0.0	3,116.0	100.0
	MAY	11.944	100.0	1.525.0	2.99	93	0.0028	11,944.0	0.0	11,909.0	100.0
	JUN	25.835	100.0	1.525.0	2.99	-74	-0.0219	19,440.0	0.0	8,144.0	100.0
	JUL	31.785	6,395.0	1.550.2	78.35	-107	-0.0838	20,088.0	0.0	0.0	6,395.0
	AGO	26.116	17,995.0	1.550.2	109.24	-91	-0.0994	20,088.0	0.0	0.0	17,995.0
	SEP	47.548	23,923.0	1.570.4	149.67	-90	-0.1347	19,440.0	0.0	0.0	23,923.0
	OCT	51.583	51,931.0	1.589.2	189.13	-11	-0.0208	20,088.0	0.0	0.0	51,931.0
	NOV	24.579	60,000.0	1.593.5	197.01	60	0.1182	19,440.0	23,326.0	0.0	60,000.0
	DIC	14.982	60,000.0	1.593.5	192.00	70	0.1344	20,088.0	5,039.0	0.0	60,000.0
1955	ENE	10.585	54,794.0	1.590.8	177.04	67	0.1186	20,088.0	0.0	0.0	54,794.0
	FEB	7.822	45,189.0	1.585.4	155.36	101	0.1569	18,144.0	0.0	0.0	45,189.0
	MAR	7.170	34,767.0	1.578.6	127.71	148	0.1890	20,088.0	0.0	0.0	34,767.0
	ABR	6.260	21,749.0	1.568.4	89.16	154	0.1373	19,440.0	0.0	0.0	21,749.0
	MAY	7.170	8,469.0	1.553.4	34.77	93	0.0323	15,539.0	0.0	8,469.0	100.0
	JUN	15.139	100.0	1.525.0	2.99	-74	-0.0022	15,139.0	0.0	4,549.0	100.0
	JUL	34.777	100.0	1.525.0	46.36	-107	-0.0496	20,088.0	0.0	4,301.0	100.0
	AGO	44.472	14,689.0	1.561.4	121.41	-91	-0.1105	20,088.0	0.0	0.0	14,689.0
	SEP	80.393	38,973.0	1.581.4	175.04	-90	-0.1515	19,440.0	0.0	0.0	38,973.0
	OCT	48.035	60,000.0	1.593.5	197.01	-11	-0.0217	20,088.0	39,826.0	0.0	60,000.0
	NOV	24.284	60,000.0	1.593.5	197.01	60	0.1182	19,440.0	27,847.0	0.0	60,000.0
	DIC	18.440	60,000.0	1.593.5	195.33	70	0.1367	20,088.0	4,744.0	0.0	60,000.0
1956	ENE	13.183	58,252.0	1.593.5	186.73	67	0.1251	20,088.0	0.0	0.0	58,252.0
	FEB	10.708	51,247.0	1.588.8	171.09	101	0.1728	18,792.0	0.0	0.0	51,247.0
	MAR	9.246	43,063.0	1.584.0	150.08	148	0.2221	20,088.0	0.0	0.0	43,063.0
	ABR	9.466	32,121.0	1.576.7	125.24	154	0.1929	20,088.0	0.0	0.0	32,121.0
	MAY	13.690	22,047.0	1.568.7	102.58	93	0.0954	19,440.0	0.0	0.0	22,047.0
	JUN	28.403	15,549.0	1.562.3	105.91	-74	-0.0784	20,088.0	0.0	0.0	15,549.0
	JUL	30.338	24,412.0	1.570.8	131.26	-107	-0.1404	20,088.0	0.0	0.0	24,412.0
	AGO	28,087	34,562.0	1.578.5	152.10	-91	-0.1384	20,088.0	0.0	0.0	34,562.0
	SEP	38,451	42,461.0	1.583.7	179.00	-90	-0.1611	19,440.0	1,372.0	0.0	42,461.0
	OCT	26,748	60,000.0	1.593.5	194.49	-11	-0.0217	20,088.0	6,560.0	0.0	60,000.0
	NOV	16,921	60,000.0	1.593.5	185.66	60	0.1167	19,440.0	0.0	0.0	57,381.0
	DIC	13,835	57,381.0	1.592.1	168.64	70	0.1300	20,088.0	0.0	0.0	51,028.0
1957	ENE	10,274	51,028.0	1.588.7	146.93	67	0.1120	20,088.0	0.0	0.0	51,028.0
	FEB	8,396	41,114.0	1.582.8	146.93	101	0.1484	18,144.0	0.0	0.0	41,114.0
	MAR	8,676	31,266.0	1.576.1	120.82	148	0.1788	20,088.0	0.0	0.0	31,266.0
	ABR	8,136	19,754.0	1.566.6	85.84	154	0.1322	19,440.0	0.0	0.0	19,754.0
	MAY	9,208	8,350.0	1.553.3	34.48	93	0.0321	17,458.0	0.0	0.0	8,350.0
	JUN	13,908	100.0	1.525.0	2.99	-74	-0.0022	13,908.0	0.0	2,630.0	100.0
	JUL	18,982	100.0	1.525.0	2.99	-107	-0.0032	18,982.0	0.0	5,532.0	100.0
	AGO	21,623	100.0	1.525.0	12.25	-91	-0.0111	20,088.0	0.0	1,106.0	100.0
	SEP	29,615	1,535.0	1.537.3	50.33	-90	-0.0453	19,440.0	0.0	0.0	1,535.0
	OCT	22,250	11,610.0	1.557.7	82.81	-11	-0.0091	20,088.0	0.0	0.0	11,610.0
	NOV	13,090	13,672.0	1.560.3	73.43	60	0.0441	19,440.0	0.0	0.0	13,672.0
	DIC	10,950	7,222.0	1.551.5	31.69	70	0.0222	18,072.0	0.0	2,016.0	100.0

## SIMULACIÓN MENSUAL. PRESA EL TULE

SIMULACION MENSUAL, PRESA DERIVADORA EL TULE. ALTERNATIVA 1  
 GASTO DE BOMBEO (M3/S) : 7.50  
 CAP. MAX. ALMACENAM. DE LA PRESA (10<sup>6</sup> M3) : 60  
 CAP. MIN. ALMACENAM. DE LA PRESA (10<sup>6</sup> M3) : 0  
 VOL. INIC. CONTENIDO EN LA PRESA (10<sup>6</sup> M3) : 48

AÑO	MES	INGRESOS (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	ALM.INI (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	ELEV.INI (masnm)	SUP.MED (Ha)	EVAP.NET (mm)	V.EVAP.MED (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	SALIDAS (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	DERRAME (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	DEFICIT (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	VOL.FIN (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )
1958	ENE	13,741	100.0	1,525.0	2.99						
	FEB	9,557	100.0	1,525.0	2.99	67	0.0020	13,741.0		6,347.0	100.0
	MAR	7,987	100.0	1,525.0	2.99	101	0.0030	9,557.0	0.0	8,587.0	100.0
	ABR	5,856	100.0	1,525.0	2.99	148	0.0044	7,987.0	0.0	12,101.0	100.0
	MAY	9,702	100.0	1,525.0	2.99	93	0.0046	5,856.0	0.0	13,584.0	100.0
	JUN	20,885	100.0	1,525.0	11.80	-74	-0.0028	9,702.0	0.0	10,386.0	100.0
	JUL	32,488	1,445.0	1,536.9	53.65	-107	-0.0574	19,440.0	0.0	0.0	1,445.0
	AGO	27,024	13,745.0	1,560.4	97.45	-91	-0.0887	20,088.0	0.0	0.0	13,745.0
	SEP	51,474	20,581.0	1,567.3	145.35	-90	-0.1308	19,440.0	0.0	0.0	20,581.0
	OCT	47,990	52,315.0	1,593.5	189.74	-11	-0.0209	20,088.0	20,317.0	0.0	52,315.0
	NOV	50,344	60,000.0	1,593.5	197.01	60	0.1182	19,440.0	30,804.0	0.0	60,000.0
	DIC	26,400	60,000.0	1,593.5	197.01	70	0.1379	20,088.0	0.0	0.0	60,000.0
1959	ENE	22,808	60,000.0	1,593.5	197.01	67	0.1320	20,088.0	6,212.0	0.0	60,000.0
	FEB	14,124	60,000.0	1,593.5	193.05	101	0.1050	18,144.0	0.0	0.0	60,000.0
	MAR	9,755	55,880.0	1,591.3	178.35	148	0.2640	20,088.0	0.0	0.0	55,880.0
	ABR	10,669	45,447.0	1,585.5	157.63	154	0.2428	19,440.0	0.0	0.0	45,447.0
	MAY	12,779	36,576.0	1,579.9	139.39	93	0.1296	20,088.0	0.0	0.0	36,576.0
	JUN	32,608	29,167.0	1,574.6	145.81	-74	-0.1079	19,440.0	0.0	0.0	29,167.0
	JUL	33,282	42,235.0	1,583.5	174.25	-107	-0.1863	20,088.0	0.0	0.0	42,235.0
	AGO	38,954	55,329.0	1,591.0	192.52	-91	-0.1752	20,088.0	0.0	0.0	55,329.0
	SEP	35,867	60,000.0	1,593.5	197.01	-90	-0.1773	19,440.0	14,095.0	0.0	60,000.0
	OCT	62,204	60,000.0	1,593.5	197.01	-11	-0.0217	20,088.0	16,327.0	0.0	60,000.0
	NOV	28,187	60,000.0	1,593.5	197.01	60	-0.0216	19,440.0	42,016.0	0.0	60,000.0
	DIC	19,031	60,000.0	1,593.5	195.90	70	0.1371	20,088.0	8,647.0	0.0	60,000.0
1960	ENE	13,869	58,843.0	1,592.9	188.64	67	0.1264	20,088.0	0.0	0.0	58,843.0
	FEB	10,269	52,524.0	1,589.6	173.38	101	0.1751	18,792.0	0.0	0.0	52,524.0
	MAR	9,925	43,901.0	1,584.6	152.71	148	0.2260	20,088.0	0.0	0.0	43,901.0
	ABR	9,588	33,638.0	1,577.8	129.33	154	0.1992	19,440.0	0.0	0.0	33,638.0
	MAY	11,554	23,686.0	1,570.2	104.20	93	0.0969	20,088.0	0.0	0.0	23,686.0
	JUN	12,164	15,052.0	1,561.8	76.77	-74	-0.0568	19,440.0	0.0	0.0	15,052.0
	JUL	19,777	7,676.0	1,552.2	61.62	-107	-0.0659	20,088.0	0.0	0.0	7,676.0
	AGO	18,544	7,265.0	1,551.6	56.29	-91	-0.0512	20,088.0	0.0	0.0	7,265.0
	SEP	27,657	5,621.0	1,548.7	69.31	-90	-0.0624	20,088.0	0.0	0.0	5,621.0
	OCT	23,805	13,738.0	1,560.4	92.49	-11	-0.0102	20,088.0	0.0	0.0	13,738.0
	NOV	16,137	17,355.0	1,560.6	92.84	60	0.0557	19,440.0	0.0	0.0	17,355.0
	DIC	12,669	13,952.0	1,564.3	71.93	70	0.0503	20,088.0	0.0	0.0	13,952.0
1961	ENE	10,954	6,433.0	1,550.2	29.75	67	0.0199	17,287.0	0.0	0.0	6,433.0
	FEB	8,409	100.0	1,525.0	2.99	101	0.0030	8,409.0	0.0	2,801.0	100.0
	MAR	7,924	100.0	1,525.0	2.99	148	0.0044	8,409.0	0.0	9,735.0	100.0
	ABR	7,140	100.0	1,525.0	2.99	154	0.0044	7,924.0	0.0	12,164.0	100.0
	MAY	8,044	100.0	1,525.0	2.99	93	0.0046	7,140.0	0.0	12,300.0	100.0
	JUN	13,254	100.0	1,525.0	2.99	-74	-0.0028	8,044.0	0.0	12,044.0	100.0
	JUL	21,627	100.0	1,525.0	2.99	-107	-0.0131	13,254.0	0.0	6,186.0	100.0
	AGO	22,267	1,539.0	1,537.4	30.71	-91	-0.0279	20,088.0	0.0	0.0	1,539.0
	SEP	50,620	3,618.0	1,544.4	91.69	-90	-0.0825	19,440.0	0.0	0.0	3,618.0
	OCT	25,508	34,698.0	1,578.6	149.48	60	-0.0164	20,088.0	0.0	0.0	34,698.0
	NOV	15,383	40,018.0	1,582.1	150.76	-11	0.0905	19,440.0	0.0	0.0	40,018.0
	DIC	11,810	35,861.0	1,579.4	136.51	70	0.0956	20,088.0	0.0	0.0	35,861.0
1962	ENE	9,317	27,483.0	1,573.2	111.44	67	0.0747	20,088.0	0.0	0.0	27,483.0
	FEB	7,340	16,612.0	1,563.5	74.19	101	0.0749	18,144.0	0.0	0.0	16,612.0
	MAR	7,211	5,708.0	1,548.8	27.73	148	0.0410	12,819.0	0.0	7,269.0	100.0
	ABR	7,879	100.0	1,525.0	2.99	154	0.0046	7,879.0	0.0	11,561.0	100.0
	MAY	9,194	100.0	1,525.0	2.99	93	0.0028	9,194.0	0.0	10,894.0	100.0
	JUN	13,042	100.0	1,525.0	2.99	-74	-0.0022	13,042.0	0.0	6,398.0	100.0
	JUL	12,158	100.0	1,525.0	2.99	-107	-0.0032	12,158.0	0.0	7,930.0	100.0
	AGO	20,600	100.0	1,525.0	6.63	-91	-0.0360	20,088.0	0.0	0.0	100.0
	SEP	38,872	512.0	1,530.9	58.13	-90	-0.0823	19,440.0	0.0	0.0	512.0
	OCT	25,660	19,844.0	1,566.7	113.77	-11	-0.0125	20,088.0	0.0	0.0	19,844.0
	NOV	13,325	25,316.0	1,571.5	112.65	60	0.0676	19,440.0	0.0	0.0	25,316.0
	DIC	10,782	19,101.0	1,566.0	88.01	70	0.0616	20,088.0	0.0	0.0	19,101.0



RESUMEN ANUAL DE LA SIMULACION, PRESA DERIVADORA EL TULE  
ALTERNATIVA-1

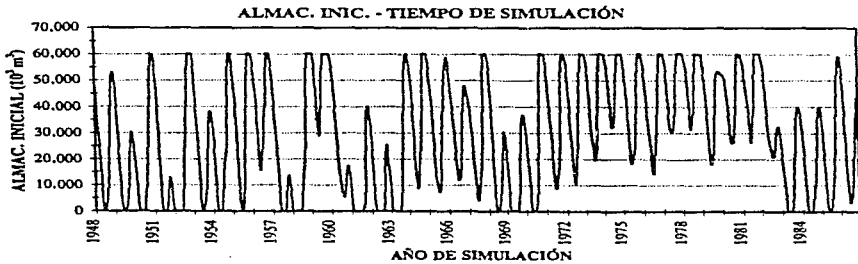
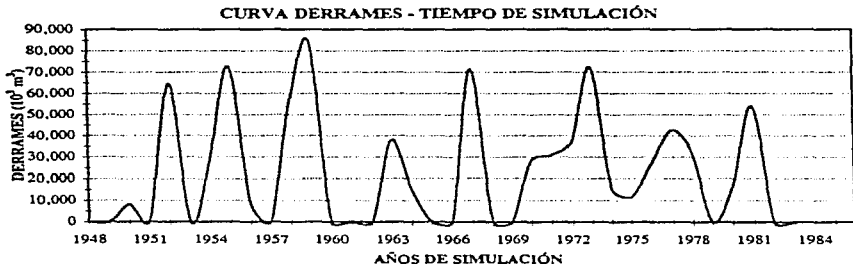
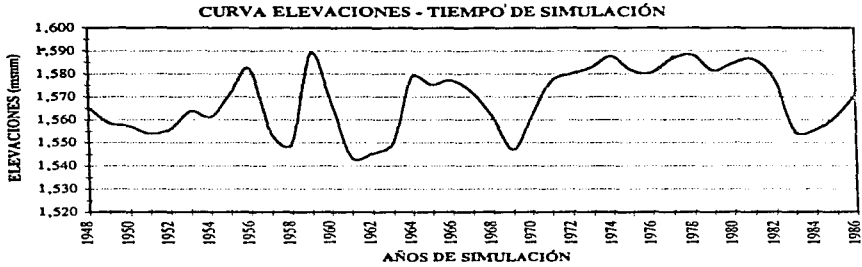
GASTO DE BOMBEO (M3/S) : 7.50

CAP. MAX. ALMACENAM. DE LA PRESA ( $10^6$  M3) : 60CAP. MIN. ALMACENAM. DE LA PRESA ( $10^6$  M3) : 0.10VOL. INIC. CONTENIDO EN LA PRESA ( $10^6$  M3) : 48

PROMEDIO MENSUAL: INGRESOS, SALIDAS Y ELEVACIONES

SUMA DE VOLUMENES: DERRAME Y DEFICIT

ANO	INGRESOS ( $10^3$ m <sup>3</sup> )	SALIDAS ( $10^3$ m <sup>3</sup> )	ELEVACION (msnm)	DERRAME ( $10^3$ m <sup>3</sup> )	DEFICIT ( $10^3$ m <sup>3</sup> )
1948	19,771.33	19,617.67	1,565.28	0.0	1,756.0
1949	16,592.83	18,781.50	1,558.64	0.0	11,142.0
1950	21,667.33	17,927.08	1,557.11	8,200.0	21,395.0
1951	13,066.92	17,772.17	1,553.97	0.0	23,254.0
1952	24,411.67	14,497.33	1,555.66	64,418.0	63,200.0
1953	17,524.83	19,353.08	1,563.55	0.0	4,283.0
1954	22,199.58	17,779.25	1,561.23	28,365.0	23,169.0
1955	25,378.75	18,972.50	1,570.83	72,417.0	8,850.0
1956	19,923.00	19,764.00	1,582.09	7,932.0	0.0
1957	14,592.33	18,769.67	1,554.12	0.0	0.0
1958	25,287.33	15,459.58	1,549.28	57,333.0	11,284.0
1959	26,689.00	19,710.00	1,588.89	83,705.0	51,005.0
1960	15,496.50	19,764.00	1,567.87	0.0	0.0
1961	16,911.67	15,107.50	1,543.52	0.0	0.0
1962	14,615.00	16,039.00	1,545.48	0.0	55,230.0
1963	22,264.42	15,174.75	1,549.78	0.0	44,052.0
1964	21,150.33	19,764.00	1,578.48	38,004.0	54,423.0
1965	19,843.17	19,710.00	1,575.11	15,442.0	0.0
1966	18,479.33	19,710.00	1,577.26	0.0	0.0
1967	27,084.17	19,710.00	1,572.23	0.0	0.0
1968	16,388.67	19,152.00	1,561.10	71,271.0	0.0
1969	15,659.33	14,925.25	1,547.03	0.0	7,344.0
1970	22,540.58	17,903.42	1,561.56	0.0	57,417.0
1971	22,379.33	19,710.00	1,576.65	28,129.0	21,679.0
1972	23,130.08	19,764.00	1,579.96	30,833.0	0.0
1973	25,882.25	19,710.00	1,582.89	37,156.0	0.0
1974	20,937.25	19,710.00	1,587.64	72,079.0	0.0
1975	20,679.25	19,710.00	1,581.62	15,818.0	0.0
1976	22,373.83	19,764.00	1,581.62	11,568.0	0.0
1977	23,377.58	19,710.00	1,580.36	26,690.0	0.0
1978	22,454.42	19,710.00	1,586.44	42,811.0	0.0
1979	19,198.08	19,710.00	1,588.36	32,097.0	0.0
1980	21,634.17	19,764.00	1,581.55	0.0	0.0
1981	24,350.33	19,710.00	1,584.50	16,109.0	0.0
1982	16,926.17	19,710.00	1,586.51	53,818.0	0.0
1983	17,957.75	19,710.00	1,577.53	0.0	0.0
1984	17,887.75	17,167.42	1,554.86	0.0	30,511.0
1985	20,868.25	17,660.75	1,555.47	0.0	25,239.0
1986	18,048.42	18,743.33	1,561.25	0.0	11,600.0
		19,710.00	1,570.69	0.0	0.0
Promedio:	20,400.59	18,598.13	Totales:	814,195.0	526,833.0



SIMULACIÓN MENSUAL. PRESA DERIVADORA EL TULE. ALTERNATIVA 1

RESUMEN ANUAL DE LA SIMULACION, PRESA DERIVADORA EL TULE  
ALTERNATIVA 2

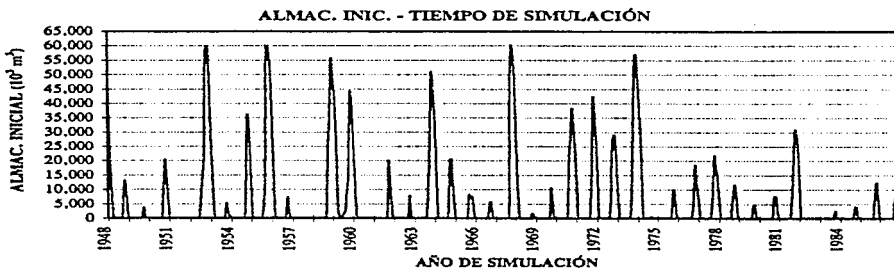
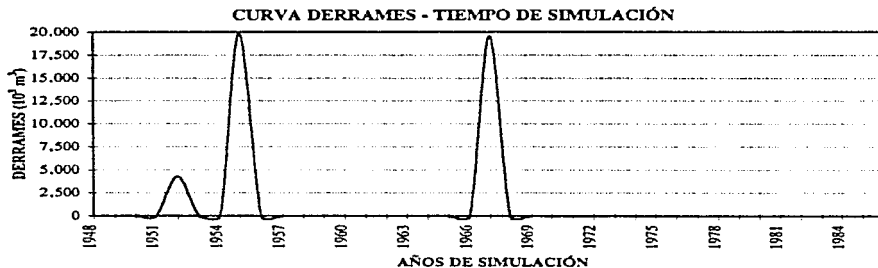
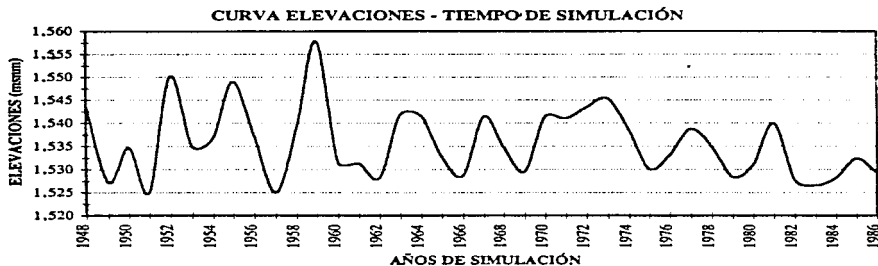
GASTO DE BOMBEO (M3/S) : 12.00

CAP. MAX. ALMACENAM. DE LA PRESA (10<sup>6</sup> M3) : 60CAP. MIN. ALMACENAM. DE LA PRESA (10<sup>6</sup> M3) : 0.10VOL. INIC. CONTENIDO EN LA PRESA (10<sup>6</sup> M3) : 48

PROMEDIO MENSUAL: INGRESOS, SALIDAS Y ELEVACIONES

SUMA DE VOLUMENES: DERRAME Y DEFICIT

ANO	INGRESOS (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	SALIDAS (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	ELEVACION (msnm)	DERRAME (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	DEFICIT (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )
1948	19,771.33	23,721.33	1,543.46	0.0	94,812.8
1949	16,592.83	16,576.17	1,527.23	0.0	179,518.0
1950	21,667.33	21,634.00	1,534.67	0.0	118,824.0
1951	13,066.92	13,066.92	1,525.03	0.0	221,629.0
1952	24,411.67	21,430.93	1,550.16	4,271.6	122,297.6
1953	17,524.83	20,066.27	1,535.06	0.0	137,636.8
1954	22,199.58	21,182.72	1,536.88	0.0	124,239.4
1955	25,378.75	21,393.13	1,549.02	19,850.6	121,714.4
1956	19,923.00	23,154.60	1,537.28	0.0	101,613.6
1957	14,592.33	14,592.33	1,525.03	0.0	203,324.0
1958	25,287.33	21,135.80	1,538.94	0.0	124,802.4
1959	26,689.00	28,419.05	1,557.77	0.0	37,403.4
1960	15,496.50	17,784.65	1,531.54	0.0	166,053.0
1961	16,911.67	16,895.00	1,531.33	0.0	175,692.0
1962	14,615.00	14,598.33	1,528.20	0.0	203,252.0
1963	22,264.42	19,639.78	1,541.68	0.0	142,754.6
1964	21,150.33	23,699.97	1,541.65	0.0	95,069.2
1965	19,843.17	19,809.83	1,532.74	0.0	140,714.0
1966	18,479.33	18,462.67	1,528.73	0.0	156,880.0
1967	27,084.17	22,082.30	1,541.36	19,524.2	113,444.4
1968	16,388.67	19,705.18	1,534.90	0.0	143,006.6
1969	15,659.33	15,642.67	1,529.56	0.0	190,720.0
1970	22,540.58	21,090.62	1,541.28	0.0	125,344.6
1971	22,379.33	22,100.35	1,541.01	0.0	113,227.8
1972	23,130.08	23,890.22	1,543.37	0.0	92,786.2
1973	25,882.25	22,708.68	1,545.27	0.0	105,927.8
1974	20,937.25	24,879.63	1,538.36	0.0	79,876.4
1975	20,679.25	20,654.25	1,530.05	0.0	130,581.0
1976	22,373.83	21,889.72	1,533.05	0.0	116,792.2
1977	23,377.58	23,363.73	1,538.71	0.0	98,067.2
1978	22,454.42	22,844.05	1,534.82	0.0	104,303.4
1979	19,198.08	19,181.42	1,528.41	0.0	148,255.0
1980	21,634.17	21,600.83	1,531.04	0.0	120,258.8
1981	24,350.33	23,396.87	1,539.96	0.0	97,669.6
1982	16,926.17	17,837.97	1,527.70	0.0	164,376.4
1983	17,957.75	17,941.08	1,526.57	0.0	163,139.0
1984	17,887.75	17,871.08	1,528.26	0.0	165,015.8
1985	20,868.25	20,843.25	1,532.40	0.0	128,313.0
1986	18,048.42	18,031.75	1,529.25	0.0	162,051.0
Promedio:	20,400.59	20,379.98	Totales:	43,646.4	5,231,386.4



RESUMEN ANUAL DE LA SIMULACION, PRESA DERIVADORA EL TULE  
ALTERNATIVA 3

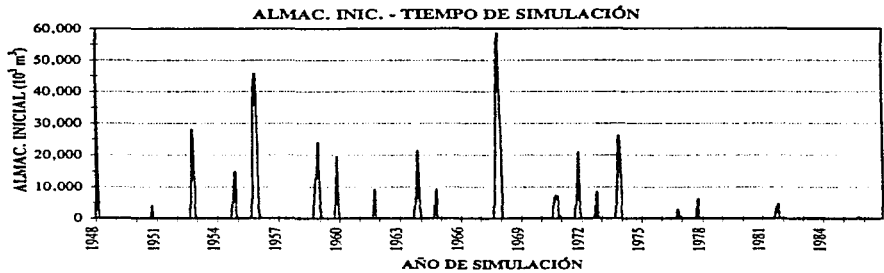
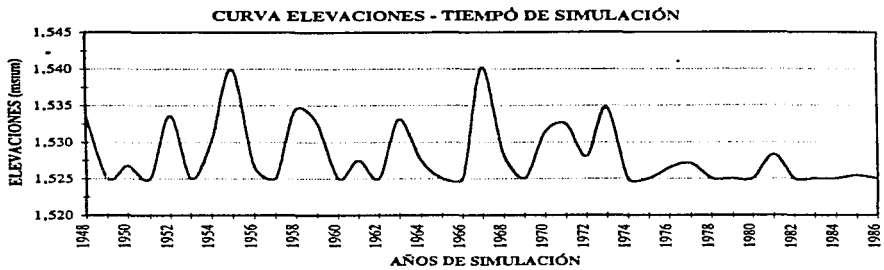
GASTO DE BOMBEO (M3/S) : 16.00

CAP. MAX. ALMACENAM. DE LA PRESA (10<sup>6</sup> M3) : 60CAP. MIN. ALMACENAM. DE LA PRESA (10<sup>6</sup> M3) : 0.10VOL. INIC. CONTENIDO EN LA PRESA (10<sup>6</sup> M3) : 48

PROMEDIO MENSUAL: INGRESOS, SALIDAS Y ELEVACIONES

SUMA DE VOLUMENES: DERRAME Y DEFICIT

ANO	INGRESOS (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	SALIDAS (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	ELEVACION (msnm)	DERRAME (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	DEFICIT (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )
1948	19,771.33	23,746.33	1,533.51	0.0	221,002.4
1949	16,592.83	16,592.83	1,525.03	0.0	305,462.0
1950	21,667.33	21,659.00	1,526.73	0.0	244,668.0
1951	13,066.92	13,066.92	1,525.03	0.0	347,773.0
1952	24,411.67	24,386.67	1,533.62	0.0	213,318.4
1953	17,524.83	17,524.83	1,525.03	0.0	294,278.0
1954	22,199.58	22,182.92	1,530.11	0.0	238,381.0
1955	25,378.75	25,035.69	1,539.98	0.0	204,147.8
1956	19,923.00	20,224.40	1,526.67	0.0	263,265.6
1957	14,592.33	14,592.33	1,525.03	0.0	329,468.0
1958	25,287.33	24,657.73	1,534.42	0.0	208,683.2
1959	26,689.00	27,268.60	1,532.70	0.0	177,352.8
1960	15,496.50	15,496.50	1,525.03	0.0	320,000.4
1961	16,911.67	16,903.33	1,527.49	0.0	301,736.0
1962	14,615.00	14,615.00	1,525.03	0.0	329,196.0
1963	22,264.42	22,239.42	1,533.13	0.0	237,703.0
1964	21,150.33	21,142.00	1,527.49	0.0	252,254.4
1965	19,843.17	19,843.17	1,525.03	0.0	266,458.0
1966	18,479.33	18,479.33	1,525.03	0.0	282,824.0
1967	27,084.17	25,595.90	1,540.20	0.0	197,425.2
1968	16,388.67	17,843.60	1,528.32	0.0	291,835.2
1969	15,659.33	15,651.00	1,525.05	0.0	316,764.0
1970	22,540.58	22,515.58	1,531.39	0.0	234,389.0
1971	22,379.33	22,354.33	1,532.54	0.0	236,324.0
1972	23,130.08	23,113.42	1,528.02	0.0	228,597.4
1973	25,882.25	25,857.25	1,534.79	0.0	194,289.0
1974	20,937.25	20,937.25	1,525.03	0.0	253,329.0
1975	20,679.25	20,679.25	1,525.03	0.0	256,425.0
1976	22,373.83	22,365.50	1,526.48	0.0	237,572.4
1977	23,377.58	23,369.25	1,527.11	0.0	224,145.0
1978	22,454.42	22,454.42	1,525.03	0.0	235,123.0
1979	19,198.08	19,198.08	1,525.03	0.0	274,199.0
1980	21,634.17	21,634.17	1,525.03	0.0	246,348.4
1981	24,350.33	24,333.67	1,528.29	0.0	212,572.0
1982	16,926.17	16,926.17	1,525.03	0.0	301,462.0
1983	17,957.75	17,957.75	1,525.03	0.0	289,083.0
1984	17,887.75	17,887.75	1,525.03	0.0	291,305.4
1985	20,868.25	20,859.92	1,525.46	0.0	254,257.0
1986	18,048.42	18,048.42	1,525.03	0.0	287,995.0
Promedio:	20,400.59	20,493.33	TOTALES:	0.0	10,101,412.0



**Nota:**

Para las condiciones de simulación de la alternativa 3, no se tienen derrames

**SIMULACIÓN MENSUAL. PRESA DERIVADORA EL TULE. ALTERNATIVA 3**

## SIMULACIÓN DIARIA. PRESA EL TULE

RESUMEN DE LA SIMULACION, PRESA DERIVADORA EL TULE. ALTERNATIVA 1  
 GASTO DE BOMBEO (M3/S) : 16.00  
 CAP. MAX. ALMACENAM. DE LA PRESA (10<sup>6</sup> M3) : 40  
 VOL. INIC. CONTENIDO EN LA PRESA (10<sup>6</sup> M3) : 32  
 VALORES INICIALES MENSUALES

AÑO	MES	ALM.INI (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	ELEV.INI (msnm)	AÑO	MES	ALM.INI (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	ELEV.INI (msnm)	AÑO	MES	ALM.INI (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	ELEV.INI (msnm)	AÑO	MES	ALM.INI (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	ELEV.INI (msnm)
1952	ENE	32,000.00	1,576.64	1956	ENE	100.00	1,525.03	1960	ENE	100.00	1,525.03	1964	ENE	100.00	1,525.03
	FEB	100.00	1,525.03		FEB	100.00	1,525.03		FEB	100.00	1,525.03		FEB	100.00	1,525.03
	MAR	100.00	1,525.03		MAR	100.00	1,525.03		MAR	100.00	1,525.03		MAR	100.00	1,525.03
	ABR	100.00	1,525.03		ABR	100.00	1,525.03		ABR	100.00	1,525.03		ABR	100.00	1,525.03
	MAY	100.00	1,525.03		MAY	100.00	1,525.03		MAY	100.00	1,525.03		MAY	100.00	1,525.03
	JUN	100.00	1,525.03		JUN	100.00	1,525.03		JUN	100.00	1,525.03		JUN	100.00	1,525.03
	JUL	100.00	1,525.03		JUL	1,883.46	1,538.94		JUL	100.00	1,525.03		JUL	273.46	1,527.98
	AGO	3,081.53	1,542.80		AGO	100.00	1,525.03		AGO	100.00	1,525.03		AGO	100.00	1,525.03
	SEP	920.00	1,534.19		SEP	100.00	1,525.03		SEP	100.00	1,525.03		SEP	100.00	1,525.03
	OCT	25,234.32	1,571.42		OCT	100.00	1,525.03		OCT	100.00	1,525.03		OCT	8,078.16	1,552.83
	NOV	17,492.13	1,564.42		NOV	100.00	1,525.03		NOV	100.00	1,525.03		NOV	100.00	1,525.03
	DIC	100.00	1,525.03		DIC	100.00	1,525.03		DIC	100.00	1,525.03		DIC	100.00	1,525.03
1953	ENE	100.00	1,525.03	1957	ENE	100.00	1,525.03	1961	ENE	100.00	1,525.03	1965	ENE	100.00	1,525.03
	FEB	100.00	1,525.03		FEB	100.00	1,525.03		FEB	100.00	1,525.03		FEB	100.00	1,525.03
	MAR	100.00	1,525.03		MAR	100.00	1,525.03		MAR	100.00	1,525.03		MAR	100.00	1,525.03
	ABR	100.00	1,525.03		ABR	100.00	1,525.03		ABR	100.00	1,525.03		ABR	100.00	1,525.03
	MAY	100.00	1,525.03		MAY	100.00	1,525.03		MAY	100.00	1,525.03		MAY	100.00	1,525.03
	JUN	100.00	1,525.03		JUN	100.00	1,525.03		JUN	100.00	1,525.03		JUN	100.00	1,525.03
	JUL	100.00	1,525.03		JUL	100.00	1,525.03		JUL	100.00	1,525.03		JUL	100.00	1,525.03
	AGO	100.00	1,525.03		AGO	100.00	1,525.03		AGO	100.00	1,525.03		AGO	100.00	1,525.03
	SEP	100.00	1,525.03		SEP	100.00	1,525.03		SEP	100.00	1,525.03		SEP	1,708.02	1,538.14
	OCT	100.00	1,525.03		OCT	124.73	1,525.45		OCT	10,418.62	1,556.23		OCT	100.00	1,525.03
	NOV	100.00	1,525.03		NOV	100.00	1,525.03		NOV	100.00	1,525.03		NOV	100.00	1,525.03
	DIC	100.00	1,525.03		DIC	100.00	1,525.03		DIC	100.00	1,525.03		DIC	100.00	1,525.03
1954	ENE	100.00	1,525.03	1958	ENE	100.00	1,525.03	1962	ENE	100.00	1,525.03	1966	ENE	100.00	1,525.03
	FEB	100.00	1,525.03		FEB	100.00	1,525.03		FEB	100.00	1,525.03		FEB	100.00	1,525.03
	MAR	100.00	1,525.03		MAR	100.00	1,525.03		MAR	100.00	1,525.03		MAR	100.00	1,525.03
	ABR	100.00	1,525.03		ABR	100.00	1,525.03		ABR	100.00	1,525.03		ABR	100.00	1,525.03
	MAY	100.00	1,525.03		MAY	100.00	1,525.03		MAY	100.00	1,525.03		MAY	100.00	1,525.03
	JUN	100.00	1,525.03		JUN	100.00	1,525.03		JUN	100.00	1,525.03		JUN	100.00	1,525.03
	JUL	100.00	1,525.03		JUL	100.00	1,525.03		JUL	100.00	1,525.03		JUL	100.00	1,525.03
	AGO	100.00	1,525.03		AGO	100.00	1,525.03		AGO	100.00	1,525.03		AGO	100.00	1,525.03
	SEP	100.00	1,525.03		SEP	100.00	1,525.03		SEP	100.00	1,525.03		SEP	59.04	1,530.62
	OCT	6,148.13	1,549.74		OCT	7,520.05	1,551.96		OCT	127.52	1,525.50		OCT	100.00	1,525.03
	NOV	11,776.60	1,557.96		NOV	9,555.32	1,555.13		NOV	100.00	1,525.03		NOV	100.00	1,525.03
	DIC	100.00	1,525.03		DIC	15,427.04	1,562.20		DIC	100.00	1,525.03		DIC	100.00	1,525.03
1955	ENE	100.00	1,525.03	1959	ENE	100.00	1,525.03	1963	ENE	100.00	1,525.03	1967	ENE	100.00	1,525.03
	FEB	100.00	1,525.03		FEB	100.00	1,525.03		FEB	100.00	1,525.03		FEB	100.00	1,525.03
	MAR	100.00	1,525.03		MAR	100.00	1,525.03		MAR	100.00	1,525.03		MAR	100.00	1,525.03
	ABR	100.00	1,525.03		ABR	100.00	1,525.03		ABR	100.00	1,525.03		ABR	100.00	1,525.03
	MAY	100.00	1,525.03		MAY	100.00	1,525.03		MAY	100.00	1,525.03		MAY	100.00	1,525.03
	JUN	100.00	1,525.03		JUN	100.00	1,525.03		JUN	100.00	1,525.03		JUN	100.00	1,525.03
	JUL	100.00	1,525.03		JUL	100.00	1,525.03		JUL	100.00	1,525.03		JUL	100.00	1,525.03
	AGO	5,185.20	1,547.76		AGO	100.00	1,525.03		AGO	100.00	1,525.03		AGO	100.00	1,525.03
	SEP	3,703.30	1,544.60		SEP	100.00	1,525.03		SEP	2,424.22	1,540.90		SEP	100.00	1,525.03
	OCT	39,623.90	1,581.86		OCT	100.00	1,525.03		OCT	7,707.35	1,552.25		OCT	33,693.60	1,577.85
	NOV	37,664.98	1,580.61		NOV	19,351.05	1,566.22		NOV	18,194.79	1,565.15		NOV	39,795.19	1,581.97
	DIC	17,476.74	1,564.41		DIC	3,066.19	1,542.76		DIC	1,468.51	1,537.04		DIC	100.00	1,525.03

