

Nº 92
R.E.J.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

DESARROLLO Y APLICACION DE UN METODO PARA
LA OPERACION SISTEMATICA DE COMPUERTAS
EN VERTEDORES DE PRESAS GRANDES

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A :

XAVIER PALOMAS MOLINA

DIRECTOR DE TESIS: DR. RAMON DOMINGUEZ MORA



MEXICO, D. F.

1992

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE

	pag.
I. INTRODUCCION	1
I.1. Descripción de la zona en estudio.	2
I.2. Objetivo del estudio.	4
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
II.1. Objetivos generales de una presa.	6
II.2. Características de la presa Miguel Hidalgo.	8
III. ANALISIS DE LA INFORMACION HISTORICA	16
IV. PLANTEAMIENTO Y DESARROLLO DEL METODO PROPUESTO	58
IV.1. Planteamiento del método.	58
IV.2. Desarrollo del método.	61
V. APLICACION A LA PRESA MIGUEL HIDALGO	73
V.1. Aplicación a las avenidas máximas históricas.	75
V.2. Aplicación a las avenidas de diseño con periodos de retorno $T=5,000$ y $10,000$ años.	80
VI. CONCLUSIONES	132
VI.1. Recomendaciones para la aplicación del método propuesto a otras presas del país.	135
REFERENCIAS	136
ANEXO	137

I. INTRODUCCION

El control de avenidas es una de las tareas que representan mayor riesgo y en numerosas ocasiones dificultad para el ingeniero hidráulico. Por un lado, al diseñar u operar el vertedor de una presa, se busca siempre lograr el óptimo aprovechamiento de los volúmenes almacenados para riego, generación eléctrica, agua potable, etc., y por el otro controlar las crecientes que provocan las lluvias y evitar en lo posible, daños severos a las zonas que se encuentran aguas abajo de la presa.

Generalmente estos dos objetivos entran en conflicto al momento de determinar las políticas de operación de la presa; ya que, desde el punto de vista de aprovechamiento, se desean almacenamientos altos, con riesgo de descargar gastos que provoquen inundaciones; y, desde el punto de vista de control de crecientes, se requieren almacenamientos bajos, lo que implica posibles deficiencias en el abastecimiento de agua en temporada de estiaje.

Tratar de establecer una operación sistemática de un vertedor de cresta controlada, como puede apreciarse con lo arriba descrito, es una tarea que requiere numerosa información hidrológica, así como diversos ensayos y propuestas que permitan acercarse a la operación óptima.

Debido a lo anterior, y a los severos problemas que ocasionaron las avenidas los 2 últimos años en la zona norte del país, en particular en el Estado de Sinaloa, se seleccionó una de las presas más importantes de esa zona, la Miguel Hidalgo, para realizar un estudio detallado de las avenidas registradas en la presa, en las estaciones hidrométricas cercanas y de la forma en que se operó el vertedor de la misma, tratando de encontrar un método sistemático para la operación de las compuertas que permita regular las avenidas sin poner en peligro la integridad de la presa y causar los menores daños posibles aguas abajo de la misma.

I.1. Descripción de la zona en estudio.

La presa Miguel Hidalgo está situada en la Cuenca del Río Fuerte, Sinaloa y pertenece a la región hidrológica No. 10 que comprende parte de la zona noroeste del país. (Fig I.1).

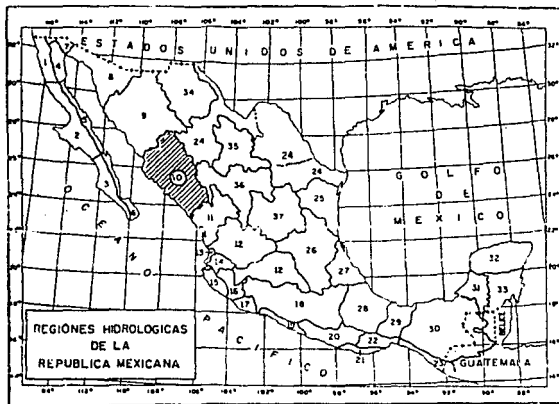


Fig. I.1. Regiones hidrológicas de la República Mexicana

Fue construída por la S.R.H. durante los años 1952 a 1956 para riego del Valle del Fuerte y para generación de energía eléctrica. Posteriormente, durante los años 1962 a 1964 se construyó una sobreelevación de 8 m para mejorar el aprovechamiento del río.

La zona beneficiada abarca aproximadamente 220,000 Ha y forma parte de la gran planicie costera del noroeste de Sinaloa, una de las regiones agrícolas de mayor importancia en la República Mexicana por sus suelos de alta calidad que permiten el desarrollo de una gran variedad de cultivos.

Sin embargo, el riego se vuelve un factor muy importante en dicha zona ya que la precipitación pluvial media anual es de apenas 350 mm, distribuida en dos periodos; el de verano, que comprende los meses de Julio a septiembre y el de invierno, durante los meses de diciembre y enero.

Durante el periodo de invierno se presentan severos problemas en la decisión de la política de operación del vertedor de la presa ya que, como se mencionó en un principio, por un lado se busca lograr niveles altos en el vaso para tener agua almacenada que se necesitará mientras llega la temporada de lluvias de verano, pero, por otro lado, las avenidas en esa época pueden llegar a ser bastante severas, como las que se presentan en la Tabla I.1 que causaron numerosos daños en las zonas aguas abajo de la actual presa y en algunos casos llegaron a niveles de almacenamiento que representaron peligro para sus estructuras.

Tabla I.1. Avenidas máximas registradas en la estación Huites.

9 de enero de 1943.	Gasto máximo 14,380 m^3/s •
15 de enero de 1949.	Gasto máximo 10,000 m^3/s ▪
12 de enero de 1960.	Gasto máximo 15,000 m^3/s
29 de diciembre de 1990.	Gasto máximo 11,720 m^3/s

• Todavía no estaba construída la presa Miguel Hidalgo.

La presa cuenta con un vertedor de demasias con capacidad de descarga de 16,450 m^3/s que puede controlar una creciente máxima de diseño de 22,500

m³/s. En contraposición a esta gran capacidad, el cauce aguas abajo de la presa solo permite desalojar 750 m³/s sin causar daños (enero 1992). (Ref. I.1).

Actualmente, y como respuesta a los graves problemas causados por la avenida de diciembre de 1990, se pretende dar mayor capacidad al cauce aguas abajo para minimizar los daños que se ocasionan al verter gastos grandes.

1.2. Objetivo del estudio.

Con el presente trabajo se pretende establecer un método sistemático de operación del vertedor de la presa Miguel Hidalgo buscando además que esta experiencia sirva de base para establecer políticas específicas en otras presas del país.

Si se logra dicho objetivo (que se comprobará si se ponen en práctica las soluciones obtenidas en este trabajo), será posible, con los estudios previos requeridos, hacer similares aplicaciones a otras presas de la zona, e inclusive, a las numerosas presas con vertedor de cresta controlada con las que cuenta nuestro país.

Actualmente, la forma de operar las compuertas de los vertedores en presas grandes, cuando se presentan avenidas de consideración, es mediante el consenso de un grupo de especialistas que de inmediato se tienen que reunir y deliberar acerca de la mejor operación del vertedor ante las circunstancias prevalecientes. Esto, como puede apreciarse, resulta ser un procedimiento basado en decisiones subjetivas y depende de la disponibilidad de las personas convocadas para proponer una solución.

En contraposición con la actual forma de operar las compuertas de vertedores, un método sistemático, debidamente analizado y comprobado, permitiría que el personal técnico de la región, previamente entrenado, tome de inmediato decisiones seguras, utilizando únicamente una pequeña computadora con el programa del método, la información hidrológica de horas antes y la información meteorológica que permita pronosticar el estado del tiempo en las horas siguientes.

Con ello se evitaría tener que esperar decisiones subjetivas de los expertos (que no dejan de ser importantes), y se dependería únicamente de ingenieros con conocimientos básicos de hidrología y adiestrados en el manejo e interpretación del método sistemático propuesto.

El procedimiento seguido para llegar a dicho método se explica detalladamente a lo largo del presente trabajo.

En el capítulo II se abunda en el planteamiento del problema que representa el estudio y operación de vertedores, en particular en la zona noroeste del país.

En el capítulo III se presenta una recopilación de la información hidrológica consultada y los procesos a los que se sometió para llegar a los fines perseguidos.

Durante los capítulos IV y V se presenta el desarrollo y planteamiento completo del método propuesto y la aplicación a la presa Miguel Hidalgo, incluyendo ejemplos reales y comentando en algunos de ellos el proceso seguido para tomar las decisiones de operación así como los ensayos que se fueron realizando antes de llegar a la solución propuesta.

Finalmente, en el capítulo VI se presentan las conclusiones obtenidas del presente estudio, señalando las ventajas y/o desventajas que representa el operar las compuertas de vertedores mediante un método sistemático.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

En este capítulo se abunda sobre el problema objeto de estudio planteado brevemente en el capítulo I y se describen las características principales de la presa Miguel Hidalgo y de la zona geográfica en que se encuentra.

Además se hace incapié en la necesidad de encontrar un método sistemático y objetivo para operar los vertedores de las presas de nuestro país.

II.1. Objetivos generales de una presa.

Una presa es un conjunto de estructuras que permiten la formación, conservación y control de un almacenamiento de agua que se utilizará para diversos fines.

Los objetivos de una presa se pueden agrupar en dos grandes áreas:

a) Aprovechamiento:

- Riego.
- Abastecimiento de agua.
- Producción de energía eléctrica.
- Navegación.
- Esparcimiento.

- Acuicultura.

b) Defensa:

- Control de avenidas.
- Control de azolves.

Así mismo, cualquier presa tiene por objetivo fundamental adecuar el regimen de los escurrimientos al de la demanda. Para ello se almacenan los escurrimientos excedentes de la época de avenidas (lluvias) y se utilizan en la época de estiaje (sequias).

Para cumplir ese objetivo se destina la mayor parte del volumen del vaso, al que se denomina útil y está limitado por el nivel mínimo de operación (NAMINO) y el nivel de aguas máximo ordinario (NAMO).

Sin embargo, se requiere también destinar un volumen adicional que permita regular las avenidas, descargando por el vertedor los escurrimientos excedentes para evitar que el nivel del agua alcance el nivel de aguas máximo extraordinario (NAME) que es una cota de seguridad en el vaso.

La figura II.1 muestra los volúmenes y niveles característicos de una presa.

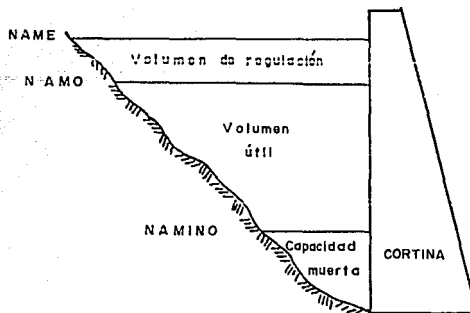


Fig. II.1

La obra de excedencias, constituida por el vertedor y el volumen destinado a la regulación de avenidas, tiene el doble objetivo de procurar disminuir los gastos máximos de descarga y, sobre todo, evitar que el nivel de agua sobrepase el NAME.

Estos objetivos se contraponen debido a que, si se limita demasiado los gastos de descarga, se incrementa la probabilidad de sobrepasar el NAME.

II.2. Características de la presa Miguel Hidalgo.

En la zona noroeste del país, particularmente en el estado de Sinaloa, se presentan anualmente dos temporadas de avenidas, en verano y en invierno.

Como se mencionó en el capítulo I, las avenidas de invierno son, en general, más grandes que las de verano y de acuerdo con lo observado en el registro histórico de estaciones hidrométricas de la zona, las avenidas de invierno llegan a ser bastante severas provocando en algunos casos cuantiosos daños aguas abajo de las presas.

La presa Miguel Hidalgo, una de las más importantes del estado de Sinaloa, se localiza unos 90 km al noreste de la población Los Mochis, Sin. y unos 15 km aguas arriba de la población El Fuerte, Sin.

Su cuenca pertenece a la del río Fuerte y abarca 26,616 km² de dicha cuenca. (Fig.II.2).

La finalidad principal de la presa es proporcionar agua para el distrito de riego del Valle del Fuerte, uno de los principales distritos de producción de vegetales de nuestro país.