**RESUMEN ANUAL DE LA SIMULACION, PRESA DERIVADORA EL TULE  
ALTERNATIVA 1**

**GASTO DE BOMBEO (M3/S) : 16.00**

**CAP. MAX. ALMACENAM. DE LA PRESA (10<sup>6</sup> M3) : 40**

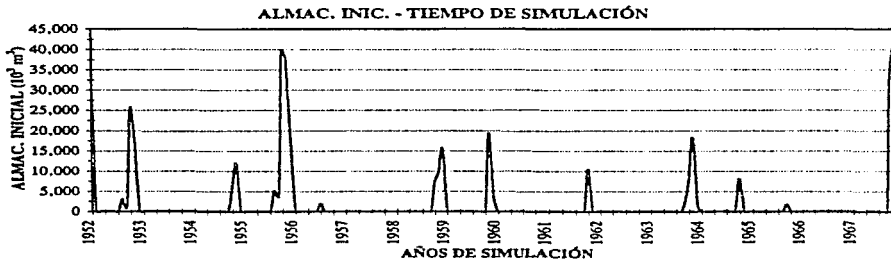
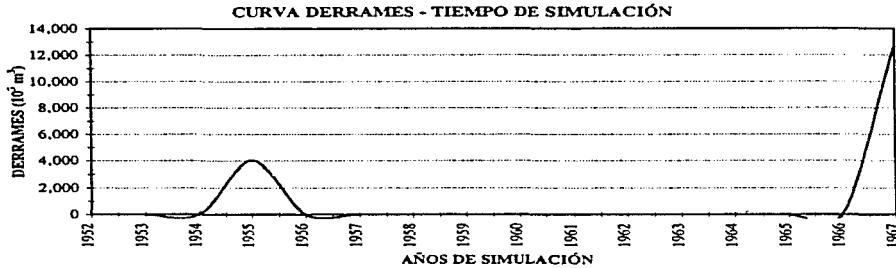
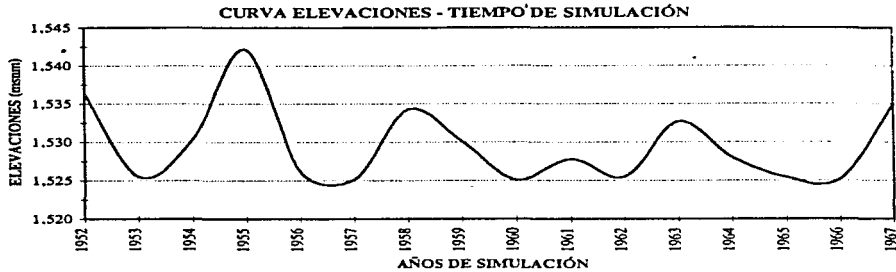
**VOL. INIC. CONTENIDO EN LA PRESA (10<sup>6</sup> M3) : 32**

**PROMEDIO MENSUAL: ENTRADAS, SALIDAS Y ELEVACIONES**

**SUMA DE VOLUMENES MENSUALES: DERRAME Y DEFICIT**

AÑO	ENTRADAS (m <sup>3</sup> /s)	SALIDAS (m <sup>3</sup> /s)	ELEVACION (msum)	DERRAME (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	DEFICIT (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )
1952	9.265	9.773	1,536.33	0.00	196,218.70
1953	6.654	6.594	1,525.51	0.00	296,177.00
1954	8.422	8.165	1,530.37	0.00	246,480.90
1955	9.632	9.005	1,542.14	4,039.38	219,470.10
1956	7.558	7.451	1,526.11	0.00	270,181.80
1957	5.543	5.518	1,525.14	0.00	330,267.40
1958	9.606	9.197	1,534.24	0.00	213,628.50
1959	10.123	9.852	1,530.15	0.00	193,408.00
1960	5.876	5.857	1,525.10	0.00	320,601.60
1961	6.432	6.285	1,527.78	0.00	305,935.60
1962	5.557	5.496	1,525.49	0.00	331,096.50
1963	8.438	8.104	1,532.70	0.00	248,303.40
1964	8.023	7.847	1,527.99	0.00	257,453.20
1965	7.524	7.444	1,525.40	0.00	269,058.10
1966	7.014	6.963	1,525.25	0.00	284,422.80
1967	8.901	8.213	1,534.89	12,747.46	245,357.10
<b>Promedio:</b>	<b>7.786</b>	<b>7.610</b>	<b>Totales:</b>	<b>16,786.84</b>	<b>4,228,060.70</b>





SIMULACIÓN DIARIA. PRESA DERIVADORA EL TULE. ALTERNATIVA 1

RESUMEN DE LA SIMULACION, PRESA DERIVADORA EL TULE. ALTERNATIVA 2  
 GASTO DE BOMBEO (M3/S) : 16.00  
 CAP. MAX. ALMACENAM. DE LA PRESA (10<sup>6</sup> M3) : 30  
 VOL. INIC. CONTENIDO EN LA PRESA (10<sup>6</sup> M3) : 24  
 VALORES INICIALES MENSUALES

AÑO	MES	ALM.INI (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	ELEV.INI (msnm)	AÑO	MES	ALM.INI (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	ELEV.INI (msnm)	AÑO	MES	ALM.INI (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	ELEV.INI (msnm)	AÑO	MES	ALM.INI (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	ELEV.INI (msnm)
1952	ENE	24,000.00	1,570.43	1956	ENE	100.00	1,525.03	1960	ENE	100.00	1,525.03	1964	ENE	100.00	1,525.03
	FEB	100.00	1,525.03		FEB	100.00	1,525.03		FEB	100.00	1,525.03		FEB	100.00	1,525.03
	MAR	100.00	1,525.03		MAR	100.00	1,525.03		MAR	100.00	1,525.03		MAR	100.00	1,525.03
	ABR	100.00	1,525.03		ABR	100.00	1,525.03		ABR	100.00	1,525.03		ABR	100.00	1,525.03
	MAY	100.00	1,525.03		MAY	100.00	1,525.03		MAY	100.00	1,525.03		MAY	100.00	1,525.03
	JUN	100.00	1,525.03		JUN	100.00	1,525.03		JUN	100.00	1,525.03		JUN	100.00	1,525.03
	JUL	100.00	1,525.03		JUL	1,883.46	1,538.94		JUL	100.00	1,525.03		JUL	273.46	1,527.98
	AGO	3,081.53	1,542.80		AGO	100.00	1,525.03		AGO	100.00	1,525.03		AGO	100.00	1,525.03
	SEP	920.00	1,534.19		SEP	100.00	1,525.03		SEP	100.00	1,525.03		SEP	100.00	1,525.03
	OCT	25,234.32	1,571.42		OCT	100.00	1,525.03		OCT	100.00	1,525.03		OCT	8,078.16	1,552.83
	NOV	17,492.13	1,564.42		NOV	100.00	1,525.03		NOV	100.00	1,525.03		NOV	100.00	1,525.03
	DIC	100.00	1,525.03		DIC	100.00	1,525.03		DIC	100.00	1,525.03		DIC	100.00	1,525.03
1953	ENE	100.00	1,525.03	1957	ENE	100.00	1,525.03	1961	ENE	100.00	1,525.03	1965	ENE	100.00	1,525.03
	FEB	100.00	1,525.03		FEB	100.00	1,525.03		FEB	100.00	1,525.03		FEB	100.00	1,525.03
	MAR	100.00	1,525.03		MAR	100.00	1,525.03		MAR	100.00	1,525.03		MAR	100.00	1,525.03
	ABR	100.00	1,525.03		ABR	100.00	1,525.03		ABR	100.00	1,525.03		ABR	100.00	1,525.03
	MAY	100.00	1,525.03		MAY	100.00	1,525.03		MAY	100.00	1,525.03		MAY	100.00	1,525.03
	JUN	100.00	1,525.03		JUN	100.00	1,525.03		JUN	100.00	1,525.03		JUN	100.00	1,525.03
	JUL	100.00	1,525.03		JUL	100.00	1,525.03		JUL	100.00	1,525.03		JUL	100.00	1,525.03
	AGO	100.00	1,525.03		AGO	100.00	1,525.03		AGO	100.00	1,525.03		AGO	100.00	1,525.03
	SEP	100.00	1,525.03		SEP	100.00	1,525.03		SEP	100.00	1,525.03		SEP	1,708.02	1,538.14
	OCT	100.00	1,525.03		OCT	124.73	1,525.45		OCT	10,418.62	1,556.23		OCT	100.00	1,525.03
	NOV	100.00	1,525.03		NOV	100.00	1,525.03		NOV	100.00	1,525.03		NOV	100.00	1,525.03
	DIC	100.00	1,525.03		DIC	100.00	1,525.03		DIC	100.00	1,525.03		DIC	100.00	1,525.03
1954	ENE	100.00	1,525.03	1958	ENE	100.00	1,525.03	1962	ENE	100.00	1,525.03	1966	ENE	100.00	1,525.03
	FEB	100.00	1,525.03		FEB	100.00	1,525.03		FEB	100.00	1,525.03		FEB	100.00	1,525.03
	MAR	100.00	1,525.03		MAR	100.00	1,525.03		MAR	100.00	1,525.03		MAR	100.00	1,525.03
	ABR	100.00	1,525.03		ABR	100.00	1,525.03		ABR	100.00	1,525.03		ABR	100.00	1,525.03
	MAY	100.00	1,525.03		MAY	100.00	1,525.03		MAY	100.00	1,525.03		MAY	100.00	1,525.03
	JUN	100.00	1,525.03		JUN	100.00	1,525.03		JUN	100.00	1,525.03		JUN	100.00	1,525.03
	JUL	100.00	1,525.03		JUL	100.00	1,525.03		JUL	100.00	1,525.03		JUL	100.00	1,525.03
	AGO	100.00	1,525.03		AGO	100.00	1,525.03		AGO	100.00	1,525.03		AGO	100.00	1,525.03
	SEP	100.00	1,525.03		SEP	100.00	1,525.03		SEP	100.00	1,525.03		SEP	59.04	1,530.62
	OCT	6,148.13	1,549.74		OCT	7,520.05	1,551.96		OCT	127.52	1,525.50		OCT	100.00	1,525.03
	NOV	11,776.60	1,557.96		NOV	9,555.32	1,555.13		NOV	100.00	1,525.03		NOV	100.00	1,525.03
	DIC	100.00	1,525.03		DIC	15,427.04	1,562.20		DIC	100.00	1,525.03		DIC	100.00	1,525.03
1955	ENE	100.00	1,525.03	1959	ENE	100.00	1,525.03	1963	ENE	100.00	1,525.03	1967	ENE	100.00	1,525.03
	FEB	100.00	1,525.03		FEB	100.00	1,525.03		FEB	100.00	1,525.03		FEB	100.00	1,525.03
	MAR	100.00	1,525.03		MAR	100.00	1,525.03		MAR	100.00	1,525.03		MAR	100.00	1,525.03
	ABR	100.00	1,525.03		ABR	100.00	1,525.03		ABR	100.00	1,525.03		ABR	100.00	1,525.03
	MAY	100.00	1,525.03		MAY	100.00	1,525.03		MAY	100.00	1,525.03		MAY	100.00	1,525.03
	JUN	100.00	1,525.03		JUN	100.00	1,525.03		JUN	100.00	1,525.03		JUN	100.00	1,525.03
	JUL	100.00	1,525.03		JUL	100.00	1,525.03		JUL	100.00	1,525.03		JUL	100.00	1,525.03
	AGO	5,185.20	1,547.76		AGO	100.00	1,525.03		AGO	100.00	1,525.03		AGO	100.00	1,525.03
	SEP	3,703.30	1,544.60		SEP	100.00	1,525.03		SEP	2,424.22	1,540.90		SEP	100.00	1,525.03
	OCT	29,688.77	1,574.99		OCT	100.00	1,525.03		OCT	7,707.35	1,552.25		OCT	30,000.00	1,575.21
	NOV	27,664.98	1,573.37		NOV	19,351.05	1,566.22		NOV	18,194.79	1,565.15		NOV	29,795.19	1,575.07
	DIC	7,476.75	1,551.89		DIC	3,066.19	1,542.76		DIC	1,468.51	1,537.04		DIC	100.00	1,525.03

**RESUMEN ANUAL DE LA SIMULACION, PRESA DERIVADORA EL TULE  
ALTERNATIVA 2**

**GASTO DE BOMBEO (M3/S) : 16.00**

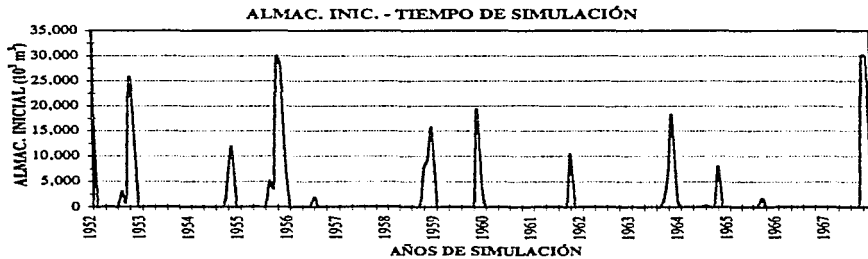
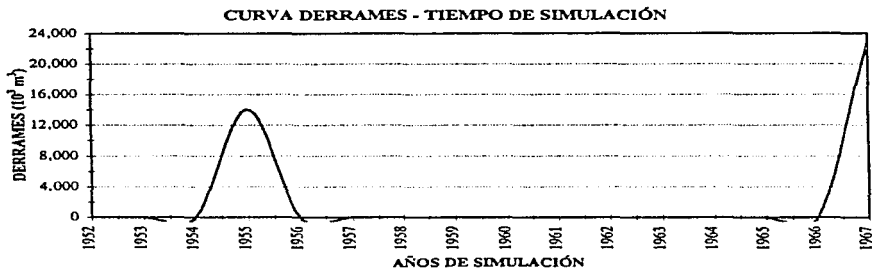
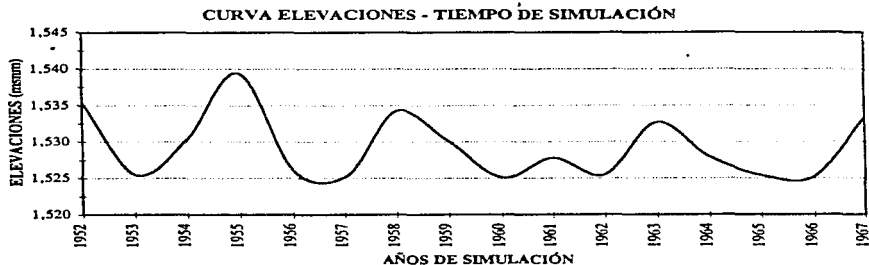
**CAP. MAX. ALMACENAM. DE LA PRESA (10<sup>6</sup> M3) : 30**

**VOL. INIC. CONTENIDO EN LA PRESA (10<sup>6</sup> M3) : 24**

**PROMEDIO MENSUAL: ENTRADAS, SALIDAS Y ELEVACIONES**

**SUMA DE VOLUMENES MENSUALES: DERRAME Y DEFICIT**

ANO	ENTRADAS (m <sup>3</sup> /s)	SALIDAS (m <sup>3</sup> /s)	ELEVACION (msnm)	DERRAME (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	DEFICIT (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )
1952	9.265	9.543	1,535.48	0.00	203,618.70
1953	6.654	6.594	1,525.51	0.00	296,177.00
1954	8.422	8.165	1,530.37	0.00	246,480.90
1955	9.632	8.731	1,539.41	14,039.39	228,270.10
1956	7.558	7.451	1,526.11	0.00	270,181.80
1957	5.543	5.518	1,525.14	0.00	330,267.40
1958	9.606	9.197	1,534.24	0.00	213,628.50
1959	10.123	9.852	1,530.15	0.00	193,408.00
1960	5.876	5.857	1,525.10	0.00	320,601.60
1961	6.432	6.285	1,527.78	0.00	305,935.60
1962	5.557	5.496	1,525.49	0.00	331,096.50
1963	8.438	8.104	1,532.70	0.00	248,303.40
1964	8.023	7.847	1,527.99	0.00	257,453.20
1965	7.524	7.444	1,525.40	0.00	269,058.10
1966	7.014	6.963	1,525.25	0.00	284,422.80
1967	8.901	7.910	1,533.33	22,747.46	254,757.10
<b>Promedio:</b>	<b>7.786</b>	<b>7.560</b>	<b>Totales:</b>	<b>36,786.85</b>	<b>4,253,660.70</b>



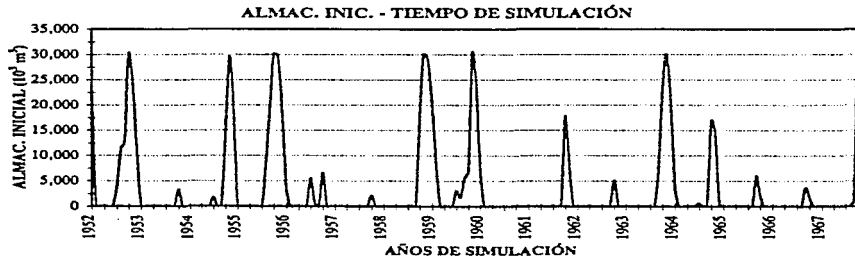
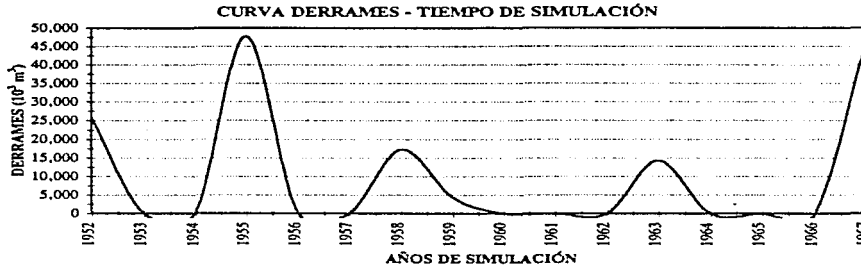
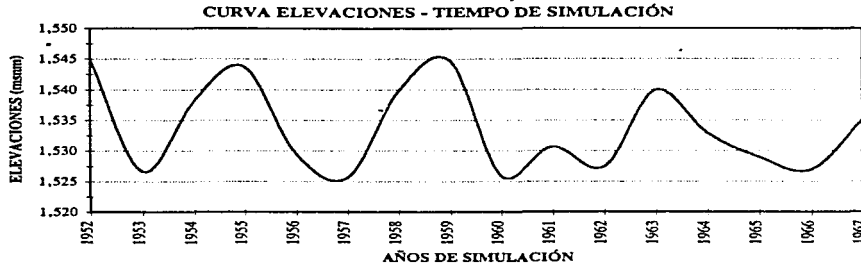
SIMULACIÓN DIARIA. PRESA DERIVADORA EL TULE. ALTERNATIVA 2

RESUMEN DE LA SIMULACION, PRESA DERIVADORA EL TULE. ALTERNATIVA 3  
 GASTO DE BOMBEO (M3/S) : 12.00  
 CAP. MAX. ALMACENAM. DE LA PRESA (10<sup>6</sup> M3) : 30  
 VOL. INC. CONTENIDO EN LA PRESA (10<sup>6</sup> M3) : 24  
 VALORES INICIALES MENSUALES

AÑO	MES	ALM.INI (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	ELEV.INI (msnm)	AÑO	MES	ALM.INI (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	ELEV.INI (msnm)	AÑO	MES	ALM.INI (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	ELEV.INI (msnm)	AÑO	MES	ALM.INI (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	ELEV.INI (msnm)
1952	ENE	24,000.00	1,570.43	1956	ENE	3,178.68	1,543.08	1960	ENE	7,735.78	1,552.29	1964	ENE	3,542.85	1,544.14
	FEB	100.00	1,525.03		FEB	100.00	1,525.03		FEB	100.00	1,525.03		FEB	100.00	1,525.03
	MAR	100.00	1,525.03		MAR	100.00	1,525.03		MAR	100.00	1,525.03		MAR	100.00	1,525.03
	ABR	100.00	1,525.03		ABR	100.00	1,525.03		ABR	100.00	1,525.03		ABR	100.00	1,525.03
	MAY	100.00	1,525.03		MAY	100.00	1,525.03		MAY	100.00	1,525.03		MAY	100.00	1,525.03
	JUN	100.00	1,525.03		JUN	100.00	1,525.03		JUN	100.00	1,525.03		JUN	100.00	1,525.03
	JUL	3,697.37	1,544.59		JUL	5,480.17	1,548.36		JUL	100.00	1,525.03		JUL	619.06	1,531.80
	AGO	11,246.95	1,557.28		AGO	577.61	1,531.47		AGO	100.00	1,525.03		AGO	100.00	1,525.03
	SEP	13,116.68	1,559.67		SEP	100.00	1,525.03		SEP	100.00	1,525.03		SEP	286.09	1,528.20
	OCT	30,000.00	1,575.21		OCT	6,534.40	1,550.40		OCT	174.58	1,526.30		OCT	16,794.78	1,563.67
	NOV	24,766.29	1,571.04		NOV	100.00	1,525.03		NOV	100.00	1,525.03		NOV	14,674.99	1,561.39
	DIC	10,862.26	1,556.79		DIC	100.00	1,525.03		DIC	100.00	1,525.03		DIC	527.31	1,531.07
1953	ENE	100.00	1,525.03	1957	ENE	100.00	1,525.03	1961	ENE	100.00	1,525.03	1965	ENE	100.00	1,525.03
	FEB	100.00	1,525.03		FEB	100.00	1,525.03		FEB	100.00	1,525.03		FEB	100.00	1,525.03
	MAR	100.00	1,525.03		MAR	100.00	1,525.03		MAR	100.00	1,525.03		MAR	100.00	1,525.03
	ABR	100.00	1,525.03		ABR	100.00	1,525.03		ABR	100.00	1,525.03		ABR	100.00	1,525.03
	MAY	100.00	1,525.03		MAY	100.00	1,525.03		MAY	100.00	1,525.03		MAY	100.00	1,525.03
	JUN	100.00	1,525.03		JUN	100.00	1,525.03		JUN	100.00	1,525.03		JUN	100.00	1,525.03
	JUL	100.00	1,525.03		JUL	100.00	1,525.03		JUL	100.00	1,525.03		JUL	100.00	1,525.03
	AGO	100.00	1,525.03		AGO	100.00	1,525.03		AGO	100.00	1,525.03		AGO	100.00	1,525.03
	SEP	100.00	1,525.03		SEP	100.00	1,525.03		SEP	341.80	1,529.14		SEP	5,998.48	1,549.43
	OCT	3,301.92	1,543.44		OCT	2,097.87	1,539.92		OCT	17,693.29	1,564.64		OCT	2,151.24	1,540.11
	NOV	100.00	1,525.03		NOV	100.00	1,525.03		NOV	7,960.45	1,552.65		NOV	100.00	1,525.03
	DIC	100.00	1,525.03		DIC	100.00	1,525.03		DIC	100.00	1,525.03		DIC	100.00	1,525.03
1954	ENE	100.00	1,525.03	1958	ENE	100.00	1,525.03	1962	ENE	100.00	1,525.03	1966	ENE	100.00	1,525.03
	FEB	100.00	1,525.03		FEB	100.00	1,525.03		FEB	100.00	1,525.03		FEB	100.00	1,525.03
	MAR	100.00	1,525.03		MAR	100.00	1,525.03		MAR	100.00	1,525.03		MAR	100.00	1,525.03
	ABR	100.00	1,525.03		ABR	100.00	1,525.03		ABR	100.00	1,525.03		ABR	100.00	1,525.03
	MAY	100.00	1,525.03		MAY	100.00	1,525.03		MAY	100.00	1,525.03		MAY	100.00	1,525.03
	JUN	100.00	1,525.03		JUN	100.00	1,525.03		JUN	100.00	1,525.03		JUN	100.00	1,525.03
	JUL	1,745.34	1,538.31		JUL	100.00	1,525.03		JUL	100.00	1,525.03		JUL	100.00	1,525.03
	AGO	100.00	1,525.03		AGO	216.48	1,527.01		AGO	100.00	1,525.03		AGO	100.00	1,525.03
	SEP	136.18	1,525.25		SEP	100.00	1,525.03		SEP	100.00	1,525.03		SEP	3,635.69	1,544.41
	OCT	13,580.52	1,560.22		OCT	17,469.58	1,564.40		OCT	5,075.53	1,547.53		OCT	1,720.09	1,538.19
	NOV	29,418.52	1,574.77		NOV	30,000.00	1,575.21		NOV	100.00	1,525.03		NOV	100.00	1,525.03
	DIC	19,893.95	1,566.72		DIC	29,135.96	1,574.55		DIC	100.00	1,525.03		DIC	100.00	1,525.03
1955	ENE	100.00	1,525.03	1959	ENE	20,295.55	1,567.08	1963	ENE	100.00	1,525.03	1967	ENE	100.00	1,525.03
	FEB	100.00	1,525.03		FEB	7,862.37	1,552.49		FEB	100.00	1,525.03		FEB	100.00	1,525.03
	MAR	100.00	1,525.03		MAR	100.00	1,525.03		MAR	100.00	1,525.03		MAR	100.00	1,525.03
	ABR	100.00	1,525.03		ABR	100.00	1,525.03		ABR	100.00	1,525.03		ABR	100.00	1,525.03
	MAY	100.00	1,525.03		MAY	100.00	1,525.03		MAY	100.00	1,525.03		MAY	100.00	1,525.03
	JUN	100.00	1,525.03		JUN	100.00	1,525.03		JUN	100.00	1,525.03		JUN	100.00	1,525.03
	JUL	100.00	1,525.03		JUL	3,114.90	1,542.90		JUL	100.00	1,525.03		JUL	100.00	1,525.03
	AGO	9,270.18	1,554.71		AGO	1,799.05	1,538.56		AGO	100.00	1,525.03		AGO	100.00	1,525.03
	SEP	18,501.87	1,565.43		SEP	5,512.47	1,548.43		SEP	6,687.31	1,550.65		SEP	1,224.28	1,535.92
	OCT	30,000.00	1,575.21		OCT	7,275.61	1,551.57		OCT	21,861.98	1,568.53		OCT	30,000.00	1,575.21
	NOV	29,800.14	1,575.07		NOV	30,000.00	1,575.21		NOV	30,000.00	1,575.21		NOV	30,000.00	1,575.21
	DIC	19,979.90	1,566.79		DIC	23,945.41	1,570.38		DIC	22,428.47	1,569.05		DIC	100.00	1,525.03

**RESUMEN ANUAL DE LA SIMULACION, PRESA DERIVADORA EL TULE**  
**ALTERNATIVA 3**  
**GASTO DE BOMBEO (M3/S) : 12.00**  
**CAP. MAX. ALMACENAM. DE LA PRESA (10<sup>6</sup> M3) : 30**  
**VOL. INIC. CONTENIDO EN LA PRESA (10<sup>6</sup> M3) : 24**  
**PROMEDIO MENSUAL: ENTRADAS, SALIDAS Y ELEVACIONES**  
**SUMA DE VOLUMENES MENSUALES: DERRAME Y DEFICIT**

AÑO	ENTRADAS (m <sup>3</sup> /s)	SALIDAS (m <sup>3</sup> /s)	ELEVACION (msnm)	DERRAME (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	DEFICIT (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )
1952	9.265	8.474	1,544.98	26,004.12	110,833.20
1953	6.654	6.442	1,526.66	0.00	174,733.00
1954	8.422	7.890	1,538.11	504.07	128,740.90
1955	9.632	7.483	1,543.74	47,784.41	141,549.90
1956	7.558	7.330	1,529.55	0.00	147,213.50
1957	5.543	5.465	1,525.61	0.00	205,723.40
1958	9.606	7.900	1,539.73	17,322.21	128,502.20
1959	10.123	9.620	1,544.71	4,376.21	74,780.48
1960	5.876	6.019	1,525.94	0.00	188,876.20
1961	6.432	6.178	1,530.64	0.00	183,191.50
1962	5.557	5.365	1,527.39	0.00	208,952.50
1963	8.438	7.382	1,539.94	14,276.26	144,678.50
1964	8.023	7.737	1,532.99	0.00	134,520.70
1965	7.524	7.244	1,528.97	0.00	149,314.10
1966	7.014	6.804	1,526.94	0.00	163,378.80
1967	8.901	7.121	1,535.03	44,748.53	153,614.20
<b>Promedio:</b>	<b>7.786</b>	<b>7.153</b>	<b>Totales:</b>	<b>155,015.81</b>	<b>2,438,603.08</b>



SIMULACIÓN DIARIA. PRESA DERIVADORA EL TULE. ALTERNATIVA 3

## SIMULACIÓN DIARIA. PRESA EL TULE

RESUMEN DE LA SIMULACION, PRESA DERIVADORA EL TULE, ALTERNATIVA 4  
 GASTO DE BOMBEO (M3/S): 8.00  
 CAP. MAX. ALMACENAM. DE LA PRESA (10<sup>6</sup> M3): 30  
 VOL. INIC. CONTENIDO EN LA PRESA (10<sup>6</sup> M3): 24  
 PROMEDIO MENSUAL: ENTRADAS, SALIDAS Y ELEVACIONES  
 SUMA MENSUAL: DERRAME Y DEFICIT

AÑO	MES	ENTRADAS (m <sup>3</sup> /s)	SALIDAS (m <sup>3</sup> /s)	ELEVACION (masnms)	DERRAME (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	DEFICIT (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	AÑO	MES	ENTRADAS (m <sup>3</sup> /s)	SALIDAS (m <sup>3</sup> /s)	ELEVACION (masnms)	DERRAME (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	DEFICIT (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )
1952	ENE	2.750	8.000	1,562.20	0.00	0.00	1957	ENE	3.856	7.248	1,544.49	0.00	2,014.38
	FEB	2.459	4.769	1,532.84	0.00	8,095.17		FEB	3.471	3.471	1,525.03	0.00	10,957.60
	MAR	2.309	2.309	1,525.03	0.00	15,241.56		MAR	3.239	3.239	1,525.03	0.00	12,751.34
	ABR	2.421	2.421	1,525.03	0.00	14,460.51		ABR	3.139	3.139	1,525.03	0.00	12,599.88
	MAY	3.382	3.382	1,525.03	0.00	12,369.54		MAY	3.438	3.438	1,525.03	0.00	12,219.64
	JUN	14.044	7.912	1,546.56	0.00	228.61		JUN	5.366	5.327	1,525.03	0.00	6,928.19
	JUL	15.976	8.000	1,566.67	1,458.36	0.00		JUL	7.087	6.751	1,525.16	0.00	3,345.21
	AGO	13.855	8.000	1,575.21	12,583.33	0.00		AGO	8.073	7.356	1,528.48	0.00	1,725.97
	SEP	26.538	8.000	1,575.21	45,050.32	0.00		SEP	11.426	7.939	1,535.87	0.00	282.82
	OCT	14.267	8.000	1,575.19	14,170.43	0.00		OCT	8.307	8.000	1,548.74	0.00	0.00
	NOV	7.793	8.000	1,573.86	0.00	0.00		NOV	5.050	6.212	1,531.90	0.00	4,633.93
	DIC	5.280	8.000	1,567.89	0.00	0.00		DIC	4.088	4.088	1,525.03	0.00	10,476.86
1953	ENE	3.991	8.000	1,553.62	0.00	0.00	1958	ENE	5.130	5.018	1,525.30	0.00	7,985.71
	FEB	3.379	3.939	1,526.34	0.00	9,824.55		FEB	3.951	3.951	1,525.03	0.00	9,796.38
	MAR	3.161	3.161	1,525.03	0.00	12,960.08		MAR	2.982	2.982	1,525.03	0.00	13,439.78
	ABR	2.961	2.961	1,525.03	0.00	13,959.79		ABR	2.259	2.259	1,525.03	0.00	14,880.16
	MAY	2.968	2.968	1,525.03	0.00	13,477.71		MAY	3.622	3.622	1,525.03	0.00	11,725.26
	JUN	6.403	6.171	1,525.43	0.00	4,740.03		JUN	8.057	6.844	1,530.49	0.00	2,996.91
	JUL	8.617	7.563	1,528.82	0.00	1,170.28		JUL	12.130	8.000	1,549.35	0.00	0.00
	AGO	10.350	8.000	1,540.25	0.00	0.00		AGO	10.089	8.000	1,556.06	0.00	0.00
	SEP	13.965	8.000	1,556.23	0.00	0.00		SEP	19.859	8.000	1,570.52	9,740.33	0.00
	OCT	11.202	8.000	1,565.40	0.00	0.00		OCT	17.917	8.000	1,575.21	23,462.47	0.00
	NOV	7.500	8.000	1,561.76	0.00	0.00		NOV	19.123	8.000	1,575.21	26,607.73	0.00
	DIC	4.906	8.000	1,560.08	0.00	0.00		DIC	9.857	8.000	1,575.17	2,338.79	0.00
1954	ENE	3.556	5.772	1,535.61	0.00	5,967.04	1959	ENE	8.515	8.000	1,574.56	1,204.01	0.00
	FEB	3.031	3.031	1,525.03	0.00	12,020.57		FEB	5.838	8.000	1,569.20	0.00	0.00
	MAR	2.850	2.850	1,525.03	0.00	13,794.02		MAR	3.642	8.000	1,557.16	0.00	0.00
	ABR	2.906	2.906	1,525.03	0.00	13,204.86		ABR	4.116	5.238	1,528.62	0.00	7,157.81
	MAY	4.459	4.422	1,525.03	0.00	9,583.44		MAY	4.771	4.659	1,525.33	0.00	8,948.38
	JUN	9.967	7.119	1,532.07	0.00	2,282.46		JUN	12.580	7.424	1,543.53	0.00	1,492.99
	JUL	11.868	8.000	1,555.65	0.00	0.00		JUL	12.426	8.000	1,560.18	0.00	0.00
	AGO	9.750	8.000	1,558.67	0.00	0.00		AGO	14.544	8.000	1,572.33	4,146.83	0.00
	SEP	18.344	8.000	1,569.72	7,942.59	0.00		SEP	13.838	8.000	1,575.21	12,131.15	0.00
	OCT	19.259	8.000	1,575.21	27,055.67	0.00		OCT	23.224	8.000	1,575.21	37,676.48	0.00
	NOV	9.483	8.000	1,574.95	2,810.79	0.00		NOV	10.875	8.000	1,575.20	4,672.79	0.00
	DIC	5.594	8.000	1,570.22	0.00	0.00		DIC	7.105	8.000	1,573.33	0.00	0.00
1955	ENE	3.951	8.000	1,557.76	0.00	0.00	1960	ENE	5.178	8.000	1,566.23	0.00	0.00
	FEB	4.938	4.938	1,530.24	0.00	7,987.47		FEB	8.000	8.000	1,575.12	0.00	0.00
	MAR	2.677	2.677	1,525.03	0.00	14,257.13		MAR	3.706	3.947	1,575.11	0.00	10,854.29
	ABR	2.415	2.415	1,525.03	0.00	14,476.24		ABR	3.699	3.699	1,525.03	0.00	11,148.19
	MAY	2.677	2.677	1,525.03	0.00	14,257.30		MAY	4.314	4.314	1,525.03	0.00	9,873.19
	JUN	5.841	5.686	1,525.39	0.00	5,997.08		JUN	4.693	4.693	1,525.03	0.00	8,571.75
	JUL	12.984	7.193	1,534.48	0.00	2,160.38		JUL	7.384	6.736	1,527.96	0.00	3,385.08
	AGO	16.604	8.000	1,571.50	3,955.78	0.00		AGO	6.924	6.665	1,526.52	0.00	3,576.79
	SEP	31.016	8.000	1,575.21	36,656.61	0.00		SEP	10.670	7.756	1,525.03	0.00	13,596.33
	OCT	17.934	8.000	1,575.21	23,507.66	0.00		OCT	8.888	8.000	1,548.03	0.00	1,548.03
	NOV	9.369	8.000	1,575.06	1,258.20	0.00		NOV	6.226	7.174	1,534.68	0.00	2,140.81
	DIC	6.885	8.000	1,572.66	0.00	0.00		DIC	4.730	4.730	1,525.03	0.00	8,758.45
1956	ENE	4.922	8.000	1,564.74	0.00	0.00	1961	ENE	4.090	4.090	1,525.03	0.00	10,473.67
	FEB	4.273	7.849	1,548.36	0.00	379.08		FEB	3.476	3.476	1,525.03	0.00	10,944.72
	MAR	3.452	3.452	1,525.03	0.00	12,180.76		MAR	2.959	2.959	1,525.03	0.00	13,503.02
	ABR	3.652	3.652	1,525.03	0.00	11,269.58		ABR	2.764	2.764	1,525.03	0.00	13,596.33
	MAY	5.111	5.110	1,525.03	0.00	7,741.44		MAY	3.003	3.003	1,525.03	0.00	13,382.93
	JUN	10.958	6.868	1,532.77	0.00	2,934.13		JUN	5.114	5.036	1,525.05	0.00	7,681.81
	JUL	11.327	8.000	1,557.84	0.00	0.00		JUL	8.074	7.084	1,528.00	0.00	2,454.61
	AGO	10.486	8.000	1,563.97	0.00	0.00		AGO	8.314	7.729	1,529.02	0.00	726.79
	SEP	14.835	8.000	1,570.45	3,291.33	0.00		SEP	19.529	8.000	1,555.27	0.00	0.00
	OCT	9.987	8.000	1,575.17	2,974.46	0.00		OCT	9.534	8.000	1,574.49	1,757.25	0.00
	NOV	6.028	8.000	1,572.09	0.00	0.00		NOV	5.935	8.000	1,569.54	6,007.00	0.00
	DIC	3.165	8.000	1,564.70	0.00	0.00		DIC	4.410	8.000	1,558.63	0.00	0.00



RESUMEN DE LA SIMULACION, PRESA DERIVADORA EL TULE. ALTERNATIVA 4  
 GASTO DE BOMBEO (M3/S) : 8.00  
 CAP. MAX. ALMACENAM. DE LA PRESA (10<sup>6</sup> M3) : 30  
 VOL. INIC. CONTENIDO EN LA PRESA (10<sup>6</sup> M3) : 24  
 PROMEDIO MENSUAL: ENTRADAS, SALIDAS Y ELEVACIONES  
 SUMA MENSUAL: DERRAME Y DEFICIT

AÑO	MES	ENTRADAS (m <sup>3</sup> /s)	SALIDAS (m <sup>3</sup> /s)	ELEVACION (metros)	DERRAME (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	DEFICIT (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	AÑO	MES	ENTRADAS (m <sup>3</sup> /s)	SALIDAS (m <sup>3</sup> /s)	ELEVACION (metros)	DERRAME (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	DEFICIT (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	
1962	ENE	3.479	5.181	1,531.93	0.00	7,551.15	1965	ENE	4.438	8.000	1,557.84	0.00	0.00	
	FEB	3.034	3.034	1,525.03	0.00	12,013.49		FEB	3.881	5.520	1,531.52	0.00	6,000.08	
	MAR	2.692	2.692	1,525.03	0.00	14,216.34		MAR	3.422	3.422	1,525.03	0.00	12,261.71	
	ABR	3.040	3.040	1,525.03	0.00	12,857.18		ABR	3.477	3.477	1,525.03	0.00	11,722.84	
	MAY	3.433	3.433	1,525.03	0.00	12,232.77		MAY	4.995	4.995	1,525.03	0.00	8,049.54	
	JUN	5.032	4.742	1,526.33	0.00	8,444.43		JUN	6.331	6.392	1,525.05	0.00	4,427.08	
	JUL	4.539	4.595	1,525.12	0.00	9,118.75		JUL	8.360	7.556	1,525.72	0.00	1,189.93	
	AGO	7.691	6.797	1,527.47	0.00	3,222.59		AGO	14.989	8.000	1,549.27	0.00	0.00	
	SEP	14.997	8.000	1,551.24	0.00	0.00		SEP	11.673	8.000	1,566.96	0.00	0.00	
	OCT	9.580	8.000	1,565.15	0.00	0.00		OCT	12.164	8.000	1,572.78	800.72	0.00	
	NOV	5.141	8.000	1,558.47	0.00	0.00		NOV	9.743	8.000	1,575.15	2,263.08	0.00	
	DIC	4.025	5.949	1,534.41	0.00	5,492.72		DIC	6.815	8.000	1,572.54	0.00	0.00	
1963	ENE	3.198	3.198	1,525.03	0.00	12,860.55	1966	ENE	5.073	8.000	1,564.45	0.00	0.00	
	FEB	2.774	2.774	1,525.03	0.00	12,643.35		FEB	4.447	8.000	1,549.47	0.00	0.00	
	MAR	2.630	2.630	1,525.03	0.00	14,382.14		MAR	4.324	4.470	1,525.27	0.00	9,455.27	
	ABR	2.538	2.538	1,525.03	0.00	14,156.46		ABR	4.168	4.168	1,525.03	0.00	9,933.50	
	MAY	3.358	3.358	1,525.03	0.00	12,433.91		MAY	4.473	4.473	1,525.03	0.00	9,447.15	
	JUN	5.932	5.700	1,525.83	0.00	5,961.12		JUN	5.633	5.633	1,525.03	0.00	6,135.87	
	JUL	8.877	7.529	1,528.64	0.00	1,260.72		JUL	8.168	7.252	1,528.31	0.00	2,003.00	
	AGO	15.048	8.000	1,550.71	0.00	0.00		AGO	13.649	8.000	1,545.74	0.00	0.00	
	SEP	19.012	8.000	1,571.11	13,030.49	0.00		0.00	SEP	12.418	8.000	1,563.09	0.00	0.00
	OCT	21.073	8.000	1,575.21	31,914.63	0.00		0.00	OCT	9.496	8.000	1,568.53	0.00	0.00
	NOV	10.704	8.000	1,575.10	5,134.04	0.00		0.00	NOV	6.943	8.000	1,566.77	0.00	0.00
	DIC	6.106	8.000	1,571.49	0.00	0.00		DIC	5.371	8.000	1,557.50	0.00	0.00	
1964	ENE	5.595	8.000	1,563.22	0.00	0.00	1967	ENE	6.556	7.812	1,541.67	0.00	503.63	
	FEB	3.990	7.407	1,545.13	0.00	1,486.81		FEB	4.521	4.521	1,525.03	0.00	8,416.14	
	MAR	3.137	3.137	1,525.03	0.00	13,025.23		MAR	4.095	4.095	1,525.03	0.00	10,460.45	
	ABR	2.920	2.920	1,525.03	0.00	13,168.22		ABR	3.851	3.851	1,525.03	0.00	10,755.42	
	MAY	4.016	4.016	1,525.03	0.00	10,670.92		MAY	5.193	5.081	1,525.08	0.00	7,818.53	
	JUN	8.728	7.158	1,527.70	0.00	2,181.78		JUN	7.117	6.491	1,526.79	0.00	3,911.61	
	JUL	11.404	8.000	1,547.20	0.00	0.00		JUL	10.452	8.000	1,542.68	0.00	0.00	
	AGO	10.787	8.000	1,555.90	0.00	0.00		AGO	10.716	8.000	1,543.33	0.00	0.00	
	SEP	19.527	8.000	1,569.37	9,227.07	0.00		0.00	SEP	30.118	8.000	1,568.32	32,094.27	0.00
	OCT	12.366	8.000	1,575.21	8,829.69	0.00		0.00	OCT	24.195	8.000	1,575.21	40,276.25	0.00
	NOV	7.692	8.000	1,573.96	0.00	0.00		NOV	0.000	8.000	1,564.68	0.00	0.00	
	DIC	6.104	8.000	1,569.05	0.00	0.00		DIC	0.000	2.040	1,529.65	0.00	15,963.20	

## SIMULACIÓN DIARIA. PRESA EL TULE

RESUMEN DE LA SIMULACION, PRESA DERIVADORA EL TULE. ALTERNATIVA 4  
 GASTO DE BOMBEO (M3/S) : 8.00  
 CAP. MAX. ALMACENAM. DE LA PRESA (10<sup>6</sup> M3) : 30  
 VOL. INIC. CONTENIDO EN LA PRESA (10<sup>6</sup> M3) : 24  
 VALORES INICIALES MENSUALES

AÑO	MES	ALM.INI (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	ELEV.INI (msnm)	AÑO	MES	ALM.INI (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	ELEV.INI (msnm)	AÑO	MES	ALM.INI (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	ELEV.INI (msnm)	AÑO	MES	ALM.INI (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	ELEV.INI (msnm)
1952	ENE	24,000.00	1,570.43	1956	ENE	23,201.94	1,569.76	1960	ENE	24,282.31	1,570.66	1964	ENE	20,703.67	1,567.46
	FEB	6,837.71	1,550.88		FEB	11,858.17	1,558.06		FEB	13,623.78	1,550.26		FEB	11,161.59	1,557.17
	MAR	100.00	1,525.03		MAR	100.00	1,525.03		MAR	947.97	1,534.41		MAR	100.00	1,525.03
	ABR	100.00	1,525.03		ABR	100.00	1,525.03		ABR	100.00	1,525.03		ABR	100.00	1,525.03
	MAY	100.00	1,525.03		MAY	100.00	1,525.03		MAY	100.00	1,525.03		MAY	100.00	1,525.03
	JUN	100.00	1,525.03		JUN	4.15	1,525.03		JUN	100.00	1,525.03		JUN	100.00	1,525.03
	JUL	13,195.18	1,559.77		JUL	9,205.41	1,554.61		JUL	100.00	1,525.03		JUL	1,968.23	1,539.33
	AGO	30,000.00	1,575.21		AGO	15,016.45	1,561.76		AGO	734.84	1,532.72		AGO	7,985.42	1,552.69
	SEP	30,000.00	1,575.21		SEP	18,576.07	1,565.50		SEP	28.38	1,527.24		SEP	12,350.38	1,558.69
	OCT	30,000.00	1,575.21		OCT	30,000.00	1,575.21		OCT	5,081.05	1,547.55		OCT	30,000.00	1,575.21
	NOV	29,514.58	1,574.85		NOV	29,246.40	1,574.64		NOV	4,358.60	1,546.06		NOV	29,764.12	1,575.05
	DIC	25,978.55	1,572.02		DIC	22,431.06	1,569.05		DIC	100.00	1,525.03		DIC	25,984.44	1,572.02
1953	ENE	15,593.48	1,562.38	1957	ENE	11,738.57	1,557.91	1961	ENE	100.00	1,525.03	1965	ENE	17,805.93	1,564.76
	FEB	1,754.91	1,538.35		FEB	100.00	1,525.03		FEB	100.00	1,525.03		FEB	5,165.47	1,547.72
	MAR	100.00	1,525.03		MAR	100.00	1,525.03		MAR	100.00	1,525.03		MAR	100.00	1,525.03
	ABR	100.00	1,525.03		ABR	100.00	1,525.03		ABR	100.00	1,525.03		ABR	100.00	1,525.03
	MAY	100.00	1,525.03		MAY	100.00	1,525.03		MAY	100.00	1,525.03		MAY	100.00	1,525.03
	JUN	100.00	1,525.03		JUN	100.00	1,525.03		JUN	100.00	1,525.03		JUN	100.00	1,525.03
	JUL	100.00	1,525.03		JUL	100.00	1,525.03		JUL	100.00	1,525.03		JUL	100.00	1,525.03
	AGO	1,023.97	1,535.01		AGO	100.00	1,525.03		AGO	1,454.02	1,536.98		AGO	554.06	1,531.28
	SEP	4,219.33	1,545.78		SEP	222.19	1,527.11		SEP	820.97	1,533.40		SEP	16,172.45	1,563.00
	OCT	16,680.71	1,563.55		OCT	6,689.42	1,550.65		OCT	27,704.91	1,573.40		OCT	22,693.21	1,569.29
	NOV	22,157.89	1,568.80		NOV	4,412.21	1,546.17		NOV	26,928.42	1,572.78		NOV	29,944.58	1,575.17
	DIC	19,022.67	1,565.91		DIC	100.00	1,525.03		DIC	18,575.85	1,565.50		DIC	29,198.41	1,574.60
1954	ENE	7,636.90	1,552.14	1958	ENE	100.00	1,525.03	1962	ENE	5,859.10	1,549.14	1966	ENE	22,923.21	1,569.50
	FEB	100.00	1,525.03		FEB	100.00	1,525.03		FEB	100.00	1,525.03		FEB	11,984.04	1,558.22
	MAR	100.00	1,525.03		MAR	100.00	1,525.03		MAR	100.00	1,525.03		MAR	589.66	1,531.57
	ABR	100.00	1,525.03		ABR	100.00	1,525.03		ABR	100.00	1,525.03		ABR	100.00	1,525.03
	MAY	100.00	1,525.03		MAY	100.00	1,525.03		MAY	100.00	1,525.03		MAY	100.00	1,525.03
	JUN	100.00	1,525.03		JUN	100.00	1,525.03		JUN	100.00	1,525.03		JUN	100.00	1,525.03
	JUL	5,281.45	1,547.96		JUL	1,545.60	1,537.39		JUL	250.85	1,527.60		JUL	100.00	1,525.03
	AGO	12,541.84	1,558.93		AGO	9,506.36	1,555.06		AGO	100.00	1,525.03		AGO	752.80	1,532.86
	SEP	14,130.25	1,560.81		SEP	12,002.75	1,558.25		SEP	895.05	1,533.99		SEP	12,783.51	1,559.24
	OCT	30,000.00	1,575.21		OCT	30,000.00	1,575.21		OCT	16,030.84	1,562.85		OCT	21,235.92	1,567.95
	NOV	30,000.00	1,575.21		NOV	30,000.00	1,575.21		NOV	17,163.58	1,564.07		NOV	22,143.15	1,568.78
	DIC	28,032.63	1,573.66		DIC	30,000.00	1,575.21		DIC	6,752.96	1,550.75		DIC	16,403.59	1,563.25
1955	ENE	18,487.36	1,565.42	1959	ENE	29,534.40	1,574.87	1963	ENE	100.00	1,525.03	1967	ENE	6,263.20	1,549.97
	FEB	4,543.65	1,546.44		FEB	26,610.81	1,572.52		FEB	100.00	1,525.03		FEB	100.00	1,525.03
	MAR	100.00	1,525.03		MAR	18,580.94	1,565.51		MAR	100.00	1,525.03		MAR	100.00	1,525.03
	ABR	100.00	1,525.03		ABR	3,808.82	1,544.91		ABR	100.00	1,525.03		ABR	100.00	1,525.03
	MAY	100.00	1,525.03		MAY	100.00	1,525.03		MAY	100.00	1,525.03		MAY	100.00	1,525.03
	JUN	100.00	1,525.03		JUN	100.00	1,525.03		JUN	100.00	1,525.03		JUN	100.00	1,525.03
	JUL	100.00	1,525.03		JUL	10,964.87	1,556.92		JUL	100.00	1,525.03		JUL	122.61	1,525.42
	AGO	14,010.48	1,560.68		AGO	19,719.82	1,566.55		AGO	1,710.98	1,538.15		AGO	3,589.19	1,544.27
	SEP	30,000.00	1,575.21		SEP	30,000.00	1,575.21		SEP	17,487.82	1,564.42		SEP	7,764.67	1,552.34
	OCT	30,000.00	1,575.21		OCT	30,000.00	1,575.21		OCT	30,000.00	1,575.21		OCT	30,000.00	1,575.21
	NOV	30,000.00	1,575.21		NOV	30,000.00	1,575.21		NOV	30,000.00	1,575.21		NOV	30,000.00	1,575.21
	DIC	29,289.56	1,574.67		DIC	29,778.34	1,575.06		DIC	28,875.68	1,574.34		DIC	6,264.00	1,549.97

**RESUMEN ANUAL DE LA SIMULACION, PRESA DERIVADORA EL TULE  
ALTERNATIVA 4**

**GASTO DE BOMBEO (M3/S) : 8.00**

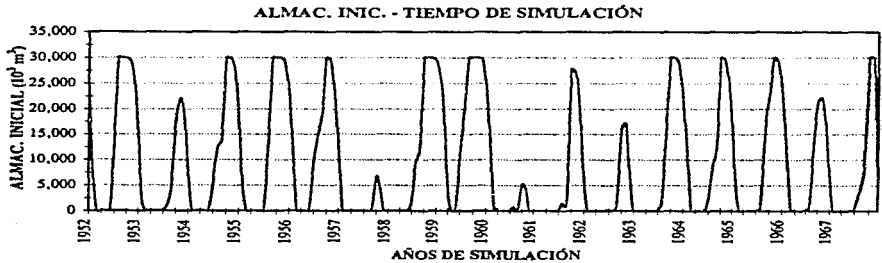
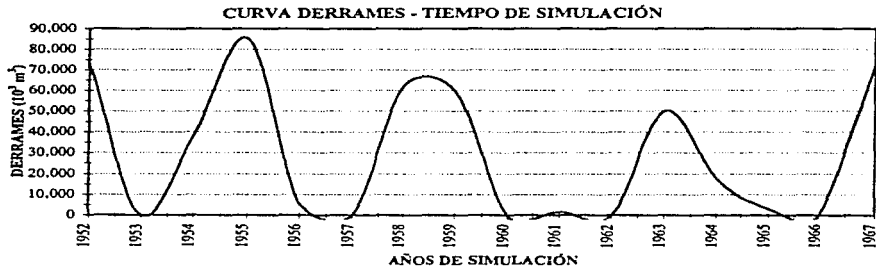
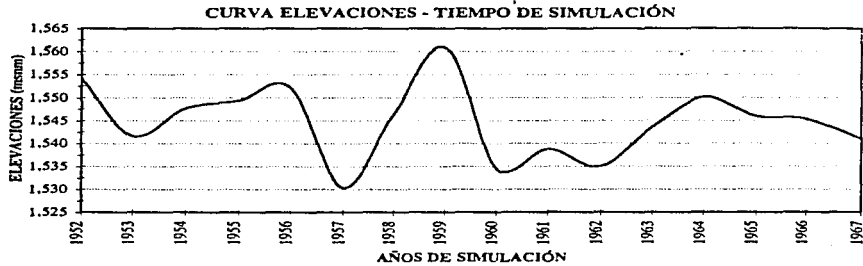
**CAP. MAX. ALMACENAM. DE LA PRESA (10<sup>6</sup> M3) : 30**

**VOL. INIC. CONTENIDO EN LA PRESA (10<sup>6</sup> M3) : 24**

**PROMEDIO MENSUAL: ENTRADAS, SALIDAS Y ELEVACIONES**

**SUMA DE VOLUMENES MENSUALES: DERRAME Y DEFICIT**

ANO	ENTRADAS (m <sup>3</sup> /s)	SALIDAS (m <sup>3</sup> /s)	ELEVACION (msnm)	DERRAME (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	DEFICIT (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )
1952	9.265	6.399	1,554.24	73,262.43	50,395.40
1953	6.654	6.230	1,541.67	0.00	55,232.45
1954	8.422	6.175	1,547.69	37,809.05	56,852.38
1955	9.632	6.112	1,549.38	85,378.25	59,135.59
1956	7.558	6.911	1,552.10	6,265.81	34,504.98
1957	5.543	5.513	1,530.40	0.00	77,940.81
1958	9.606	6.056	1,546.45	62,149.31	60,824.18
1959	10.123	7.443	1,560.82	59,831.27	17,599.19
1960	5.876	6.143	1,534.66	0.00	58,940.06
1961	6.432	5.678	1,538.76	1,757.25	72,763.88
1962	5.557	5.289	1,535.02	0.00	85,149.42
1963	8.438	5.644	1,543.61	50,079.16	73,698.26
1964	8.023	6.720	1,550.15	18,056.76	40,532.97
1965	7.524	6.605	1,546.00	3,063.80	43,651.18
1966	7.014	6.833	1,545.35	0.00	36,974.79
1967	8.901	6.157	1,541.04	72,370.52	57,828.97
<b>Promedio:</b>	<b>7.786</b>	<b>6.244</b>	<b>Totales:</b>	<b>470,023.61</b>	<b>882,024.51</b>



SIMULACIÓN DIARIA. PRESA DERIVADORA EL TULE. ALTERNATIVA 4

RESUMEN ANUAL DE LA SIMULACION, PRESA DERIVADORA EL TULE  
ALTERNATIVA 5

GASTO DE BOMBEO (M3/S) : 16.00

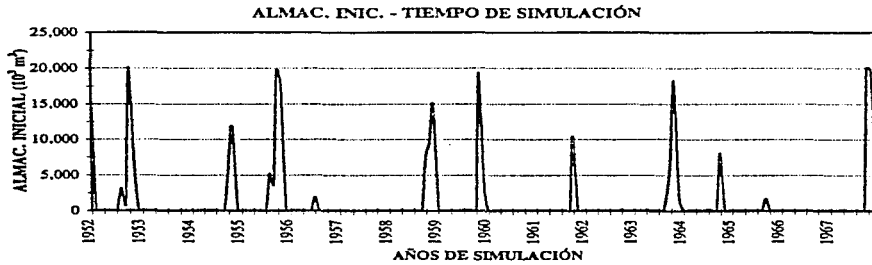
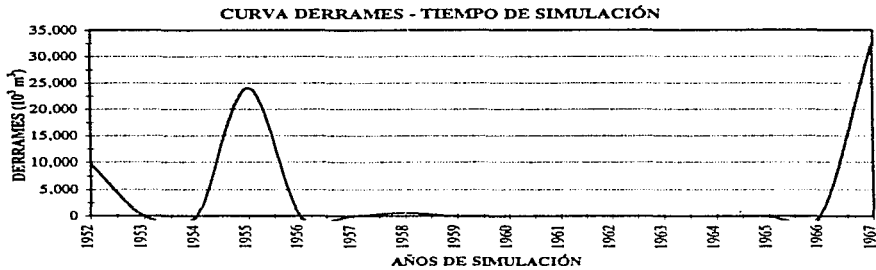
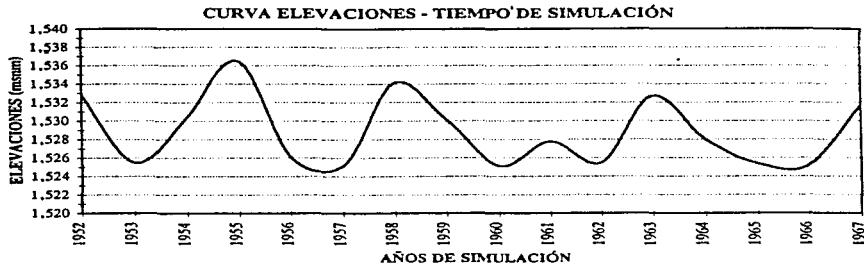
CAP. MAX. ALMACENAM. DE LA PRESA (10<sup>6</sup> M3) : 20

VOL. INIC. CONTENIDO EN LA PRESA (10<sup>6</sup> M3) : 16

PROMEDIO MENSUAL: ENTRADAS, SALIDAS Y ELEVACIONES

SUMA DE VOLUMENES MENSUALES: DERRAME Y DEFICIT

ANO	ENTRADAS (m <sup>3</sup> /s)	SALIDAS (m <sup>3</sup> /s)	ELEVACION (msnm)	DERRAME (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	DEFICIT (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )
1952	9.265	9.039	1,532.81	9,803.79	219,522.50
1953	6.654	6.594	1,525.51	0.00	296,177.00
1954	8.422	8.165	1,530.37	0.00	246,480.90
1955	9.632	8.455	1,536.48	24,039.39	237,070.10
1956	7.558	7.451	1,526.11	0.00	270,181.80
1957	5.543	5.518	1,525.14	0.00	330,267.40
1958	9.606	9.183	1,534.12	579.59	214,108.10
1959	10.123	9.852	1,530.15	0.00	193,408.00
1960	5.876	5.857	1,525.10	0.00	320,601.60
1961	6.432	6.285	1,527.78	0.00	305,935.60
1962	5.557	5.496	1,525.49	0.00	331,096.50
1963	8.438	8.104	1,532.70	0.00	248,303.40
1964	8.023	7.847	1,527.99	0.00	257,453.20
1965	7.524	7.444	1,525.40	0.00	269,058.10
1966	7.014	6.963	1,525.25	0.00	284,422.80
1967	8.901	7.611	1,531.70	32,747.46	264,057.10
Promedio:	7.786	7.492	Totales:	67,170.23	4,288,144.10



SIMULACIÓN DIARIA. PRESA DERIVADORA EL TULE. ALTERNATIVA 5

**RESUMEN ANUAL DE LA SIMULACION, PRESA DERIVADORA EL TULE  
ALTERNATIVA 6**

**GASTO DE BOMBEO (M3/S) : 8.00**

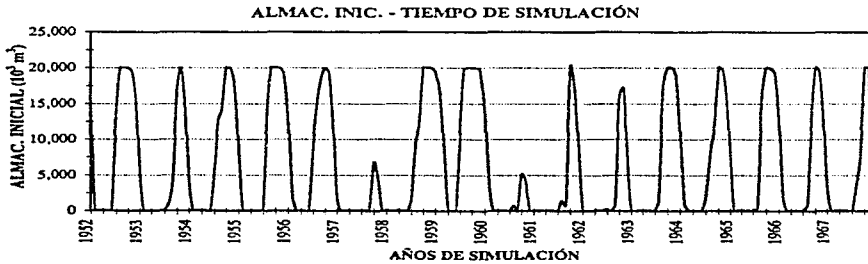
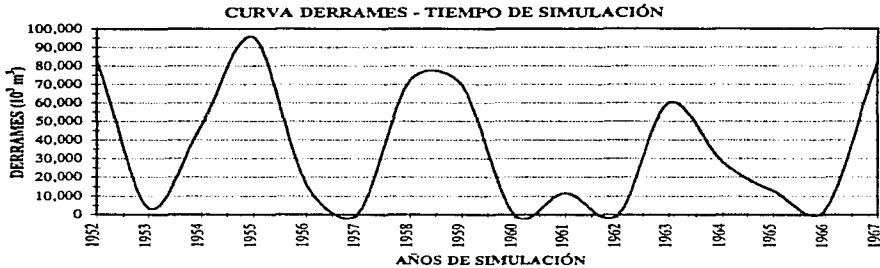
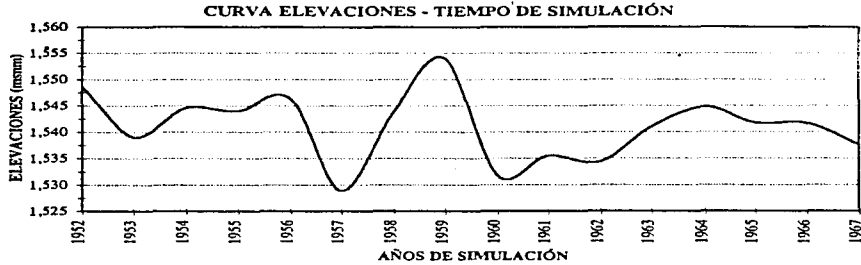
**CAP. MAX. ALMACENAM. DE LA PRESA (10<sup>6</sup> M3) : 20**

**VOL. INIC. CONTENIDO EN LA PRESA (10<sup>6</sup> M3) : 16**

**PROMEDIO MENSUAL: ENTRADAS, SALIDAS Y ELEVACIONES**

**SUMA DE VOLUMENES MENSUALES: DERRAME Y DEFICIT**

AÑO	ENTRADAS (m <sup>3</sup> /s)	SALIDAS (m <sup>3</sup> /s)	ELEVACION (msnm)	DERRAME (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	DEFICIT (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )
1952	9.265	6.185	1,548.64	83,262.43	56,895.40
1953	6.654	5.980	1,539.10	3,645.98	63,132.45
1954	8.422	6.083	1,544.57	47,809.05	59,798.36
1955	9.632	5.855	1,543.99	95,378.25	67,035.60
1956	7.558	6.658	1,546.36	16,265.81	42,104.98
1957	5.543	5.267	1,528.89	0.00	85,840.83
1958	9.606	6.056	1,543.95	72,149.31	60,824.18
1959	10.123	7.191	1,553.99	69,831.27	25,599.20
1960	5.876	5.888	1,531.79	0.00	66,640.06
1961	6.432	5.577	1,535.50	11,757.25	76,004.77
1962	5.557	5.147	1,534.45	0.00	89,708.53
1963	8.438	5.644	1,541.03	60,079.16	73,698.26
1964	8.023	6.464	1,544.76	28,056.76	48,232.97
1965	7.524	6.349	1,541.78	13,063.80	51,451.18
1966	7.014	6.572	1,541.72	2,586.64	44,574.78
1967	8.901	5.825	1,537.63	82,370.52	68,415.62
<b>Promedio:</b>	<b>7.786</b>	<b>6.046</b>	<b>Totales:</b>	<b>586,256.23</b>	<b>979,957.17</b>



SIMULACIÓN DIARIA. PRESA DERIVADORA EL TULE. ALTERNATIVA 6



RESUMEN ANUAL DE LA SIMULACION, PRESA DERIVADORA EL TULE  
ALTERNATIVA 7

GASTO DE BOMBEO (M<sup>3</sup>/S) : 16.00

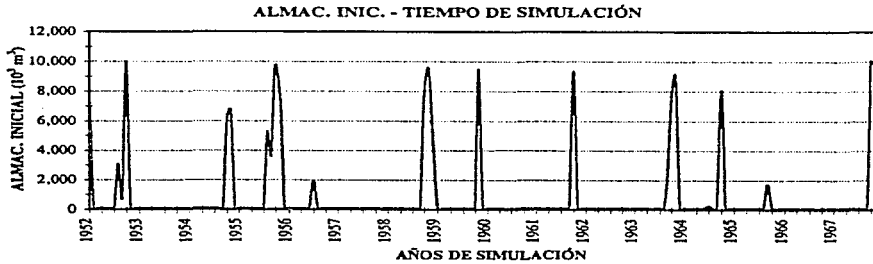
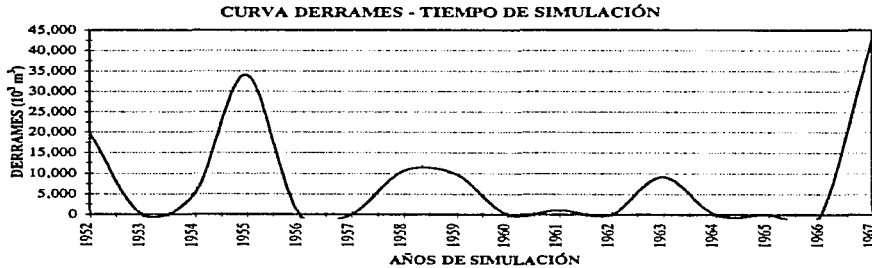
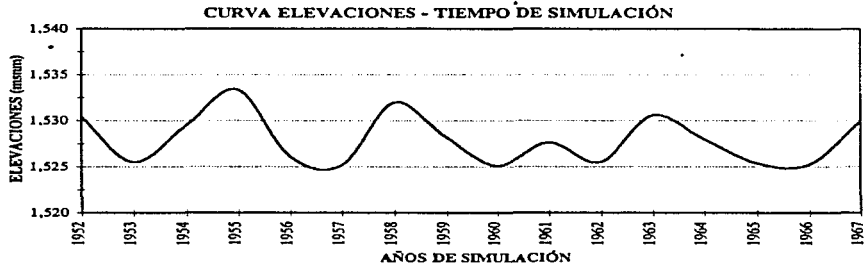
CAP. MAX. ALMACENAM. DE LA PRESA (10<sup>6</sup> M<sup>3</sup>) : 10

VOL. INIC. CONTENIDO EN LA PRESA (10<sup>6</sup> M<sup>3</sup>) : 8

PROMEDIO MENSUAL: ENTRADAS, SALIDAS Y ELEVACIONES

SUMA DE VOLUMENES MENSUALES: DERRAME Y DEFICIT

ANO	ENTRADAS (m <sup>3</sup> /s)	SALIDAS (m <sup>3</sup> /s)	ELEVACION (msnm)	DERRAME (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	DEFICIT (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )
1952	9.265	8.532	1,530.42	19,803.79	235,622.50
1953	6.654	6.594	1,525.51	0.00	296,177.00
1954	8.422	8.025	1,529.45	5,050.73	250,831.60
1955	9.632	8.178	1,533.35	34,039.38	245,670.10
1956	7.558	7.451	1,526.11	0.00	270,181.80
1957	5.543	5.518	1,525.14	0.00	330,267.40
1958	9.606	8.921	1,531.96	10,579.59	222,508.10
1959	10.123	9.579	1,528.19	9,863.45	201,971.50
1960	5.876	5.857	1,525.10	0.00	320,601.60
1961	6.432	6.254	1,527.62	1,082.10	306,917.70
1962	5.557	5.496	1,525.49	0.00	331,096.50
1963	8.438	7.845	1,530.58	9,202.30	256,405.70
1964	8.023	7.847	1,527.99	0.00	257,453.20
1965	7.524	7.444	1,525.40	0.00	269,058.10
1966	7.014	6.963	1,525.25	0.00	284,422.80
1967	8.901	7.312	1,529.93	42,747.46	273,357.10
<b>Promedio:</b>	<b>7.786</b>	<b>7.364</b>	<b>Totales:</b>	<b>132,368.80</b>	<b>4,352,542.70</b>



SIMULACIÓN DIARIA. PRESA DERIVADORA EL TULE. ALTERNATIVA 7

**RESUMEN ANUAL DE LA SIMULACION, PRESA DERIVADORA EL TULE  
ALTERNATIVA 8**

**GASTO DE BOMBEO (M3/S) : 16.00**

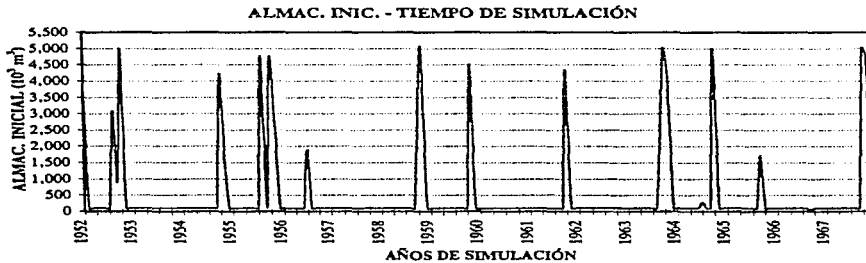
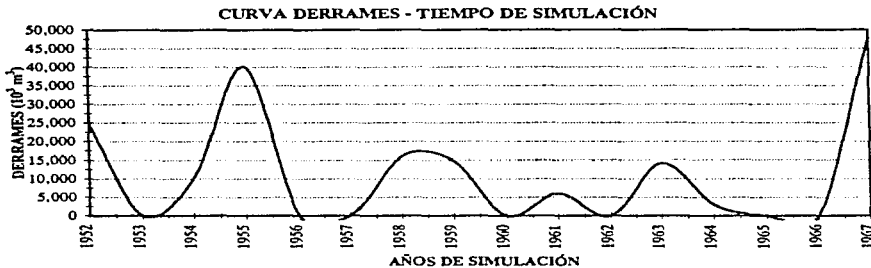
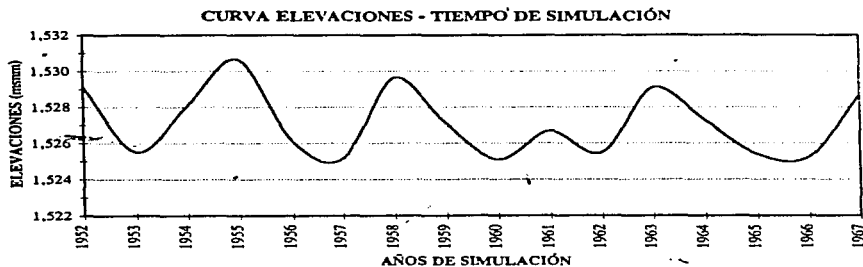
**CAP. MAX. ALMACENAM. DE LA PRESA (10<sup>6</sup> M3) : 5**

**VOL. INIC. CONTENIDO EN LA PRESA (10<sup>6</sup> M3) : 4**

**PROMEDIO MENSUAL: ENTRADAS, SALIDAS Y ELEVACIONES**

**SUMA DE VOLUMENES MENSUALES: DERRAME Y DEFICIT**

ANO	ENTRADAS (m <sup>3</sup> /s)	SALIDAS (m <sup>3</sup> /s)	ELEVACION (msnm)	DERRAME (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	DEFICIT (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )
1952	9.265	8.283	1,529.12	24,803.79	243,622.50
1953	6.654	6.594	1,525.51	0.00	296,177.00
1954	8.422	7.896	1,528.06	10,050.73	254,831.60
1955	9.632	8.020	1,530.64	40,105.23	250,636.00
1956	7.558	7.451	1,526.11	0.00	270,181.80
1957	5.543	5.518	1,525.14	0.00	330,267.40
1958	9.606	8.787	1,529.62	15,892.74	226,821.20
1959	10.123	9.447	1,527.09	14,863.45	206,071.50
1960	5.876	5.857	1,525.10	0.00	320,601.60
1961	6.432	6.118	1,526.69	6,082.10	311,317.70
1962	5.557	5.496	1,525.49	0.00	331,096.50
1963	8.438	7.710	1,529.08	14,202.30	260,605.70
1964	8.023	7.766	1,527.27	3,078.16	260,031.30
1965	7.524	7.444	1,525.40	0.00	269,058.10
1966	7.014	6.963	1,525.25	0.00	284,422.80
1967	8.901	7.161	1,528.66	47,747.47	278,057.10
<b>Promedio:</b>	<b>7.786</b>	<b>7.282</b>	<b>Totales:</b>	<b>176,825.97</b>	<b>4,393,799.80</b>



SIMULACIÓN DIARIA. PRESA DERIVADORA EL TULE. ALTERNATIVA 8

**Resumen de los resultados de simulación mensual y diaria**

Con base en las alternativas de simulación propuestas anteriormente, y una vez que se han presentado algunos cálculos correspondientes, se presenta a continuación un resumen de resultados, tanto para la simulación mensual como diaria.