La presa Miguel Hidalgo tiene las siguientes características:
(Ref.II.2).

a) Cuenca:

- Superficie	29,616 km ²
- Precipitación media anual	350 mm
- Esguerrimiento medio anual	4,553 mill.m ³

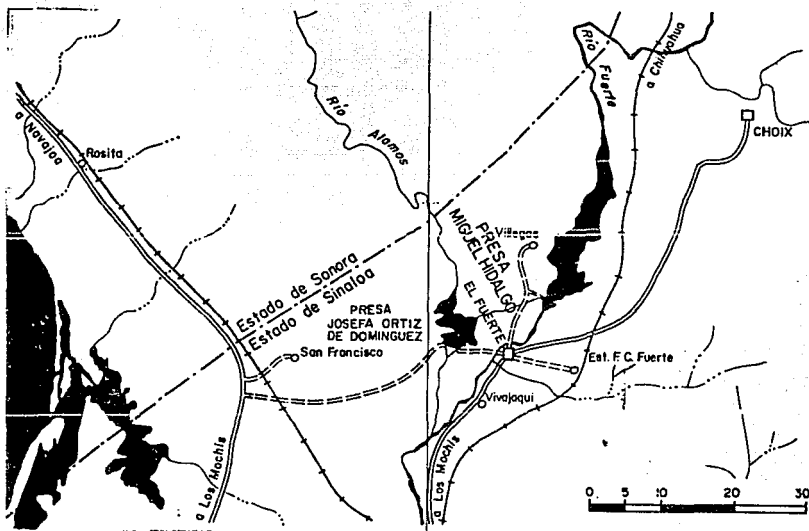


Fig.II.2. Localización de la presa Miguel Hidalgo.

b) Vaso:

- Capacidad total	4,030 mill.m ³
- Capacidad para azolves	350 mill.m ³
- Capacidad útil	1,930 mill.m ³
- Capacidad para control de avenidas	1,750 mill.m ³
- Area máxima inundada	15,000 Ha

c) Niveles importantes

- NAMINO	Elev. 127.3 m	Vol. 1,580 mill.m ³
- NAMO	Elev. 134.4 m	Vol. 2,280 mill.m ³
- NAME	Elev. 148.0 m	Vol. 4,030 mill.m ³
- Corona de la cortina	Elev. 151.4 m	

d) Cortina

- Altura máxima	81.0 m
- Longitud de la corona	2,905.0 m
- Bordo libre	3.4 m

e) Vertedor de excedencias

- Gasto máximo de la avenida de diseño	22,500 m ³ /s
- Longitud cresta libre	347.0 m
- Longitud cresta controlada (7 compuertas)	63.0 m
- Caudal máximo de descarga total	16,450 m ³ /s
- Caudal máximo de descarga libre	8,900 m ³ /s
- Carga	5.3 m
- Caudal máximo de descarga controlada	7,550 m ³ /s
- Carga	22.6 m

f) Obras de toma

- Caudal de diseño, toma de riego	360 m ³ /s
- Caudal de diseño, toma auxiliar	100 m ³ /s

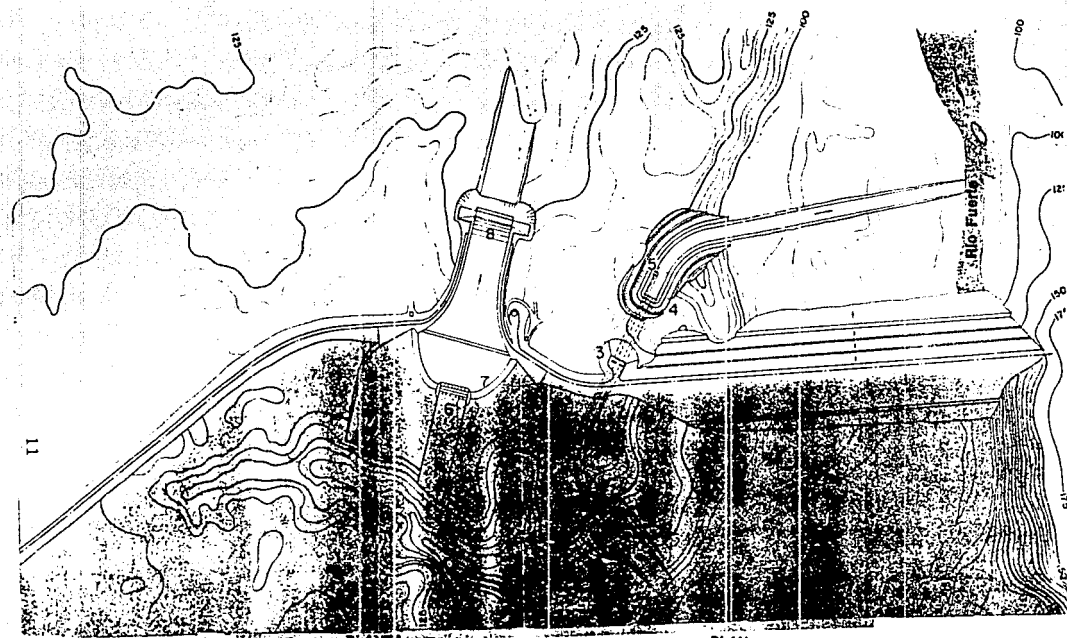
g) Planta hidroeléctrica

- Número de unidades	3 unidades
- Capacidad instalada	60,000 KW

h) Superficie regable

240,000 ha

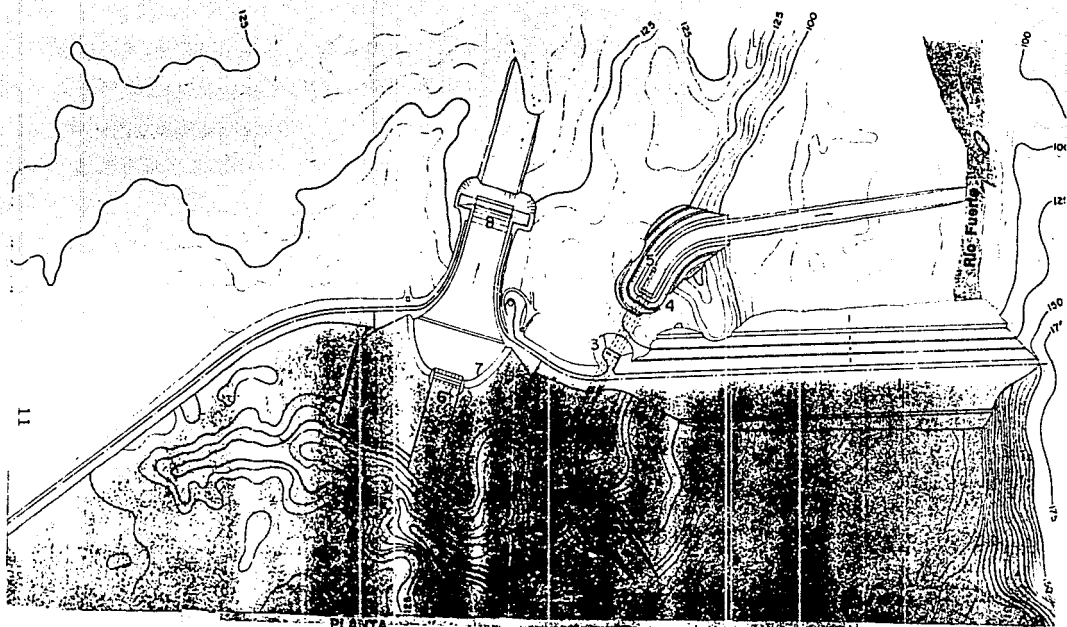
La cortina de la presa fué construida de materiales graduados; núcleo impermeable de arcilla, filtros de grava - arena, respaldos de grava - arena y coraza de roca selecta.



- PLANTA**
- | | |
|---------------------------|----------------------------|
| 1 Presa | 5 Tanque amortiguador |
| 2 Rejillas | 6 Ventilador de compuertas |
| 3 Lumbreras de compuertas | 7 Ventilador libre |
| 4 Planta hidroeléctrica | 8 Rapida |

- PLAN**
- | | |
|----------------|------------------|
| 1 Dam | 5 Stilling basin |
| 2 Trashracks | 6 Gated spillway |
| 3 Gates shafts | 7 Overflow span |
| 4 Powerplant | 8 Chute |
- 0 100 200 300 400
m

Fig. II.4. Visto en planta de la presa Miguel Hidalgo



- PLANTA**
- 1 Presa
 - 2 Rejillas
 - 3 Lumbrenas de compuertas
 - 4 Planta hidroeléctrica

- 5 Tanque amortiguador
- 6 Vértedor de compuertas
- 7 Vértedor libre
- 8 Rápida

- PLAII**
- 1 Dam
 - 2 Trashracks
 - 3 Gates shafts
 - 4 Powerplant

- 5 Stilling basin
- 6 Gated spillway
- 7 Overflow spill
- 8 Chute

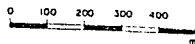


Fig. II. - V sta en planta de la presa Miguel Hidalgo



La obra de excedencias, ubicada en la margen izquierda, consiste en un vertedor de abanico de cresta libre y una estructura de control con siete compuertas radiales localizada al centro del vertedor de abanico.

Las compuertas de la obra de control (vertedor de cresta controlada) son de tipo radial; miden 9.0 m de ancho por 7.0 m de altura. Tienen su umbral a la misma elevación que el plano a nivel al pie del cimacio y el cierre de la estructura se completa con una pantalla hasta la elevación de la corona de la cortina.

La capacidad máxima de la estructura de control es de $7,550 \text{ m}^3/\text{s}$ y la de cresta libre es de $8,900 \text{ m}^3/\text{s}$.

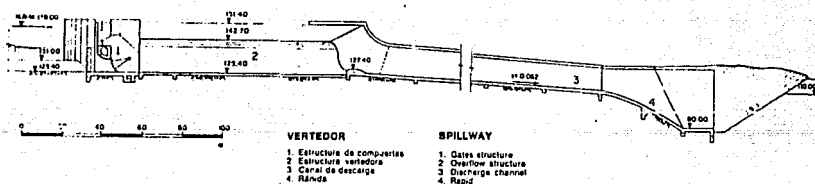
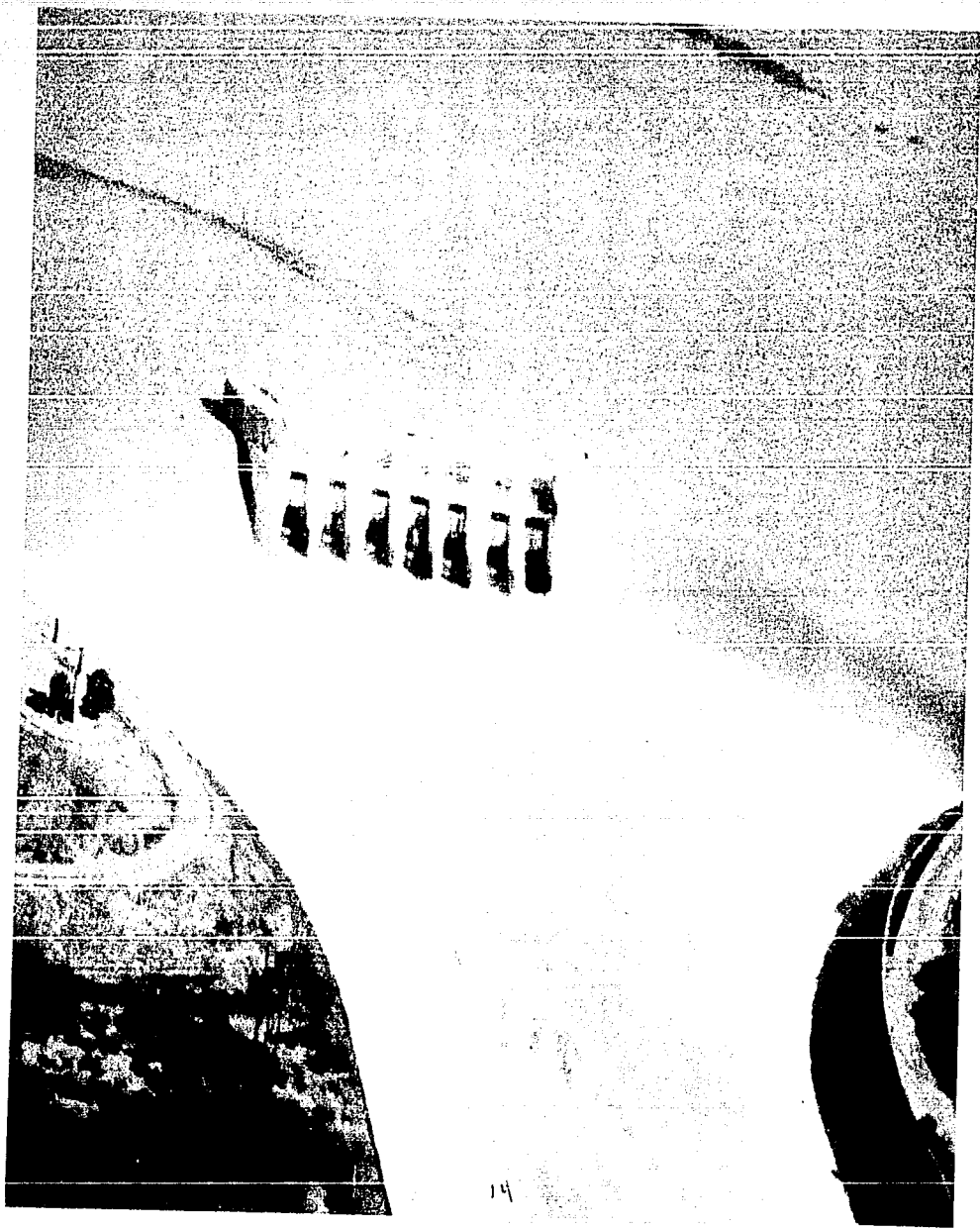


Fig.II.3. Corte longitudinal del vertedor de la presa Miguel Hidalgo.

La obra de toma está formada por dos túneles de sección circular de 7.0 m de diámetro, revestidos de concreto.

Además cuenta con una obra de toma auxiliar que alimenta a la presa Josefa Ortiz de Domínguez localizada a unos kilómetros de la Miguel Hidalgo. (Ver fig.II.2).