En dicho resumen podemos observar básicamente el promedio de ingresos comparado con el promedio de extracciones a la presa, así como una cuantificación de los volúmenes derramados para cada alternativa.

Para el caso de la simulación mensual (39 años), se presentan los siguientes resultados:

RESUMEN DE LA SIMULACIÓN MENSUAL DE LA PRESA DERIVADORA EL TULE (Capacidad Útil = 60 millones de m <sup>3</sup> )					
Alternativa Mensual	Qbombeo (m <sup>3</sup> /s)	Prom. Extrac. (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	Prom. Extrac. (m <sup>3</sup> /s)	Suma Derrames (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	Derrame (m <sup>3</sup> /s)
1	7.50	18,598.13	7.08	814.195	0.662
2	12.00	20,379.98	7.76	43.646	0.035
3	16.00	20,493.33	7.79	0.0	0.000

Para el caso de la simulación diaria (16 años), se presentan los siguientes resultados:

RESUMEN DE LA SIMULACIÓN DIARIA. PRESA DERIVADORA EL TULE						
Alternativa Diaria	Cap. Útil (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	Qbombeo (m <sup>3</sup> /s)	Prom. Extrac. (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	Prom. Extrac. (m <sup>3</sup> /s)	Suma Derrames (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	Derrame (m <sup>3</sup> /s)
1	40	16.0	19,999.08	7.610	16.787	0.014
2	30	16.0	19,867.68	7.560	36.787	0.030
3	30	12.0	18,798.08	7.153	155.016	0.126
4	30	8.0	16,409.23	6.244	470.024	0.382
5	20	16.0	19,688.98	7.492	67.170	0.055
6	20	8.0	15,888.88	6.046	586.256	0.477
7	10	16.0	19,352.59	7.364	132.369	0.108
8	5	16.0	19,137.10	7.282	176.826	0.144

Los resultados mostrados anteriormente serán comentados en el siguiente capítulo, sin embargo y en primera instancia se observa que puede reducirse notablemente la capacidad útil de la presa, sin incrementar los volúmenes derramados.

## **CAPÍTULO 5**

### **CONCLUSIONES**

#### **5.1 GENERALIDADES**

Entre las principales causas que han afectado el desarrollo del abastecimiento eficiente de agua a la Ciudad de México se destacan, la falta de recursos económicos y el aumento significativo de la población. Habrá que tomar en cuenta los problemas socio-políticos que surjan, motivados por la transferencia y/o cambio del uso del agua, entre habitantes de una misma entidad, o entre diversas entidades federativas y aún entre dependencias que manejan distintos usos del agua, para su adecuada y oportuna solución.

El abastecimiento de agua, hasta finales del año 1970, estuvo influenciado por dos características principales: la utilización de fuentes de escaso rendimiento ante las necesidades actuales y futuras de la Ciudad de México y la consideración de la ciudad como una sola unidad y no como un sistema (que considere no sólo los requerimientos de la ciudad, sino además, los de las zonas adyacentes a la misma, así como los de las zonas de captación).

Se requiere desde luego, el cuidado de las zonas de captación y la preservación de la calidad del agua, a través de obras que no sólo eviten dañar el sistema ecológico, sino que además tiendan a mejorarlo.

La utilización del agua de las diversas cuencas con las que se cuenta, no debe verse desde un punto de vista exclusivo de abastecimiento de agua a la Ciudad de México, ya que desde su origen y a lo largo de la conducción, deberán atender necesidades locales, actuales y futuras.

Es importante determinar la potencialidad de los acuíferos del Valle de México, pues sólo así se podría saber si es conveniente seguir con la explotación de los mismos, y en caso de ser conveniente, qué cantidad destinada al abastecimiento de agua podría extraerse, sin agravar la problemática que esta operación trae consigo.

Se considera fundamental, la necesidad de plantear nuevas alternativas que sigan una política apta a los requerimientos, a través de planes factibles que permitan alcanzar las metas y objetivos planteados.

Por otro lado, deberían ampliarse las oportunidades de participación de particulares, con la finalidad de impulsar mayores inversiones en el sector hidráulico e incrementar la eficiencia mediante incentivos económicos que reconozcan el valor del agua en las diferentes zonas del país, y sin olvidar que la defensa de las futuras generaciones depende del compromiso que tenemos con el medio ambiente.

Actualmente enfrentamos un gran problema: generalmente, el habitante de la ciudad ve el agua potable como un derecho, como una parte de su "hábitat"; mientras que el habitante de las zonas de captación considera la explotación y la conducción del agua como un despojo; por tanto, convenir es el reto y la gran responsabilidad, hacer conciencia en los habitantes de la ciudad, el gran esfuerzo que representa el suministro de agua, y que reclama correspondencia por parte del usuario, en cuanto a su cuidado, buen uso y pago del servicio.

En seguida se presentan las conclusiones obtenidas para cada uno de los capítulos de este trabajo.

## **5.2 SIMULACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE UN VASO**

Ante la necesidad de utilizar al máximo posible los recursos hidráulicos, el Ingeniero Hidráulico debe conocer la forma en que sean administrados adecuadamente. En este sentido, la simulación de un vaso de almacenamiento, es una técnica esencial en la determinación de la evolución de los volúmenes de agua por regular, con la finalidad de disponer de ellos cuando sea necesario.

Para dar una solución adecuada a la ecuación de continuidad, deberá analizarse detalladamente cada uno de los términos que interviene en ella, mismos que varían en función del problema de que se trate; la determinación de resultados confiables dependerá de la precisión y suposiciones con las que fueron evaluados.

Sin embargo, llevar a cabo un buen proceso de simulación, no implica solamente evaluar los términos de la ecuación de continuidad, sino además, representa el buen manejo de la información con la que se dispone, ya que se manejan grandes cantidades de registros hidrológicos.

Para convertir los datos y la información en una decisión, la administración de los datos es fundamental en todo proceso, por lo que es necesario contar con las respuestas a ciertos parámetros como lo son la cantidad, calidad, sincronización y ubicación en la recolección de datos.

La evaluación de los términos de la ecuación de continuidad se facilita cuando se cuenta con información conveniente, así por ejemplo, son de bastante utilidad los datos que se obtienen a través de estaciones climatológicas e hidrométricas, sobre todo cuando se localizan en lugares adecuados; sin embargo, muchas veces esto no es posible y se tiene que recurrir a correlacionar la información que proporcionan otras estaciones, actividad muy común en problemas de este tipo.

Los resultados de la simulación de un vaso dependerán de las condiciones que se manejen (veracidad de información), así como de la política de extracción adoptada, la cual puede estar debidamente establecida a través de un proceso de optimización.

Para una estimación general de los volúmenes de ingreso a un sistema de distribución, la simulación puede otorgar una valoración de las cantidades de agua de que se puede disponer en determinada instancia (contabilización de volúmenes).

### **5.3 DESCRIPCIÓN Y MANEJO DE PROGRAMAS DE CÁLCULO**

Los modelos de simulación del funcionamiento de un vaso, son simplificaciones físicas o matemáticas de los sistemas naturales que facilitan el análisis, diseño de planes y proyectos de recursos hidráulicos.

La mayoría de las veces, la resolución de un problema de aplicación real requiere la elaboración de al menos un programa para computadora de tal forma que se manipule la información y se obtengan resultados confiables.

Hoy en día, el uso de programas elaborados para computadora, son de gran utilidad, ya que no sólo permiten agilizar los cálculos, sino que dan la oportunidad de simular las diferentes alternativas de diseño, las veces que se requiera.



Una vez que se ha entendido el problema a resolver, se pueden elaborar distintos programas en los que intervengan las condiciones de simulación, las limitantes o restricciones del problema y la manera en que se desean los resultados.

Los programas realizados en este trabajo para llevar a cabo la simulación, son sólo una muestra de la factibilidad técnica con la que pueden ser elaborados, los aspectos que toman en cuenta son para el problema específico de la presa El Tule; sin embargo, el procedimiento de análisis puede ajustarse a cualquier problema de simulación de vasos.

#### 5.4 EJEMPLO DE APLICACIÓN. PRESA DERIVADORA EL TULE

Con base en estudios realizados anteriormente que contemplaron el aprovechamiento de los caudales del río Temascaltepec por simple derivación y debido a problemas geológicos en la boquilla de la presa El Tule, no se permitiría construir una cortina con las dimensiones que se habían contemplado, por lo que únicamente captaría los caudales no derivados y así reducir considerablemente la capacidad de la presa.

Ante esta situación, al aprovechar la mayor parte de los caudales disponibles por derivación, se buscará aquella solución que demuestre para las dimensiones mínimas posibles, un mínimo de derrames y una mayor capacidad de conducción de la presa, a costos razonables.

En la cuenca del río Temascaltepec se dispone de datos hidrométricos observados en diversas estaciones, los que se utilizaron fueron los correspondientes a las estaciones Temascaltepec y Paso del Cobre; la primera de ellas ubicada cercanamente al sitio de proyecto de la presa, sin embargo, hubo la necesidad de trasladar los registros de la segunda al sitio de Temascaltepec mediante un modelo matemático. Los resultados que se obtuvieron son confiables y pueden ser considerados como válidos para un estudio posterior.

Los resultados arrojados por los programas muestran para todas las alternativas de simulación, con base en la política de extracción adoptada y las diferentes condiciones de simulación, que las extracciones máximas corresponden a los periodos en los cuales se registran abundantes escurrimientos (meses de agosto a noviembre). Asimismo, los valores mínimos de extracción se presentan en los periodos comprendidos en los meses de enero a marzo.

En resumen, el método de simulación aplicado con intervalos de tiempo mensual a la presa derivadora El Tule arroja los siguientes resultados:

El promedio de ingresos a la presa El Tule en los 39 años y para las tres alternativas, es de  $7.763 \text{ m}^3/\text{s}$  (20.40 millones de  $\text{m}^3$  mensuales). Las salidas están en función de el gasto de bombeo seleccionado para una capacidad máxima de conducción (se busca no bombear en horas pico) y de la capacidad útil de la presa.

## CONCLUSIONES

De esta manera, el promedio de extracciones y suma de derrames para las diferentes alternativas mensuales son las siguientes:

RESUMEN DE LA SIMULACIÓN MENSUAL DE LA PRESA EL TULE (Capacidad Útil = 60 millones de m <sup>3</sup> )					
Alternativa Mensual	Qbombeo (m <sup>3</sup> /s)	Prom. Extrac. (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	Prom. Extrac. (m <sup>3</sup> /s)	Suma Derrames (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	Derrame (m <sup>3</sup> /s)
1	7.50	18,598.13	7.08	814.195	0.662
2	12.00	20,379.98	7.76	43.646	0.035
3	16.00	20,493.33	7.79	0.0	0.000

Como se puede observar, los promedios de extracción mensual para cada alternativa son casi iguales, con lo que se puede llegar a tener un aprovechamiento del 91.2% al 100% del volumen de ingreso promedio según la capacidad de conducción de la presa.

No obstante, se pueden obtener resultados semejantes a través de la simulación diaria si se disminuye la capacidad útil de la presa, para lo cual se consideraron diferentes capacidades de la presa.

Los resultados de la simulación diaria son los siguientes:

El promedio de ingresos a la presa en los 16 años, para las ocho alternativas, es de 7.786 m<sup>3</sup>/s (20.46 millones de m<sup>3</sup> mensuales). El promedio mensual de extracciones y suma de derrames (en los 16 años de simulación) para las diferentes alternativas son las que se muestran en la siguiente tabla.

RESUMEN DE LA SIMULACIÓN DIARIA DE LA PRESA EL TULE						
Alternativa Diaria	Cap. Útil (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	Qbombeo (m <sup>3</sup> /s)	Prom.Extrac. (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	Prom.Extrac. (m <sup>3</sup> /s)	Suma Derrames (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	Derrame (m <sup>3</sup> /s)
1	40	16.0	19,999.08	7.610	16.787	0.014
2	30	16.0	19,867.68	7.560	36.787	0.030
3	30	12.0	18,798.08	7.153	155.016	0.126
4	30	8.0	16,409.23	6.244	470.024	0.382
5	20	16.0	19,688.98	7.492	67.170	0.055
6	20	8.0	15,888.88	6.046	586.256	0.477
7	10	16.0	19,352.59	7.364	132.369	0.108
8	5	16.0	19,137.10	7.282	176.826	0.144

Para las alternativas de simulación diarias seleccionadas, se puede llegar a tener un aprovechamiento del 77.7% al 97.7% del volumen de ingreso promedio. Se observa también que para cierta capacidad útil, a mayor capacidad de conducción de la presa, mayor aprovechamiento.

Por otro lado, si se considera un gasto de bombeo de  $16 \text{ m}^3/\text{s}$ , el valor de los derrames aumenta o disminuye, en promedio,  $0.033 \text{ m}^3/\text{s}$  por cada 10 millones de metros cúbicos que tenga la presa como capacidad útil. Para el caso de tener un gasto de  $8 \text{ m}^3/\text{s}$ , la diferencia de derrames por cada 10 millones de metros cúbicos se hace ligeramente más notable, es decir, en promedio y aproximadamente de  $0.05 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Lo anterior nos obliga a pensar que es muy probable que para una capacidad de conducción de  $10 \text{ m}^3/\text{s}$ , y capacidades útil de 10 a 30 millones de metros cúbicos, pueda incrementarse el aprovechamiento de los ingresos totales y generar un mínimo de derrames (comparado con otras capacidades de conducción).

Se tiene un mejor aprovechamiento de los escurrimientos si se consideran capacidades de almacenamiento mayores de 1 millón de metros cúbicos<sup>13</sup> y menores que 60 millones de metros cúbicos; sin embargo, para capacidades útil de 1 a 5 millones de  $\text{m}^3$  (simulación diaria) aumentan considerablemente los volúmenes derramados, efecto que se observa al comparar las alternativas 6, 7 y 8.

Por otro lado, deberá incrementarse la capacidad de conducción hacia la presa Valle de Bravo al máximo posible, siempre y cuando el volumen almacenado lo permita, y dado que por razones constructivas y con respecto a capacidades menores, una capacidad de conducción de  $10 \text{ m}^3/\text{s}$  o incluso de  $16 \text{ m}^3/\text{s}$  se logra sin incrementar sensiblemente el costo de la obra, es recomendable una capacidad de almacenamiento útil entre 10 y 30 millones de metros cúbicos.

Un análisis de costos que considere además un sobrante en la capacidad útil (permitiría mayor flexibilidad en el funcionamiento del sistema) de El Tule, determinará la capacidad adecuada.

## 5.5 ASPECTOS FUNDAMENTALES

El manejo del agua es un conjunto de actividades que se realizan para adecuar la disponibilidad de este recurso en cantidad, calidad, espacio y tiempo; en este sentido, considero como actividades por realizar las siguientes:

1. Construcción de infraestructura para regular el agua
2. Planear la regulación y aprovechamiento del agua mediante la captación y procesamiento de información hidrológica.

Obtener agua, distribuirla eficientemente y con equidad, así como inducir un régimen de uso que evite el desperdicio, son algunas facetas del problema. El Ingeniero Hidráulico enfrenta su más grande reto frente a la naturaleza: la forma de lograr que el agua no falte ante el crecimiento de la población.

---

<sup>13</sup> Capacidad considerada como adecuada para absorber la variación de ingresos diarios

En esta tarea de abastecimiento de agua, un programa importante y permanente es la conservación de los caudales ya suministrados, para lo cual son necesarias las tareas de rehabilitación y/o sustitución de pozos, la conservación de plantas de bombeo y acueductos.

La ciudad no cuenta con fuentes alternativas de abastecimiento que se puedan explotar a costos razonables, por tanto, si somos realistas, la mejor estrategia aunada a la conservación y mejora de los actuales sistemas de abastecimiento con los que contamos, es ahorrar en el uso del agua lo máximo posible; para ello, habrá que mejorar nuestros hábitos de consumo.

Son necesarias las investigaciones en hidráulica con la finalidad de determinar métodos y procedimientos que nos permitan tener un control en lo referente a consumos y usos del agua. Existe la necesidad de estudiar los diferentes sistemas, con igual grado de profundidad y sobre las mismas bases.

Finalmente, es imperiosa la necesidad de tener control sobre el sistema que actualmente abastece de agua a millones de habitantes mediante un análisis del funcionamiento histórico de las presas que lo conforman, así como trabajar en el desarrollo de modelos de optimización que consideren en forma determinante las posibilidades de operación conjunta de sistemas que trabajen en serie y en paralelo.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Manual de Diseño de Obras Civiles, C.F.E., Instituto de Investigaciones Eléctricas; Fascículos: Hidrotecnia (*A.1.9. Simulación del Funcionamiento de un Vaso; A.2.16. Métodos Numéricos*).
2. Secretaría de Recursos Hidráulicos, Comisión Hidrológica de la Cuenca del Valle de México: *El Abastecimiento de Agua Potable al Área Urbana Continua Ciudad de México (Cronología de Estudios Realizados)*; México, D.F., diciembre de 1971.
3. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (S.A.R.H.): *Sistema Cutzamala. Segunda Etapa, Captación Valle de Bravo*; Editado por la Comisión de Aguas del Valle de México; México, julio de 1985.
4. Aparicio Mijares, Francisco Javier: *Fundamentos de Hidrología de Superficie*; Editorial Limusa S.A. de C.V.; México, 1996.
5. Helweg, Otto J.: *Recursos Hidráulicos - Planeación y Administración*; Editorial Limusa S.A. de C.V.; México, 1992.
6. *Informe del Estudio Hidrológico del Río Temascaltepec*, C.N.A., Gerencia de Aguas del Valle de México, Gerencia de Estudios y Evaluación, Departamento de Hidrología Superficial; Agosto de 1991.
7. *Informe Sistema Temascaltepec - Sistema Cutzamala*, S.A.R.H., Comisión de Aguas del Valle de México, Dirección General de Estudios y Evaluación, Departamento de Hidrología Superficial; Septiembre de 1989.
8. Domínguez Mora, Ramón; Mendoza, Rosalva; Caballero Díaz, Sergio: *Estudios Hidrológicos del Sistema Cutzamala*; Informe elaborado para C.N.A., Instituto de Ingeniería, Proyecto 6117; México, D.F.; Diciembre de 1996.
9. United States Department of the Interior Bureau of Reclamation: *Diseño de Presas Pequeñas*; Compañía Editorial Continental, S.A.; México, octava reimpresión, marzo de 1979.
10. Fortran 77: *Entorno de Programación Fortran*; Editorial Limusa, S.A de C.V.; México D.F., 1991.
11. Aguilar Amilpa, Enrique: *Técnicas de Simulación para el Diseño de Aprovechamientos Hidráulicos*; Tesis, Facultad de Ingeniería, U.N.A.M.; México, D.F. 1968

## APÉNDICE A

### DOCUMENTACIÓN DE PROGRAMAS DE CÁLCULO

#### INTRODUCCIÓN

En este apéndice se listan los programas de cálculo *simulam.for* (simulación mensual) y *simvaso.for* (simulación diaria) utilizados en este trabajo. Se ha considerado el lenguaje de programación Fortran como adecuado a las necesidades. Los programas son lo bastante cortos como para que su captura no constituya una tarea demasiado complicada.

Además del listado del programa, se anexa una breve descripción de las principales variables utilizadas en cada uno. Los programas siguen los lineamientos expresados en el diagrama de flujo mostrado en la figura 3.1 (capítulo 3).

Asimismo, las unidades de medida que se utilizan para cada variable que interviene, en ambos programas, son las mencionadas en el capítulo 3 de este trabajo.

## DOCUMENTACIÓN DEL PROGRAMA SIMULAM.FOR (Simulación Mensual)

## Variables y constantes de cálculo

1. ALMFIN	Almacenamiento mensual inicial en el vaso (calculado con ARME).
2. ALMINI	Almacenamiento mensual inicial en el vaso (1ª estimación; ENT+VOLINI-VEVAP-VALMIN).
3. ARFIN	Área del nivel del agua dentro del vaso para cada mes (2ª estimación).
4. ARINI	Área del nivel del agua dentro del vaso para cada mes (1ª estimación).
5. ARME	Área media del nivel del agua dentro del vaso para cada mes.
6. CAPBOM	Capacidad de bombeo diaria.
7. CABOMEN	Capacidad de bombeo mensual.
8. CECA	Puntos de la curva elevaciones-capacidades-áreas.
9. DEF	Déficit mensual.
10. DERR	Derrame mensual.
11. ELFIN	Elevación de la superficie del agua para cada mes (2ª estimación).
12. ELINI	Elevación de la superficie del agua para cada mes (1ª estimación).
13. ENT	Ingresos mensuales totales a la presa derivadora.
14. EVANET	Lámina de evaporación neta de cada mes.
15. IAXO	Año en estudio.
16. INI	Año en el que se inicia la simulación.
17. NAN	Número de años por simular.
18. NODMES	Número de días para cada mes.
19. NOMMES	Nombres de cada mes.
20. NUMD	Número de días para cada mes.
21. NUTA	Número total de años de registros de ingresos.
22. PSELINI	Promedio anual de elevaciones mensuales.
23. PSENT	Promedio anual de ingresos al vaso.
24. PSSAL	Promedio anual de extracciones al vaso.
25. QBOM	Gasto de bombeo.
26. SAL	Extracciones mensuales a la presa.
27. SELINI	Suma de elevaciones mensuales para cada año.
28. SENT	Suma de ingresos mensuales para cada año.
29. SSAL	Suma de extracciones mensuales para cada año.
30. SUMDEF	Suma del déficit mensual para cada año.
31. SUMDER	Suma del derrame mensual para cada año.
32. VALMAX	Capacidad máxima de almacenamiento de la presa.
33. VALMIN	Capacidad mínima de almacenamiento de la presa.
34. VEVAP	Volumen de evaporación neta para cada mes (calculado con ARINI).
35. VINIC	Volumen inicial mensual contenido en la presa.
36. VOLEN	Volumen de evaporación neta para cada mes (calculado con ARME).
37. VOLFIN	Volumen mensual final contenido en el vaso (inicial para el siguiente mes; incluye ingresos y extracciones).
38. VOLINI	Volumen mensual inicial contenido en el vaso (no incluye ingresos del mes en análisis y equivale al volumen mensual final del mes anterior).

Listado del programa simulam.for

Sdebug

```
C INSTITUTO DE INGENIERIA
C PROGRAMA SIMULAM.FOR
C SIMULACION MENSUAL DEL FUNCIONAMIENTO DE UN VASO
C SISTEMA CUTZAMALA, PRESA DERIVADORA EL TULE
C ESTE PROGRAMA REQUIERE DE LOS ARCHIVOS DE ENTRADA SIGUIENTES:
C 1.- SIMTULE.DAT (VOLUMENES MENSUALES EN 10^3 m3)
C 2.- EVAPNE.DAT (LAMINA DE EVAPORACION NETA POR 1 AÑO, EN mm)
C 3.- CELCA.DAT (CURVA ELEV.-CAP.-AREAS, EN msnm,10^6 m3
C Y Ha RESPECTIVAMENTE)
C PROGRAMA. SERGIO CABALLERO DIAZ
```

```
COMMON/CURVA/CECA(20,3)
```

```
DIMENSION ENT(39,12),IAXO(39),NODMES(12),VOLINI(39,12)
DIMENSION ALMINI(39,12),SAL(39,12),VOLFIN(39,12),DERR(39,12)
DIMENSION DEF(39,12),SENT(39),SSAL(39),PSENT(39),PSSAL(39)
DIMENSION SUMDER(39),SUMDEF(39),EVANET(12),VOLEN(39,12)
DIMENSION VEVAP(39,12),ELINI(39,12),ARINI(39,12)
DIMENSION ELFIN(39,12),ARME(39,12),ARFIN(39,12)
DIMENSION ALMFIN(39,12),SELINI(39),PSELINI(39)
```

```
CHARACTER*3 NOMMES(12)
```

```
DATA NOMMES/ENE,'FEB','MAR','ABR','MAY','JUN','JUL','AGO',
* 'SEP','OCT','NOV','DIC'/
```

```
DATA NODMES/31,28,31,30,31,30,31,31,30,31,30,31/
```

```
OPEN(1, FILE='SIMTULE.DAT', STATUS='OLD')
OPEN(2, FILE='SIMULAM.SAL', STATUS='UNKNOWN')
OPEN(3, FILE='RESFINM.SAL', STATUS='UNKNOWN')
OPEN(4, FILE='EVAPNE.DAT', STATUS='OLD')
OPEN(5, FILE='CELCA.DAT', STATUS='OLD')
```

C LECTURA DE DATOS

```
READ(1,*) NUTA
DO I = 1,NUTA
  READ(1,*) IAXO(I)
  READ(1,*) (ENT(I,K), K=1,12)
ENDDO
```

```
DO L=1,12
  READ(4,*) EVANET(L)
ENDDO
```

```
DO M=1,16
  READ(5,10) (CECA(M,N), N=1, 3)
ENDDO
```

```
10 FORMAT(F7.2,2X,F10.1,2X,F6.2)
```

```
IAXDAT = IAXO(1)
WRITE(*,*) AÑO INICIAL, IAXO(1),',',IAXO(NUTA)
READ(*,*) INI
WRITE(*,*) NUMERO DE AÑOS POR SIMULAR? (MÁXIMO: NUTA, AÑOS)
READ(*,*) NAN
```



ICONTE = INI-IAXDAT

F1 = 86400.  
 F2 = J.E03  
 F3 = 1.E06

WRITE(\*,\*) 'GASTO DE BOMBEO (m3/s)? '  
 READ(\*,\*) QBOM  
 WRITE(\*,\*) 'CAP. MÁX. ALMAC. DE LA PRESA DERIVADORA (10<sup>6</sup> M3)?  
 READ(\*,\*) VALM  
 WRITE(\*,\*) 'CAP. MÍN. ALMAC. DE LA PRESA DERIVADORA (10<sup>6</sup> M3)?  
 READ(\*,\*) CAPMIN  
 WRITE(\*,\*) 'VOL. INIC. CONTENIDO EN LA PRESA (10<sup>6</sup> M3)?  
 READ(\*,\*) VIN

CAPBOM=QBOM\*F1  
 VALMAX=VALM\*F3  
 VALMIN=CAPMIN\*F3  
 VINIC=VIN\*F3

C SIMULACION MENSUAL DE LA PRESA  
 C SE CONSIDERA EL NUMERO DE DIAS DE CADA MES Y AÑOS BISIESTOS PARA LA  
 C CONVERSION DE LA CAPACIDAD DE BOMBEO (m3/dia) A VOLUMEN MENSUAL

```

DO K=ICONTE+1, ICONTE+NAN
DO I=1, 12
  VOLINI(K,I) = VINIC
  CALL ELEVA(VOLINI(K,I),ELE)
  CALL AREAS(ELE,AR)
  ARINI(K,I) = AR
  ELINI(K,I) = ELE
  VEVAP(K,I) = (EVANET(I)*ARINI(K,I))*0.0001
  ALMINI(K,I) = ENT(K,I)*F2+VOLINI(K,I)-VEVAP(K,I)-VALMIN
  IF (K.NE.1.AND.K.NE.5.AND.K.NE.9.AND.K.NE.13.AND.K.NE.17.AND.
  * K.NE.21.AND.K.NE.25.AND.K.NE.29.AND.K.NE.33.AND.K.NE.37)
  *
  * GOTO 12
  IF (I.NE.2) GOTO 12
  CABOMEN=CAPBOM*29
  IF (ALMINI(K,I).LT.CABOMEN) THEN
    SAL(K,I) = ALMINI(K,I)
    DEF(K,I) = CABOMEN-SAL(K,I)
    VOLFIN(K,I) = VALMIN
  ELSE
    SAL(K,I) = CABOMEN
    VOLFIN(K,I) = ALMINI(K,I)-CABOMEN
    IF (VOLFIN(K,I).GT.VALMAX) THEN
      DERR(K,I) = VOLFIN(K,I)-VALMAX
      VOLFIN(K,I) = VALMAX
    ENDIF
  ENDIF
  GOTO 13
12 CABOMEN=CAPBOM*NODMES(I)
  IF (ALMINI(K,I).LT.CABOMEN) THEN
    SAL(K,I) = ALMINI(K,I)
    DEF(K,I) = CABOMEN-SAL(K,I)
    VOLFIN(K,I) = VALMIN
  ELSE
    SAL(K,I) = CABOMEN
    VOLFIN(K,I) = ALMINI(K,I)-CABOMEN
  
```

```

IF (VOLFIN(K,I).GT.VALMAX) THEN
  DERR(K,I) = VOLFIN(K,I)-VALMAX
  VOLFIN(K,I) = VALMAX
ENDIF
ENDIF
13  AF = VOLFIN(K,I)
    CALL ELEVA(AF,ELE)
    CALL AREAS(ELE,AR)
    ARFIN(K,I) = AR
    ELFIN(K,I) = ELE
    ARME(K,I) = (ARINI(K,I)+ARFIN(K,I))* .5
    VOLEN(K,I) = (EVANET(1)*ARME(K,I))* .00001
    ALMFIN(K,I) = ENT(K,I)*F2+VOLINI(K,I)-VOLEN(K,I)-VALMIN
    IF (ALMFIN(K,I).LT.CABOMEN) THEN
      SAL(K,I) = ALMFIN(K,I)
      DEF(K,I) = CABOMEN-SAL(K,I)
      VOLFIN(K,I) = VALMIN
    ELSE
      SAL(K,I) = CABOMEN
      VOLFIN(K,I) = ALMFIN(K,I)-CABOMEN
      IF (VOLFIN(K,I).GT.VALMAX) THEN
        DERR(K,I) = VOLFIN(K,I)-VALMAX
        VOLFIN(K,I) = VALMAX
      ENDIF
    ENDIF
  ENDDO
  ENDDO
  ENDDO
C  SUMA ANUAL: INGRESOS (10^3 m3), EXTRACCIONES (10^3 m3),
C  ELEVACIONES (msnm), DERRAME (10^6 m3) Y DEFICIT (10^6 m3)
C  PROMEDIO MENSUAL: INGRESOS, EXTRACCIONES Y ELEVACIONES

DO J = ICONTE+1, ICONTE+NAN
  SENT(J) = 0.
  PSENT(J) = 0.
  SSAL(J) = 0.
  PSSAL(J) = 0.
  SUMDER(J) = 0.
  SUMDEF(J) = 0.
  SELINI(J) = 0.
  PSELINI(J) = 0.
  DO K = 1, 12
    SENT(J) = SENT(J)+ENT(J,K)
    PSENT(J) = SENT(J)/12
    SSAL(J) = SSAL(J)+SAL(J,K)/F2
    PSSAL(J) = SSAL(J)/12
    SUMDER(J) = SUMDER(J)+DERR(J,K)
    SUMDEF(J) = SUMDEF(J)+DEF(J,K)
    SELINI(J) = SELINI(J)+ELINI(J,K)
    PSELINI(J) = SELINI(J)/12
  ENDDO
ENDDO

```

C ESCRITURA DE DATOS Y RESULTADOS AL ARCHIVO DE SALIDA SIMULAM.SAL

```

WRITE(2,15)
WRITE(2,20) QBOM
WRITE(2,25) VALM
WRITE(2,30) CAPMIN
WRITE(2,35) VIN
WRITE(2,40)
WRITE(2,45)

DO J = ICONTE+1, ICONTE+NAN
  DO K = 1, 12
    VOLINI(J,K) = VOLINI(J,K)/F2
    DERR(J,K) = DERR(J,K)/F2
    DEF(J,K) = DEF(J,K)/F2
    VOLFIN(J,K) = VOLFIN(J,K)/F2
    SAL(J,K) = SAL(J,K)/F2
    IF (K.EQ.1) THEN
      WRITE(2,55) IAXO(J),NOMMES(K),ENT(J,K),VOLINI(J,K),
      * ELINI(J,K),ARME(J,K),EVANET(K),VOLEN(J,K),
      * SAL(J,K),DERR(J,K),DEF(J,K),VOLFIN(J,K)
    ELSE
      WRITE(2,50) NOMMES(K),ENT(J,K),VOLINI(J,K),ELINI(J,K),
      * ARME(J,K),EVANET(K),VOLEN(J,K),SAL(J,K),
      * DERR(J,K),DEF(J,K),VOLFIN(J,K)
    ENDIF
  ENDDO
ENDDO

```

C ESCRITURA DE DATOS Y RESULTADOS AL ARCHIVO DE SALIDA RESFINM.SAL

- C PROMEDIOS ANUALES DE SUMATORIAS MENSUALES PARA INGRESOS,
- C EXTRACCIONES Y ELEVACIONES, EN  $10^3 \text{ m}^3$  (VOLUMENES) Y m.s.n.m.
- C RESPECTIVAMENTE
- C SUMA ANUAL PARA DERRAME Y DEFICIT EN  $10^3 \text{ m}^3$

```

WRITE(3,60)
WRITE(3,20) QBOM
WRITE(3,25) VALM
WRITE(3,30) CAPMIN
WRITE(3,35) VIN
WRITE(3,65)
WRITE(3,70)
WRITE(3,75)
WRITE(3,80)

DO J = ICONTE+1, ICONTE+NAN
  SUMDER(J) = SUMDER(J)/F2
  SUMDEF(J) = SUMDEF(J)/F2
  WRITE(3,85) IAXO(J),PSENT(J),PSSAL(J),PSELINI(J),
  * SUMDER(J),SUMDEF(J)
ENDDO