II.3. Objetivos de este trabajo.

Actualmente, como se comentó en el capítulo I, la forma de operar la presa Miguel Hidalgo y las demás presas importantes del país que cuentan con estructuras de control o vertedores con cresta controlada, al presentarse una avenida que se pronostica puede llegar a causar daños en la presa y/o en las zonas aguas abajo de la misma, es mediante el consenso de un grupo de especialistas a los cuales se convoca a reunirse para deliberar y decidir la forma en que se deberá transitar la avenida haciendo uso de las compuertas del vertedor.

Con base en la experiencia, en los datos hidrológicos recabados en momentos anteriores y en los pronósticos meteorológicos, los especialistas deben ponerse de acuerdo para seleccionar una política de operación del vertedor la cual debe cumplir los objetivos antes mencionados; minimizar los gastos máximos de extracción y evitar que el nivel de agua sobrepase el NAME.

De la política de operación seleccionada dependerá la integridad de las estructuras de la presa, el número de hectáreas de cultivo que se inundan así como las poblaciones que se vean afectadas.

En México se han realizado algunos estudios para operar los vertedores de presas grandes en forma sistemática; ref.II.1, sin embargo, no existe documentación que muestre si se han utilizado en la práctica.

El objeto de este trabajo es encontrar un método debidamente analizado y comprobado que permita operar en forma objetiva, sistemática y segura el vertedor de la presa Miguel Hidalgo y que sirva de base para establecer políticas similares en otras presas del país.

III. ANALISIS DE LA INFORMACION HISTORICA

Para establecer un método sistemático de operación de las compuertas se recopiló la información hidrológica histórica disponible; en este caso, la registrada en la estación Huites que mide casi el total de los gastos de entrada a la presa Miguel Hidalgo.

Para ello se recurrió a los boletines hidrológicos publicados por la S.A.R.H., en los cuales se encontró información de los gastos medios diarios registrados en la estación Huites desde 1943 hasta 1969.

Mediante un disco compacto para computadora proporcionado por la Comisión Nacional del Agua (C.N.A.) se obtuvo información de los años 1970 a 1973. Se solicitó a la misma dependencia información más reciente, pero únicamente se obtuvo la de los años 1990 y 1991.

Los datos obtenidos se capturaron en computadora para proceder a los análisis y estudios respectivos.

De un primer estudio de las avenidas históricas se decidió, por su elevado número y por la poca importancia de algunas de ellas, hacer una selección proponiendo dos condiciones simultáneas a cumplir:

- a) Avenidas con gasto medio diario máximo $\geq 250 \text{ m}^3/\text{s}$

- b) Incremento de gasto (diferencia entre el gasto medio máximo y el mínimo) $\geq 100 \text{ m}^3/\text{s}$

Las avenidas seleccionadas se analizaron con mayor detalle y para cada una se registró: fecha, gasto inicial, gasto máximo, duración e intensidad.

Se observó una marcada diferencia entre las avenidas de invierno y las de verano, resultando en su mayoría las de invierno más grandes que las de verano.

En la tabla III.1 se muestra la información obtenida para las avenidas seleccionadas las cuales fueron ordenadas cronológicamente como lo indica la primera columna.

En las columnas siguientes se presenta el día y hora de inicio, el gasto inicial, el día y hora de término, el gasto final, el incremento de gasto, la duración y la intensidad.

Dicha información se clasificó de acuerdo con la intensidad de la rama de ascenso de los hidrogramas calculada como:

$$q = \frac{\Delta Q}{K\Delta t}$$

donde:

q es la intensidad de la rama de ascenso del hidrograma de una avenida.

ΔQ es el incremento de gasto de la avenida. (diferencia entre el gasto máximo y el mínimo).

$K\Delta t$ es el tiempo que permanece la rama de ascenso del hidrograma de una avenida.

La información ya clasificada se presenta en la tabla III.2 para la temporada de invierno y en la tabla III.3 para la de verano.

En ambas tablas aparecen las avenidas divididas en rangos de acuerdo con su intensidad y ordenadas de manera descendente de acuerdo con su duración (columna 10).

Para cada rango se obtuvo la media y la desviación estandar de las duraciones para tener un marco de referencia al realizar el estudio probabilístico de la duración de la intensidad de la rama de ascenso de los hidrogramas.

Si las duraciones correspondientes a cada rango de intensidades se consideran como variables aleatorias, es posible estimar la función de distribución de probabilidades que les representa y, a partir de ella, obtener la probabilidad de que una duración específica sea excedida.

Para ello se recurrió al programa de computadora AX , ref. III.2 y se calcularon las duraciones correspondientes a distintos valores de probabilidad de excedencia con los resultados que se presentan en la tabla III.4.

En los capítulos IV y V se describe la forma en que se aplican estos resultados al método propuesto.

Además se requirió, para poder realizar una simulación apegada a la realidad, la curva elevaciones - volúmenes de la presa Miguel Hidalgo (tabla III.5) y la curva elevaciones - gastos de extracción que se elaboró de la siguiente forma y que también se presenta en la tabla III.5.

a) VERTEADOR DE CRESTA CONTROLADA.

a.1) Características del vertedor.-

- Longitud de la cresta vertedora, $L=63\text{m}$ (7 compuertas radiales de 9m de ancho por 7m de altura).
- Elevación del umbral de las compuertas, $h=125.40\text{m}$
- Gasto máximo de descarga, $Q_{\text{max}}=7,550 \text{ m}^3/\text{s}$ con una carga al NAME $H=148.0 - 125.4 = 22.60\text{m}$

a.2) Ecuación para calcular el gasto de descarga a través de compuertas. (ref.III.1).

$$Q = Cd A \sqrt{2g H} \quad (1)$$

donde:

Q es el gasto de descarga del vertedor.

Cd es el coeficiente de descarga.

A es el área que corresponde a la abertura total de las compuertas o que se tiene al abrirlas hasta cierto nivel.

g es la aceleración de la gravedad; $g=9.81 \text{ m/s}^2$

H es el tirante de agua a partir de la cresta del vertedor.

Si se despeja Cd de la ecuación (1)

$$C_d = \frac{Q}{A \sqrt{2gH}} \quad (2)$$

al sustituir valores y realizar operaciones:

$$C_d = \frac{7550 \text{ m}^3/\text{s}}{(63 \text{ m}^2)(7 \text{ comp.}) \sqrt{2 \cdot 9.81 \text{ m/s}^2 \cdot 22.60 \text{ m}}} = 0.813$$

$$C_d = 0.813$$

Con el valor de Cd obtenido se puede calcular el valor de Q en función de la carga H,

$$Q = (0.813)(7)(63 \text{ m}^2) \sqrt{2 \cdot 9.81 \text{ m/s}^2 \cdot H}$$

finalmente,

$$Q = 1588.1029 \sqrt{H} \quad (3)$$

b) VERTEDOR DE CRESTA LIBRE.

b.1) Características del vertedor.-

- Longitud de la cresta, $L=346.86 \text{ m}$ (vertedor en abanico).

- Elevación de la cresta del vertedor, $h=142.70 \text{ m}$.

- Gasto máximo de descarga, $Q_{\text{max}}=8900 \text{ m}^3/\text{s}$ con una carga al NAME,
 $H = 148.0 - 142.7 = 5.30 \text{ m}$.

b.2) Ecuación para calcular el gasto de descarga a través de un vertedor de cresta libre. (ref. III.1).

$$Q = C L H^{3/2} \quad (4)$$

donde:

Q es el gasto de descarga del vertedor.

C es el coeficiente de descarga.

L es la longitud de la cresta vertedora.

H es el tirante de agua a partir de la cresta del vertedor.

Al despejar C de la ecuación (4),

$$C = \frac{Q}{L H^{3/2}} \quad (5)$$

Al sustituir valores y realizar operaciones:

$$C = \frac{8900 \text{ m}^3/\text{s}}{(346.86\text{m}) \cdot (5.3\text{m})^{3/2}} = 2.103$$

$$C = 2.103$$

Con el valor de C obtenido se puede calcular el valor de Q en función de H.

$$Q = 729.446 (H)^{3/2} \quad (6)$$

Con las ecuaciones (3) y (6) y la curva elevaciones - volúmenes proporcionada por C.N.A. se construyó la curva elevaciones - gastos - volúmenes (E-Q-V) presentada en la tabla III.5.

La curva se calculó para elevaciones consideradas cada 10cm para ambos vertedores; comienza en la elevación aproximada de la cresta de los vertedores y se concluye en la elevación de la corona de la cortina, 151.4m.

En los capítulos siguientes se describe el proceso que se siguió para encontrar el método propuesto así como su aplicación a la presa Miguel Hidalgo.

TABLA III.1

INFORMACION HISTORICA REGISTRADA EN LA ESTACION HIDROMETRICA HUITES

TABLA III.1

INFORMACION HISTORICA REGISTRADA EN LA ESTACION HIDROMETRICA HUITES

REGISTRO HIJROMETRICO DE LA ESTACION RUITES

ANO/MES	DIA	HORA	GASTO	DIA	HORA	GASTO	INCREMENTO	INCREMENTO	INTENSIDAD
	INICIO	INICIO	INICIAL	TERMINO	TERMINO	FINAL	GASTO	DIFERENCIA	INC. G/INC. T
			(M ³ /S)			(M ³ /S)	(M ³ /S)	(HORAS)	
41/SEP	3	12	465.60	3	17	630.70	162.10	5	32.42
41/SEP	4	18	396.00	5	1	694.50	296.90	7	42.70
41/SEP	5	20	499.60	6	6	715.40	215.80	10	21.58
41/SEP	9	19	325.90	9	24	646.30	317.50	5	63.50
41/SEP	10	6	481.00	10	9	603.40	122.40	3	40.80
41/SEP	12	6	238.60	13	2	387.40	148.90	20	7.44
41/SEP	16	12	172.80	16	15	405.00	232.20	3	77.40
41/SEP	13	18	303.50	20	1	417.00	113.50	7	16.21
41/SEP	20	11	379.60	20	16	518.60	139.20	5	27.84
41/SEP	21	4	481.00	21	20	748.00	267.00	16	16.69
41/SEP	22	7	638.50	23	7	1,522.00	883.50	24	36.61
41/SEP	23	6	1,478.00	23	13	1,629.62	151.62	5	30.32
41/OCT	10	13	153.60	11	3	356.20	402.60	14	26.76
41/OCT	11	6	512.00	11	9	735.90	223.90	3	74.63
41/DIC	10	8	115.40	11	13	886.00	770.60	25	26.57
41/DIC	11	18	371.00	12	15	2,084.00	1,713.00	21	81.57
42/JUL	21	18	411.40	21	22	780.30	368.90	4	92.23
42/JUL	14	16	86.40	15	4	303.00	216.60	12	18.05
42/JUL	15	22	149.00	16	6	287.00	138.00	8	17.25
42/JUL	19	2	174.60	19	13	297.00	122.40	11	11.13
42/JUL	19	23	250.80	20	10	382.00	131.20	11	11.93
42/JUL	20	22	272.60	21	4	512.00	239.40	6	39.99
42/JUL	23	2	297.00	23	4	407.60	110.60	2	55.30
42/JUL	23	21	314.00	24	4	738.90	424.90	7	60.70
42/AGO	3	3	94.00	3	7	272.90	178.90	4	44.75
42/AGO	4	3	166.00	4	6	319.20	153.20	3	51.07
42/AGO	4	11	245.00	4	21	365.20	120.20	10	12.02
42/AGO	6	12	239.70	7	9	346.40	107.70	21	5.13
42/AGO	7	23	261.60	8	1	766.40	504.60	2	252.30
42/AGO	8	10	534.00	8	19	650.00	116.00	9	12.69
42/AGO	12	16	245.20	13	20	594.20	349.00	26	13.27
42/AGO	15	6	336.00	15	23	540.00	204.00	17	12.00
42/AGO	16	15	489.00	17	21	1,547.00	1,058.00	30	35.27
42/AGO	18	2	1,347.60	18	10	1,782.00	434.40	8	54.30
42/AGO	18	15	1,679.00	18	18	1,834.40	155.40	3	51.60
42/AGO	19	1	1,392.00	19	19	2,531.00	1,139.00	18	63.28
42/AGO	22	7	952.00	22	11	1,055.00	103.00	4	25.75
42/AGO	23	9	849.60	23	18	1,362.00	512.40	9	36.33
42/AGO	26	24	806.00	27	14	961.60	155.60	14	10.97
42/AGO	28	16	650.00	29	1	785.60	135.60	9	15.07
42/AGO	30	3	594.20	30	18	776.00	181.80	15	12.12
42/SEP	3	5	466.40	4	3	1,039.60	573.40	22	26.06
42/SEP	4	9	995.20	4	19	1,968.90	873.60	11	79.42
42/SEP	11	14	288.50	12	16	483.20	194.70	26	7.49
42/SEP	16	16	268.25	17	16	416.00	147.75	22	6.72
42/SEP	18	4	365.50	18	13	1,406.80	1,041.30	9	115.70
42/SEP	20	14	390.60	20	23	790.10	399.50	9	35.32
42/SEP	22	14	480.40	22	22	644.30	164.10	6	29.51
42/SEP	23	4	599.20	23	16	858.00	258.80	12	21.57
42/SEP	24	17	680.80	24	22	805.50	124.70	5	24.54