```

C FORMATOS

```

15 FORMAT('SIMULACION MENSUAL DEL VOLUMEN, PRESA: EL TULE')
20 FORMAT('GASTO DE BOMBEO (M3/S):',1X,F5.2)
25 FORMAT('CAP. MÁX. ALMACENAM. DE LA PRESA (10^6 M3):',1X,F7.2)
30 FORMAT('CAP. MÍN. ALMACENAM. DE LA PRESA (10^6 M3):',1X,F7.2)
35 FORMAT('VOL. INIC. CONTENIDO EN LA PRESA (10^6 M3):',1X,F7.2)
40 FORMAT('/','AÑO',2X,'MES',2X,'INGRESOS',3X,'ALM INT',2X,
  * 'ELEV. INT',2X,'SUP. MED',2X,'EVAP. NET',2X,'V. EVAP. MED',
  * 2X,'SALIDAS',3X,'DERRAME',3X,'DEFICIT',4X,'VOL. FIN')
45 FORMAT(10X,(10^3 M3),1X,(10^3 M3),2X,(msun),5X,(Ha),5X,
  * '(mm),4X,(10^6 M3),2X,(10^3 M3),1X,(10^3 M3),1X,
  * '(10^3 M3),2X,(10^3 M3)')
50 FORMAT(5X,A3,2X,F8.0,2X,F9.2,2X,F7.1,2X,F7.2,2X,F7.1,4X,
  * F8.4,2X,F8.2,2X,F9.2,F10.2,1X,F10.2)
55 FORMAT(14,1X,A3,2X,F8.0,2X,F9.2,2X,F7.1,2X,F7.2,2X,F7.1,4X,
  * F8.4,2X,F8.2,2X,F9.2,F10.2,1X,F10.2)
60 FORMAT('RESUMEN DE LA SIMULACION, PRESA DERIVADORA EL TULE')

65 FORMAT('PROM. MENSUAL PARA INGRESOS, SALIDAS Y ELEVACIONES',
  * '/',SUMA ANUAL DE VOLUMENES PARA DERRAME Y DEFICIT)
70 FORMAT('/',13X,'R E S U M E N   A N U A L')
75 FORMAT('AÑO',2X,'INGRESOS',4X,'SALIDAS',3X,'ELEVACION',3X,
  * 'DERRAME',5X,'DEFICIT')
80 FORMAT(5X,(10^3 M3),2X,(10^3 M3),4X,(msnm),3X,
  * '(10^3 M3),3X,(10^3 M3)')
85 FORMAT(14,1X,F9.2,1X,F10.2,1X,F9.2,2X,F10.1,2X,F10.1)

```

```

DO L = 1, 5
  CLOSE(L)
ENDDO
STOP
END

```

C SUBROUTINAS PARA CALCULO DE ELEV. Y AREAS CON INTERPOLACION LINEAL

```

SUBROUTINE ELEVA(VOLUM,ELEV)
COMMON/CURVA/CECA(20,3)
DO I = 1, 15
IF (VOLUM.GE.CECA(I,2).AND.VOLUM.LE.CECA(I+1,2)) THEN
  B2 = CECA(I+1,2)-CECA(I,2)
  B = VOLUM-CECA(I,2)
  B1 = CECA(I+1,1)-CECA(I,1)
  ELEV = CECA(I,1)+(B1*B)/B2
ENDIF
ENDDO
RETURN
END
SUBROUTINE AREAS(ELEV,A)
COMMON/CURVA/CECA(20,3)
DO I = 1, 15
IF (ELEV.GE.CECA(I,1).AND.ELEV.LE.CECA(I+1,1)) THEN
  B2 = CECA(I+1,1)-CECA(I,1)
  B = ELEV-CECA(I,1)
  B1 = CECA(I+1,3)-CECA(I,3)
  A = CECA(I,3)+(B1*B)/B2
ENDIF
ENDDO
RETURN
END

```

**DOCUMENTACIÓN DEL PROGRAMA SIMVASO.FOR**

**Variables y constantes de cálculo**

1. ALMFIN	Almacenamiento diario inicial en el vaso (calculado con ARME).
2. ALMINI	Almacenamiento diario inicial en el vaso (1ª estimación; ENT+VOLINI-VEVAP-VALMIN).
3. ARFIN	Área del nivel del agua dentro del vaso para cada día (2ª estimación).
4. ARINI	Área del nivel del agua dentro del vaso para cada día (1ª estimación).
5. ARME	Área media del nivel del agua dentro del vaso para cada día.
6. CAPBOM	Capacidad de bombeo diaria.
7. CECA	Puntos de la curva elevaciones-capacidades-áreas.
8. DEF	Déficit diario.
9. DERR	Derrame diario.
10.ELFIN	Elevación de la superficie del agua para cada día (2ª estimación).
11.ELINI	Elevación de la superficie del agua para cada día (1ª estimación).
12.ENT	Ingresos diarios totales a la presa derivadora.
13.EVANET	Lámina de evaporación neta de cada mes (cte. para cada día del mes).
14.IAXO	Año en estudio.
15.INI	Año en el que se inicia la simulación.
16.NAN	Número de años por simular.
17.NOMMES	Nombres de cada mes.
18.NUMD	Número de días para cada mes.
19.NUTA	Número total de años de registros de ingresos.
20.MES	Meses del año.
21.PELINI	Promedio de elevaciones para cada mes y año.
22.PENT	Promedio diario de ingresos al vaso, para cada mes y año.
23.PSAL	Promedio diario de extracciones al vaso, para cada mes y año.
24.PSPELINI	Promedio anual de la variable SPELINI.
25.PSPENT	Promedio mensual de la variable SPENT.
26.PSPSAL	Promedio mensual de la variable SPSAL.
27.QBOM	Gasto de bombeo diario.
28.SAL	Extracciones diarias a la presa.
29.SDEF	Suma de déficit diarios para cada mes y año.
30.SDERR	Suma de derrames diarios para cada mes y año.
31.SELINI	Suma mensual de elevaciones.
32.SENT	Suma de ingresos diarios para cada mes y año.
33.SPELINI	Suma anual de la variable PELINI.
34.SSAL	Suma de extracciones mensuales para cada año.
35.SPENT	Suma del promedio de ingresos mensuales para cada año
36.SPSAL	Suma del promedio de extracciones mensuales para cada año
37.SSAL	Suma de extracciones diarias para cada mes y año.
38.SUMDEF	Suma del déficit mensual para cada año.
39.SUMDER	Suma del derrame mensual para cada año.
40.VALMAX	Capacidad máxima de almacenamiento de la presa.

- 41. VALMIN Capacidad minima de almacenamiento de la presa.
- 42. VEVAP Volumen de evaporación neta para cada día (calculado con ARINI).
- 43. VIN Volumen inicial contenido en la presa al inicio de la simulación.
- 44. VINIC Volumen inicial diario contenido en la presa.
- 45. VOLEN Volumen de evaporación neta para cada día (calculado con ARME).
- 46. VOLFIN Volumen diario final contenido en el vaso (inicial para el siguiente día; incluye ingresos y extracciones).
- 47. VOLINI Volumen diario inicial contenido en el vaso (no incluye ingresos del día en análisis y equivale al volumen diario final del día anterior).

**Listado del programa simvaso.for**

Sdebug

```
C INSTITUTO DE INGENIERIA
C PROGRAMA SIMVASO.FOR
C SIMULACION DIARIA DEL FUNCIONAMIENTO DE UN VASO
C SISTEMA CUTZAMALA, PRESA DERIVADORA EL TULE
C ESTE PROGRAMA REQUIERE DE LOS ARCHIVOS DE ENTRADA SIGUIENTES:
C 1.- TULEPASO.DAT (GASTOS MEDIOS DIARIOS EN m3/s)
C 2.- EVAPNE.DAT (LAMINA DE EVAPORACION NETA PARA 1 AÑO, EN mm)
C 3.- CELCA.DAT (CURVA ELEV.-CAP.-AREAS, EN msnm, 10^6 m3
C Y Ha, RESPECTIVAMENTE)
C PROGRAMA: SERGIO CABALLERO DIAZ
```

COMMON/CURVA/CECA(20,3)

```
DIMENSION NUMD(16,31),MES(16,12),IAXO(16),E(16,12,31)
DIMENSION ENT(16,12,31),VOLINI(16,12,31),ALMINI(16,12,31)
DIMENSION SAL(16,12,31),VOLFIN(16,12,31),DERR(16,12,31)
DIMENSION DEF(16,12,31),SENT(16,12),SSAL(16,12),SDERR(16,12)
DIMENSION SDEF(16,12),PENT(16,12),PSAL(16,12),SUMDER(16)
DIMENSION SUMDEF(16),SPENT(16),SPSAL(16),PSFENT(16),PSPSAL(16)
DIMENSION EVANET(12),VOLEN(16,12,31),VEVAP(16,12,31)
DIMENSION ELINI(16,12,31),ARINI(16,12,31),ELFIN(16,12,31)
DIMENSION ARME(16,12,31),ARFIN(16,12,31),ALMFIN(16,12,31)
DIMENSION SPELINI(16),SELINI(16,12),PELINI(16,12),PSPELINI(16)
```

CHARACTER\*3 NOMMES(12)

```
DATA NOMMES/'ENE','FEB','MAR','ABR','MAY','JUN','JUL','AGO',
'SEP','OCT','NOV','DIC'
```

```
OPEN(1, FILE='TULEPASO.DAT', STATUS='OLD')
OPEN(2, FILE='SIMULAD.SAL', STATUS='UNKNOWN')
OPEN(3, FILE='RESFIND.SAL', STATUS='UNKNOWN')
OPEN(4, FILE='SUMTOT.SAL', STATUS='UNKNOWN')
OPEN(5, FILE='EVAPNE.DAT', STATUS='OLD')
OPEN(6, FILE='CELCA.DAT', STATUS='OLD')
```

C LECTURA DE DATOS

```
READ (1, *) NUTA
DO I = 1,NUTA
  READ (1,*) IAXO(I)
DO K = 1, 12
```

```

      READ(1,*)MES(I, K),NUMD(1,MES(1,K))
      DO J=1,NUMD(1,MES(1,K))
        READ(1,*)E(1,MES(1,K),J)
      ENDDO
    ENDDO
  ENDDO

  DO L=1,12
    READ(5,*)EVANET(L)
  ENDDO

  DO M=1,16
    READ(6,10)(CECA(M,N),N=1,3)
  ENDDO
10  FORMAT(F7.2,2X,F10.1,2X,F6.2)

  IAXDAT = IAXO(1)

  WRITE(*,*)'AÑO INICIAL', IAXO(1),',',IAXO(NUTA)
  READ(*,*)INI
  WRITE(*,*)'NUMERO DE AÑOS POR SIMULAR? (MÁXIMO:',NUTA,',AÑOS)'
  READ(*,*)NAN

  ICONTE = INI-IAXDAT

  DO K=ICONTE+1, ICONTE+NAN
    DO L = 1,12
      DO N = 1, NUMD(K,MES(K,L))
        ENT(K,L,N)=E(K,L,N)
      ENDDO
    ENDDO
  ENDDO

  F1 = 86400.
  F2 = 1.E03
  F3 = 1.E06

  WRITE(*,*)'GASTO DE BOMBEO (m3/s)?'
  READ(*,*)QBOM
  WRITE(*,*)'CAP. MÁX. ALMAC. DE LA PRESA DERIVADORA (10^6 M3)?'
  READ(*,*)VALM
  WRITE(*,*)'CAP. MÍN. ALMAC. DE LA PRESA DERIVADORA (10^6 M3)?'
  READ(*,*)CAPMIN
  WRITE(*,*)'VOL. INIC. CONTENIDO EN LA PRESA (10^6 M3)?'
  READ(*,*)VIN

  CAPBOM=QBOM*F1
  VALMAX=VALM*F3
  VALMIN=CAPMIN*F3
  VINIC=VIN*F3

```

C SIMULACION DIARIA

```

DO K=ICONTE+1, ICONTE+NAN
DO I=1, 12
DO N = 1, NUMD(K,I)
  VOLINI(K,I,N) = VINIC
  CALL ELEVA(VOLINI(K,I,N),ELE)
  CALL AREAS(ELE,AR)
  ARINI(K,I,N) = AR
  ELINI(K,I,N) = ELE
  VEVAP(K,I,N) = (EVANET(I)*ARINI(K,I,N))*0.0001
  ALMINI(K,I,N) = ENT(K,I,N)*F1+VOLINI(K,I,N)-VEVAP(K,I,N)-VALMIN
  IF (ALMINI(K,I,N).LT.CAPBOM) THEN
    SAL(K,I,N) = ALMINI(K,I,N)/F1
    DEF(K,I,N) = CAPBOM-SAL(K,I,N)*F1
    VOLFIN(K,I,N) = VALMIN
  ELSE
    SAL(K,I,N) = CAPBOM/F1
    VOLFIN(K,I,N) = ALMINI(K,I,N)-CAPBOM
    IF (VOLFIN(K,I,N).GT.VALMAX) THEN
      DERR(K,I,N) = VOLFIN(K,I,N)-VALMAX
      VOLFIN(K,I,N) = VALMAX
    ENDIF
  ENDIF
  AF = VOLFIN(K,I,N)
  CALL ELEVA(AF,ELE)
  CALL AREAS(ELE,AR)
  ARFIN(K,I,N) = AR
  ELFIN(K,I,N) = ELE
  ARME(K,I,N) = (ARINI(K,I,N)+ARFIN(K,I,N))*0.5
  VOLEN(K,I,N) = (EVANET(I)*ARME(K,I,N))*0.0001
  ALMFIN(K,I,N) = ENT(K,I,N)*F1+VOLINI(K,I,N)-VOLEN(K,I,N)-VALMIN
  IF (ALMFIN(K,I,N).LT.CAPBOM) THEN
    SAL(K,I,N) = ALMFIN(K,I,N)/F1
    DEF(K,I,N) = CAPBOM-SAL(K,I,N)*F1
    VOLFIN(K,I,N) = VALMIN
  ELSE
    SAL(K,I,N) = CAPBOM/F1
    VOLFIN(K,I,N) = ALMFIN(K,I,N)-CAPBOM
    IF (VOLFIN(K,I,N).GT.VALMAX) THEN
      DERR(K,I,N) = VOLFIN(K,I,N)-VALMAX
      VOLFIN(K,I,N) = VALMAX
    ENDIF
  ENDIF
  VINIC = VOLFIN(K,I,N)
ENDDO
ENDDO
ENDDO

```



C SUMA MENSUAL: DERRAME, DEFICIT, INGRESOS, EXTRAACIONES  
 C Y ELEVACIONES  
 C PROMEDIOS MENSUALES: INGRESOS, EXTRACCIONES Y ELEVACIONES  
 C SUMA ANUAL: DERRAME Y DEFICIT

```

DO J = ICONTE+1, ICONTE+NAN
SPENT(J) = 0.
PSPENT(J) = 0.
SPSAL(J) = 0.
PSPSAL(J) = 0.
SUMDER(J) = 0.
SUMDEF(J) = 0.
SPELNI(J) = 0.
  DO K = 1, 12
    SENT(J,K) = 0.
    SSAL(J,K) = 0.
    SDERR(J,K) = 0.
    SDEF(J,K) = 0.
    SELINI(J,K) = 0.
    DO L = 1, NUMD(J,K)
      SENT(J,K) = SENT(J,K) + ENT(J,K,L)
      SSAL(J,K) = SSAL(J,K) + SAL(J,K,L)
      SDERR(J,K) = SDERR(J,K) + DERR(J,K,L)
      SDEF(J,K) = SDEF(J,K) + DEF(J,K,L)
      SELINI(J,K) = SELINI(J,K) + ELINI(J,K,L)
    ENDDO
    PENT(J,K) = SENT(J,K)/NUMD(J,K)
    SPENT(J) = SPENT(J)+PENT(J,K)
    PSPENT(J) = SPENT(J)/12
    PSAL(J,K) = SSAL(J,K)/NUMD(J,K)
    SPSAL(J) = SPSAL(J)+PSAL(J,K)
    PSPSAL(J) = SPSAL(J)/12
    SUMDER(J) = SUMDER(J)+SDERR(J,K)
    SUMDEF(J) = SUMDEF(J)+SDEF(J,K)
    PELINI(J,K) = SELINI(J,K)/NUMD(J,K)
    SPELNI(J) = SPELNI(J)+PELINI(J,K)
    PSPELNI(J) = SPELNI(J)/12
  ENDDO
ENDDO
  
```

C ESCRITURA DE DATOS Y RESULTADOS AL ARCHIVO DE SALIDA SIMULAD.SAL

```

WRITE(2,15)
WRITE(2,20) QBOM
WRITE(2,25) VALM
WRITE(2,27) VIN
WRITE(2,30)
WRITE(2,35)
  
```

```

DO J = ICONTE+1, ICONTE+NAN
DO K = 1, 12
DO L = 1, NUMD(J,K)
VOLINI(J,K,L) = VOLINI(J,K,L)/F2
DERR(J,K,L) = DERR(J,K,L)/F2
DEF(J,K,L) = DEF(J,K,L)/F2
VOLFIN(J,K,L) = VOLFIN(J,K,L)/F2
IF (K.EQ.1) THEN
IF (L.EQ.1) THEN
WRITE(2,41) IAXO(J),NOMMES(K),ENT(J,K,L),VOLINI(J,K,L),
ELINI(J,K,L),ARME(J,K,L),EVANET(K),VOLEN(J,K,L).
  
```

```

      SAL(J,K,L),DERR(J,K,L),DEF(J,K,L),VOLFIN(J,K,L) .
    ELSE
      WRITE(2,40)ENT(J,K,L),VOLINI(J,K,L),ELINI(J,K,L),
      * ARME(J,K,L),EVANET(K),VOLEN(J,K,L),SAL(J,K,L),
      * DERR(J,K,L),DEF(J,K,L),VOLFIN(J,K,L)
    ENDF
  ELSE
    IF (L.EQ.1) THEN
      WRITE(2,42)NOMMES(K),ENT(J,K,L),VOLINI(J,K,L),
      * ELINI(J,K,L),ARME(J,K,L),EVANET(K),VOLEN(J,K,L),
      * SAL(J,K,L),DERR(J,K,L),DEF(J,K,L),VOLFIN(J,K,L)
    ELSE
      WRITE(2,40)ENT(J,K,L),VOLINI(J,K,L),ELINI(J,K,L),
      * ARME(J,K,L),EVANET(K),VOLEN(J,K,L),SAL(J,K,L),
      * DERR(J,K,L),DEF(J,K,L),VOLFIN(J,K,L)
    ENDF
  ENDF
ENDDO
ENDDO

```

C ESCRITURA DE DATOS Y RESULTADOS AL ARCHIVO DE SALIDA RESFIND.SAL

```

WRITE(3,45)
WRITE(3,20) QBOM
WRITE(3,25) VALM
WRITE(3,27) VIN
WRITE(3,50)
WRITE(3,55)
WRITE(3,56)

DO J = ICONTE+1, ICONTE+NAN
DO L = 1,12
SDERR(J,L) = SDERR(J,L)/F2
SDEF(J,L) = SDEF(J,L)/F2
IF (L.EQ.1) THEN
  WRITE(3,60)IAXO(J),NOMMES(L),PENT(J,L),PSAL(J,L),
  * PELINI(J,L),SDERR(J,L),SDEF(J,L)
ELSE
  WRITE(3,61)NOMMES(L),PENT(J,L),PSAL(J,L),PELINI(J,L),
  * SDERR(J,L),SDEF(J,L)
ENDDO
ENDDO
ENDDO

WRITE(3,65)

DO I = ICONTE+1, ICONTE+NAN
DO J = 1, 12
  IF (J.EQ.1) THEN
    WRITE(3,63)IAXO(I),NOMMES(J),VOLINI(I,J,1),ELINI(I,J,1)
  ELSE
    WRITE(3,64)NOMMES(J),VOLINI(I,J,1),ELINI(I,J,1)
  ENDF
ENDDO
ENDDO

```

C ESCRITURA DE DATOS Y RESULTADOS AL ARCHIVO DE SALIDA SUMTOT.SAL

```

WRITE(4,45)
WRITE(4,20) QBOM
WRITE(4,25) VALM
WRITE(4,27) VIN
WRITE(4,67)
WRITE(4,70)
WRITE(4,80)
WRITE(4,85)

DO J = ICONTE+1, ICONTE+NAN
  SUMDER(J) = SUMDER(J)/F2
  SUMDEF(J) = SUMDEF(J)/F2
  WRITE(4,75) LAXO(J), PSPENT(J), PSPSAL(J), PSEPLINI(J),
  * SUMDER(J), SUMDEF(J)
ENDDO

```

C FORMATOS

```

15 FORMAT('SIMULACION DIARIA DEL VOLUMEN, PRESA: EL TULE')
20 FORMAT('GASTO DE BOMBEO (M3/S)',1X,F5.2)
25 FORMAT('CAP. MÁX. ALMACENAM. DE LA PRESA (10^6 M3)',1X,F7.2)
27 FORMAT('VOL. INIC. CONTENIDO EN LA PRESA (10^6 M3)',1X,F7.2)
30 FORMAT('/',AÑO,2X,MES,2X,ENTRADAS,2X,ALM.INT,2X,
  * 'ELEV.INT,2X,SUP.MED,1X,EVAP.NET,2X,V.EVAP.MED,
  * 2X,SALIDAS,2X,DERRAME,3X,DEFICIT,4X,VOL.FIN')
35 FORMAT(11X,(M3/S),2X,(10^3 M3),2X,(msnm),5X,(Ha),4X,
  * '(mm),4X,(10^6 M3),4X,(M3/S),1X,(10^3 M3),1X,
  * '(10^3 M3),2X,(10^3 M3))
40 FORMAT(9X,F7.3,3X,F8.2,2X,F8.2,1X,F8.2,1X,F8.3,3X,F7.4,3X,
  * F7.3,F11.2,F10.2,1X,F10.2)
41 FORMAT(14,1X,A3,1X,F7.3,3X,F8.2,2X,F8.2,1X,F8.2,1X,F8.3,3X,
  * F7.4,3X,F7.3,F11.2,F10.2,1X,F10.2)
42 FORMAT(5X,A3,1X,F7.3,3X,F8.2,2X,F8.2,1X,F8.2,1X,F8.3,3X,F7.4,
  * 3X,F7.3,F11.2,F10.2,1X,F10.2)
45 FORMAT('RESUMEN DE LA SIMULACION, PRESA DERIVADORA EL TULE')
50 FORMAT('/',P R O M E D I O S M E N S U A L E S,2X,
  * 'P A R A C A D A A Ñ O,.)
55 FORMAT(1X,'AÑO,2X,MES,2X,ENTRADAS,2X,SALIDAS,2X,
  * 'ELEVACION,3X,DERRAME,3X,DEFICIT')
56 FORMAT(12X,(M3/S),3X,(M3/S),4X,(msnm),4X,(10^3 M3),1X,
  * '(10^3 M3))
60 FORMAT(14,2X,A3,2F9.3,3X,F8.2,2F11.2)
61 FORMAT(6X,A3,2F9.3,3X,F8.2,2F11.2)
62 FORMAT(33X,F9.2,3X,F11.2)
63 FORMAT(14,2X,A3,2F10.2)
64 FORMAT(6X,A3,2F10.2)
65 FORMAT('/',VALORES INICIALES MENSUALES',1X,AÑO,2X,MES,3X,
  * 'ALM.INT,2X,ELEV.INT',11X,(10^3 M3),2X,(msnm))
67 FORMAT('PROM. DE MEDIAS MENSUALES PARA ENT., SAL. Y ELEV.',
  * '/,SUMA DE VOLUMENES MENSUALES PARA DERRAME Y DEFICIT')
70 FORMAT('/',13X,'R E S U M E N A N U A L')
75 FORMAT(14,2F9.3,3F11.2)
80 FORMAT(1X,'AÑO,2X,ENTRADAS,2X,SALIDAS,2X,ELEVACION,3X,
  * 'DERRAME,4X,DEFICIT')
85 FORMAT(7X,(M3/S),3X,(M3/S),4X,(msnm),4X,(10^3 M3),3X,
  * '(10^3 M3))

```

```

DO L=1,6
  CLOSE(L)
ENDDO
STOP
END

```

C SUBROUTINAS PARA CALCULO DE ELEV. Y AREAS CON INTERPOLACION LINEAL

```

SUBROUTINE ELEVA(VOLUM,ELEV)
COMMON/CURVA/CECA(20,3)
DO I = 1, 15
IF (VOLUM.GE.CECA(I,2).AND.VOLUM.LE.CECA(I+1,2)) THEN
  B2 = CECA(I+1,2)-CECA(I,2)
  B = VOLUM-CECA(I,2)
  B1 = CECA(I+1,1)-CECA(I,1)
  ELEV = CECA(I,1)+(B1*B)/B2
ENDIF
ENDDO
RETURN
END

```

```

SUBROUTINE AREAS(ELEV,A)
COMMON/CURVA/CECA(20,3)
DO I = 1, 15
IF (ELEV.GE.CECA(I,1).AND.ELEV.LE.CECA(I+1,1)) THEN
  B2 = CECA(I+1,1)-CECA(I,1)
  B = ELEV-CECA(I,1)
  B1 = CECA(I+1,3)-CECA(I,3)
  A = CECA(I,3)+(B1*B)/B2
ENDIF
ENDDO
RETURN
END

```

## **APÉNDICE B**

### **INFORMACIÓN HIDROLÓGICA**

#### **INTRODUCCIÓN**

En este apéndice se incluyen los registros correspondientes a los gastos medios diarios, en metros cúbicos por segundo, para las estaciones hidrométricas Paso del Cobre y Temascaltepec, utilizadas en el estudio. Los periodos de registro para cada una de ellas, son los mencionados en el capítulo 4, sección 4.3.

Además de los gastos medios diarios, se anexa un plano hidrográfico que muestra la ubicación, tanto del sitio de proyecto El Tule, como el de las estaciones hidrométricas y climatológicas que sirvieron para cuantificar los volúmenes de ingreso a El Tule, así como para hacer los análisis de correlación de escurrimientos deducidos.

ESCURRIMIENTOS MEDIOS DIARIOS (m<sup>3</sup>/s) PARA LA PRESA EL TULE  
ESTACION HIDROMÉTRICA TEMASCALTEPEC

AÑO DE REGISTRO: 1973

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1			3.385	3.040	3.178	4.509	10.170	7.414	15.400	15.110	13.390	7.956
2			3.313	2.989	3.348	4.375	8.827	9.435	14.550	14.510	12.450	7.770
3			3.339	3.117	3.483	4.211	8.605	11.770	13.610	13.000	10.820	7.533
4			3.373	3.031	3.641	4.072	8.057	17.190	16.650	15.620	12.060	7.583
5			3.300	3.015	3.853	4.147	7.121	12.950	15.110	16.960	11.330	7.205
6			3.278	3.658	3.654	4.726	6.760	12.050	12.210	18.480	10.510	7.392
7			3.275	3.775	3.521	4.222	7.281	10.960	13.450	16.520	10.570	7.102
8			3.354	3.984	3.530	4.374	7.592	10.870	13.770	17.040	10.420	7.083
9			3.280	3.737	3.936	4.086	7.717	10.080	14.090	22.860	10.100	6.907
10			3.299	3.648	3.840	4.064	6.990	12.300	16.820	22.500	9.783	6.867
11			3.188	3.721	4.194	4.102	6.770	11.010	20.630	22.190	9.847	6.867
12			3.420	3.519	4.280	4.160	7.060	15.680	17.900	17.740	10.530	6.867
13			3.167	3.302	4.409	4.449	6.454	11.950	15.460	16.830	11.460	6.959
14			3.019	3.803	4.798	4.083	6.311	11.860	14.590	15.730	9.918	6.713
15			2.997	5.142	4.974	4.114	7.316	12.730	15.970	16.140	10.160	6.5
16			3.077	4.261	5.068	4.192	6.910	14.310	15.510	18.090	9.577	6.392
17			3.096	4.487	5.504	4.192	6.923	14.160	18.470	15.370	9.565	6.711
18			3.171	4.326	5.876	4.192	6.990	12.920	17.740	14.770	9.453	6.580
19			3.203	4.282	5.776	4.240	7.358	13.350	15.840	18.888	9.339	6.271
20			3.249	4.160	5.610	4.572	7.124	11.160	15.060	18.880	9.742	6.302
21			3.109	3.768	5.443	4.411	6.471	10.300	13.780	16.168	9.478	6.462
22			2.999	3.670	5.275	4.546	6.110	9.766	13.190	16.380	8.500	6.295
23			3.064	3.696	5.110	5.367	7.211	10.220	13.770	18.410	8.101	6.166
24			3.012	3.753	5.943	6.727	9.440	9.009	14.940	18.990	7.966	6.275
25			3.001	3.573	6.776	6.135	8.075	9.042	16.430	16.860	8.454	6.275
26			2.991	3.643	6.643	6.784	7.839	10.060	17.930	17.680	8.500	6.275
27	3.391	2.978	3.336	4.443	6.297	7.465	11.080	19.140	18.230	8.438	6.209	
28	3.510	2.950	3.371	4.315	5.973	7.910	15.110	17.900	16.820	8.769	6.340	
29		2.945	3.408	4.260	5.724	8.087	13.650	15.590	16.520	7.877	5.955	
30		2.849	3.227	4.357	6.415	7.480	13.790	17.610	15.020	8.000	6.056	
31			2.797		4.442		7.968	15.220		14.010		6.259

AÑO DE REGISTRO: 1974

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	3.785	4.673	3.988	4.292	4.144	4.410	6.930	8.578	7.998	9.839	9.212	5.766
2	5.890	4.650	4.019	4.050	4.150	5.376	7.284	7.422	8.013	14.480	7.322	5.665
3	5.962	4.676	3.908	3.795	4.112	4.623	6.944	7.620	8.021	10.540	6.990	5.582
4	5.811	4.792	3.858	3.879	4.012	4.838	9.163	7.339	8.384	9.424	6.755	5.486
5	5.951	4.701	3.805	3.691	4.000	4.465	11.400	7.878	8.391	8.850	6.867	5.365
6	6.020	4.719	3.983	3.735	4.000	5.285	11.720	9.986	8.072	8.619	6.825	5.383
7	5.923	4.620	3.886	3.784	3.944	4.979	11.060	12.140	7.209	8.246	6.583	5.264
8	5.421	4.620	3.983	3.947	3.821	5.386	11.880	12.930	7.150	7.917	6.583	5.582
9	5.381	4.511	3.842	4.031	3.793	4.816	9.144	9.630	7.067	7.693	6.660	5.509
10	5.305	4.755	3.926	4.068	3.655	7.947	9.408	9.063	7.561	7.527	7.058	5.398
11	5.396	4.682	3.882	4.157	3.798	6.566	10.480	9.245	10.870	7.337	6.941	5.494
12	5.441	4.682	4.266	4.069	3.639	5.737	9.771	12.320	17.290	7.150	7.262	5.372
13	4.876	4.708	3.783	3.934	3.669	5.270	7.816	8.673	14.720	7.325	6.825	5.478
14	4.892	4.453	3.760	3.976	3.763	4.289	7.148	8.866	10.160	9.278	7.639	5.421
15	4.898	4.376	3.707	3.962	3.600	5.607	8.888	9.929	10.180	8.626	6.740	5.215
16	4.902	4.101	4.005	3.786	3.841	5.010	7.968	9.883	9.110	7.320	6.442	5.264
17	4.953	4.468	4.054	3.556	3.805	4.850	10.950	13.260	11.010	7.132	6.150	5.214
18	4.809	4.376	3.949	3.464	3.710	5.262	10.690	10.510	9.711	7.197	6.047	5.214
19	5.099	4.206	4.037	3.567	3.783	7.630	7.877	8.484	9.201	6.961	5.900	5.214
20	4.708	4.112	4.056	3.590	3.795	6.516	6.991	8.120	8.349	7.262	5.766	5.012
21	5.023	3.935	4.059	3.666	3.710	9.543	7.935	7.884	8.404	7.237	5.839	5.030
22	5.061	3.211	3.978	3.513	3.954	6.866	7.866	7.811	8.708	6.883	6.533	5.091
23	4.961	3.029	3.911	3.433	3.939	7.114	7.707	10.410	8.781	6.232	6.361	4.970
24	4.993	3.033	4.000	3.425	3.710	5.961	9.606	8.781	8.510	6.204	6.300	4.865
25	4.859	4.147	3.941	3.470	3.970	5.539	9.544	8.257	9.658	6.902	6.153	4.975
26	4.874	4.079	3.850	3.599	4.127	5.163	8.135	9.430	8.275	6.896	5.869	5.183
27	4.903	4.085	3.922	3.710	4.803	4.999	8.178	9.976	8.275	6.345	5.766	5.030
28	4.850	3.966	3.988	3.751	4.732	4.850	7.786	13.260	8.822	6.226	5.949	4.792
29	4.748	2.82	4.084	3.684	5.092	5.618	7.664	11.260	9.905	6.300	5.822	4.854
30	4.715		4.173	3.789	4.717	8.448	7.612	8.970	9.440	10.000	5.839	4.784
31	4.755		4.289		4.054		8.477	8.298		12.680		4.634

ESCURRIMIENTOS MEDIOS DIARIOS (m<sup>3</sup>/s) PARA LA PRESA EL TULE  
ESTACION HIDROMÉTRICA TEMASCALTEPEC

AÑO DE REGISTRO: 1975												
DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	4.574	4.744	3.450	2.533	2.462	3.603	5.848	8.531	10.400	11.013	7.249	5.481
2	4.242	4.423	3.201	2.461	2.463	3.945	6.191	7.650	10.320	9.550	7.169	5.387
3	4.077	4.827	3.015	2.536	2.662	3.491	5.725	7.156	10.110	10.080	7.218	5.357
4	3.989	4.827	3.146	2.445	2.575	4.091	6.490	7.514	13.390	12.200	7.288	5.246
5	3.659	4.824	2.940	2.391	2.554	3.546	5.971	7.940	10.820	12.220	7.093	5.055
6	3.885	4.798	2.903	2.417	2.647	4.452	6.326	9.913	11.080	12.850	7.283	4.916
7	3.947	4.653	3.020	2.319	2.641	4.794	5.755	9.223	10.340	13.080	7.429	4.945
8	3.949	4.679	2.933	2.480	2.614	4.989	6.755	7.374	11.350	9.997	7.504	5.270
9	3.976	4.322	2.980	2.387	2.638	6.301	5.985	7.095	9.885	9.196	7.304	5.356
10	4.024	3.947	2.950	2.368	2.801	5.790	5.636	7.524	8.895	8.960	7.163	5.289
11	3.951	4.211	2.694	2.295	3.098	4.429	6.635	8.573	11.610	8.919	6.941	5.308
12	4.044	4.258	2.585	2.298	3.078	4.854	6.774	9.082	12.560	9.644	6.902	5.197
13	3.912	4.299	2.660	2.370	3.298	4.855	5.592	8.432	11.630	9.939	6.641	5.008
14	3.920	4.251	2.653	2.447	3.411	5.858	5.242	8.112	10.390	10.330	6.541	4.955
15	4.039	4.240	2.589	2.387	3.398	6.315	8.525	9.861	12.750	11.300	6.632	5.061
16	3.769	4.101	2.613	2.465	3.420	5.318	7.569	8.712	16.970	12.050	6.584	4.836
17	3.999	3.966	2.612	2.367	3.433	5.906	9.719	9.442	17.640	12.690	6.580	4.807
18	3.750	3.877	2.554	2.342	3.514	6.996	11.250	10.910	14.130	10.630	6.427	4.896
19	3.765	3.943	2.506	2.426	3.640	11.840	8.231	14.320	12.320	9.257	6.383	4.814
20	4.299	3.540	2.527	2.417	6.888	6.485	7.042	17.120	18.940	9.037	6.160	4.648
21	6.017	3.617	2.585	2.341	5.185	10.470	6.960	12.070	13.540	9.926	5.926	4.505
22	6.188	3.143	2.435	2.077	4.845	9.418	9.367	8.917	14.230	8.915	5.825	4.655
23	5.455	3.302	2.587	2.442	5.374	6.928	8.358	7.551	12.300	8.826	5.891	4.688
24	4.955	3.000	2.491	2.480	5.350	6.721	10.500	10.730	11.540	8.001	5.761	4.633
25	4.839	3.079	2.410	2.451	5.169	6.386	9.598	9.372	10.580	7.967	5.696	4.747
26	4.884	3.233	2.551	2.465	6.864	8.303	9.406	9.043	10.070	8.477	5.571	4.478
27	4.594	3.146	2.599	2.493	7.921	8.129	7.321	8.369	9.032	9.949	5.644	4.475
28	4.759	3.455	2.728	2.461	6.250	6.823	6.925	7.991	8.842	9.523	5.800	4.565
29	4.628		2.764	2.555	6.115	6.080	8.214	7.989	9.481	8.293	5.800	4.597
30	4.840		2.653	2.491	5.110	6.329	7.808	10.820	10.400	7.651	5.429	4.536
31	7.002		2.682		6.161		7.560		9.317		7.572	4.508