REGISTRO HIDROMETRICO DE LA ESTACION HUITES

ANO/MES	DIA INICIO	HORA INICIO	GASTO INICIAL (M ³ /S)	DIA TERMINO	HORA TERMINO	GASTO FINAL (M ³ /S)	INCREMENTO GASTO (M ³ /S)	INCREMENTO DURACION (HORAS)	INTENSIDAD INC. Q/INIC. T.
42/OCT	2	3	104.50	2	6	654.30	550.30	3	133.43
42/OCT	2	13	422.26	3	5	2,037.60	1,615.40	16	100.96
42/NOV	4	12	49.60	5	6	427.60	378.00	18	21.00
43/JUN	26	4	95.20	26	7	276.30	181.10	3	60.37
43/JUN	27	13	142.92	28	2	343.60	200.68	13	15.44
43/JUN	29	7	212.77	29	19	414.20	201.43	12	16.79
43/JUL	3	16	137.17	4	8	363.20	226.03	16	14.13
43/JUL	5	12	247.15	5	18	416.40	169.25	6	28.21
43/JUL	8	5	115.97	8	7	274.15	158.18	2	79.09
43/JUL	14	1	115.97	14	9	274.15	158.18	9	19.77
43/JUL	14	18	236.50	15	20	414.20	177.70	26	6.83
43/JUL	27	22	171.30	28	1	308.55	237.35	3	79.12
43/AGO	7	2	144.20	7	4	350.50	206.30	2	103.15
43/AGO	7	21	192.55	8	8	342.40	149.85	11	13.62
43/AGO	8	12	263.10	8	18	478.40	215.30	6	35.88
43/AGO	9	18	328.90	9	21	657.60	328.70	3	109.57
43/AGO	11	18	353.20	12	1	1,005.00	631.80	7	93.11
43/AGO	12	15	553.30	12	21	683.40	130.10	6	21.68
43/AGO	13	13	478.40	13	21	973.50	495.10	8	61.89
43/AGO	14	6	675.60	14	21	1,085.00	411.40	15	27.43
43/AGO	18	5	287.50	18	12	475.20	187.70	7	26.61
43/AGO	19	22	195.65	19	23	589.50	403.85	1	403.85
43/AGO	20	2	451.73	20	6	491.10	39.37	4	9.84
43/AGO	21	13	194.09	21	24	604.40	460.40	6	76.73
43/AGO	22	8	376.00	23	2	697.00	321.00	18	17.83
43/AGO	25	3	406.00	25	13	599.90	193.90	10	19.39
43/AGO	26	11	376.00	26	18	515.90	139.90	7	19.99
43/AGO	27	6	494.80	27	20	848.70	363.90	14	25.99
43/AGO	28	20	636.46	29	4	982.50	344.04	8	43.01
43/AGO	31	14	285.25	31	23	525.20	239.95	9	26.66
43/SEP	2	17	398.60	2	21	768.60	370.00	4	92.50
43/SEP	3	19	166.84	4	3	491.00	324.16	9	40.52
43/SEP	4	8	445.40	5	17	1,018.80	575.40	33	17.44
43/SEP	10	23	183.24	10	24	471.40	288.16	1	228.16
43/SEP	21	12	62.50	23	13	772.20	709.72	49	14.48
43/SEP	24	12	490.80	25	10	905.40	411.60	22	18.71
43/SEP	26	12	754.20	27	6	1,396.90	642.70	18	35.71
43/OCT	10	24	74.50	12	11	3,283.00	3,208.50	35	91.67
43/DIC	7	24	68.70	9	18	14,376.00	14,307.30	42	340.65
44/ENE	25	12	40.12	26	17	765.00	727.88	29	25.10
44/FEB	5	18	131.60	7	6	323.89	192.20	36	5.34
44/FEB	24	6	47.00	25	18	1,764.00	1,717.00	36	47.69
44/FEB	27	6	1,408.33	27	23	2,580.00	1,171.67	17	68.32
44/FEB	28	7	2,330.00	28	8	2,463.00	133.00	1	133.00
44/MAR	17	12	64.80	19	12	261.20	196.40	46	4.09
44/JUL	16	23	174.40	17	6	274.82	100.42	7	14.25
44/JUL	21	23	101.31	22	12	258.02	156.71	13	12.05
44/AGO	10	5	167.00	11	6	272.73	105.73	24	4.41
44/AGO	15	14	266.43	15	16	380.90	114.45	2	58.73
44/AGO	17	20	253.80	19	7	414.00	160.20	11	14.56

REGISTRO HIDROMETRICO DE LA ESTACION HUITES

AÑO/MES	DIA	HORA	GASTO INICIAL (M ³ /S)	DIA	HORA	GASTO FINAL (M ³ /S)	INCREMENTO (M ³ /S)	INCACREMENTO (HGRAS)	INTENSIFICACION INC./INC.T
44/AGO	26	7	110.70	27	11	351.75	271.05	28	9.68
44/AGO	30	21	151.00	31	20	270.64	119.64	23	5.20
44/SEP	3	18	103.80	6	2	768.00	664.20	56	11.66
44/SEP	6	16	547.00	6	20	764.00	217.00	4	54.25
44/SEP	8	22	310.80	9	21	1,024.75	713.95	23	31.04
44/SEP	15	20	194.00	16	6	318.60	124.60	10	12.46
44/NOV	24	6	29.36	25	6	265.20	225.84	24	10.66
45/JUL	12	1	128.50	13	3	522.20	393.70	26	15.14
45/JUL	14	1	323.70	14	5	536.20	214.50	2	107.25
45/JUL	16	20	293.80	17	9	547.80	254.00	13	13.54
45/JUL	17	14	490.60	18	1	849.00	359.00	11	32.64
45/JUL	18	9	458.00	18	15	593.35	135.35	6	22.56
45/JUL	19	3	410.10	19	14	510.20	100.10	11	9.10
45/JUL	25	18	149.70	26	17	280.00	130.30	23	5.67
45/JUL	26	21	260.00	27	1	370.10	110.10	4	27.53
45/JUL	27	4	326.00	27	14	541.40	215.40	10	21.54
45/JUL	28	3	487.00	28	16	947.90	460.90	13	35.45
45/JUL	28	22	814.00	29	5	924.40	110.40	7	15.77
45/JUL	29	7	872.20	29	18	1,432.10	559.90	11	50.90
45/JUL	29	21	1,333.00	30	3	1,499.20	166.20	6	27.79
45/JUL	30	13	1,290.93	30	28	1,419.80	120.87	15	9.06
45/JUL	31	10	1,007.40	31	16	1,154.20	146.80	6	24.47
45/AGO	2	3	757.20	2	5	860.60	102.60	2	51.40
45/AGO	3	12	495.20	3	21	646.00	150.80	9	16.76
45/AGO	3	23	584.40	4	1	780.90	196.50	2	98.25
45/AGO	5	16	599.20	5	20	963.60	364.40	4	91.10
45/AGO	6	20	569.60	6	23	967.30	417.70	3	139.23
45/AGO	7	5	852.00	7	7	1,007.05	155.05	2	77.32
45/AGO	8	16	776.95	9	1	1,116.00	339.05	7	43.44
45/AGO	15	8	303.65	15	13	498.40	194.75	5	38.95
45/AGO	15	16	407.50	16	8	828.30	420.60	14	30.06
45/AGO	16	13	721.65	16	17	892.00	170.35	4	42.59
45/OCT	4	1	26.96	8	15	1,250.00	1,223.04	110	11.12
45/OCT	8	22	662.00	9	4	1,079.85	417.85	6	69.64
46/JUL	9	1	194.00	9	6	337.05	143.05	7	20.44
46/JUL	15	2	121.20	15	4	379.40	258.20	2	129.10
46/JUL	21	22	134.70	22	5	260.70	146.00	5	29.20
46/JUL	23	18	117.60	24	6	420.20	302.60	12	25.22
46/AGO	4	9	127.00	5	4	291.50	164.50	19	8.66
46/AGO	5	21	236.30	6	10	439.80	203.50	13	15.65
46/AGO	7	11	276.17	7	23	384.65	108.48	12	9.04
46/AGO	10	1	187.20	10	5	359.35	182.15	4	45.54
46/AGO	10	20	280.00	11	2	681.60	401.60	6	66.83
46/AGO	11	20	316.80	12	2	548.10	231.30	6	37.22
46/AGO	13	20	247.80	15	23	407.60	159.80	3	53.27
46/AGO	18	16	226.20	19	3	359.75	133.55	11	14.87
46/AGO	20	2	222.30	20	12	333.65	111.35	10	11.13
46/AGO	21	10	323.70	21	24	425.45	101.75	14	7.27
46/AGO	26	23	97.00	27	10	234.00	137.00	11	12.45

REGISTRO HIDROMETRICO DE LA ESTACION HUITES

ANO/MES	DIA	HORA	GASTO INICIAL (M ³ /S)	DIA TERMINO	HORA TERMINO	GASTO FINAL (M ³ /S)	INCREMENTO (M ³ /S)	INCREMENTO DURACION (HORAS)	INTENSIDAD INC. Q/INC. T
46/AGO	27	15	189.15	27	22	420.35	231.20	7	33.63
46/AGO	28	4	270.80	28	16	412.70	141.90	12	11.82
46/AGO	29	10	387.20	30	19	1,164.80	777.60	33	23.56
46/SEP	2	21	418.00	3	10	544.00	126.00	13	9.69
46/SEP	3	12	91.00	3	19	547.00	456.00	7	65.14
46/SEP	5	24	429.20	6	2	808.40	379.20	2	189.60
46/SEP	6	22	475.00	6	24	698.40	223.40	2	111.70
46/SEP	8	18	412.40	8	22	637.60	225.20	4	56.30
46/SEP	15	14	139.00	16	6	335.50	196.50	16	12.28
46/OCT	4	18	66.14	6	1	427.50	361.36	31	11.66
47/JUL	20	14	222.00	21	12	322.50	100.50	22	4.57
47/JUL	23	1	183.60	24	6	340.50	156.90	29	5.41
47/JUL	24	20	267.00	25	7	718.80	451.80	11	41.07
47/JUL	25	23	448.40	26	10	598.00	139.60	11	12.69
47/JUL	26	19	436.40	26	21	626.40	190.00	2	95.00
47/JUL	30	19	137.00	30	24	269.00	132.00	5	26.40
47/AGO	1	19	201.60	2	9	361.70	160.10	14	11.44
47/AGO	6	24	97.00	7	3	223.20	126.20	3	42.07
47/AGO	8	14	102.00	9	8	327.20	219.20	18	12.18
47/AGO	11	10	155.20	12	3	301.70	146.50	17	8.62
47/AGO	12	20	251.30	13	1	413.00	161.70	5	32.34
47/AGO	17	22	254.45	18	21	705.29	450.84	23	19.60
47/AGO	20	14	565.70	21	2	690.44	124.74	12	10.40
47/AGO	22	2	604.31	22	14	739.75	134.44	12	12.87
47/AGO	25	23	244.00	26	20	595.40	351.40	21	16.73
47/AGO	28	15	604.31	29	13	1,127.33	523.02	22	23.77
47/SEP	11	21	119.80	12	11	346.10	226.30	14	16.31
47/SEP	12	18	283.65	13	7	516.22	232.57	13	17.89
47/SEP	17	13	350.80	17	21	605.40	254.60	8	31.82
47/SEP	18	2	534.67	18	4	630.60	158.93	2	79.47
47/SEP	20	5	473.10	20	14	599.25	126.15	6	21.02
47/DIC	2	6	20.16	4	3	634.00	613.84	45	13.64
47/DIC	7	2	141.60	7	16	367.60	226.00	14	16.14
48/FEB	14	24	18.45	15	18	3,215.00	3,196.55	18	177.59
48/FEB	24	6	23.40	27	2	371.45	348.05	68	5.12
48/FEB	21	6	130.19	21	15	353.38	220.19	9	24.47
48/JUL	27	22	168.10	28	15	334.04	165.94	17	9.76
48/JUL	26	18	300.69	28	23	403.00	102.11	5	20.42
48/JUL	30	22	280.75	31	3	554.60	273.85	5	54.77
48/AGO	1	22	483.95	2	1	640.60	156.65	3	52.22
48/AGO	2	7	611.20	2	11	720.40	109.20	4	27.30
48/AGO	2	22	538.50	2	23	716.12	157.62	1	157.62
48/AGO	3	24	476.10	4	18	762.40	286.30	18	15.91
48/AGO	7	20	187.20	8	3	366.00	178.80	7	25.54
48/AGO	9	4	274.00	9	5	523.00	249.00	1	249.00
48/AGO	9	12	292.01	9	22	633.00	341.00	4	90.25
48/AGO	10	4	436.85	10	11	739.00	302.15	7	51.74
48/SEP	17	13	65.50	16	3	244.20	174.70	14	12.48

REGISTRO HIPNOMETRICO DE LA ESTACION PUITES

ANO/MES	DIA	HORA	GASTO INICIAL (M ³ /S)	DIA	HORA	GASTO FINAL (M ³ /S)	INCREMENTO GASTO (M ³ /S)	INCREMENTO DURACION (HORAS)	INTENSIDAD INC./OINC.1
48/OCT	7	6	19.45	8	20	493.30	474.05	39	12.48
48/OCT	18	1	125.88	18	8	288.35	162.47	7	23.21
48/DIC	13	6	12.02	15	12	363.59	351.82	54	6.52
48/DIC	18	14	81.36	19	9	623.20	541.84	19	28.52
49/ENE	9	14	26.80	9	20	4,661.00	4,632.20	30	154.41
49/ENE	10	16	2,260.50	11	13	4,030.50	1,770.30	21	84.30
49/ENE	11	24	3,442.00	12	13	4,062.00	640.00	13	49.23
49/ENE	13	5	3,442.00	14	1	14,355.00	10,913.00	20	545.65
49/ENE	14	3	5,216.20	15	1	10,000.00	4,783.80	20	239.19
49/ENE	21	18	272.30	23	6	4,146.00	3,873.70	36	107.60
49/ENE	24	16	1,276.00	26	6	7,295.00	6,019.00	38	158.35
49/FEB	12	12	99.00	16	9	200.00	101.00	93	1.09
49/JUL	7	3	190.14	8	11	301.12	110.98	32	3.47
49/JUL	12	20	232.00	13	3	377.93	145.93	7	20.85
49/JUL	15	6	247.60	16	3	519.00	262.20	21	12.49
49/JUL	16	10	425.27	16	14	540.00	114.73	4	28.69
49/JUL	25	8	241.87	25	18	382.92	141.05	10	14.11
49/JUL	26	4	325.10	26	10	427.77	102.67	6	17.11
49/JUL	26	18	390.39	28	19	2,297.59	1,907.11	49	38.32
49/JUL	29	4	1,586.75	29	12	1,852.50	263.75	8	32.97
49/AGO	7	17	178.55	7	24	291.00	112.45	7	16.05
49/AGO	12	4	125.00	14	8	581.90	456.90	52	8.75
49/AGO	15	3	443.20	15	9	562.65	119.45	6	19.51
49/AGO	17	5	396.40	18	6	562.38	163.93	25	6.56
49/AGO	18	16	531.85	13	24	656.30	124.45	8	15.56
49/AGO	19	5	589.60	19	19	826.40	236.80	14	16.91
49/AGO	22	6	477.60	22	16	741.60	264.20	10	26.42
49/AGO	26	6	258.70	26	15	510.00	251.30	9	27.92
49/SEP	6	7	116.60	7	16	512.65	396.05	33	12.60
49/SEP	9	15	252.80	10	2	422.30	169.50	11	15.41
49/SEP	11	7	269.80	11	13	490.00	220.20	6	36.70
49/SEP	13	8	259.60	14	1	400.70	141.10	17	6.30
49/SEP	18	20	194.85	19	20	527.75	332.90	24	13.87
49/SEP	21	7	360.40	21	13	653.65	325.45	6	54.24
49/SEP	21	23	629.67	22	24	824.20	194.53	29	7.78
49/SEP	23	14	742.52	24	3	942.40	195.46	13	15.34
49/SEP	26	10	416.90	26	18	746.70	329.80	8	41.23
49/OCT	17	18	67.75	13	19	280.60	213.65	25	6.52
49/DIC	10	18	310.63	11	1	895.22	584.50	7	83.30
50/ENE	9	15	57.45	10	13	534.60	477.15	22	21.63
50/ENE	12	15	210.00	13	12	3,223.25	3,013.25	21	143.77
50/ENE	31	12	49.65	31	24	603.50	553.85	12	46.15
50/JUL	8	18	136.00	9	4	550.40	414.40	10	41.44
50/JUL	9	23	310.40	10	4	734.80	424.40	5	84.88
50/JUL	11	17	272.40	12	12	471.00	198.60	19	10.45
50/JUL	12	22	407.20	13	8	821.20	414.00	10	41.49
50/JUL	13	19	642.00	14	3	769.00	127.00	8	15.88
50/JUL	16	3	378.60	16	10	665.00	286.40	7	40.91
50/JUL	16	14	585.60	16	17	724.40	138.80	3	45.27
50/JUL	16	19	683.60	16	23	832.60	144.60	4	36.20

REGISTRO HIDROMETRICO DE LA ESTACION NITES

AÑO/MES	DIA	HORA	GASTO INICIAL (M ³ /S)	DIA TERMINO	HORA TERMINO	GASTO FINAL (M ³ /S)	INCREMENTO GASTO (M ³ /S)	INCREMENTO DURACION (HORAS)	INTENSIDAD INC./D/INC. T
50/JUL	18	4	471.00	18	14	1,384.00	913.00	10	91.30
50/JUL	19	8	957.60	19	19	1,295.80	338.20	11	29.84
50/JUL	27	14	274.55	29	2	582.00	307.45	36	8.54
50/AGO	2	10	177.60	2	16	296.20	118.60	6	19.77
50/AGO	17	16	117.60	19	2	265.90	148.30	32	4.63
50/AGO	27	12	154.50	28	2	438.95	284.45	14	20.32
50/SEP	19	12	206.00	20	4	438.95	232.95	16	14.56
51/AGO	9	6	82.80	10	18	264.20	181.40	36	5.04
51/AGO	11	18	210.20	12	4	325.20	115.00	10	11.50
51/AGO	16	22	129.10	17	21	246.20	117.10	23	5.09
51/AGO	25	10	159.10	27	1	587.47	428.37	39	10.98
51/AGO	12	20	18.20	14	15	677.00	658.80	44	14.97
52/MAR	2	6	8.95	2	17	355.60	346.65	11	31.53
52/JUL	3	12	173.00	3	23	411.17	238.17	11	21.65
52/JUL	4	21	260.00	5	1	444.47	184.47	4	46.12
52/JUL	7	11	201.37	7	16	331.70	130.33	5	26.07
52/JUL	8	9	291.97	8	16	431.03	139.06	7	19.87
52/JUL	8	23	373.92	9	7	503.80	129.88	8	16.24
52/JUL	11	18	391.30	12	2	729.00	337.70	8	42.21
52/JUL	14	7	481.20	15	10	661.20	180.00	27	6.67
52/JUL	17	1	515.10	17	13	617.60	101.90	12	8.49
52/JUL	20	3	275.75	20	23	537.70	261.95	20	13.10
52/JUL	21	22	495.33	22	2	726.00	230.67	4	57.42
52/JUL	22	5	576.20	22	17	895.00	318.80	12	26.57
52/JUL	24	19	364.00	25	2	593.20	229.20	7	32.74
52/JUL	26	22	251.00	26	24	403.72	152.72	2	76.36
52/JUL	28	16	157.00	29	4	278.00	121.00	10	12.10
52/AGO	3	8	122.64	3	21	418.62	295.98	13	22.77
52/AGO	13	9	338.47	14	6	1,266.00	1,027.53	21	49.93
52/AGO	14	22	755.00	14	24	937.00	182.00	2	91.00
52/AGO	15	22	475.55	16	6	640.60	165.05	3	20.66
53/JUL	8	24	139.75	9	2	517.20	386.45	2	193.20
53/JUL	9	3	396.40	9	5	552.40	156.00	2	78.00
53/JUL	10	22	184.50	11	1	396.40	211.87	3	70.62
53/JUL	11	24	152.27	12	4	319.60	167.33	4	41.83
53/JUL	13	11	128.25	13	22	240.00	111.75	11	19.16
53/JUL	16	4	271.48	16	10	512.36	241.40	6	40.23
53/JUL	21	20	172.39	22	4	1,025.00	852.20	8	106.33
53/JUL	25	24	275.20	24	8	490.60	215.05	16	11.94
53/JUL	25	20	320.00	27	7	346.23	716.23	11	65.11
53/AGO	1	16	225.11	1	15	425.07	201.96	5	40.39
53/AGO	2	5	318.30	2	13	446.33	130.03	8	16.25
53/AGO	4	6	321.00	5	14	605.20	284.20	32	9.62
53/AGO	7	24	217.78	8	4	413.33	195.55	4	48.89
53/AGO	21	3	191.25	21	15	313.50	122.25	12	19.97
53/AGO	22	1	253.18	22	13	503.52	240.34	12	20.85
53/AGO	25	19	365.45	25	1	550.00	184.55	30	17.32
53/AGO	27	1	349.55	27	15	596.60	247.05	14	14.37

REGISTRO HIDROMETRICO DE LA ESTACION NJUTES

AÑO/MES	DIA INICIO	HORA INICIO	GASTO INICIAL (M ³ /S)	DIA TERMINO	HORA TERMINO	GASTO FINAL (M ³ /S)	INCREMENTO GASTO (M ³ /S)	INCREMENTO DURACION (HORAS)	INTENSIDAD INC./D/INC.†
53/AGO	27	24	457.33	28	6	585.66	128.53	6	21.42
53/AGO	30	17	344.25	31	15	603.20	258.95	22	11.77
54/ENE	14	17	63.10	15	15	540.10	477.00	22	21.66
54/JUL	7	1	63.62	7	9	461.24	417.62	3	52.26
54/JUL	8	2	174.00	8	13	391.96	217.96	11	19.81
54/JUL	6	20	311.48	9	5	432.25	120.66	7	17.25
54/JUL	9	22	208.40	10	13	343.00	134.60	15	8.97
54/JUL	12	2	187.60	13	4	458.20	270.60	25	10.41
54/JUL	19	21	181.20	20	15	288.56	107.36	13	5.96
54/JUL	20	20	258.36	20	24	417.88	159.52	4	39.66
54/JUL	23	6	208.40	23	14	360.28	151.88	8	18.98
54/JUL	25	1	263.43	25	9	466.84	203.41	2	101.70
54/AGO	3	22	198.00	4	13	348.27	150.27	15	10.02
54/AGO	6	4	260.15	7	6	398.40	138.25	26	5.22
54/AGO	10	12	254.85	11	10	414.07	159.22	22	7.24
54/AGO	11	22	357.67	12	5	505.20	197.53	7	23.22
54/AGO	12	8	514.33	12	21	692.66	178.33	13	13.73
54/AGO	13	17	520.60	14	2	835.20	314.60	9	34.96
54/AGO	14	5	775.64	14	9	881.20	105.56	4	26.39
54/AGO	16	24	495.53	17	2	640.57	145.04	2	72.52
54/AGO	17	19	467.33	17	23	710.29	242.96	4	60.74
54/AGO	18	6	511.20	19	6	954.80	443.60	24	18.45
54/AGO	22	12	265.45	22	19	425.47	158.02	7	22.57
54/AGO	23	4	395.27	24	6	679.60	284.33	26	10.94
54/AGO	27	11	360.80	27	24	476.73	115.93	13	8.92
54/AGO	28	2	442.27	28	9	585.38	143.11	7	20.44
54/AGO	28	13	558.80	29	23	667.40	308.60	10	30.65
54/AGO	29	22	581.50	30	1	830.60	249.10	3	63.03
54/AGO	30	21	489.27	31	8	780.00	290.73	11	26.43
54/SEP	1	15	583.78	2	6	715.00	131.22	7	7.72
54/SEP	8	21	160.45	9	3	239.00	128.55	6	21.43
54/SEP	10	6	142.50	11	2	215.00	172.50	20	6.63
54/SEP	24	18	160.45	25	19	324.90	164.45	25	6.58
54/SEP	26	5	296.80	26	20	435.30	139.10	15	9.27
54/OCT	1	6	136.00	2	3	216.30	180.30	21	8.59
54/OCT	2	9	254.37	3	8	406.55	152.18	23	6.62
54/OCT	4	22	287.50	5	20	376.30	118.50	22	5.29
55/ENE	2	12	10.19	4	1	241.60	331.41	37	8.96
55/ENE	13	17	64.45	15	12	4,700.83	4,636.38	43	107.82
55/JUL	19	16	107.50	20	21	321.25	213.75	29	7.37
55/JUL	25	3	232.70	25	13	261.00	128.30	10	12.63
55/JUL	28	22	177.60	29	12	293.30	115.50	14	8.25
55/JUL	29	18	264.15	30	7	418.60	154.45	13	11.88
55/JUL	30	10	393.00	31	4	536.50	143.50	16	3.08
55/JUL	31	7	370.60	31	16	653.26	282.66	9	31.41
55/AGO	2	23	384.07	3	2	544.73	160.66	3	55.00
55/AGO	5	20	252.50	6	5	752.33	499.83	3	35.54
55/AGO	7	24	483.65	8	15	689.64	205.96	18	11.44
55/AGO	10	18	357.64	10	23	477.25	119.61	5	25.92