AÑO DE REGISTRO: 1976												
DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	4.406	3.749	3.292	2.941	2.976	4.171	10.180	6.623	9.679	14.520	10.210	7.360
2	4.207	4.378	3.292	3.690	2.887	4.237	9.139	6.037	12.210	18.590	9.619	7.697
3	4.121	4.924	3.265	3.818	3.009	3.929	8.675	6.120	11.680	16.970	9.525	7.669
4	4.350	4.222	3.209	3.779	2.955	5.005	6.160	6.319	9.639	16.940	8.960	7.427
5	4.350	4.406	3.315	3.587	2.987	5.604	8.919	6.608	8.717	14.270	8.900	7.638
6	4.311	4.497	3.307	3.478	3.035	5.456	10.760	8.083	8.826	14.400	8.750	8.096
7	4.254	4.152	3.170	3.294	3.055	3.033	7.906	7.402	9.508	16.130	8.253	7.683
8	4.243	4.247	3.200	3.331	2.939	3.275	11.320	7.822	9.120	21.110	8.728	7.529
9	4.353	3.133	3.128	3.240	3.304	3.628	7.837	7.611	8.904	19.610	8.018	7.607
10	4.442	4.292	3.350	3.712	3.332	3.942	7.712	5.941	8.641	17.840	7.882	7.553
11	4.421	3.936	3.358	3.339	3.532	3.938	13.220	6.010	6.303	15.760	7.437	7.476
12	4.563	3.877	3.350	3.861	3.774	3.742	14.870	6.984	8.222	16.880	7.154	7.512
13	4.209	3.819	3.252	3.449	3.682	3.971	11.100	7.397	9.061	13.080	7.000	7.682
14	3.971	3.604	3.119	3.882	3.475	4.754	8.864	9.261	10.300	12.440	7.113	7.692
15	3.975	3.515	3.122	3.694	3.443	7.045	7.892	7.208	10.630	12.140	7.215	7.658
16	3.975	3.542	3.025	3.956	3.699	5.628	8.423	7.300	9.238	12.320	6.844	7.660
17	3.975	3.511	3.112	3.941	4.106	5.718	8.542	9.406	9.489	12.050	7.675	7.716
18	4.254	3.471	3.117	3.698	3.976	5.113	6.798	17.540	8.584	11.960	8.907	7.636
19	4.133	3.577	3.222	3.411	3.905	5.130	6.267	13.340	9.407	12.920	8.900	7.664
20	3.898	3.555	3.244	3.567	3.954	4.254	6.365	12.160	14.150	12.540	8.798	7.882
21	3.975	3.521	3.122	3.448	4.097	4.700	7.040	12.730	11.250	10.020	7.667	7.638
22	3.833	3.385	3.031	3.240	3.841	5.982	6.881	13.770	10.790	11.540	7.271	7.126
23	3.932	3.457	3.003	3.467	3.867	5.420	6.126	12.760	10.930	11.040	7.256	7.175
24	3.975	3.386	2.946	3.261	3.720	5.944	6.152	10.320	11.390	10.320	7.469	7.435
25	3.849	3.488	3.001	3.240	3.566	7.013	6.480	9.933	18.050	10.210	7.464	7.255
26	3.896	3.454	2.967	3.238	3.506	6.136	6.027	9.745	11.660	10.430	7.154	6.952
27	3.891	3.334	2.911	3.071	3.443	6.263	8.282	9.799	11.620	10.640	6.544	5.962
28	3.887	3.391	2.902	3.088	3.540	5.622	8.965	10.270	16.300	10.270	6.744	5.991
29	3.881	3.391	2.902	3.084	4.034	5.409	6.793	10.050	12.890	9.229	6.200	5.670
30	3.862		2.896	3.076	3.953	6.077	6.239	10.240	13.290	8.589	6.500	5.646
31	3.961		2.963		4.165		6.963	9.564		8.295		5.536

ESCURRIMIENTOS MEDIOS DIARIOS (m<sup>3</sup>/s) PARA LA PRESA EL TULÉ  
ESTACION HIDROMÉTRICA TEMASCALTEPEC

AÑO DE REGISTRO: 1977

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	5.535	4.129	3.351	2.966	3.052	8.014	5.820	10.960	10.380	9.116	7.704	7.088
2	5.648	4.285	3.399	2.868	2.946	8.080	6.565	5.565	9.862	9.207	7.802	7.106
3	5.654	4.430	3.363	2.857	2.909	7.455	6.695	5.803	9.520	9.124	9.331	6.877
4	5.630	4.265	3.432	2.893	2.954	5.980	6.915	6.008	10.320	9.044	9.413	6.971
5	5.436	4.214	3.591	2.850	3.018	5.519	7.700	9.203	24.920	8.913	11.890	7.016
6	5.379	4.211	3.426	2.918	3.020	5.220	10.070	8.533	21.120	8.732	11.980	6.889
7	5.208	3.979	3.375	2.912	2.893	5.088	6.876	8.737	15.270	8.752	10.960	6.873
8	5.138	3.917	3.403	2.872	2.554	6.061	7.677	9.643	11.990	8.709	10.400	6.659
9	5.121	3.964	3.386	2.931	2.708	6.499	9.912	10.000	23.110	8.777	9.834	6.632
10	5.457	4.043	3.399	3.004	2.647	7.470	8.728	8.357	15.800	8.742	9.523	6.575
11	5.052	4.091	3.095	3.429	2.679	6.461	7.805	8.133	11.820	8.204	9.108	6.565
12	5.082	3.982	3.085	3.385	2.689	5.656	8.107	8.778	10.830	8.162	8.884	6.659
13	5.032	4.028	3.141	3.460	3.961	6.171	6.181	8.946	10.990	8.240	8.760	6.611
14	5.044	4.006	3.187	3.524	3.283	5.338	7.541	8.513	25.920	8.156	8.632	6.617
15	4.984	3.956	3.276	3.501	6.587	5.050	7.525	8.209	19.810	8.177	8.716	6.620
16	5.089	4.074	3.283	3.448	6.022	5.050	7.805	8.518	9.415	8.185	8.424	6.540
17	5.059	4.038	3.163	3.138	5.482	5.760	7.805	9.838	9.865	8.111	8.145	6.615
18	4.622	3.943	3.072	3.165	5.151	5.415	7.556	8.590	11.050	7.961	8.152	6.632
19	4.608	3.931	2.923	3.178	5.047	6.596	6.873	8.474	10.130	7.960	7.997	6.626
20	4.690	3.825	2.965	3.147	6.760	10.750	6.489	8.285	29.480	7.940	8.258	6.638
21	4.629	3.706	2.928	3.173	11.980	7.783	6.650	8.345	17.460	7.886	8.177	6.674
22	4.524	3.811	2.919	3.096	11.100	7.561	8.023	19.460	28.230	7.947	7.890	6.618
23	4.468	3.773	2.822	3.150	11.070	7.849	7.805	28.920	17.530	8.009	7.754	6.567
24	4.465	3.677	2.863	3.169	9.212	6.571	7.744	20.360	10.620	8.346	7.435	6.606
25	4.418	3.518	2.857	3.193	8.021	5.422	7.477	14.270	13.620	8.100	7.485	6.625
26	4.414	3.379	2.908	3.085	8.084	4.931	7.465	15.360	10.090	7.901	7.255	6.552
27	4.475	3.339	2.891	2.933	7.029	5.198	9.154	12.620	9.438	8.052	7.301	6.881
28	4.702	3.311	2.890	3.005	5.588	5.590	8.211	11.760	9.123	8.043	7.238	6.588
29	4.706	3.221	2.821	3.020	5.098	5.251	6.933	11.960	9.150	7.807	7.205	6.162
30	4.672	2.807	3.046	4.970	5.866	9.723	10.810	8.986	7.771	7.070	6.085	6.121
31	4.479	2.923		5.186		12.360	11.500		7.286			

AÑO DE REGISTRO: 1978

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	5.143	4.472	4.660	4.033	2.810	3.783	6.037	9.323	8.766	6.588	6.665	7.479
2	6.076	4.477	4.719	4.125	2.681	4.038	6.880	9.250	9.031	10.690	7.487	6.338
3	6.078	4.476	4.596	4.195	2.729	4.666	6.880	9.333	9.308	11.350	7.365	6.116
4	5.803	4.464	4.616	4.192	2.669	14.740	6.062	5.976	11.520	10.450	7.462	5.174
5	5.838	4.487	4.616	4.208	2.686	30.490	5.951	7.610	12.360	11.460	7.532	5.861
6	5.731	4.527	4.534	4.165	2.681	6.154	7.200	8.304	14.710	10.990	6.976	6.048
7	5.790	4.546	4.560	4.179	2.599	5.475	6.210	7.560	8.456	11.610	6.609	5.630
8	5.719	4.543	4.592	4.200	2.598	5.319	5.862	9.894	10.790	10.500	6.443	5.667
9	5.405	4.529	4.572	4.211	3.006	5.376	6.940	9.809	13.660	10.230	6.169	5.965
10	5.372	4.410	4.510	4.250	2.927	5.842	6.357	9.483	9.077	8.669	6.065	6.058
11	5.427	4.442	4.277	4.199	2.949	5.684	6.547	10.120	10.540	9.172	6.001	5.983
12	5.044	4.447	4.265	4.203	2.921	5.997	7.694	9.270	13.620	12.000	6.895	5.874
13	5.339	4.498	4.291	4.178	2.920	6.088	9.351	13.840	13.370	11.480	6.755	5.599
14	5.592	4.505	4.249	4.174	2.720	5.806	7.791	11.610	14.360	10.940	7.106	5.474
15	5.562	4.522	4.188	4.256	2.669	5.785	6.768	13.850	12.540	10.060	6.823	5.915
16	5.560	4.756	4.301	4.170	2.680	6.082	7.063	8.587	12.510	8.500	7.642	5.703
17	5.574	4.898	4.263	4.191	2.731	6.577	8.740	10.110	12.490	8.500	7.696	5.727
18	5.524	5.150	4.299	4.232	2.769	8.107	8.040	9.686	12.820	7.583	7.727	5.752
19	5.420	5.226	4.282	4.208	2.763	5.711	9.549	11.250	11.820	7.400	7.677	5.770
20	5.086	5.171	4.196	3.756	2.892	5.227	10.760	12.670	11.060	7.400	7.333	6.285
21	5.021	5.117	3.960	3.124	2.889	6.635	10.870	12.060	11.020	6.873	7.566	6.159
22	5.084	5.036	3.938	2.887	3.739	6.106	10.830	13.710	9.270	6.854	8.412	6.137
23	4.895	5.136	3.942	2.417	3.833	7.081	11.560	13.680	10.880	6.551	7.859	5.647
24	4.647	4.796	3.957	2.435	4.059	6.512	10.670	11.310	10.920	6.590	7.606	5.507
25	4.523	4.655	4.024	2.466	3.831	5.662	9.225	17.300	10.810	6.300	7.508	5.562
26	4.554	4.700	4.136	2.474	3.794	5.874	8.431	12.750	12.050	6.300	7.551	5.622
27	4.582	4.673	3.982	3.036	3.744	6.633	9.150	11.190	10.500	6.185	7.430	5.625
28	4.594	4.711	3.895	2.886	3.730	6.854	8.887	10.310	10.590	5.555	7.500	5.500
29	4.548		3.990	2.966	3.868	6.661	9.162	10.190	12.040	5.726	7.693	5.327
30	4.388		4.000	2.959	3.636	6.186	10.980	10.070	10.080	5.750	7.702	5.438
31	4.463		4.026		3.582		10.180	9.365		5.750		5.372



ESCURRIMIENTOS MEDIOS DIARIOS (m<sup>3</sup>/s) PARA LA PRESA EL TULE  
ESTACION HIDROMÉTRICA TEMASCALTEPEC

AÑO: 1979

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	5.324	3.400	3.577	2.900	2.642	4.704	7.260	13.440	9.868	6.928	7.191	5.238
2	5.279	3.400	3.258	2.725	2.700	4.800	8.620	26.600	12.600	6.382	6.357	5.481
3	5.272	3.425	3.217	2.625	2.688	4.708	5.727	12.000	9.762	6.245	6.325	5.895
4	5.598	3.600	3.473	2.676	2.637	4.781	5.276	12.600	9.507	6.921	6.044	6.800
5	5.331	3.621	3.533	2.543	2.611	4.619	4.888	13.540	8.875	6.391	5.986	9.270
6	4.942	3.750	3.475	2.531	2.594	4.900	4.887	10.720	9.871	6.302	5.836	10.180
7	4.760	4.000	3.398	2.561	2.514	4.225	5.200	8.303	9.262	5.953	5.767	5.272
8	4.580	4.200	3.219	2.509	2.654	4.202	6.741	7.380	8.909	5.471	5.620	5.716
9	4.736	4.200	3.217	2.460	2.633	5.621	6.740	8.083	8.663	6.120	5.926	5.596
10	4.936	4.200	3.200	2.418	2.627	6.456	6.193	9.636	9.024	6.235	5.890	5.658
11	5.000	4.383	3.275	2.353	2.523	5.572	6.307	11.450	8.485	6.517	5.814	5.931
12	5.700	4.480	3.421	2.329	2.525	4.667	6.498	11.160	8.716	6.167	5.716	5.510
13	5.000	4.412	3.243	2.271	2.523	4.421	5.959	9.402	11.220	6.351	5.437	5.448
14	4.362	4.680	3.123	2.200	2.633	4.364	5.314	8.938	15.050	7.219	5.747	5.450
15	4.880	4.600	2.967	2.456	2.950	4.392	5.270	8.236	13.700	7.365	5.680	6.269
16	4.621	4.731	2.900	2.577	3.100	4.479	5.250	9.492	11.660	7.254	5.555	5.706
17	4.617	4.557	2.900	3.066	3.100	4.739	5.283	8.979	9.728	6.939	5.591	5.483
18	4.420	4.462	2.988	3.648	3.100	4.712	5.488	9.003	10.270	6.720	5.633	5.684
19	4.221	4.200	2.850	3.350	3.360	6.506	6.021	9.563	10.680	6.675	5.341	5.451
20	4.119	4.275	2.675	3.490	3.306	5.736	7.079	10.540	11.450	6.422	5.500	5.695
21	3.845	4.400	2.600	3.590	4.826	4.354	5.220	9.654	10.340	6.372	5.392	5.038
22	3.895	4.171	2.711	3.410	3.728	5.827	5.595	7.784	9.492	7.027	5.429	5.327
23	3.872	3.787	2.942	3.149	4.364	4.115	6.838	6.658	8.950	7.347	5.553	5.012
24	3.733	3.619	2.860	3.197	4.524	3.731	8.452	7.206	8.802	6.664	5.471	5.841
25	3.700	3.617	2.731	3.412	4.594	4.197	9.550	6.638	8.583	6.547	5.580	4.945
26	3.754	3.358	2.679	3.347	5.138	4.458	13.040	8.709	7.822	6.987	5.348	4.457
27	3.700	3.480	2.674	3.080	5.530	6.411	12.830	9.659	7.567	6.885	5.472	4.843
28	3.871	3.700	2.460	3.031	5.052	6.836	14.480	9.912	7.769	6.924	5.602	5.075
29	3.692		4.455	2.826	4.800	7.899	11.960	10.760	7.523	6.774	5.491	5.549
30	3.431		2.725	2.703	4.663	7.121	8.571	9.197	7.193	7.193	5.210	4.976
31	3.388		2.842		4.923		8.035	13.670		7.306		5.588

AÑO: 1980

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	4.046	5.164	5.249	2.618	2.874	3.498	5.916	7.414	11.480	11.730	8.504	6.049
2	4.458	5.182	5.558	2.872	2.862	3.583	5.097	7.800	11.620	13.050	8.721	6.018
3	4.669	5.227	5.562	2.733	2.556	4.324	7.844	9.633	11.630	10.500	5.786	
4	4.679	5.267	5.990	2.525	2.652	2.326	4.258	8.941	9.792	9.025	10.020	5.735
5	4.767	5.328	5.714	2.600	2.544	4.784	4.823	8.809	9.912	9.382	10.110	5.642
6	3.906	5.425	5.630	3.213	2.711	3.950	5.155	7.317	9.933	9.267	9.792	5.598
7	4.020	5.491	5.920	2.933	2.881	3.562	5.282	9.014	11.200	9.162	8.380	5.509
8	4.693	5.502	5.838	3.084	2.671	3.622	6.505	9.411	9.983	8.354	7.864	5.289
9	5.093	5.454	5.722	3.114	2.600	3.374	6.151	12.140	11.030	8.500	7.770	5.203
10	4.567	5.450	5.824	3.855	2.420	3.041	5.442	16.900	10.090	8.400	8.924	5.675
11	4.144	5.450	5.840	4.052	2.366	3.111	4.968	15.190	12.920	8.421	8.281	6.055
12	4.054	5.525	5.692	3.809	3.740	3.119	4.746	9.537	14.670	8.412	7.766	6.166
13	3.897	5.497	5.754	3.353	3.244	3.017	4.688	13.900	12.250	8.662	7.656	5.793
14	4.430	5.224	5.724	3.280	3.292	3.697	5.878	12.370	13.580	9.971	7.589	5.156
15	4.484	5.491	5.754	3.209	2.961	3.017	6.137	14.672	14.320	9.606	7.630	5.118
16	4.659	6.066	4.973	3.161	2.933	3.026	5.577	7.076	17.720	9.733	7.469	5.259
17	4.209	6.478	4.615	3.229	2.737	3.651	6.920	7.752	13.810	8.729	7.234	4.993
18	4.607	6.566	4.706	3.130	2.909	7.324	7.185	6.581	10.940	8.142	7.172	4.884
19	4.227	6.484	4.442	3.153	4.805	11.060	7.160	6.822	9.689	8.908	6.932	4.868
20	4.242	6.253	2.863	3.126	3.422	8.775	6.314	7.444	10.010	10.820	6.854	4.907
21	6.817	6.213	2.315	3.417	4.867	6.556	4.966	7.589	11.830	9.738	6.891	4.817
22	7.420	6.224	2.168	3.631	4.299	5.375	6.517	7.667	13.410	10.740	6.750	4.703
23	8.134	5.915	2.889	4.020	3.612	7.861	7.021	7.628	9.808	9.821	6.750	4.719
24	8.560	5.860	2.604	3.604	3.383	7.632	5.288	8.667	9.679	9.517	6.483	4.533
25	9.231	5.695	2.566	3.425	3.545	8.575	6.569	11.940	9.729	8.337	6.742	4.423
26	9.206	5.911	2.614	3.109	4.539	7.394	5.975	11.560	11.110	8.944	6.607	4.419
27	8.810	6.087	2.690	3.256	5.024	9.928	5.453	10.660	12.430	8.543	6.464	4.514
28	9.818	6.007	2.703	3.236	3.760	7.871	8.205	10.070	10.500	8.189	6.370	4.486
29	8.346	5.231	2.649	3.096	3.581	5.386	14.260	8.194	11.340	9.987	6.215	4.396
30	8.014		2.585	2.948	3.647	5.525	8.730	9.710	12.420	8.453	6.249	4.485
31	7.346		2.607		3.422		7.150	11.480		8.173		4.579

ESCURRIMIENTOS MEDIOS DIARIOS (m<sup>3</sup>/s) PARA LA PRESAL DEL TULE  
ESTACION HIDROMÉTRICA TEMASCALTEPEC

AÑO DE REGISTRO: 1981

DIA	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
1	4.656	4.346	4.190	2.597	3.317	5.471	7.132	24.460	12.700	18.340	10.620	6.166
2	4.562	4.174	3.921	2.640	3.169	6.042	6.965	10.070	14.250	16.410	9.546	6.219
3	4.405	4.161	3.739	2.512	3.080	6.053	7.342	9.434	14.150	18.930	8.951	6.039
4	4.480	4.242	3.680	2.579	2.981	4.904	6.955	10.210	19.520	15.310	9.965	5.916
5	4.867	4.205	3.474	2.556	2.802	6.862	7.877	10.230	15.180	13.280	9.254	5.916
6	4.802	3.990	3.506	2.575	2.712	5.271	7.184	9.317	13.350	12.320	8.783	5.767
7	4.286	4.074	3.554	2.574	2.730	5.975	7.092	14.630	12.270	11.910	8.523	5.493
8	4.249	4.020	3.591	2.472	2.708	5.209	8.803	12.130	12.340	11.800	8.416	5.610
9	4.286	3.943	3.570	2.479	2.575	5.321	7.302	11.640	13.210	11.750	8.336	5.889
10	4.291	3.983	3.559	2.544	2.552	5.346	7.965	11.800	12.860	11.400	8.205	5.963
11	4.255	4.010	3.592	2.559	2.534	5.719	10.800	10.420	11.060	10.350	7.663	5.590
12	4.424	4.082	3.541	2.560	2.485	5.506	9.036	11.460	11.720	14.270	7.459	5.327
13	4.322	4.087	3.508	2.989	2.525	7.337	9.026	14.820	11.080	14.610	7.612	5.069
14	4.276	4.119	3.492	3.336	2.702	8.353	7.958	11.820	10.040	11.650	7.905	5.174
15	4.210	4.010	3.478	3.388	2.632	8.192	7.989	14.300	10.510	10.650	7.886	5.245
16	4.841	4.161	3.377	5.285	2.684	10.270	7.693	14.780	10.950	9.982	7.605	5.096
17	4.678	4.223	3.187	5.595	2.531	8.454	6.722	16.040	11.660	9.564	7.362	5.155
18	5.482	4.177	3.385	6.529	2.564	8.702	7.710	14.260	10.110	9.492	6.924	5.050
19	8.567	4.143	3.459	6.045	3.093	11.160	7.404	12.540	9.893	9.288	6.904	4.992
20	5.923	3.927	3.184	4.356	3.367	10.808	8.274	10.910	19.080	8.951	6.797	5.128
21	4.836	4.028	2.931	4.170	4.139	8.026	7.797	14.190	12.970	8.559	6.652	5.241
22	4.812	4.780	3.064	4.237	3.889	8.869	13.056	15.460	12.360	5.131	6.546	5.180
23	4.756	5.064	3.266	4.092	3.822	7.558	9.613	16.430	11.850	6.157	6.766	5.041
24	4.594	4.591	3.402	4.280	3.646	6.835	7.805	16.550	11.260	8.944	6.701	5.074
25	4.410	4.609	3.244	3.977	4.079	6.702	8.371	20.040	9.858	9.125	6.646	5.137
26	4.727	4.506	2.937	3.779	4.288	8.345	11.190	12.290	8.851	9.026	6.487	5.137
27	4.093	4.348	2.995	3.657	4.766	7.668	14.670	12.460	11.060	9.235	6.483	5.127
28	4.846	6.587	2.978	3.458	5.107	10.690	13.350	14.280	17.290	9.814	6.379	4.865
29	4.341		2.893	3.472	4.946	10.510	11.040	14.000	16.900	8.371	6.255	4.779
30	4.155		22.110	3.363	4.686	7.944	9.323	13.050	18.680	8.569	6.147	4.761
31	4.455		13.250		4.742		8.908	13.400		8.045		4.773

AÑO DE REGISTRO: 1982

DIA	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
1	5.532	4.098	4.050	2.620	3.481	4.978	5.735	5.252	5.540	6.784	5.683	4.335
2	5.612	4.204	4.249	2.764	3.050	4.744	4.868	9.354	5.790	6.101	5.706	4.352
3	5.572	4.193	3.975	2.833	3.992	4.664	4.649	6.118	6.242	6.807	5.692	4.452
4	5.519	4.048	4.069	2.638	2.975	5.964	4.460	5.514	6.064	6.048	5.679	4.489
5	5.376	3.853	4.243	2.833	2.908	4.596	8.948	5.807	6.280	6.533	5.718	4.351
6	5.218	3.441	3.985	2.844	3.096	4.198	9.736	5.773	9.847	6.854	5.709	4.386
7	5.026	3.343	4.047	2.742	3.101	4.237	7.171	6.181	9.409	8.657	5.617	4.060
8	4.988	3.523	4.026	2.729	2.974	4.518	5.272	5.999	8.292	8.217	5.584	3.970
9	5.018	3.490	3.793	2.810	2.823	4.299	5.091	8.992	9.838	7.846	5.326	3.920
10	5.150	3.501	3.680	2.802	2.806	4.816	5.218	8.477	11.630	7.154	5.397	3.808
11	5.220	3.582	3.747	2.844	2.833	5.143	5.233	9.249	10.410	7.152	4.912	3.830
12	4.925	3.775	3.805	3.213	2.852	4.670	4.963	8.837	8.159	7.034	4.520	3.802
13	4.764	3.307	3.785	3.011	2.816	6.722	5.200	7.560	9.957	6.984	4.857	3.784
14	4.685	3.087	3.782	2.993	2.784	6.278	5.720	9.969	9.378	6.798	4.844	4.263
15	4.663	3.337	3.593	3.013	2.793	5.708	6.213	7.575	8.176	6.870	4.673	4.260
16	4.370	3.585	3.299	2.769	2.992	4.673	5.764	5.895	8.046	6.830	4.423	4.321
17	4.336	3.559	3.389	2.749	2.651	4.649	5.757	5.831	7.936	6.539	4.623	4.320
18	4.556	3.340	3.397	2.772	5.200	4.518	5.204	5.974	7.325	8.530	4.666	4.381
19	4.553	3.576	3.301	2.759	5.429	4.292	5.485	7.407	6.850	7.406	4.629	4.310
20	4.591	3.637	3.030	2.703	5.818	6.352	5.927	7.304	6.327	6.527	4.566	4.376
21	4.306	3.548	2.956	2.765	7.940	5.539	6.029	6.643	6.522	6.051	4.462	4.391
22	4.085	3.745	3.282	3.952	6.719	4.897	4.660	10.160	6.537	6.046	4.566	4.534
23	3.958	4.021	2.994	3.821	5.788	4.112	5.984	8.168	6.454	6.266	4.914	4.471
24	3.915	3.981	2.730	4.204	6.413	4.207	5.315	6.256	6.392	6.254	4.510	3.908
25	3.996	3.966	2.925	3.664	5.268	4.237	5.582	6.381	7.004	5.877	4.919	3.988
26	4.210	5.611	2.972	3.739	4.898	4.681	6.468	5.321	6.792	5.884	4.799	4.078
27	4.223	5.078	2.998	3.771	4.624	4.318	5.684	5.019	6.663	5.956	5.027	4.223
28	4.203	4.234	2.851	3.638	4.648	5.326	4.661	5.777	6.630	5.926	4.853	4.008
29	4.129		2.903	3.498	7.589	5.485	4.826	5.926	6.462	5.843	4.308	3.917
30	4.204		2.874	3.644	7.336	7.398	4.813	6.076	6.396	6.693	4.429	4.048
31	4.167		2.863		5.033		5.368	5.865		5.563		4.313

ESCURRIMIENTOS MEDIOS DIARIOS (m<sup>3</sup>/s) PARA LA PRESA EL TULE  
ESTACION HIDROMÉTRICA TEMASCALTEPEC

APÉNDICE B

AÑO DE REGISTRO: 1983												
DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	4.303	3.257	3.294	2.600	2.032	3.052	4.747	9.409	8.072	9.192	5.928	4.750
2	3.848	3.365	3.222	2.584	2.006	3.199	4.525	9.763	9.347	8.846	5.740	4.694
3	3.751	3.397	3.099	2.480	1.966	3.251	4.160	13.250	15.510	8.040	5.529	4.824
4	3.736	3.229	2.987	2.475	1.925	3.100	5.927	6.656	11.670	7.032	5.287	5.525
5	3.743	2.884	3.010	2.302	1.978	3.109	7.340	9.611	12.716	4.908	5.436	4.848
6	3.647	2.967	2.801	2.171	2.002	3.276	6.762	9.280	11.270	5.117	5.395	4.883
7	3.670	2.694	2.747	2.132	1.941	3.111	5.993	10.100	10.110	6.000	5.222	4.684
8	3.601	2.781	2.815	2.121	1.979	3.412	7.519	11.050	8.681	6.000	5.825	5.719
9	3.717	2.818	2.797	2.070	2.076	3.436	6.549	9.182	9.299	5.854	6.157	4.679
10	3.516	2.866	2.826	2.036	2.064	3.370	6.225	7.802	10.240	7.455	5.903	4.304
11	3.585	3.921	2.833	2.084	2.002	3.236	7.990	8.165	10.120	6.780	5.552	4.385
12	3.555	5.377	2.656	2.085	1.987	3.259	11.020	9.505	13.940	6.294	5.568	4.454
13	3.834	4.486	2.640	1.947	2.003	3.263	9.535	11.830	8.302	6.406	5.352	4.537
14	3.830	3.829	2.708	1.974	2.045	4.532	14.850	10.310	13.840	5.880	5.173	4.489
15	3.879	3.176	2.627	2.007	2.030	4.745	19.400	8.642	10.470	7.557	5.141	4.262
16	3.843	3.103	2.826	2.047	2.065	4.652	15.550	9.040	8.672	7.963	4.940	4.384
17	3.894	3.104	3.062	1.947	2.058	6.997	16.000	8.256	8.279	6.998	5.255	4.338
18	3.888	3.077	3.072	1.915	2.143	7.246	18.760	9.564	8.889	6.093	6.602	4.354
19	4.746	2.992	2.787	1.963	2.119	4.157	13.720	8.009	8.454	6.022	5.280	4.243
20	4.405	2.275	2.642	1.943	2.235	4.128	9.885	8.205	8.264	6.098	5.025	4.278
21	4.316	3.158	2.554	2.208	2.039	4.870	8.570	7.884	8.075	6.344	4.841	4.181
22	4.201	3.161	2.619	2.128	2.337	5.464	7.552	8.834	8.075	5.578	4.577	4.147
23	4.155	3.056	2.507	2.040	2.601	7.369	8.737	11.150	8.063	5.835	4.573	4.070
24	4.228	3.030	2.434	2.045	2.467	6.834	7.658	13.650	8.072	5.505	4.233	4.036
25	4.101	3.049	2.428	2.075	2.725	6.877	6.517	8.210	8.052	7.231	4.591	3.718
26	3.895	3.433	2.518	1.998	3.084	6.784	5.700	8.674	8.850	7.350	4.643	3.681
27	3.749	3.528	2.525	1.918	3.005	5.905	6.117	7.912	12.600	4.844	4.613	3.631
28	3.748	3.554	2.569	1.861	3.388	4.630	6.707	8.473	14.010	4.777	4.425	3.631
29	3.800	2.570	2.570	2.008	3.266	5.117	8.574	9.542	9.745	5.385	4.657	3.671
30	3.733		2.508	2.074	2.119	6.091	10.420	8.734	9.274	5.229	4.570	3.730
31	3.288		2.600		3.146		11.240	8.064		6.234		3.955

AÑO DE REGISTRO: 1984												
DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	3.791		2.605	1.910	1.806	3.388	4.306	10.800	9.435	8.578	8.201	4.862
2	3.655		2.631	1.911	1.775	3.672	5.115	8.120	8.679	9.691	7.808	4.548
3	3.571		2.583	1.935	1.714	3.966	5.145	6.774	10.770	13.010	7.392	4.525
4	3.607		2.543	1.953	1.715	4.245	6.780	9.545	10.180	10.910	7.392	4.446
5	3.625		2.483	2.018	1.700	6.677	8.569	9.425	12.450	9.769	7.330	4.454
6	3.652		2.446	2.153	1.725	4.584	7.144	5.985	13.620	10.630	6.560	4.528
7	3.725		2.489	2.160	1.748	3.896	5.770	5.860	12.150	10.570	6.440	4.473
8	3.670		2.336	2.160	1.765	4.138	7.508	6.732	14.410	10.530	6.425	4.410
9	3.511		2.214	1.725	2.791	4.287	5.834	6.160	15.980	15.900	6.223	4.384
10	3.579		2.235	1.847	2.574	4.302	15.810	6.965	13.550	11.520	6.351	4.358
11	3.668		2.164	1.885	3.849	4.428	11.880	5.705	12.480	9.547	6.372	4.388
12	4.331		2.043	1.595	2.250	4.048	11.880	4.704	10.940	8.349	6.385	4.300
13	3.799		2.003	1.649	4.112	5.618	10.490	6.864	9.974	9.531	6.041	4.520
14	3.785		2.165	1.699	3.547	6.239	9.580	5.840	11.240	8.988	5.988	4.319
15	3.788		2.269	1.694	3.502	5.639	10.110	5.910	12.120	9.251	5.936	4.299
16	3.303	2.634	2.316	1.634	3.434	4.744	8.526	5.343	11.680	8.453	5.758	4.234
17	3.644	2.587	2.316	1.694	3.336	3.904	6.468	5.619	9.796	7.984	5.748	4.279
18	4.742	2.512	2.270	1.696	3.191	5.295	7.032	5.574	9.135	7.907	5.687	4.246
19	3.164	2.472	2.092	1.725	4.227	4.806	8.086	5.399	9.908	7.930	5.362	4.174
20	3.196	2.506	2.086	1.725	3.746	5.764	7.326	6.247	10.830	7.946	5.258	4.121
21	3.160	2.607	2.086	1.725	3.856	5.750	5.624	7.471	10.870	7.962	5.194	4.145
22	3.166	2.634	2.372	1.725	3.715	5.394	5.163	6.708	8.823	7.974	5.188	4.154
23	3.181	2.668	2.166	1.718	3.732	3.739	6.882	7.673	8.409	13.970	5.037	4.053
24	3.289	2.588	2.062	1.683	3.510	3.104	9.123	6.680	8.670	8.365	4.895	4.051
25	3.299	2.616	2.032	1.690	3.652	3.785	8.930	6.728	8.468	8.052	4.895	4.029
26	3.153	2.646	2.220	1.685	3.675	3.242	10.760	6.349	7.701	8.006	4.875	4.036
27	3.079	2.636	2.195	1.706	3.924	4.754	12.290	7.385	8.029	8.015	4.742	4.060
28	3.079	2.562	2.091	1.706	4.180	5.346	11.300	9.365	8.140	8.029	4.714	4.031
29	3.118	2.572	1.982	1.720	3.628	8.638	11.350	7.281	8.098	8.015	4.766	3.967
30	3.079		1.911	1.786	3.466	9.474	10.780	7.854	10.160	7.974	4.753	3.847
31	2.897		1.911		3.387		9.543	7.653		8.438		3.827

ESCURRIMIENTOS MEDIOS DIARIOS (m<sup>3</sup>/s) PARA LA PRESA EL TULE  
ESTACION HIDROMÉTRICA TEMASCALTEPEC

AÑO DE REGISTRO: 1985

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	3.856	3.092	2.959	2.348	2.538	3.748	10.250	10.110	8.307	15.090	8.061	6.138
2	3.855	3.092	3.059	2.425	2.576	4.282	8.176	8.897	9.719	13.690	8.025	6.365
3	3.707	3.107	3.039	2.285	2.581	4.297	6.639	11.380	13.540	13.290	7.921	6.392
4	3.643	3.216	3.012	2.117	2.581	7.639	7.948	8.948	16.640	11.340	7.386	6.502
5	3.674	3.235	3.022	2.305	3.261	5.537	10.210	8.393	14.070	10.320	7.500	6.509
6	3.670	3.235	2.806	2.289	3.923	4.167	11.950	9.221	12.780	9.818	7.624	6.317
7	3.576	3.139	2.875	1.929	3.608	4.445	11.100	11.180	12.030	9.490	7.502	6.032
8	3.641	3.142	2.718	2.103	3.545	4.745	7.861	10.140	11.680	9.250	7.395	5.835
9	3.564	3.150	2.718	2.346	3.544	5.102	6.935	7.689	12.920	11.450	7.103	6.347
10	3.675	3.156	2.718	2.509	3.649	4.743	6.231	7.140	12.440	10.710	7.378	6.366
11	3.588	3.176	2.734	2.449	3.656	6.428	6.305	7.117	10.820	9.261	7.005	6.285
12	3.647	3.235	2.748	3.101	3.530	8.862	6.729	6.961	12.240	9.214	7.053	6.203
13	3.647	3.204	2.812	3.091	3.507	7.199	7.910	7.097	11.560	9.052	7.256	6.296
14	3.655	3.099	2.975	3.093	3.731	5.386	7.774	6.975	10.870	8.354	7.193	5.779
15	3.530	3.059	2.917	3.057	3.911	5.308	9.059	7.012	9.813	10.030	7.285	5.450
16	3.422	3.059	2.836	2.896	3.937	5.319	9.665	8.331	10.170	10.030	7.302	5.596
17	3.420	3.059	2.900	2.851	4.079	5.422	8.439	9.461	11.370	8.859	7.359	5.673
18	3.464	3.164	2.766	3.021	4.184	6.229	6.852	8.248	10.750	8.318	6.870	5.468
19	3.491	3.028	2.903	3.019	5.197	9.471	6.847	8.574	12.240	8.717	6.802	5.241
20	3.485	2.987	2.726	3.028	4.935	9.175	7.152	7.647	11.760	9.388	7.022	5.337
21	3.463	2.926	2.554	3.028	3.831	6.422	7.518	8.274	10.480	12.550	7.304	5.402
22	3.436	3.080	2.533	2.833	4.627	6.527	6.823	11.400	10.080	10.560	7.024	5.551
23	3.411	3.045	2.559	2.739	4.749	6.131	6.822	10.610	13.140	8.094	7.024	5.664
24	3.127	3.010	2.588	2.737	4.159	8.633	6.486	9.240	17.240	9.874	6.801	5.569
25	3.060	2.993	2.609	2.631	3.787	5.901	6.795	10.410	18.520	9.936	6.779	5.433
26	3.224	2.865	2.540	2.594	3.493	5.073	7.077	10.630	14.200	9.396	6.701	5.200
27	3.206	2.860	2.467	2.617	4.703	4.639	6.919	9.800	12.570	8.237	6.080	5.073
28	3.237	2.871	2.481	2.576	5.047	6.525	6.587	7.308	16.880	7.932	9.412	5.028
29	3.196		2.539	2.464	4.354	10.920	7.087	8.636	16.110	7.787	7.717	4.976
30	3.104		2.511	2.469	4.165	12.490	7.659	9.529	14.990	7.964	6.830	5.071
31	3.093		2.511		3.918		6.941	11.980		8.051		4.933