REGISTRO HIDROMETRICO DE LA ESTACION FUITEZ

ANO/MES	DIA	HORA	GASTO	DIA	HORA	GASTO	INCREMENTO	INCREMENTO	INTENSIDAD
	INICIO	INICIO	INICIAL	TERMINO	TERMINO	FINAL	GASTO	DURACION	INC./INC.1
			(M ³ /S)			(M ³ /S)	(M ³ /S)	(HORAS)	
55/AGO	11	23	368.00	12	2	519.00	151.00	3	58.33
55/AGO	12	19	313.59	12	24	622.44	308.85	5	61.77
55/AGO	14	4	380.85	14	15	506.17	125.32	11	11.39
55/AGO	14	17	493.32	15	1	718.80	225.48	8	28.18
55/AGO	15	20	736.00	16	1	934.95	198.95	5	39.79
55/AGO	16	4	639.55	16	6	941.38	101.33	4	25.46
55/AGO	16	22	697.30	17	1	1,069.67	372.57	3	124.19
55/AGO	20	4	490.11	20	20	790.50	300.39	16	18.77
55/AGO	22	2	496.53	22	14	659.40	162.87	12	13.57
55/AGO	23	3	550.00	23	21	870.70	290.70	18	16.15
55/AGO	25	18	697.30	26	1	812.30	115.00	7	16.43
55/AGO	28	19	525.45	29	12	790.50	265.05	17	15.59
55/AGO	30	6	686.28	30	17	934.95	248.67	9	27.63
55/OCT	3	14	215.50	4	15	561.75	345.95	25	13.84
56/JUL	15	9	246.35	16	5	361.55	115.20	20	5.76
56/JUL	17	7	254.15	17	16	374.00	119.65	9	13.32
56/JUL	27	22	230.75	28	1	493.20	262.45	3	67.43
56/JUL	28	22	262.21	29	4	421.40	159.19	6	26.53
56/AGO	15	2	194.60	13	3	346.59	151.99	1	151.99
56/AGO	15	21	258.00	16	6	466.00	208.00	9	23.11
56/AGO	20	13	297.57	21	4	613.30	315.73	15	21.05
56/AGO	22	23	561.60	23	12	695.70	133.90	13	10.30
56/SEP	6	18	162.50	7	3	334.00	171.50	9	19.66
56/SEP	9	14	308.25	9	20	531.73	223.48	6	37.25
57/JUN	16	22	106.70	17	4	269.25	162.55	6	27.09
57/JUN	21	14	101.56	22	6	271.40	169.84	16	10.62
57/JUN	25	21	217.00	26	2	330.90	113.90	5	22.78
57/AGO	4	12	153.00	4	18	380.00	222.00	6	37.00
57/AGO	15	20	207.10	16	4	336.40	131.30	8	16.41
57/AGO	17	3	258.80	17	9	380.00	121.20	6	20.20
57/AGO	19	4	249.20	19	12	331.20	82.00	8	10.25
57/AGO	19	24	230.00	20	9	353.40	123.40	9	13.71
57/AGO	30	4	87.80	30	8	334.80	247.00	4	61.75
57/AGO	31	15	221.60	31	21	329.10	107.50	6	17.92
57/SEP	1	2	293.40	1	6	415.90	122.50	4	38.63
57/SEP	3	1	304.00	3	9	456.60	152.60	8	19.08
57/SEP	4	23	350.80	5	7	455.77	104.97	8	13.12
57/OCT	4	28	23.01	5	15	593.00	569.99	11	51.82
57/OCT	5	23	373.00	6	4	513.60	140.60	5	28.12
57/DIC	1	6	7.43	7	8	362.00	354.52	145	2.43
58/MAR	4	18	31.00	6	20	694.00	663.00	50	17.26
58/JUN	18	4	141.60	18	18	307.05	165.45	14	11.62
58/JUL	13	8	215.25	13	20	347.20	131.95	12	11.00
58/JUL	25	14	137.50	26	3	336.40	198.90	13	15.50
58/JUL	26	22	190.59	27	6	294.69	104.30	8	13.04
58/JUL	27	24	241.15	29	5	365.75	342.60	25	11.81
58/AGO	6	20	175.00	7	6	324.00	149.00	10	14.90
58/AGO	8	21	216.65	9	4	378.40	153.75	6	25.63

REGISTRO HIDROMETRICO DE LA ESTACION MUTES

ANO/MES	DIA	HORA	GASTO INICIAL	DIA TERMINO	HORA TERMINO	GASTO FINAL	INCREMENTO GASTO	INCREMENTO DURACION	INTERMETRO INCLO/INCLT
	INICIO	INICIO	(M ³ /S)	TERMINO	TERMINO	(M ³ /S)	(M ³ /S)	(HORAS)	
58/AGO	10	6	315.45	10	13	459.40	173.95	7	24.85
58/AGO	11	8	332.70	12	4	588.65	255.95	20	12.30
58/AGO	15	22	318.30	15	24	465.95	167.65	2	53.85
58/AGO	16	10	401.80	16	18	503.20	101.40	8	12.67
58/AGO	18	11	261.70	18	22	408.40	146.70	11	13.34
58/AGO	19	9	344.30	19	21	472.15	127.85	12	10.65
58/AGO	20	7	434.60	21	1	1,045.20	610.40	18	33.91
58/AGO	25	22	333.50	26	12	444.70	106.20	14	7.59
58/AGO	26	20	363.60	26	23	492.65	104.25	3	34.75
58/AGO	27	12	353.00	28	6	510.10	157.10	18	8.72
58/AGO	30	6	376.20	30	10	527.20	151.00	4	37.75
58/SEP	10	19	202.50	11	12	326.90	124.40	17	7.32
58/SEP	11	23	264.35	12	9	421.60	157.25	10	15.73
58/SEP	12	11	388.60	12	14	554.40	165.80	3	55.27
58/SEP	13	20	479.05	14	2	614.38	135.33	6	22.50
58/SEP	15	10	405.10	16	1	544.20	139.10	15	3.27
58/SEP	16	14	441.40	16	22	544.20	102.80	8	12.80
58/SEP	18	18	227.25	18	22	367.50	140.25	4	35.06
58/SEP	19	6	278.40	19	12	398.50	120.10	6	20.02
58/SEP	19	14	391.90	20	6	712.00	320.10	16	20.01
58/SEP	20	8	704.80	21	3	3,010.60	2,305.20	24	96.00
58/SEP	28	18	376.20	28	24	578.20	202.00	6	33.57
58/OCT	3	18	305.35	4	24	849.00	543.65	30	18.12
58/NOV	28	12	148.40	29	6	286.85	138.45	13	7.69
59/FEB	4	6	12.14	10	10	652.00	639.86	146	4.32
59/JUN	30	24	90.00	1	12	281.60	191.60	12	15.37
59/JUL	1	16	208.40	1	19	303.20	100.80	3	33.60
59/JUL	1	24	263.40	2	4	493.00	229.60	4	57.40
59/JUL	2	19	404.00	2	20	510.10	106.10	1	106.10
59/JUL	5	12	155.40	5	16	256.30	100.90	4	25.23
59/JUL	6	10	176.25	6	12	277.00	100.75	2	50.38
59/JUL	12	6	117.95	13	6	286.20	168.25	24	7.01
59/JUL	17	18	147.00	19	14	343.70	196.70	20	9.84
59/JUL	24	18	169.80	25	6	297.70	127.90	12	10.66
59/AGO	5	22	238.45	5	24	487.40	248.95	2	124.46
59/AGO	7	17	341.65	7	24	584.30	242.65	7	34.66
59/AGO	9	20	288.40	9	23	395.60	107.20	3	35.73
59/AGO	11	5	312.40	11	14	464.00	151.60	9	16.84
59/AGO	12	2	414.15	12	8	820.00	405.85	6	67.64
59/AGO	13	13	661.25	13	20	994.00	332.75	7	47.54
59/AGO	14	4	733.47	14	14	1,043.60	310.33	10	31.03
59/AGO	17	24	203.50	18	11	657.00	453.50	11	41.23
59/AGO	18	16	593.60	19	2	1,194.80	601.20	10	60.12
59/AGO	19	8	1,077.00	19	11	1,177.40	100.40	3	33.47
59/AGO	19	12	1,160.00	19	14	1,334.00	174.00	2	87.60
59/AGO	20	20	665.20	29	23	889.00	224.10	7	74.76
59/AGO	21	2	752.00	21	4	933.10	181.10	2	75.50
59/AGO	21	6	507.00	21	8	1,069.40	153.40	2	76.70
59/AGO	23	24	469.20	24	13	648.50	179.30	13	13.79
59/AGO	25	6	522.40	25	16	759.67	247.47	10	24.70

REGISTRO HIDROMETRICO DE LA ESTACION SUITES

MES/AÑO	DIA	HORA	GASTO INICIAL	DIA TERMINO	HORA TERMINO	GASTO FINAL	INCREMENTO GASTO	INCREMENTO DURACION	INTENSIDAD INE.O/INC.T
	INICIO	INICIO	(M ³ /S)	TERMINO	TERMINO	(M ³ /S)	(M ³ /S)	(HORAS)	
59/AGO	29	2	703.13	28	6	804.80	101.67	4	25.42
59/AGO	29	10	733.47	28	22	1,002.30	268.83	12	22.40
59/AGO	29	9	820.00	29	13	1,229.60	409.60	4	102.40
59/AGO	29	18	1,151.70	29	24	1,345.50	193.80	6	32.30
59/SEPT	7	18	134.00	9	12	326.66	192.66	42	4.59
59/OCT	1	19	33.50	1	22	452.00	418.50	4	104.63
59/OCT	2	12	163.80	3	4	1,908.00	1,744.20	16	109.01
59/DIC	2	18	15.20	10	1	1,813.50	1,798.30	175	10.28
60/ENE	3	18	117.00	5	10	7,135.20	7,038.20	40	175.96
60/ENE	10	18	360.00	12	3	15,000.00	14,700.00	33	445.45
60/ENE	13	15	2,215.00	13	24	3,016.00	801.00	9	89.00
60/JUL	6	12	50.00	8	13	274.60	224.60	49	4.53
60/JUL	13	9	212.95	14	6	274.60	111.75	21	5.32
60/JUL	15	18	232.10	18	4	360.00	127.90	56	2.21
60/JUL	21	18	131.50	23	8	420.40	288.90	38	7.60
60/JUL	25	18	225.30	26	13	721.40	496.10	24	20.67
60/AGO	7	22	227.00	8	13	400.60	173.60	15	11.57
60/AGO	9	12	409.40	10	4	659.60	250.40	16	15.65
60/AGO	10	22	526.80	11	7	676.30	149.50	9	16.61
60/AGO	11	16	651.40	12	6	778.30	126.90	14	9.06
60/AGO	18	1	150.00	18	7	300.80	150.80	6	25.13
60/AGO	18	16	291.20	20	5	10,046.00	9,754.80	57	263.64
60/AGO	28	20	223.60	31	20	865.00	661.40	72	9.19
60/SEPT	5	18	202.60	8	18	709.10	506.30	72	7.03
60/DIC	28	22	11.04	30	17	995.20	974.16	43	22.65
61/ENE	19	22	168.00	22	6	924.00	756.00	56	13.50
61/ENE	23	9	713.75	24	12	1,396.25	682.50	27	25.28
61/JUL	1	12	156.60	2	12	369.35	232.75	24	9.70
61/JUL	3	12	226.60	4	18	362.60	136.20	30	4.54
61/JUL	16	18	94.37	17	11	330.00	235.63	17	13.86
61/JUL	17	16	235.60	19	12	369.35	133.75	44	3.49
61/JUL	22	6	232.00	22	12	485.40	253.40	6	42.23
61/JUL	24	18	267.60	25	1	558.60	291.00	7	41.57
61/JUL	25	8	334.50	26	3	524.50	190.00	19	10.00
61/JUL	28	18	294.00	31	12	458.65	164.65	66	2.50
61/AGO	1	18	332.25	2	17	706.00	373.75	23	16.25
61/AGO	4	9	574.55	5	5	985.90	331.35	20	16.57
61/AGO	11	24	115.40	13	6	256.60	141.20	30	4.71
61/AGO	14	6	168.30	15	17	339.00	170.70	35	4.88
61/AGO	19	12	248.20	20	16	441.30	193.10	28	6.70
61/AGO	29	19	136.00	30	22	516.30	382.30	27	13.42
61/SEPT	4	12	235.60	7	19	750.70	515.10	79	6.52
61/SEPT	8	6	371.00	8	19	771.20	290.20	13	15.40
61/SEPT	10	6	521.40	10	16	750.70	229.30	10	22.93
61/SEPT	12	11	369.75	13	6	440.20	170.45	13	6.67
61/SEPT	14	12	239.20	15	16	750.70	511.50	28	18.27
61/OCT	8	14	82.10	10	15	628.90	535.90	52	10.32
61/OCT	30	12	52.75	31	15	373.45	343.67	30	11.35
61/NOV	1	12	316.50	2	10	631.60	515.10	22	23.41

REGISTRO HIDROMETRICO DE LA ESTACION HUITES

ANO/MES	DIA	HORA	GASTO INICIAL (M ³ /S)	DIA TERMINO	HORA TERMINO	GASTO FINAL (M ³ /S)	INCREMENTO GASTO (M ³ /S)	INCREMENTO DURACION (HORAS)	INTENSIDAD INC. Q/INC. I
61/NOV	7	18	95.46	8	16	540.00	443.54	22	20.16
62/ENE	25	1	16.13	26	24	912.00	895.87	47	19.06
62/JUL	11	11	164.50	12	19	501.00	336.50	32	10.52
62/JUL	18	12	122.00	20	6	398.00	276.00	42	6.57
62/JUL	22	18	191.00	23	8	300.28	109.28	14	7.51
62/JUL	24	12	160.00	25	12	302.20	142.20	24	5.93
62/JUL	26	10	241.00	27	19	424.06	183.06	33	5.53
62/AGO	4	12	169.00	5	17	370.65	201.65	29	6.25
62/SEP	1	0	34.84	3	6	514.50	479.66	54	6.63
62/SEP	6	18	273.00	7	13	690.40	417.40	19	21.97
62/SEP	9	18	213.65	11	9	892.80	679.15	39	17.41
62/SEP	12	7	632.30	13	16	867.30	235.00	33	7.12
62/SEP	14	9	604.75	15	6	801.60	226.85	21	10.80
62/SEP	26	18	198.85	27	12	344.00	165.15	16	3.18
62/OCT	4	6	54.20	5	15	1,620.00	1,565.80	33	47.45
62/OCT	10	6	175.83	12	5	389.75	213.90	47	4.55
63/JUL	6	6	69.75	7	12	930.13	910.33	30	39.33
63/JUL	8	12	275.40	9	6	454.00	209.60	18	11.53
63/JUL	12	18	198.00	13	6	659.50	461.50	12	35.45
63/JUL	17	18	156.60	18	6	280.00	123.40	12	10.28
63/JUL	28	18	150.27	29	21	414.00	263.73	27	9.77
63/JUL	29	22	391.20	31	6	502.00	110.80	32	3.46
63/AGO	1	12	290.00	1	18	518.39	228.39	6	39.72
63/AGO	4	12	303.60	5	6	594.60	291.00	19	16.17
63/AGO	6	18	393.40	7	18	639.00	245.60	24	10.23
63/AGO	8	18	590.50	9	6	667.00	76.50	12	6.33
63/AGO	11	18	379.00	12	3	569.20	390.20	9	65.33
63/AGO	12	22	542.00	13	12	707.00	165.00	14	11.79
63/AGO	13	18	631.00	14	11	917.25	286.25	17	16.64
63/AGO	14	13	747.00	15	6	921.40	174.40	12	14.53
63/AGO	18	12	372.80	19	6	514.40	141.60	18	7.67
63/AGO	19	12	422.80	20	6	598.70	175.90	18	9.77
63/AGO	20	12	591.87	20	19	796.20	204.33	7	29.19
63/AGO	23	18	357.30	25	6	582.30	225.00	36	6.25
63/AGO	28	12	360.40	29	18	779.40	419.00	30	13.97
63/AGO	30	6	691.00	30	12	813.00	122.00	6	20.33
63/AGO	31	6	635.00	31	18	855.00	220.00	12	18.33
63/SEP	2	12	530.00	3	6	644.60	114.60	18	6.57
63/SEP	5	6	608.45	5	18	1,054.00	445.55	12	37.13
63/SEP	18	18	95.40	19	13	337.19	241.79	19	12.73
63/SEP	23	5	128.87	24	8	397.30	268.43	27	9.94
63/OCT	18	18	71.56	20	19	315.75	244.19	49	4.93
63/NOV	10	7	21.31	12	13	2,702.00	2,680.69	54	49.64
64/JUL	23	6	198.60	24	12	400.72	202.12	50	6.74
64/JUL	28	14	210.40	29	9	319.50	108.50	19	5.73
64/JUL	29	12	357.25	30	15	557.50	200.25	27	9.65
64/JUL	31	9	439.20	31	20	912.40	473.20	11	43.02
64/JUL	31	22	595.60	1	22	1,319.13	423.53	24	17.65

REGISTRO HIJROMETRICO DE LA ESTACION HUITES

ANO/MES	DIA INICIO	HORA INICIO	GASTO INICIAL (M ³ /S)	DIA TERMINO	HORA TERMINO	GASTO FINAL (M ³ /S)	INCREMENTO GASTO (M ³ /S)	INCREMENTO DURACION (HORAS)	INTENSIDAD INC. O/INC. T
64/AGO	3	18	35.20	4	6	526.30	491.10	12	40.93
64/AGO	12	6	157.80	12	18	304.60	146.80	12	12.23
64/AGO	13	6	292.35	14	6	489.10	196.75	24	8.20
64/AGO	14	10	465.20	14	19	695.20	230.00	9	25.56
64/AGO	16	18	319.30	18	6	523.20	203.90	36	5.66
64/AGO	18	13	423.69	19	6	764.20	340.60	15	22.71
64/AGO	20	11	495.30	21	6	954.80	459.50	19	23.19
64/AGO	22	10	526.36	23	1	778.00	251.70	15	16.78
64/AGO	23	20	517.00	24	4	732.00	215.00	3	26.88
64/AGO	27	12	473.00	28	6	603.80	130.80	18	7.27
64/AGO	30	18	206.20	31	12	331.55	125.35	18	6.96
64/SEP	2	8	248.10	3	6	402.80	154.70	22	7.03
64/SEP	6	18	194.80	8	6	387.20	192.40	36	5.34
64/SEP	8	10	341.20	8	16	603.80	262.60	6	43.77
64/SEP	8	22	532.50	9	22	893.00	360.50	24	15.02
64/SEP	11	15	713.85	12	9	931.50	217.65	18	12.69
64/SEP	18	21	274.75	20	12	517.00	242.25	39	6.21
64/SEP	25	10	147.60	26	11	397.60	250.00	25	10.00
65/FEB	7	24	26.65	9	12	360.00	333.35	36	9.26
65/JUL	20	10	71.18	21	21	346.00	274.82	35	7.83
65/JUL	24	18	186.00	25	5	363.10	177.10	11	16.10
65/JUL	25	6	214.80	25	14	329.20	114.40	8	14.30
65/JUL	26	4	250.70	27	9	358.00	107.30	29	3.70
65/JUL	28	14	365.65	28	18	491.20	125.55	4	31.39
65/AGO	10	18	85.28	11	3	369.68	224.40	9	24.93
65/AGO	11	4	136.40	11	7	294.56	158.16	3	52.72
65/AGO	22	18	180.32	23	15	640.12	459.80	21	22.95
65/AGO	24	1	505.00	24	24	633.44	128.44	23	5.58
65/AGO	30	18	175.76	31	4	459.64	283.88	10	28.39
65/AGO	31	8	364.80	31	14	485.56	120.76	6	20.13
65/SEP	1	24	356.92	3	2	1,787.60	1,431.68	26	55.06
65/SEP	7	10	436.96	7	18	575.04	138.08	8	17.26
65/SEP	8	18	608.00	9	3	1,774.00	1,166.00	9	129.56
65/SEP	13	7	280.64	13	14	440.20	159.56	7	22.79
65/SEP	14	18	222.50	15	7	460.32	237.82	13	13.66
65/DIC	10	14	31.20	11	12	297.08	265.88	22	12.09
65/DIC	14	15	88.64	15	18	394.40	305.76	27	11.32
65/DIC	23	1	64.00	23	18	1,944.00	1,880.00	17	110.59
66/FEB	9	6	138.72	10	6	340.00	201.28	24	9.39
66/JUN	28	3	13.64	28	21	549.11	530.47	18	29.47
66/JUL	29	13	406.10	30	9	666.00	259.90	20	12.54
66/JUL	1	15	424.85	2	16	722.60	297.75	25	11.89
66/JUL	5	18	175.40	6	6	317.75	142.35	12	11.86
66/JUL	6	8	265.25	6	10	378.30	113.05	2	56.53
66/JUL	6	18	302.06	8	6	491.50	129.50	36	3.60
66/JUL	14	5	179.15	14	18	333.50	154.35	13	11.67
66/JUL	19	3	176.95	19	14	421.52	244.57	11	22.23
66/JUL	20	18	242.50	21	6	378.30	135.80	12	11.32
66/JUL	22	13	333.50	23	8	451.45	117.95	19	6.21

REGISTRO HIJROMETRICO DE LA ESTACION HUITES

ANO/MES	DIA	HORA	GASTO INICIAL (M ³ /S)	DIA TERMINO	HORA TERMINO	GASTO FINAL (M ³ /S)	INCREMENTO GASTO (M ³ /S)	INCREMENTO CUBICACION (HORAS)	INTENSIDAD INC. C/INC. T
66/JUL	24	9	349.25	24	14	538.00	188.75	5	37.75
66/JUL	25	12	315.12	26	6	506.00	190.88	18	10.60
66/JUL	27	9	453.10	27	15	714.00	255.90	6	42.65
66/JUL	28	6	619.67	28	13	892.24	272.57	7	38.94
66/JUL	29	8	488.02	29	18	626.00	137.98	10	13.60
66/JUL	30	8	464.75	30	16	610.00	145.25	8	18.16
66/AGO	1	3	374.00	1	10	906.70	332.70	7	47.53
66/AGO	4	8	371.55	4	17	514.00	142.35	9	15.62
66/AGO	4	12	464.75	5	14	795.84	331.09	26	12.73
66/AGO	6	10	666.00	6	13	833.68	187.68	8	23.46
66/AGO	7	13	666.00	8	16	892.24	226.24	27	8.38
66/AGO	7	18	578.00	10	15	738.00	160.00	69	2.32
66/AGO	11	3	722.00	11	22	1,414.29	692.29	19	36.44
66/AGO	12	24	979.00	13	14	1,300.00	321.00	14	22.93
66/AGO	14	6	1,138.06	14	11	1,300.00	161.94	5	32.39
66/AGO	14	19	1,191.08	15	13	1,391.43	200.35	18	11.13
66/AGO	15	24	1,195.90	16	19	1,997.14	801.24	19	42.17
66/AGO	17	5	1,887.43	17	16	2,220.00	332.57	11	30.23
66/AGO	18	21	1,660.00	19	7	1,848.57	188.57	10	18.86
66/AGO	19	10	1,820.00	19	21	2,420.00	600.00	11	54.55
66/AGO	21	19	1,075.40	21	24	1,528.27	452.87	5	90.57
66/AGO	22	3	1,402.86	22	5	1,528.57	125.71	2	62.86
66/AGO	22	7	1,505.71	22	13	1,734.29	228.58	6	38.10
66/AGO	23	5	1,517.14	23	17	1,977.14	460.00	12	39.33
66/AGO	26	2	1,220.00	26	24	1,637.14	417.14	22	18.96
66/AGO	27	20	1,391.43	28	3	1,505.71	114.28	7	16.33
66/AGO	30	4	901.88	30	11	1,113.96	212.08	7	30.30
66/SEP	3	12	391.60	5	17	554.00	162.40	53	3.06
66/SEP	7	7	471.40	8	6	578.00	106.60	23	4.63
66/SEP	11	12	384.95	12	6	618.00	233.05	18	12.95
66/SEP	14	14	388.27	15	6	722.00	333.73	16	20.66
66/SEP	15	12	590.00	15	20	723.33	133.33	8	16.67
66/SEP	19	6	256.75	19	17	399.25	142.50	11	9.22
67/AGO	2	18	266.00	3	15	554.90	288.90	21	13.75
67/AGO	4	8	416.40	4	13	697.60	279.20	5	55.84
67/AGO	4	18	501.60	5	14	803.20	301.60	20	15.08
67/AGO	9	17	288.70	10	12	680.40	391.70	19	20.62
67/AGO	12	16	368.00	13	12	585.20	217.20	20	10.86
67/AGO	13	18	466.00	15	6	856.60	390.60	36	10.85
67/AGO	15	17	671.90	17	11	1,310.50	638.70	18	35.48
67/AGO	31	14	66.20	2	18	462.50	376.30	52	7.24
67/AGO	14	18	21.86	16	19	2,505.80	2,483.94	40	62.10
67/JUL	3	18	176.40	9	6	300.20	123.80	12	10.52
67/JUL	12	18	201.40	13	10	351.80	150.40	16	9.40
67/JUL	16	12	373.60	17	15	509.20	135.60	30	4.52
67/JUL	19	12	324.80	21	16	883.30	558.50	52	10.74
67/JUL	22	8	646.00	23	14	1,192.75	546.75	50	13.23
67/JUL	25	6	615.60	25	10	732.00	116.40	4	29.10
67/JUL	28	8	376.40	28	14	501.60	125.20	6	20.87