ESCURRIMIENTOS MEDIOS DIARIOS (m<sup>3</sup>/s) PARA LA PRESA EL TULE  
ESTACION HIDROMÉTRICA PASO DEL COBRE

AÑO DE REGISTRO: 1951

DÍA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1						4.83	7.55	6.60	7.05	8.40	5.88	4.26
2						4.88	7.05	9.95	17.80	8.70	5.55	4.26
3						4.93	7.05	9.00	11.60	7.85	5.65	4.26
4						4.97	5.45	6.83	7.55	7.55	5.65	4.10
5						5.02	5.45	7.85	7.33	11.00	12.12	4.10
6						4.83	5.88	8.70	17.15	11.35	8.70	4.10
7						4.83	9.63	12.55	26.25	11.35	6.60	3.92
8						5.02	5.45	7.55	13.75	8.40	6.13	3.92
9						4.64	9.95	6.83	12.12	8.12	5.88	3.92
10						4.45	8.40	15.60	16.65	7.85	5.88	3.92
11						4.26	11.60	21.35	9.63	7.55	5.45	3.74
12						4.26	9.60	12.12	10.28	7.33	5.22	3.74
13						4.10	8.70	8.12	21.35	7.05	5.22	3.74
14						3.92	13.33	7.05	22.70	6.83	5.22	3.74
15						4.26	15.18	7.33	12.12	6.83	5.22	3.92
16						4.83	8.40	7.85	15.18	6.83	5.22	3.74
17						5.02	6.60	10.63	11.00	7.05	4.83	3.74
18						5.22	8.40	12.12	17.15	6.13	4.83	3.74
19						5.02	11.75	13.33	10.28	6.34	4.83	3.60
20						5.02	6.34	18.88	9.63	6.60	4.83	3.60
21						5.45	7.33	12.90	12.55	5.88	4.83	3.60
22						5.02	9.95	9.55	20.70	6.13	4.64	3.60
23						4.83	8.12	15.60	9.63	6.13	4.64	3.60
24						4.83	6.60	9.95	9.33	6.34	4.45	3.60
25						5.02	5.88	8.40	11.00	5.88	4.45	3.60
26						5.22	6.60	11.75	9.63	6.13	4.26	3.43
27						6.34	7.05	7.55	8.12	6.13	4.26	3.43
28						5.45	5.45	7.55	7.85	6.34	4.26	3.43
29						6.34	7.55	7.85	9.00	17.15	4.26	3.43
30						8.70	5.88	7.33	10.28	6.60	4.26	3.43
31						9.35	7.05			6.13		3.43

AÑO DE REGISTRO: 1952

DÍA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	3.43	3.10	2.82	2.50	2.50	7.70	15.70	18.10	21.45	38.50	8.65	6.90
2	3.43	3.10	2.82	2.50	2.50	7.70	19.15	13.95	26.80	30.60	8.65	6.90
3	3.43	2.98	2.68	2.50	2.50	15.25	12.80	15.70	26.80	25.35	8.65	6.65
4	3.43	2.98	2.68	2.50	2.50	17.10	11.80	14.35	22.05	26.80	8.95	6.65
5	3.43	3.10	2.68	2.50	2.85	13.15	11.30	13.55	23.30	28.25	10.10	6.65
6	3.43	3.10	2.68	2.85	3.95	12.80	10.65	12.80	29.05	24.00	10.45	6.45
7	3.43	3.10	2.68	2.85	3.75	38.45	16.60	12.40	25.35	22.05	9.80	6.45
8	3.43	3.10	2.68	2.85	3.35	14.35	11.70	11.70	24.60	22.05	10.10	6.45
9	3.43	2.98	2.68	2.85	3.55	15.25	13.55	15.25	21.45	21.45	9.20	6.45
10	3.43	2.98	2.68	2.85	3.20	14.35	13.95	15.25	21.45	19.65	8.65	6.45
11	3.43	2.98	2.68	2.85	3.55	13.55	19.15	16.15	20.25	16.85	10.45	6.45
12	3.27	2.98	2.68	2.65	3.35	17.10	17.10	14.80	17.40	15.85	9.50	6.45
13	3.27	2.98	2.68	2.65	3.35	9.70	15.25	13.95	19.05	15.35	12.45	6.20
14	3.27	2.98	2.68	2.65	3.55	8.50	12.05	14.35	20.85	14.45	9.20	6.20
15	3.27	2.98	2.68	2.50	3.95	11.30	14.80	16.15	24.00	14.45	11.40	6.20
16	3.10	2.98	2.68	2.50	3.75	37.55	25.40	13.95	38.50	13.65	10.10	6.00
17	2.98	2.98	2.68	2.50	3.75	12.80	23.35	13.95	30.60	13.25	10.10	6.00
18	3.10	2.98	2.68	2.65	3.35	10.65	22.70	14.80	29.05	12.45	9.80	6.00
19	2.98	2.98	2.68	3.00	3.35	11.70	23.35	18.65	26.80	12.10	8.95	6.00
20	2.98	2.98	2.68	2.85	3.55	21.45	22.70	15.70	22.05	11.75	8.40	6.00
21	3.10	2.98	2.68	2.85	4.10	20.85	36.70	17.60	21.45	11.40	8.15	5.75
22	3.27	2.82	2.68	3.35	3.55	18.65	29.25	15.25	19.65	11.05	7.90	5.75
23	3.10	2.82	2.68	3.95	4.30	19.15	26.15	20.30	16.85	10.70	7.90	5.75
24	2.98	2.82	2.68	3.20	8.25	20.30	26.15	13.95	19.65	10.45	7.60	5.75
25	2.98	2.82	2.68	3.00	4.90	18.65	25.40	14.35	24.60	10.45	7.60	5.55
26	2.82	2.82	2.68	3.00	4.90	17.10	18.65	14.35	24.60	10.10	7.60	5.55
27	2.82	2.68	2.52	2.85	7.45	16.15	16.60	17.10	30.60	9.80	7.40	5.55
28	2.82	2.68	2.52	2.65	6.00	13.95	15.25	16.60	39.35	9.80	7.40	5.55
29	2.82	2.82	2.52	2.85	6.95	13.55	17.60	22.70	166.56	9.50	7.40	5.35
30	2.82	2.52	2.50	15.70	17.10	17.10	13.55	26.15	64.50	8.95	7.10	5.35
31	2.82	2.52		11.70			13.55	21.45		8.95		5.35

ESCURRIMIENTOS MEDIOS DIARIOS (m<sup>3</sup>/s) PARA LA PRESA EL TULE  
ESTACION HIDROMÉTRICA PASO DEL COBRE

AÑO DE REGISTRO: 1953

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	5.75	4.25	3.80	3.55	3.35	4.70	6.25	15.85	16.80	8.30	15.35	6.00
2	5.45	4.25	3.55	3.55	3.35	5.45	8.30	12.30	22.50	8.00	13.95	5.75
3	5.45	4.00	3.55	3.55	3.35	6.25	9.30	9.65	17.35	8.60	11.45	5.75
4	5.45	3.80	3.55	3.55	3.35	7.40	7.40	10.35	15.85	9.30	10.70	5.75
5	5.45	3.80	3.55	3.55	3.35	5.75	8.30	13.10	11.90	10.25	11.45	5.75
6	4.95	3.80	3.55	3.55	3.35	5.20	8.30	16.30	14.40	13.10	11.10	5.75
7	4.95	3.80	3.55	3.55	3.35	5.45	13.10	9.65	12.30	11.10	11.10	5.75
8	4.95	3.80	3.55	3.55	3.35	6.80	11.10	15.35	9.65	15.85	15.95	5.75
9	4.95	3.80	3.55	3.55	3.35	7.70	8.60	10.35	9.30	15.55	15.85	5.75
10	4.70	4.00	3.55	3.55	3.35	7.40	7.70	10.00	8.95	13.55	10.35	5.75
11	4.45	4.00	3.55	3.55	3.35	8.00	8.30	10.00	13.10	13.55	8.95	7.40
12	4.45	4.00	3.55	3.55	3.10	5.45	8.30	8.95	16.30	15.35	8.60	6.25
13	4.45	4.00	3.80	3.10	3.10	8.30	9.30	9.30	20.10	12.30	8.30	6.00
14	4.45	4.00	3.80	3.10	3.35	9.30	11.45	8.60	28.80	11.10	8.00	6.00
15	4.45	4.00	3.80	3.35	3.35	8.30	8.60	8.30	31.05	12.30	8.00	6.00
16	4.45	4.00	3.55	3.35	3.35	7.10	8.30	8.60	29.60	18.90	8.60	5.75
17	4.45	3.80	3.55	3.35	3.35	8.30	7.40	8.60	18.90	13.95	8.00	5.75
18	4.25	4.00	3.55	3.10	3.35	8.00	9.30	9.65	18.90	11.90	7.70	5.75
19	4.45	3.80	3.55	3.35	3.35	7.10	10.00	23.10	20.65	11.10	7.70	5.75
20	4.25	3.80	3.55	3.55	3.10	6.00	14.40	14.90	36.51	11.45	7.40	5.75
21	4.25	3.80	3.55	3.80	3.10	6.25	13.55	11.10	18.90	16.30	7.40	5.75
22	4.25	3.80	3.55	3.55	3.55	5.45	12.30	9.65	13.95	15.35	7.10	5.45
23	4.25	3.80	3.80	3.55	3.55	5.20	10.00	13.10	12.70	17.35	7.10	5.45
24	4.00	3.80	3.55	3.80	3.55	9.30	12.70	13.10	11.45	16.80	6.80	5.45
25	4.25	3.80	3.80	3.35	2.80	8.60	21.85	12.30	10.35	14.40	7.10	5.20
26	4.25	3.80	3.80	3.35	3.80	10.00	11.10	15.35	12.70	13.45	7.10	5.20
27	4.25	3.80	3.80	3.35	3.80	17.35	8.95	10.70	10.70	13.95	6.80	4.95
28	4.25	3.80	3.80	3.35	5.55	8.30	8.95	17.90	9.65	11.45	6.55	4.95
29	4.25	3.80	3.80	3.35	3.35	7.10	8.60	12.70	8.60	13.55	6.55	4.95
30	4.25	4.00	3.35	3.55	8.00	7.70	7.70	11.10	8.30	12.30	6.55	4.95
31	4.25		3.55	4.25			8.95	10.70		11.45		4.95

AÑO DE REGISTRO: 1954

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	4.95	3.10	3.50	2.92	3.50	6.20	19.10	10.30	15.70	18.00	14.70	7.65
2	4.70	3.10	3.30	2.92	3.50	5.20	15.20	10.65	17.55	28.10	13.00	7.65
3	4.70	3.10	3.50	2.72	3.50	4.75	12.60	9.25	29.60	33.40	12.60	7.30
4	4.95	2.92	3.50	2.72	3.50	4.50	19.10	8.60	19.10	25.80	13.40	7.30
5	4.95	3.30	3.50	2.72	4.50	4.50	15.90	7.65	14.70	22.40	12.60	7.30
6	4.95	3.10	3.50	2.54	5.42	4.75	16.10	8.60	12.60	19.10	13.90	7.30
7	4.95	3.30	3.70	2.54	4.30	4.30	14.70	11.40	12.60	17.05	13.40	7.30
8	4.70	3.30	3.90	2.54	4.30	9.50	20.10	9.25	11.85	21.25	13.90	7.30
9	4.45	3.30	3.50	2.72	4.30	10.20	14.30	9.95	14.70	22.40	15.20	7.05
10	4.45	3.30	3.50	2.92	4.75	13.50	13.00	8.60	27.30	19.60	16.10	6.75
11	4.45	3.30	3.50	3.10	5.20	9.15	12.60	10.30	19.10	19.60	13.00	6.75
12	4.45	3.30	3.50	3.30	4.10	8.50	17.05	8.90	15.20	25.00	11.85	7.30
13	4.25	3.30	3.50	4.95	3.90	11.95	16.10	9.60	28.10	28.10	11.05	7.05
14	4.00	4.75	3.50	4.30	3.90	12.35	12.20	10.30	68.60	25.80	10.65	6.50
15	3.80	4.50	3.50	3.70	4.10	10.20	13.90	8.90	42.60	27.30	10.30	6.50
16	3.80	3.90	3.30	3.50	6.20	10.50	12.60	17.55	26.50	26.50	9.95	6.20
17	3.80	3.50	3.30	3.50	5.42	12.70	15.20	16.10	22.40	35.30	9.60	6.20
18	3.80	3.50	3.30	3.30	4.50	13.50	13.00	12.60	19.10	39.40	9.60	5.95
19	3.80	3.50	3.10	3.30	5.20	12.70	12.60	12.60	16.60	28.90	9.60	6.20
20	3.80	3.50	3.10	3.30	4.95	8.85	15.20	11.05	15.70	28.90	9.60	6.20
21	3.80	3.10	3.30	3.30	5.20	8.50	16.10	9.95	16.60	22.40	9.60	5.95
22	3.80	3.30	3.30	3.30	5.65	31.76	15.20	11.85	21.25	19.60	8.90	5.95
23	3.55	4.30	2.92	3.50	8.50	18.10	13.80	9.60	19.10	18.50	8.60	5.70
24	4.00	4.10	2.92	3.50	7.30	16.40	11.95	12.20	17.05	17.05	8.60	5.70
25	3.55	3.70	2.92	3.90	7.00	21.60	9.60	12.60	18.50	15.70	8.60	5.70
26	3.55	3.70	2.92	4.10	5.42	21.60	8.90	11.40	19.10	15.20	8.25	5.70
27	3.55	3.50	2.92	4.10	9.50	13.90	10.30	11.40	19.60	14.30	7.95	5.70
28	3.55	3.30	2.92	3.70	6.20	12.70	9.25	11.40	22.40	14.30	7.95	5.45
29	3.35		2.92	3.70	5.65	10.50	11.05	15.20	21.80	13.00	7.95	5.45
30	3.35		2.92	3.50	4.75	11.95	9.60	16.10	19.60	12.60	7.65	5.45
31	3.35		2.92		5.20		9.95	14.70		13.90		5.45

ESCURRIMIENTOS MEDIOS DIARIOS (m<sup>3</sup>/s) PARA LA PRESA EL TULÉ  
ESTACION HIDROMÉTRICA PASO DEL COBRE

AÑO DE REGISTRO: 1955

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	5.45	4.10	3.30	2.70	2.70	4.50	10.65	16.60	28.10	17.60	13.10	9.40
2	5.45	4.10	3.30	2.90	2.90	5.70	7.95	17.05	28.80	19.65	12.75	8.75
3	5.45	4.10	3.30	2.90	3.10	4.95	7.05	30.70	59.55	18.05	12.75	8.85
4	5.20	3.85	3.10	2.90	3.10	9.95	6.74	37.30	97.85	17.10	12.10	8.60
5	4.95	3.85	3.10	2.90	3.10	7.65	5.45	28.10	99.18	19.65	11.75	8.60
6	4.95	3.85	3.10	2.90	3.10	8.25	4.94	25.80	88.58	19.65	11.75	8.30
7	4.95	3.85	3.10	2.90	3.10	5.20	6.75	21.80	67.10	15.75	13.80	8.30
8	4.95	3.85	3.10	2.90	3.10	4.95	7.65	23.00	47.95	20.75	12.10	8.30
9	4.75	3.85	3.10	2.90	3.10	7.65	8.60	20.10	43.45	17.10	11.15	8.30
10	4.75	3.85	3.10	2.90	3.10	2.90	12.20	8.90	24.30	40.05	18.55	10.85
11	4.75	3.85	3.10	2.90	2.90	6.20	8.60	20.10	38.25	22.60	10.85	8.30
12	4.75	3.65	3.10	2.90	2.90	6.75	8.60	21.25	34.25	28.10	10.50	8.60
13	4.50	3.85	3.30	2.90	2.90	8.25	6.75	21.80	28.80	24.60	10.50	8.60
14	4.30	3.85	3.10	2.90	3.10	7.65	7.05	24.30	26.70	18.55	10.25	8.30
15	4.30	3.85	2.90	2.90	3.10	6.20	6.75	21.80	28.80	17.10	9.95	8.30
16	4.50	3.50	2.90	2.90	3.10	5.45	7.65	22.40	22.60	17.60	10.25	8.30
17	4.30	3.65	3.10	2.90	3.10	8.60	9.25	19.10	19.65	27.35	10.25	8.05
18	4.30	3.65	3.10	2.90	3.10	5.20	15.20	18.00	17.10	40.90	9.65	8.05
19	4.10	3.65	3.10	2.70	3.10	4.75	20.70	21.80	17.60	39.15	9.65	7.80
20	4.10	3.65	3.10	2.55	3.10	4.30	15.40	14.70	20.75	30.30	9.65	7.60
21	4.30	3.65	3.30	2.55	2.90	4.10	23.00	13.40	18.05	23.90	9.95	7.50
22	4.30	3.65	3.30	2.55	3.10	4.95	25.00	11.85	21.55	20.20	9.95	7.50
23	4.30	3.50	3.10	2.55	3.10	4.75	25.80	14.30	23.20	18.05	10.25	7.50
24	4.30	3.65	3.10	2.70	3.10	15.90	31.60	11.85	26.00	18.05	9.10	7.25
25	4.30	3.65	3.10	2.70	3.10	6.50	27.30	11.05	28.80	16.15	9.10	7.25
26	4.30	3.30	3.10	2.70	3.10	7.65	22.40	13.40	21.95	16.65	9.95	7.25
27	4.30	3.30	2.90	2.55	3.10	5.95	47.20	12.60	23.20	18.05	11.45	7.00
28	4.10	3.30	2.90	2.55	2.90	4.95	25.00	13.40	18.55	17.10	10.85	7.00
29	4.10	3.30	2.70	2.70	3.10	7.30	25.70	12.20	17.60	14.80	9.95	6.75
30	4.10	3.30	2.90	2.55	4.10	7.65	18.60	14.30	19.05	14.15	9.95	6.75
31	4.10	2.90			5.50		18.50	15.20		15.80		6.75

AÑO DE REGISTRO: 1956

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	6.50	4.75	4.20	3.85	5.15	8.20	14.90	15.70	11.50	14.00	8.65	7.75
2	6.50	4.75	4.20	3.85	6.25	6.68	12.75	14.15	11.82	13.30	8.65	11.25
3	6.50	4.60	4.03	3.83	5.15	6.68	12.45	12.10	11.82	13.00	8.35	8.35
4	6.25	4.75	4.20	3.83	5.15	6.25	14.15	11.45	11.50	12.25	8.35	7.15
5	6.25	7.65	4.20	3.83	5.15	6.05	14.50	10.80	12.80	11.93	8.05	6.58
6	6.25	6.68	4.03	3.68	4.95	6.05	15.10	13.10	13.15	11.25	7.75	6.58
7	6.00	6.03	4.03	3.68	4.95	8.45	11.45	14.60	12.80	10.90	7.75	6.68
8	6.00	5.80	4.03	3.63	4.75	10.50	10.20	13.10	16.25	10.60	7.45	6.28
9	6.00	5.55	3.83	3.83	4.40	7.15	11.78	11.10	12.15	10.95	7.45	6.28
10	6.00	5.35	3.83	4.03	4.40	6.25	11.78	10.50	11.50	12.25	7.45	6.28
11	6.00	5.15	4.03	3.83	5.15	6.03	11.10	13.10	13.75	13.30	7.45	6.00
12	5.80	5.35	4.03	3.68	5.55	5.55	10.50	10.50	18.65	10.60	7.45	6.00
13	5.80	5.15	3.83	3.68	6.45	5.55	10.20	10.20	48.90	13.00	7.15	6.00
14	5.80	5.15	3.83	3.68	5.35	6.68	18.50	12.45	25.30	12.25	7.15	5.70
15	5.80	4.95	3.83	3.68	5.15	8.70	15.70	11.10	19.40	14.00	6.87	5.70
16	5.80	4.75	3.83	3.83	8.70	7.90	11.10	11.10	18.65	15.00	6.87	5.70
17	5.50	4.75	4.03	3.68	5.15	7.65	9.90	13.45	15.70	11.93	6.87	5.70
18	5.50	4.75	3.83	3.68	4.75	9.60	10.80	12.75	15.35	15.65	6.87	5.45
19	5.30	4.60	4.03	3.68	4.95	10.50	13.45	14.50	16.35	11.93	6.87	5.45
20	5.30	4.40	4.03	3.50	5.15	17.05	10.80	13.80	17.15	12.25	6.87	5.45
21	5.10	4.20	3.83	3.83	5.55	50.95	12.75	11.78	19.40	11.93	6.58	5.15
22	5.10	4.20	3.83	5.35	9.00	29.95	15.30	11.78	19.40	13.00	6.58	5.15
23	5.30	4.20	3.83	5.80	7.38	47.50	14.90	10.80	18.10	11.25	6.58	5.15
24	5.10	4.20	3.83	4.60	6.68	21.95	14.50	9.90	15.70	10.27	8.35	5.15
25	5.10	4.20	4.03	4.60	6.03	20.10	16.15	11.10	18.10	9.95	8.65	4.87
26	5.10	4.20	4.03	4.75	5.80	16.90	13.45	12.45	21.20	9.60	8.05	4.87
27	5.10	4.03	4.03	5.35	5.80	13.45	13.75	15.30	15.35	9.30	8.05	4.87
28	5.30	4.20	4.03	6.25	6.68	11.45	13.10	11.10	17.55	9.00	7.15	4.87
29	5.30	4.20	4.03	5.55	6.68	13.10	14.15	10.50	17.15	9.00	6.87	4.60
30	5.30		4.03	5.15	7.38	16.60	13.45	9.90	16.75	8.65	8.65	4.87
31	5.30		4.03		9.28		15.50	10.80		8.65	8.65	4.87

ESCURRIMIENTOS MEDIOS DIARIOS (m<sup>3</sup>/s) PARA LA PRESA EL TULE  
ESTACION HIDROMÉTRICA PASO DEL COBRE

AÑO DE REGISTRO: 1947

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	5.15	4.11	3.70	3.56	3.75	4.65	7.18	7.25	9.40	12.55	6.75	5.05
2	5.15	4.11	3.70	3.56	3.75	7.55	10.40	6.15	14.09	10.85	6.75	5.05
3	5.15	4.30	3.82	3.56	3.75	6.25	9.50	6.15	9.40	10.10	6.50	5.05
4	4.90	4.30	3.82	3.56	3.75	7.10	7.50	7.80	7.60	9.65	6.50	4.85
5	4.65	4.11	3.82	3.56	3.75	9.10	6.15	9.50	7.60	9.05	6.50	5.05
6	4.65	4.11	3.82	3.56	3.75	10.23	9.20	7.80	7.60	8.25	6.50	4.85
7	4.65	4.11	3.82	3.56	3.75	5.50	6.15	5.35	12.92	8.25	6.25	4.85
8	4.65	4.11	3.70	3.56	4.18	5.12	5.88	6.15	7.50	11.10	6.25	5.25
9	4.65	4.11	3.70	3.56	4.63	4.63	6.15	14.10	9.05	7.60	6.05	5.25
10	4.45	4.11	3.70	3.95	4.18	4.63	6.45	16.00	13.21	7.25	6.05	4.85
11	4.45	4.11	3.82	3.70	4.18	4.63	7.10	15.40	19.49	7.60	6.05	4.85
12	4.30	3.95	3.70	3.56	4.18	4.63	7.25	11.55	13.15	9.05	6.05	4.85
13	4.30	3.95	3.70	3.70	4.02	4.63	8.65	12.40	9.40	9.40	5.85	4.85
14	4.45	3.82	3.70	3.56	3.90	5.12	11.55	10.95	16.84	7.90	5.85	4.85
15	4.30	3.82	3.70	3.70	3.75	4.80	9.50	10.65	9.65	7.25	5.85	4.85
16	4.30	3.82	3.70	3.56	3.75	4.98	10.10	9.20	8.25	10.76	5.65	4.85
17	4.30	4.11	3.70	3.56	3.75	6.12	7.25	7.50	8.25	7.70	5.65	4.45
18	4.30	4.11	3.82	3.70	3.75	7.55	8.40	9.80	7.60	13.53	5.65	4.45
19	4.30	4.11	3.82	3.70	3.90	7.30	9.80	7.80	10.10	9.25	5.45	4.45
20	4.30	3.95	3.82	3.56	3.90	6.25	10.65	7.80	28.57	18.88	5.45	4.45
21	4.30	3.95	3.70	3.70	3.90	5.85	9.20	7.00	23.64	11.20	5.45	4.25
22	4.30	3.95	3.70	3.70	3.90	5.12	9.40	8.10	16.60	7.90	5.45	4.65
23	4.30	3.95	3.70	3.70	3.90	7.30	9.20	8.10	14.05	7.25	5.45	4.65
24	4.11	3.82	3.70	3.56	3.90	7.30	9.20	8.65	12.90	9.97	5.45	4.45
25	4.11	3.82	3.70	3.56	3.90	7.80	9.80	10.40	13.23	11.26	5.25	4.45
26	4.11	3.82	3.70	3.56	3.90	5.50	7.80	9.20	14.23	13.03	5.25	4.45
27	4.11	3.82	3.70	3.55	4.02	5.30	6.70	9.20	13.44	9.40	5.25	4.45
28	4.11	3.70	3.70	3.55	4.63	5.25	6.70	8.20	17.00	5.25	5.25	4.45
29	4.11	3.70	3.70	3.70	4.32	7.80	7.80	8.10	25.45	7.60	5.25	4.45
30	4.11	3.70	3.70	4.18	8.05	6.15	10.95	14.45	7.25	5.05	4.45	4.45
31	4.11	3.70	3.70	4.02	7.00	6.15	11.80	7.00	7.00	7.00	4.45	4.45

AÑO DE REGISTRO: 1958

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	4.45	5.25	3.80	3.05	2.80	5.15	24.61	10.95	14.20	17.55	21.20	12.15
2	4.45	5.25	3.80	3.05	3.05	5.15	20.57	9.15	28.07	15.20	21.70	11.80
3	4.25	5.25	3.80	2.80	3.05	10.60	17.30	8.80	43.93	18.78	54.65	11.80
4	4.25	5.25	3.80	3.05	3.05	7.65	16.90	8.53	20.75	15.25	44.00	12.50
5	4.65	4.45	3.58	2.80	3.15	7.10	16.10	9.10	7.23	16.16	17.66	33.10
6	7.00	4.85	3.58	3.05	3.05	6.80	12.65	8.80	30.61	24.86	30.70	11.45
7	6.75	4.85	3.80	3.05	3.05	6.25	10.15	12.22	21.20	16.05	45.87	11.15
8	5.25	4.85	3.58	2.60	3.05	7.65	9.80	17.42	17.85	19.85	33.10	11.15
9	5.05	4.85	3.80	2.10	3.05	6.80	13.15	14.65	18.95	28.26	24.85	10.80
10	5.05	4.85	3.80	2.35	3.05	6.55	13.15	11.75	16.05	15.30	43.77	10.45
11	4.85	4.65	3.58	2.35	3.30	5.15	10.55	9.47	27.08	14.20	29.60	12.85
12	5.25	4.45	3.58	2.35	3.58	4.90	9.47	9.15	22.65	14.60	21.70	14.95
13	4.85	4.45	3.58	2.35	3.58	5.45	9.47	12.88	36.10	16.50	19.80	15.65
14	4.65	4.45	3.58	2.60	4.90	6.00	16.82	9.47	26.10	14.20	18.50	14.60
15	4.65	4.45	3.58	2.35	4.35	15.16	15.47	17.23	28.77	15.65	17.85	12.85
16	4.65	4.25	3.58	2.35	5.45	24.94	10.55	20.79	22.10	46.93	17.25	12.15
17	4.65	4.25	3.58	2.60	4.50	10.95	9.15	10.95	18.95	31.02	16.05	11.80
18	8.70	4.10	3.30	2.60	5.45	13.47	9.47	9.80	19.80	42.24	23.52	11.15
19	11.20	4.10	3.30	2.60	5.70	8.80	16.95	9.15	23.31	22.10	16.85	10.80
20	14.45	4.10	3.30	2.60	8.53	7.92	21.32	8.60	47.10	21.20	15.30	10.45
21	7.60	4.25	3.05	2.60	5.15	9.22	18.34	13.80	31.20	21.20	16.50	10.45
22	6.50	4.85	3.30	2.35	5.45	8.80	16.10	9.47	19.80	19.35	15.65	10.45
23	6.25	4.25	3.30	2.35	4.90	8.23	16.10	8.80	17.25	18.10	14.95	10.10
24	5.85	4.25	3.30	2.60	4.63	6.25	11.35	9.15	16.05	16.50	15.65	9.80
25	5.65	4.25	3.05	2.60	4.35	12.45	12.70	10.15	15.65	13.55	14.20	9.80
26	5.65	4.10	3.05	2.60	4.35	17.29	12.65	8.80	18.66	18.50	13.55	9.80
27	5.45	3.80	3.05	2.60	4.08	13.15	10.15	19.77	17.85	19.80	13.55	10.45
28	5.45	3.80	3.05	2.60	4.08	9.47	9.80	9.80	14.95	16.50	12.85	9.80
29	5.25	3.05	2.60	4.08	8.53	8.53	15.47	14.95	20.75	12.85	9.80	9.80
30	5.25	3.05	2.60	4.08	13.59	15.93	13.70	13.90	34.65	12.50	9.80	9.80
31	5.25	3.05	2.60	4.35	15.97	12.65	15.97	12.65	19.80	19.80	9.80	9.80



ESCURRIMIENTOS MEDIOS DIARIOS (m<sup>3</sup>/s) PARA LA PRESA EL TULE  
ESTACION HIDROMÉTRICA PASO DEL COBRE

AÑO DE REGISTRO: 1969												
DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	21.50	7.05	4.60	3.90	6.05	4.25	9.35	23.00	21.70	16.50	16.50	9.25
2	17.60	7.05	4.60	3.90	6.05	3.80	9.00	19.20	16.50	14.80	15.60	9.35
3	12.50	6.75	4.60	3.90	5.00	4.75	11.50	18.10	14.10	14.00	15.20	9.05
4	11.80	6.75	4.60	3.90	5.25	6.55	8.25	19.20	13.60	15.60	14.80	9.05
5	11.20	6.45	4.60	3.90	5.00	6.85	16.80	24.00	14.10	13.60	15.60	9.05
6	10.80	6.45	4.40	3.90	5.25	10.80	11.20	16.50	14.50	16.00	14.40	9.05
7	10.80	6.45	4.60	3.90	5.00	9.00	11.90	14.50	13.20	15.20	14.00	9.25
8	10.50	6.45	4.60	3.90	4.75	17.70	10.80	13.60	15.00	17.80	15.60	9.35
9	10.50	6.45	4.60	3.90	4.75	56.30	11.20	12.40	15.00	16.50	14.00	8.75
10	10.50	6.10	4.40	3.90	14.10	21.70	13.20	15.00	15.50	21.70	13.60	8.75
11	10.10	6.10	4.20	3.75	5.75	14.50	15.00	14.10	16.00	18.20	13.20	8.75
12	9.80	5.75	4.20	3.75	5.75	15.50	16.00	17.60	15.00	21.70	12.90	8.45
13	9.80	6.45	4.20	4.05	5.25	25.10	15.00	15.50	16.50	52.50	12.90	8.15
14	9.45	7.05	4.05	6.80	10.00	23.00	22.20	18.60	21.10	45.00	12.90	8.15
15	9.10	7.05	4.05	5.75	6.55	15.00	14.80	15.50	23.00	40.80	12.50	8.15
16	9.10	7.05	4.20	9.70	5.25	18.60	12.40	14.50	18.10	35.30	12.10	8.15
17	8.75	7.05	4.05	6.05	5.00	11.90	11.20	13.20	16.00	44.40	12.90	7.85
18	8.40	7.05	4.05	5.25	4.75	9.70	12.40	12.80	17.60	40.20	11.70	7.85
19	8.40	7.05	4.05	5.00	4.50	12.80	12.80	13.20	16.00	59.40	11.00	8.15
20	8.40	7.05	4.05	4.75	4.50	19.20	12.40	13.20	13.60	38.80	11.00	8.15
21	8.40	7.05	4.05	4.50	4.25	16.50	12.80	16.50	12.80	36.10	11.00	7.85
22	8.40	7.05	4.05	4.75	4.25	12.40	18.10	16.00	14.50	43.90	11.00	7.85
23	8.40	7.05	4.05	6.30	5.25	11.50	17.00	19.80	13.60	32.50	10.70	7.55
24	8.40	7.05	3.90	5.50	5.50	11.90	13.80	17.60	13.60	24.90	10.70	7.55
25	8.40	6.75	3.90	4.75	6.05	27.40	21.10	20.10	14.50	27.10	10.70	7.55
26	8.10	6.75	3.90	4.75	5.00	21.70	17.00	23.70	16.50	23.80	10.00	7.25
27	7.40	6.75	3.90	4.50	4.50	14.10	17.00	19.80	18.10	21.70	9.70	7.25
28	7.05	6.45	4.05	4.25	4.50	11.20	19.20	17.00	16.50	19.70	10.70	7.25
29	7.05	6.45	3.90	4.25	4.25	11.50	22.30	15.50	16.50	18.30	10.00	7.00
30	7.05	6.45	3.90	5.00	4.25	10.00	15.00	15.00	16.00	17.40	9.70	7.00
31	6.75	6.75	3.90	4.25	4.25	14.10	14.50	14.50	16.00	16.90	9.70	7.00

AÑO DE REGISTRO: 1960												
DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	7.00	5.10	4.40	4.10	4.10	4.95	5.75	5.87	7.02	15.00	8.85	6.26
2	7.00	5.10	4.55	4.10	4.10	4.75	6.80	6.23	7.29	10.67	8.51	6.01
3	7.00	4.95	4.40	4.10	4.10	4.75	6.80	6.10	10.92	10.00	8.17	6.01
4	6.45	4.95	4.40	4.10	4.10	4.75	7.10	7.06	7.85	10.67	8.17	5.77
5	6.45	4.95	4.40	4.10	4.25	4.75	7.55	6.33	7.85	10.00	8.17	5.77
6	6.45	4.95	4.40	4.10	4.10	4.75	8.95	5.66	10.16	12.59	7.53	5.77
7	6.45	4.95	4.40	4.10	4.25	4.75	5.95	5.66	9.80	13.45	7.53	5.77
8	6.45	4.95	4.40	4.10	4.25	4.95	5.50	5.66	9.44	14.85	7.22	5.77
9	6.45	4.75	4.40	4.10	4.40	4.75	8.10	5.44	10.16	13.90	7.22	5.77
10	6.20	4.75	4.40	4.25	4.25	4.75	7.55	7.32	10.92	11.78	7.22	5.77
11	6.20	4.75	4.25	4.25	4.75	4.75	8.35	7.06	11.72	11.40	6.92	5.77
12	6.20	4.75	4.25	4.40	4.95	5.75	9.55	6.10	14.89	10.00	7.85	5.77
13	6.20	4.95	4.25	4.40	4.95	6.40	6.80	6.57	20.34	9.88	7.85	5.55
14	5.95	4.75	4.25	4.40	4.95	6.40	7.55	6.10	21.56	8.82	7.53	5.55
15	5.95	4.75	4.25	4.40	4.95	5.50	9.55	7.06	16.41	8.56	7.22	5.34
16	5.95	4.75	4.25	4.25	4.95	5.50	7.30	8.16	13.01	10.67	6.92	5.34
17	5.95	4.75	4.10	4.25	4.75	5.30	6.60	6.33	13.01	8.31	6.64	5.34
18	5.95	4.55	4.10	4.25	4.75	4.95	6.60	5.87	11.72	8.82	6.36	5.34
19	5.95	4.55	4.25	4.40	4.95	5.30	6.85	7.06	9.80	8.31	6.36	5.15
20	5.95	4.55	4.25	4.40	4.95	4.75	6.60	12.05	13.01	8.08	6.92	5.15
21	5.70	4.25	4.25	4.40	5.30	4.95	9.85	13.38	13.01	10.80	7.85	5.15
22	5.70	4.25	4.40	4.40	5.30	6.40	7.85	6.75	11.32	8.08	6.92	5.15
23	5.70	4.40	4.40	4.40	5.95	5.50	8.10	8.16	12.57	7.65	6.64	5.15
24	5.70	4.40	4.25	4.40	7.10	4.95	30.40	8.76	10.53	8.08	6.36	5.15
25	5.45	4.40	4.25	4.40	5.75	5.30	12.20	10.47	12.57	7.85	6.36	5.15
26	5.45	4.55	4.25	4.40	4.75	5.50	16.00	11.64	12.57	7.85	6.36	5.15
27	5.20	4.55	4.25	4.25	6.15	7.10	8.85	12.05	13.93	8.31	6.64	5.15
28	5.20	4.40	4.10	4.25	6.85	6.15	7.30	11.64	14.40	14.37	6.36	5.15
29	4.95	4.55	3.90	4.25	5.75	7.85	6.85	11.23	16.94	13.45	6.36	4.97
30	4.95	4.40	4.10	4.25	5.10	8.15	5.95	8.76	14.40	9.68	6.36	4.97
31	4.95	4.40	4.10	4.25	4.95	5.50	7.87	8.82	8.82	8.82	6.36	4.97

ESCURRIMIENTOS MEDIOS DIARIOS (m<sup>3</sup>/s) PARA LA PRESA EL TULE  
ESTACION HIDROMÉTRICA PASO DEL COBRE

## AÑO DE REGISTRO: 1961

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	4.84	4.18	3.58	3.23	3.82	4.29	7.9	8.78	14.8	14.1	7.08	5.74
2	4.84	4.18	3.72	3.23	3.69	4.5	7.63	7.92	18.2	15	7.08	5.74
3	4.68	4.18	3.58	3.23	3.69	4.29	7.3	7.16	13.3	17.5	6.81	5.5
4	4.68	4.18	3.58	3.11	3.54	3.87	8.76	9.4	13.8	15.5	7.08	5.5
5	4.68	4.18	3.58	3.11	3.54	4.08	8.47	9.09	10.4	18.5	7.35	5.5
6	4.68	4.31	3.58	3.11	3.54	4.08	6.24	8.78	11.3	19.6	7.08	5.5
7	4.68	4.31	3.58	3.11	3.54	5.87	7.37	9.73	13.8	16	6.81	5.25
8	4.68	4.18	3.58	3.01	3.37	4.08	6.89	10.1	10.9	15	6.81	5.25
9	4.68	4.18	3.58	3.01	3.37	7.25	8.16	8.2	12.4	15	6.81	5.25
10	4.68	4.31	3.58	3.11	3.37	4.93	6.89	7.66	25.4	12.1	7.35	5.25
11	4.84	4.18	3.58	3.11	3.19	4.71	9.07	7.66	24.2	11.5	7.08	5.25
12	4.51	4.06	3.44	3.11	3.37	4.71	9.39	9.09	19.9	10.8	6.81	4.99
13	4.51	4.06	3.44	3.11	3.37	6.27	7.63	8.2	28.1	10.1	6.81	4.99
14	4.51	3.96	3.44	3.11	3.37	6.75	6.89	7.66	70.8	10.1	7.35	4.72
15	4.51	3.96	3.44	3.11	3.19	6.04	6.24	7.4	32.3	9.72	8.53	4.99
16	4.51	3.87	3.44	3.11	3.37	5.36	5.69	8.78	29.5	9.38	6.81	4.99
17	4.34	3.87	3.44	3.11	3.37	5.14	6.24	9.73	29.5	9.06	6.81	4.72
18	4.51	3.8	3.28	3.11	3.37	6.27	11.2	9.09	28.1	8.78	6.31	4.99
19	4.34	3.8	3.28	3.11	3.37	10.9	8.16	8.78	30.9	8.45	6.07	4.99
20	4.34	3.87	3.28	3.11	3.37	5.36	8.16	8.2	24.8	8.16	6.81	4.99
21	6.57	3.87	3.28	3.23	3.37	6.27	22	11.9	20.5	8.16	7.63	4.99
22	4.84	3.87	3.28	3.11	3.37	6.04	12.7	14.9	25.4	8.45	7.35	5.25
23	4.68	3.87	3.28	3.11	3.69	6.27	8.47	14.9	19.8	8.45	7.63	4.99
24	4.99	3.8	3.28	3.11	3.54	6.51	7.9	10.1	23.5	8.72	7.08	4.99
25	4.84	3.8	3.28	3.11	3.54	5.58	6.89	8.48	25.4	8.16	6.31	4.72
26	4.68	3.8	3.12	3.23	3.69	6.75	7.37	7.92	23.5	7.61	6.07	4.72
27	4.68	3.8	3.12	3.11	3.54	9.52	22	7.66	21.1	7.88	6.07	4.72
28	4.68	3.8	3.28	3.11	3.54	9.21	14.5	9.09	18.1	7.61	5.84	4.99
29	4.68	3.87	3.12	3.49	3.37	7.25	10.8	9.73	18.1	7.11	5.84	4.99
30	4.68	3.26	4.32	3.37	3.37	6.75	10.8	12.7	14.3	6.87	5.84	4.72
31	4.68		3.44		3.37		10.8	18.4		6.87		4.45

## AÑO DE REGISTRO: 1962

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	4.55	3.78	3.28	2.91	3.34	4.04	5.32	5.22	12.40	9.89	6.24	6.15
2	4.55	3.78	3.28	2.91	3.19	4.77	4.95	10.80	20.00	21.80	6.24	5.20
3	4.35	3.61	3.28	2.91	3.34	4.45	5.74	5.97	20.00	20.00	8.84	5.20
4	4.35	3.45	3.28	3.05	3.81	4.45	5.13	5.35	13.70	12.70	7.29	4.93
5	4.35	3.61	3.28	3.05	3.98	4.17	4.95	5.35	14.70	15.10	6.48	4.93
6	4.35	3.61	3.28	3.05	3.81	4.04	4.77	6.98	12.20	11.90	6.48	4.93
7	4.35	3.61	3.28	3.05	3.81	3.92	5.35	6.34	22.70	10.70	6.24	4.93
8	4.35	3.61	3.12	2.91	4.52	3.92	5.53	5.49	16.20	11.90	6.48	4.68
9	4.15	3.45	3.28	3.05	5.11	4.61	4.77	6.34	17.20	11.00	6.48	4.68
10	4.15	3.61	3.28	3.05	4.91	4.45	4.95	5.80	12.90	9.53	6.24	4.68
11	4.15	3.61	3.28	2.91	3.98	4.04	4.77	6.98	16.20	8.84	6.00	4.93
12	4.15	3.45	3.12	2.91	3.98	3.92	4.95	20.40	14.70	8.18	5.78	4.68
13	3.96	3.45	3.12	3.05	3.98	3.92	4.77	9.10	15.20	9.18	5.56	4.45
14	3.96	3.45	2.96	6.19	4.91	4.17	5.32	8.51	12.00	16.10	5.56	4.45
15	3.96	3.45	3.12	4.34	4.34	3.81	6.93	10.40	10.10	14.60	5.56	4.45
16	3.96	3.45	3.12	3.81	4.16	3.81	5.53	7.21	15.70	17.70	5.36	4.45
17	3.96	3.45	3.12	3.98	3.98	3.92	6.53	6.98	18.30	12.30	5.36	4.24
18	4.15	3.45	2.96	4.34	3.98	4.45	6.19	6.54	12.90	11.50	5.36	4.24
19	3.96	3.45	3.12	3.81	3.81	9.33	5.32	7.45	17.70	13.60	5.36	4.45
20	3.78	3.31	2.96	4.16	3.98	5.53	4.61	6.98	27.80	10.70	5.36	5.50
21	3.78	3.45	2.96	3.81	3.98	4.77	4.95	14.80	42.50	9.53	5.16	5.50
22	3.78	3.45	2.96	3.65	3.98	7.20	4.77	10.40	29.30	8.84	5.16	4.24
23	3.60	3.45	2.96	3.49	3.81	5.32	6.93	7.96	23.10	8.51	4.98	4.24
24	3.60	3.45	2.96	3.65	3.81	4.77	6.19	8.51	18.80	7.87	4.98	4.24
25	3.60	3.31	2.96	3.49	3.81	7.48	5.96	7.70	15.20	7.58	4.81	4.24
26	3.78	3.31	2.96	3.65	3.65	28.20	5.13	7.96	14.70	7.29	4.98	4.24
27	3.78	3.45	2.96	3.65	3.65	10.40	4.95	11.10	12.90	7.01	4.98	4.45
28	3.78	3.45	2.96	3.49	3.65	6.93	4.81	15.70	11.60	7.29	5.78	4.45
29	3.78	2.96	3.49	3.65	5.96	4.45	15.30	10.50	7.58	6.24	4.05	4.45
30	3.60	3.12	3.34	4.16	5.32	4.30	11.90	11.60	7.01	8.51	4.05	4.45
31	3.78	2.96		3.65			4.45	9.41		6.74		4.05

ESCURRIMIENTOS MEDIOS DIARIOS (m<sup>3</sup>/s) PARA LA PRESA EL TULE  
ESTACION HIDROMÉTRICA PASO DEL COBRE

AÑO DE REGISTRO: 1963

DÍA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	4.05	3.31	3.05	3.48	3.06	4.66	15.70	9.81	15.80	52.00	17.90	8.33
2	4.05	3.31	2.92	3.27	2.85	4.71	9.56	10.96	14.50	38.20	15.90	8.33
3	4.05	3.44	3.18	3.27	3.89	4.93	7.05	12.10	13.20	38.20	19.20	8.33
4	4.05	3.31	3.05	3.27	3.27	5.25	6.80	10.40	12.60	28.20	19.70	8.07
5	3.88	3.31	3.05	3.06	3.88	5.13	6.18	18.80	17.60	31.50	16.30	8.07
6	3.88	3.31	3.05	3.06	3.27	4.93	6.80	13.20	14.50	33.50	17.50	7.82
7	3.88	3.31	3.05	3.27	3.27	5.03	9.56	16.90	18.50	33.50	15.90	7.82
8	3.74	3.31	2.92	3.27	4.73	6.38	9.89	12.60	19.20	26.70	15.10	7.57
9	3.74	3.31	2.92	3.27	4.52	8.04	12.60	11.50	21.30	23.30	13.90	7.57
10	3.74	3.31	2.92	3.06	4.10	5.83	23.70	20.90	24.30	21.90	13.50	7.32
11	3.74	3.18	2.92	3.06	3.89	5.67	11.30	31.90	24.30	20.10	12.70	7.32
12	3.74	3.31	3.05	2.85	3.89	5.13	7.77	29.60	20.60	18.80	12.70	7.07
13	3.74	3.18	3.05	3.06	3.66	6.18	7.26	18.80	21.30	17.90	12.40	7.07
14	3.74	3.18	2.92	3.06	3.89	8.33	6.80	15.50	25.00	21.00	11.70	7.07
15	3.74	3.05	2.92	3.06	4.10	17.80	6.38	16.90	22.80	21.50	11.40	6.82
16	3.62	3.05	2.92	2.85	3.89	7.03	8.92	12.60	32.20	30.20	11.40	6.82
17	3.62	3.05	2.92	3.06	3.89	5.67	9.56	15.60	42.80	27.20	10.70	6.82
18	3.51	3.18	2.92	3.06	3.89	5.85	8.04	13.20	33.90	22.80	10.70	6.57
19	3.51	3.18	2.79	2.85	3.89	5.52	8.52	10.90	25.00	20.10	10.40	6.57
20	3.51	3.18	2.79	2.85	4.10	7.51	8.92	16.90	22.80	21.90	10.40	6.57
21	3.62	3.18	2.92	2.64	3.89	9.23	8.04	10.90	19.90	20.60	10.10	6.57
22	3.62	3.18	3.18	2.64	3.89	15.70	8.92	10.40	15.80	17.90	9.81	6.57
23	3.62	3.18	3.44	2.64	4.52	8.92	9.80	8.21	17.10	16.70	9.21	6.57
24	3.62	3.05	3.18	2.64	3.89	6.80	8.23	28.10	13.80	17.50	8.91	6.57
25	3.51	3.05	2.92	2.64	4.10	6.80	7.05	32.70	16.40	21.90	8.91	6.57
26	3.51	3.05	2.92	2.43	6.40	6.38	11.00	25.80	19.20	17.50	8.91	6.57
27	3.51	3.05	3.05	2.43	3.89	5.52	20.60	18.80	26.60	15.50	8.91	6.33
28	3.51	3.05	3.31	2.43	3.89	5.38	16.20	16.30	19.20	21.90	8.91	6.09
29	3.43	3.18	2.64	3.48	5.25	16.20	27.30	30.60	20.10	8.62	6.33	
30	3.43	3.18	2.64	3.27	5.67	11.30	21.50	41.90	17.50	8.62	6.09	
31	3.43	3.44		3.27			9.56	18.80		17.90		6.09

AÑO DE REGISTRO: 1964

DÍA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	6.26	5.35	3.91	3.35	3.35	11.00	10.50	12.10	16.40	15.00	10.30	7.40
2	6.02	5.35	4.11	3.35	3.16	9.40	17.60	16.30	13.70	19.50	10.30	7.75
3	6.99	5.35	3.91	3.35	3.36	13.60	12.50	12.80	13.30	19.50	9.55	9.95
4	8.80	5.35	3.91	3.35	3.35	10.70	11.40	12.10	17.70	18.50	9.95	7.75
5	7.24	5.13	3.91	3.35	3.35	7.17	10.70	11.70	13.30	18.10	9.55	7.40
6	6.75	5.13	3.91	3.35	3.35	5.47	9.06	12.50	24.40	17.10	9.20	7.10
7	6.75	4.92	3.72	3.16	3.35	4.94	11.40	15.10	21.10	15.70	9.95	7.40
8	9.36	4.92	3.72	3.16	3.35	4.94	13.20	14.30	46.90	15.20	9.20	7.75
9	7.24	4.71	3.72	3.16	3.35	4.94	10.60	12.10	19.20	14.80	8.80	8.10
10	6.99	4.71	3.53	3.16	3.16	5.20	11.00	12.80	23.70	14.40	8.80	8.10
11	6.99	4.71	3.53	3.16	3.35	8.08	15.20	11.00	30.50	12.50	8.50	7.75
12	6.99	4.71	3.53	3.16	3.35	6.30	12.80	10.40	24.40	13.50	8.50	7.40
13	6.51	4.71	3.72	3.16	3.35	5.74	15.20	12.50	27.90	14.40	11.10	7.10
14	6.26	4.51	3.53	3.16	3.35	14.30	18.00	11.70	28.30	18.50	11.10	7.40
15	6.26	4.51	3.53	3.35	3.35	9.06	14.70	14.70	23.80	17.10	9.20	7.10
16	6.26	4.51	3.53	3.35	3.35	10.00	14.70	14.30	22.50	13.90	8.60	7.10
17	6.26	4.51	3.35	4.11	3.35	10.40	14.30	12.80	22.60	20.60	8.10	7.10
18	6.26	4.51	3.53	3.72	3.35	14.00	12.50	10.70	19.50	14.80	8.10	6.75
19	6.02	4.51	3.53	3.53	3.72	11.70	16.30	10.40	24.70	13.10	7.75	6.75
20	6.02	4.51	3.53	3.33	3.91	10.70	14.70	10.70	23.10	12.70	10.30	6.75
21	6.02	4.31	3.53	3.53	4.35	8.40	13.20	11.00	21.50	12.30	8.50	6.45
22	6.02	4.31	3.53	3.53	8.52	7.45	13.20	10.70	23.10	11.80	8.10	6.45
23	6.26	4.11	3.53	3.53	9.08	8.73	12.50	10.70	23.60	11.50	7.75	6.45
24	6.02	3.91	3.53	3.35	8.52	10.70	11.70	10.70	22.10	11.10	7.75	6.45
25	6.02	3.91	3.53	3.35	6.51	11.40	14.00	11.40	24.20	11.10	7.75	6.20
26	5.79	4.11	3.35	3.35	6.99	14.30	11.40	11.00	22.10	10.70	8.80	6.20
27	5.79	4.11	3.35	3.35	6.51	13.60	10.40	9.71	21.10	10.30	8.10	6.20
28	5.57	4.11	3.72	3.35	6.02	14.00	14.70	11.40	20.10	10.30	7.40	6.20
29	5.57	3.91	3.53	3.35	6.75	13.60	12.80	19.70	20.10	9.95	7.75	5.90
30	5.35		3.53	3.53	5.70	22.10	10.70	12.80	20.60	9.52	7.40	5.90
31	5.35		3.53		5.79		12.50	15.50		9.55		5.90

ESCURRIMIENTOS MEDIOS DIARIOS (m<sup>3</sup>/s) PARA LA PRESA DEL TULE  
ESTACION HIDROMÉTRICA PASO DEL COBRE

AÑO DE REGISTRO: 1965												
DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	5.70	4.65	4.30	3.95	4.95	5.60	6.80	11.50	17.50	11.50	11.80	8.56
2	5.90	4.65	4.30	3.95	5.40	5.20	7.30	15.20	18.60	11.50	11.40	8.56
3	5.70	4.45	4.30	3.95	4.95	5.40	8.90	11.10	17.50	11.10	11.00	8.56
4	5.70	4.45	4.30	3.95	5.30	5.20	12.70	12.40	16.10	12.80	11.60	8.56
5	5.70	4.45	4.30	3.95	6.05	5.40	8.05	12.40	14.20	19.70	11.40	8.96
6	5.50	4.45	4.30	3.95	5.60	6.45	8.50	18.60	13.70	20.30	11.40	8.96
7	5.50	4.45	4.30	3.95	5.85	9.10	9.75	18.00	15.60	17.10	12.70	8.96
8	5.50	4.45	4.30	3.75	5.40	5.75	9.20	16.60	15.60	14.20	16.40	8.96
9	5.70	4.45	4.15	3.75	5.60	5.50	9.20	19.70	14.70	12.40	13.20	8.56
10	5.70	4.45	4.15	3.95	6.05	8.30	10.40	22.50	14.70	12.80	13.20	8.56
11	5.50	4.45	4.15	3.95	5.60	7.25	7.80	22.50	13.70	11.50	14.10	8.15
12	5.50	4.45	4.15	4.15	5.20	8.55	7.80	16.60	12.40	15.60	12.30	8.15
13	5.50	4.45	4.00	4.15	6.45	9.10	7.80	21.40	11.50	16.10	13.20	8.15
14	5.50	4.30	4.00	4.15	6.45	11.00	10.40	20.30	11.10	13.20	11.60	8.15
15	5.25	4.30	4.00	4.15	5.85	7.00	10.10	20.80	11.10	12.40	11.40	7.75
16	5.05	4.45	4.00	4.15	7.15	6.50	9.50	18.60	10.70	15.20	11.80	7.75
17	4.85	4.30	3.85	4.15	6.45	5.75	9.50	19.10	11.10	18.60	11.00	7.75
18	4.65	4.30	3.85	4.15	6.45	5.50	8.35	18.00	9.82	19.10	11.00	7.75
19	4.65	4.30	3.85	4.15	5.60	8.85	8.05	14.70	10.30	20.30	10.60	7.75
20	4.45	4.45	3.70	4.15	5.60	7.40	8.90	12.80	10.30	17.50	10.60	7.75
21	4.45	4.65	3.70	3.95	6.70	8.45	11.30	12.40	11.10	17.10	10.60	7.37
22	4.65	5.25	3.70	3.95	6.70	9.20	10.10	12.40	14.70	14.20	10.20	7.37
23	4.85	4.65	3.70	3.95	6.05	8.85	11.00	11.50	16.60	13.20	10.20	7.37
24	4.65	4.45	3.85	3.75	5.85	8.85	10.70	12.40	19.70	12.40	9.77	7.37
25	4.65	4.45	3.70	3.75	5.80	6.75	9.50	12.40	14.70	11.50	9.77	7.37
26	4.65	4.45	3.70	3.75	5.40	9.20	9.75	13.70	12.00	11.50	8.96	6.99
27	4.65	4.30	3.70	3.95	5.40	8.45	9.20	18.00	11.50	10.70	8.96	6.99
28	4.65	4.45	3.70	3.95	5.40	6.10	9.50	24.70	11.50	10.70	8.96	6.99
29	4.65	4.45	3.70	4.15	5.20	7.30	15.40	27.30	11.10	10.70	8.96	6.62
30	4.65	4.45	3.70	4.75	5.20	7.05	11.70	28.90	10.70	10.70	8.96	6.62
31	4.65	4.45	3.07	4.15	5.20	5.20	11.70	19.70	10.70	9.82	6.24	6.24

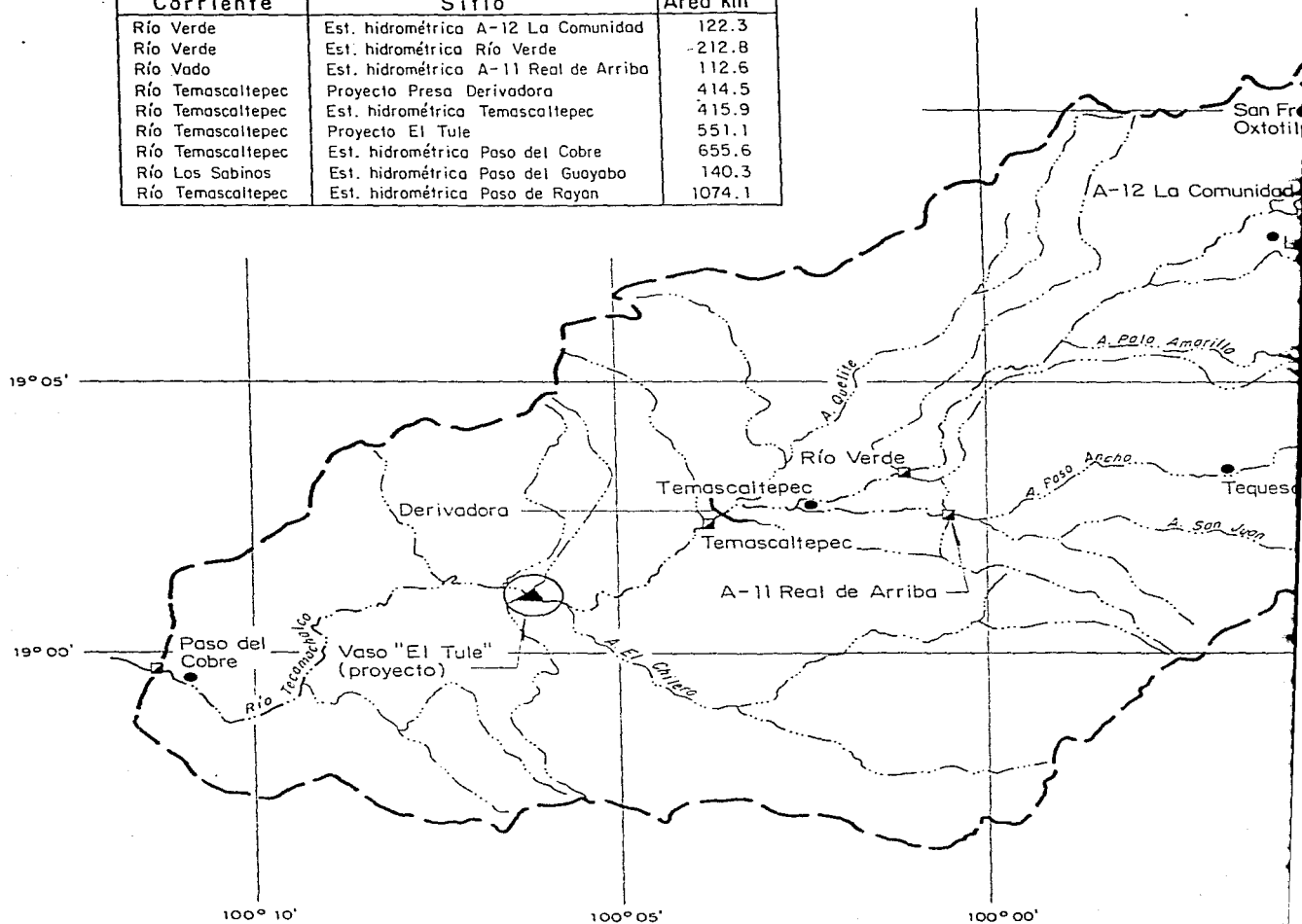
AÑO DE REGISTRO: 1966												
DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	6.24	5.42	4.70	4.46	4.70	5.66	6.93	8.00	12.50	14.30	9.89	6.71
2	6.24	5.42	4.70	4.46	4.46	5.42	6.63	8.72	18.20	13.00	9.89	6.40
3	6.24	5.42	4.70	6.63	4.94	5.42	12.50	12.10	15.20	11.20	9.55	6.40
4	6.24	5.42	4.70	7.23	4.94	5.18	13.50	19.70	13.90	10.50	9.23	6.40
5	6.24	5.42	4.46	5.90	4.70	5.18	13.10	13.90	13.00	10.20	9.23	6.40
6	5.86	5.42	4.46	5.66	4.94	5.18	9.34	13.40	13.00	9.44	8.92	6.40
7	5.86	5.42	4.70	5.66	4.94	4.94	6.93	17.60	13.90	9.08	8.92	6.40
8	6.24	5.42	4.46	5.42	4.70	5.90	6.93	13.90	15.20	8.72	8.60	6.12
9	5.86	5.18	4.46	5.42	4.70	5.66	8.44	20.20	12.10	8.36	8.60	6.12
10	5.86	5.18	6.14	5.42	4.70	5.44	7.83	13.40	12.10	9.44	8.29	6.12
11	5.86	5.42	4.38	5.18	4.70	6.74	6.63	16.10	13.00	9.44	8.29	6.40
12	5.49	5.42	5.42	4.94	4.70	6.63	7.53	11.60	12.50	11.20	8.29	6.40
13	5.49	5.42	5.42	4.94	4.70	6.63	6.63	13.40	12.10	10.50	8.29	6.40
14	5.49	5.42	5.42	4.70	4.46	6.38	7.53	14.70	11.20	13.90	8.29	6.40
15	5.49	5.18	5.18	4.46	4.46	5.90	6.38	10.90	10.50	15.70	7.66	6.12
16	5.86	4.94	5.18	4.46	4.70	6.14	6.38	9.80	9.80	13.00	7.66	6.12
17	5.86	5.18	5.18	4.46	4.70	6.38	6.38	10.90	13.40	11.20	7.66	6.12
18	5.86	5.18	4.94	4.22	4.70	7.23	5.66	14.30	12.10	12.10	7.66	6.12
19	5.86	4.94	5.18	4.22	4.94	6.93	10.00	15.20	18.70	13.90	7.66	6.12
20	5.86	4.94	5.18	4.22	5.42	7.23	9.08	17.10	18.60	11.20	7.66	6.12
21	5.86	4.94	4.94	4.03	5.42	6.93	11.60	15.70	13.40	10.90	7.34	5.84
22	5.49	4.70	5.18	4.22	5.42	9.04	15.90	21.20	11.60	10.20	7.34	5.84
23	5.49	4.70	4.94	4.22	5.18	6.38	10.80	24.70	19.70	10.50	7.34	5.56
24	5.49	4.70	4.94	4.22	4.94	6.14	15.80	24.20	20.70	11.20	7.03	5.84
25	5.86	4.70	4.94	4.46	4.70	5.90	15.30	22.40	19.20	12.50	7.03	6.71
26	5.86	4.70	4.94	4.22	5.42	6.38	10.40	23.60	18.20	10.90	7.03	6.40
27	5.86	4.70	4.94	4.22	5.90	6.63	9.65	17.60	16.60	10.20	6.71	6.40
28	5.86	4.70	4.70	4.03	9.04	7.52	11.20	16.60	15.20	9.80	6.71	6.12
29	5.86	4.70	4.70	4.03	6.63	7.83	9.04	16.60	13.00	9.08	6.71	5.84
30	5.86	4.46	4.70	4.46	6.14	6.63	8.41	16.10	13.00	8.72	6.71	5.84
31	5.86	4.46	4.70	5.90	5.90	8.74	14.30	14.30	9.08	6.24	6.24	5.84

ESCURRIMIENTOS MEDIOS DIARIOS (m<sup>3</sup>/s) PARA LA PRESA EL TULE  
ESTACION HIDROMÉTRICA PASO DEL COBRE

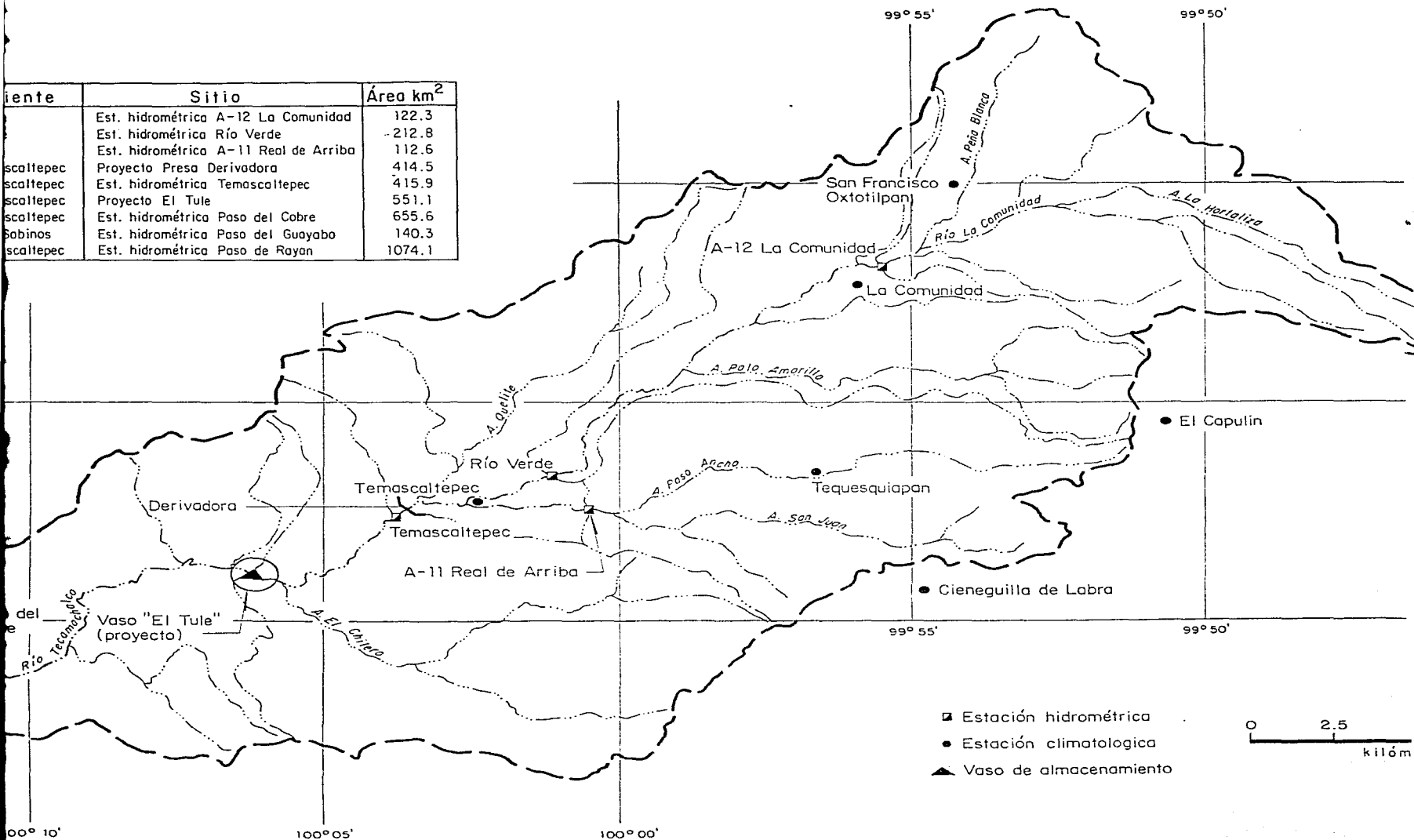
AÑO DE REGISTRO: 1967

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	5.92	5.89	4.85	4.85	4.63	4.28	13.20	7.80	20.80	39.40		
2	5.92	5.63	4.85	4.63	4.63	4.28	14.40	11.20	23.30	35.90		
3	5.69	5.63	4.85	4.63	4.63	4.28	12.00	8.44	20.40	35.90		
4	5.69	5.63	4.63	4.42	4.85	4.28	17.00	8.44	36.00	32.00		
5	5.92	5.63	4.63	4.42	4.85	4.28	25.20	7.52	23.80	32.00		
6	5.69	5.37	4.63	4.42	4.63	4.52	12.80	7.52	27.20	37.30		
7	5.92	5.37	4.42	4.20	4.42	4.52	12.00	7.24	26.00	31.40		
8	5.92	5.63	4.42	4.20	4.42	4.28	13.60	9.40	32.40	35.90		
9	6.15	5.37	4.42	4.20	4.42	6.40	12.40	9.08	30.40	54.50		
10	19.10	5.37	4.63	3.99	4.42	6.40	9.76	9.08	26.00	38.00		
11	13.20	5.37	4.63	3.99	4.20	12.40	8.76	8.44	31.10	41.60		
12	13.90	5.37	4.42	4.63	4.20	12.00	9.08	8.44	22.30	32.60		
13	9.62	5.37	4.42	4.20	4.20	7.52	25.20	9.08	25.50	26.70		
14	9.00	5.11	4.42	4.20	4.20	9.76	15.20	10.50	29.70	25.10		
15	8.47	5.11	4.42	4.20	4.85	8.12	15.60	14.80	19.90	33.20		
16	7.95	5.11	4.42	4.20	5.89	6.12	13.60	14.00	27.20	25.60		
17	7.69	5.11	4.42	4.63	5.37	17.90	13.20	12.40	20.80	24.60		
18	7.42	5.11	4.42	4.85	5.89	7.80	12.00	12.00	18.60	26.20		
19	7.16	5.11	4.63	5.11	8.06	8.76	10.80	13.00	19.50	21.50		
20	7.16	5.11	5.11	4.85	6.41	7.24	11.60	12.80	20.40	20.60		
21	7.16	4.85	4.85	4.63	7.45	7.52	9.76	17.00	16.00	19.60		
22	6.90	4.85	4.85	4.42	10.50	8.76	10.10	16.50	12.60	18.70		
23	6.90	4.85	5.11	4.42	11.50	13.20	9.40	14.00	30.40	17.80		
24	6.64	4.85	5.37	4.42	6.41	10.80	9.08	14.00	94.00	19.20		
25	6.38	4.85	5.37	4.42	6.41	7.52	8.12	18.40	53.30	17.80		
26	6.15	4.85	5.11	4.20	7.45	10.50	9.40	22.50	52.30	17.40		
27	6.38	4.85	4.85	4.20	10.80	15.20	8.76	21.40	109.00	18.70		
28	6.15	4.63	5.11	4.42	7.75	9.40	7.80	16.50	74.60	21.50		
29	5.92		4.85	4.63	6.67	9.08	7.52	14.80	58.50	26.20		
30	6.15		4.63	4.63	5.89	9.08	7.52	13.20	39.90	19.20		
31	6.15		4.63		5.63		8.76	13.60		19.20		

Corriente	Sitio	Área km <sup>2</sup>
Río Verde	Est. hidrométrica A-12 La Comunidad	122.3
Río Verde	Est. hidrométrica Río Verde	212.8
Río Vado	Est. hidrométrica A-11 Real de Arriba	112.6
Río Temascaltepec	Proyecto Presa Derivadora	414.5
Río Temascaltepec	Est. hidrométrica Temascaltepec	415.9
Río Temascaltepec	Proyecto El Tule	551.1
Río Temascaltepec	Est. hidrométrica Paso del Cobre	655.6
Río Los Sabinos	Est. hidrométrica Paso del Guoyabo	140.3
Río Temascaltepec	Est. hidrométrica Paso de Rayan	1074.1



fuente	Sitio	Área km <sup>2</sup>
	Est. hidrométrica A-12 La Comunidad	122.3
	Est. hidrométrica Río Verde	212.8
	Est. hidrométrica A-11 Real de Arriba	112.6
scaltepec	Proyecto Presa Derivadora	414.5
scaltepec	Est. hidrométrica Temascaltepec	415.9
scaltepec	Proyecto El Tule	551.1
scaltepec	Est. hidrométrica Paso del Cobre	655.6
Sabinos	Est. hidrométrica Paso del Guayabo	140.3
scaltepec	Est. hidrométrica Paso de Rayan	1074.1



- ▣ Estación hidrométrica
- Estación climatológica
- ▲ Vaso de almacenamiento

0 2.5  
kilóm