REGISTRO HIDROMETRICO DE LA ESTACION HUITES

AÑO/MES	DIA	HORA	GASTO	DIA	HORA	GASTO	INCREMENTO	INCREMENTO	INTENSIDAD
	INICIO	INICIO	INICIAL	TERMINO	TERMINO	FINAL	GASTO	(RUBICACION	INC./Q/INC. T
			(M ³ /S)			(M ³ /S)	(M ³ /S)	(HORAS)	
65/ENE	2	24	61.00	4	14	300.20	239.20	38	6.29
65/ENE	28	16	91.40	29	6	401.60	310.20	14	22.16
66/FEB	10	12	83.30	11	16	745.00	661.70	23	23.63
68/FEB	13	18	374.90	14	22	1,118.00	743.10	23	26.54
68/FEB	17	7	530.25	18	6	809.00	278.75	23	12.12
68/MAR	1	0	84.60	3	9	703.80	619.20	57	10.86
68/MAR	5	10	419.90	6	6	534.20	114.30	20	5.72
68/MAR	10	12	264.00	11	12	471.00	207.00	24	8.63
68/JUL	4	18	145.00	5	14	285.20	140.20	20	7.01
68/JUL	6	9	239.10	6	17	798.00	158.90	9	19.86
68/JUL	8	6	268.36	8	19	734.70	466.34	13	35.87
68/JUL	9	19	452.75	11	7	809.00	356.25	37	9.63
68/JUL	12	9	566.80	12	14	756.00	169.20	5	33.94
68/JUL	12	9	405.30	13	12	955.80	550.50	3	133.50
68/JUL	14	12	614.40	15	16	1,030.80	416.40	28	14.87
68/JUL	16	9	577.60	16	15	940.00	362.40	6	60.40
68/JUL	20	18	427.20	21	16	652.30	225.10	22	10.23
68/JUL	22	11	494.70	22	14	853.00	358.30	3	119.43
68/JUL	23	17	478.90	24	6	596.00	117.10	13	9.01
68/JUL	25	16	559.20	25	18	662.60	103.40	2	51.70
68/JUL	26	6	542.10	26	13	987.60	445.50	7	63.64
68/JUL	30	10	836.00	31	6	1,478.25	642.25	20	32.11
68/JUL	31	7	1,036.00	31	17	1,439.40	403.40	10	40.34
68/JUL	31	21	1,384.00	1	9	1,534.33	150.33	12	12.53
68/AGO	7	6	478.90	8	6	789.00	310.10	24	12.92
68/AGO	9	12	693.50	8	18	913.00	219.50	6	36.58
68/AGO	9	14	693.50	10	12	987.60	294.10	22	13.37
68/AGO	16	18	190.00	17	9	518.40	328.40	15	21.89
68/AGO	17	18	268.36	18	6	427.20	158.84	12	13.24
68/AGO	18	18	312.75	20	6	542.30	229.55	36	6.38
68/AGO	21	18	285.82	24	15	1,128.33	842.51	69	12.21
68/AGO	28	13	441.80	29	16	809.00	367.20	27	13.60
68/AGO	30	3	586.80	31	6	734.70	147.90	22	6.72
68/SEP	8	12	232.80	9	10	577.60	344.80	32	15.67
68/SEP	13	18	188.25	15	2	1,019.60	831.35	22	25.93
68/SEP	17	8	391.40	17	9	827.00	435.60	1	435.60
68/SEP	27	10	170.75	27	13	391.40	220.65	3	73.55
68/SEP	31	14	632.80	1	18	636.00	203.20	26	7.25
68/NOV	15	8	127.00	15	17	385.00	258.00	3	28.67
68/NOV	26	14	33.02	27	17	275.40	242.38	27	8.98
69/FEB	6	10	35.10	7	6	267.20	232.10	20	11.61
69/FEB	13	18	84.97	15	8	300.00	215.03	38	5.66
69/JUL	5	18	43.89	6	6	347.00	363.11	12	25.26
69/JUL	8	17	249.60	9	12	716.00	466.40	19	24.35
69/JUL	10	7	532.60	10	13	652.00	159.20	6	26.53
69/JUL	14	14	244.40	15	11	519.20	274.89	21	13.09
69/JUL	16	8	350.00	17	19	1,508.00	1,158.00	35	35.09
69/JUL	21	12	247.00	22	6	461.00	214.00	13	11.29
69/JUL	23	17	255.00	25	13	905.00	620.00	44	14.09
69/JUL	26	20	309.00	27	6	636.00	127.00	10	12.70

REGISTRO HIJOMETRICO DE LA ESTACION HUITES

ANO/MES	DIA INICIO	HORA INICIO	GASTO INICIAL (M ³ /S)	DIA TERMINO	HORA TERMINO	GASTO FINAL (M ³ /S)	INCREMENTO GASTO (M ³ /S)	INCREMENTO DURACION (HORAS)	INTENSIDAD INC. O/INC.1
69/AGO	8	18	100.00	9	6	270.00	169.20	12	14.10
69/AGO	10	12	200.00	11	6	338.00	138.00	16	7.67
69/AGO	27	24	184.00	28	14	300.00	116.00	14	8.29
69/AGO	30	9	249.60	31	2	417.60	168.00	17	9.88
69/SEP	5	18	157.50	6	7	504.00	346.50	13	26.65
69/DIC	3	5	16.88	4	13	736.00	719.12	32	22.47
70/JUL	25	8	142.00	26	8	556.75	414.75	24	17.28
70/JUL	27	17	329.67	28	14	1,330.00	1,000.33	21	47.63
70/AGO	2	18	220.40	3	4	438.00	217.60	10	21.76
70/AGO	6	17	318.67	7	4	570.00	251.33	11	22.85
70/AGO	9	16	192.50	10	16	464.40	271.90	24	11.33
70/AGO	11	12	344.00	12	13	530.40	186.40	25	7.46
70/AGO	12	18	451.20	13	4	1,335.56	884.36	10	88.44
70/AGO	13	12	120.00	13	18	1,558.00	1,438.00	6	239.67
70/AGO	17	18	480.90	18	4	583.00	102.10	19	10.21
70/AGO	20	10	318.67	21	4	550.20	231.53	18	12.86
70/AGO	21	14	380.40	21	17	530.40	150.00	3	59.00
70/AGO	22	18	312.00	24	12	697.10	385.10	42	9.17
70/SEP	8	18	153.60	9	8	344.00	190.40	14	13.60
70/SEP	14	6	174.00	14	16	325.33	151.33	10	15.13
70/SEP	15	10	285.00	16	4	818.00	533.00	18	29.61
70/SEP	16	13	747.20	17	4	970.00	222.80	15	14.95
70/SEP	20	8	451.20	21	21	880.00	428.80	37	11.59
70/SEP	27	18	199.90	28	20	913.80	613.90	26	23.61
71/JUN	28	16	190.30	29	4	490.40	300.10	12	25.01
71/JUN	30	6	278.80	30	17	4,557.41	4,278.61	11	386.96
71/JUL	1	15	244.40	2	3	482.93	238.53	12	19.85
71/JUL	4	4	266.00	4	5	505.35	239.35	1	239.33
71/JUL	5	12	211.20	5	16	411.53	200.33	4	50.08
71/JUL	5	24	343.20	6	6	497.80	154.60	6	25.77
71/JUL	7	24	234.00	8	4	402.67	168.67	4	42.17
71/JUL	16	21	219.50	17	4	400.00	180.50	7	25.79
71/JUL	17	12	236.50	18	3	468.00	231.50	15	15.43
71/JUL	18	11	266.00	19	7	565.07	299.07	20	14.90
71/JUL	20	12	229.00	21	1	366.70	137.70	13	10.59
71/JUL	24	14	141.00	24	23	576.27	435.27	9	48.36
71/JUL	26	4	432.71	25	14	572.53	139.82	10	13.98
71/JUL	27	16	377.80	28	16	527.73	149.93	24	6.25
71/JUL	30	14	349.80	31	2	572.53	222.73	12	18.56
71/AGO	1	11	370.40	1	17	634.40	264.00	6	44.00
71/AGO	2	3	624.60	2	12	748.00	123.20	9	13.67
71/AGO	2	21	590.00	2	24	724.00	134.00	3	44.67
71/AGO	8	9	134.00	9	5	356.60	202.60	20	10.13
71/AGO	9	12	203.60	10	5	641.60	438.00	17	25.76
71/AGO	12	8	343.20	13	14	1,056.00	712.80	30	23.76
71/AGO	15	12	512.00	16	2	1,176.00	664.00	14	47.43
71/AGO	17	5	260.00	17	8	1,011.00	751.00	3	59.33
71/AGO	20	6	670.40	20	13	907.20	236.80	7	19.54
71/AGO	23	18	377.80	24	8	496.00	118.20	14	8.44

REGISTRO HIDROMETRICO DE LA ESTACION RUIITES

ANO/MES	DIA INICIO	HORA INICIO	GASTO INICIAL (M ³ /S)	DIA TERMINO	HORA TERMINO	GASTO FINAL (M ³ /S)	INCREMENTO GASTO (M ³ /S)	INCREMENTO DURACION (HORAS)	INTENSIDAD INC. 0/INC. 1
71/AGO	24	18	531.40	25	10	646.80	117.40	16	7.34
71/SEP	5	4	219.50	6	4	591.20	371.70	24	15.49
71/OCT	5	12	68.83	9	8	514.00	445.17	20	22.26
71/OCT	10	12	221.60	11	24	1,206.00	984.40	36	27.34
71/OCT	14	19	271.20	15	8	400.00	128.80	13	9.91
71/OCT	13	10	39.30	20	14	298.00	258.70	28	9.24
71/OCT	25	5	68.83	25	19	2,120.00	2,051.17	14	146.51
71/OCT	25	24	1,870.00	26	17	2,200.00	330.00	17	13.41
71/OCT	28	12	791.00	28	17	1,089.60	298.60	5	59.72
71/OCT	28	21	1,057.40	29	12	1,713.50	656.10	15	43.74
71/OCT	29	16	1,615.33	29	21	1,782.67	167.34	5	33.47
72/ENE	4	5	45.75	4	22	732.00	686.25	17	40.37
72/JUL	12	12	133.75	13	10	464.00	330.24	22	15.01
72/JUL	13	17	438.80	14	8	732.10	293.30	15	19.55
72/JUL	21	14	149.00	23	3	636.50	487.50	37	13.18
72/JUL	23	20	444.50	24	14	714.40	269.90	18	14.99
72/JUL	26	22	337.13	27	17	477.54	140.41	19	7.39
72/AGO	2	17	95.75	3	5	307.60	211.85	12	17.65
72/AGO	3	10	233.33	3	17	464.00	230.67	13	32.35
72/AGO	3	24	374.72	4	13	536.93	162.21	7	12.43
72/AGO	5	18	393.80	6	22	1,109.00	715.20	28	25.54
72/AGO	3	12	591.00	8	18	816.83	225.83	6	37.64
72/AGO	15	24	169.38	16	5	374.72	205.34	5	41.07
72/AGO	16	22	344.65	17	10	536.93	192.28	12	16.02
72/AGO	20	24	323.85	21	3	456.20	130.35	3	43.45
72/AGO	23	17	177.00	24	15	484.31	307.31	22	13.97
72/AGO	24	22	376.46	25	1	622.50	244.02	3	81.34
72/AGO	26	12	230.53	26	19	693.75	463.22	7	57.60
72/AGO	27	20	570.00	28	15	723.25	153.25	19	8.07
72/AGO	26	23	636.50	29	10	853.88	217.38	11	13.76
72/SEP	8	24	347.94	10	6	605.07	257.13	30	8.57
72/SEP	11	6	472.40	12	21	893.50	421.10	39	10.80
72/SEP	14	20	763.27	15	13	1,049.83	286.56	17	16.86
72/SEP	21	1	76.28	21	23	352.25	275.97	22	12.54
72/SEP	21	10	487.03	21	18	779.75	292.72	6	36.59
72/SEP	21	24	694.06	22	17	1,142.00	447.94	17	26.35
72/SEP	28	7	69.00	29	14	2,040.00	1,971.00	31	63.58
72/NOV	22	18	45.00	24	11	2,225.00	2,180.00	41	53.17
73/ENE	6	3	158.25	7	16	2,170.00	2,011.75	37	54.37
73/ENE	8	18	50.00	9	24	439.25	389.25	30	12.93
73/JUL	11	2	131.25	12	2	320.00	188.75	24	7.66
73/JUL	16	10	77.76	16	10	500.00	422.24	43	6.50
73/JUL	25	24	186.52	28	16	533.00	346.42	64	5.41
73/JUL	29	5	494.00	29	12	765.00	271.00	7	38.71
73/JUL	30	24	500.00	31	17	800.00	300.00	17	17.63
73/AGO	1	3	635.60	1	12	870.00	176.40	9	13.60
73/AGO	2	16	745.30	3	17	1,051.50	300.00	25	12.08
73/AGO	4	24	336.67	5	19	1,047.25	210.55	15	11.03
73/AGO	6	5	836.00	6	15	1,051.50	153.50	10	15.35

REGISTRO HIDROMETRICO DE LA ESTACION NIJTES

ANO/MES	DIA INICIO	HORA INICIO	GASTO INICIAL (M ³ /S)	DIA TERMINO	HORA TERMINO	GASTO FINAL (M ³ /S)	INCREMENTO GASTO (M ³ /S)	INCREMENTO DURACION (HORAS)	INTENSIDAD INC.O/INC.1
73/AGO	6	20	992.00	7	20	1,490.00	498.00	24	20.33
73/AGO	11	18	633.60	12	3	859.20	165.60	9	18.40
73/AGO	12	17	730.60	13	3	971.50	240.90	10	24.09
73/AGO	29	21	177.30	31	19	817.67	640.37	46	13.92
73/SEP	8	24	293.00	9	4	454.00	161.00	4	40.25
73/SEP	11	13	311.00	11	21	865.00	574.00	8	71.75
73/SEP	12	4	839.00	12	14	1,490.00	550.00	10	55.00

TABLA III.2

**INFORMACION HISTORICA REGISTRADA EN LA ESTACION HIDROMETRICA HUITES ,
CLASIFICADA DE ACUERDO CON LA INTENSIDAD DE LA RAMA DE ASCENSO DEL
HIDROGRAMA DE LAS AVENIDAS.**

(TEMPORADA DE INVIERNO)

REGISTRO HIJOMETRICO DE LA ESTACION HUITES TEMPORADA DE INVIERNO

EPoca	AÑO/MES	DIA INICIO	HORA INICIO	GASTO INICIAL (M ³ /S)	DIA TERMINO	HORA TERMINO	GASTO FINAL (M ³ /S)	INCREMENTO GASTO (M ³ /S)	INCREMENTO DURACION (HORAS)	INTENSIDAD INC. O/INC. T
2	43/DIC	7	24	68.70	9	18	14,376.00	14,307.30	42	340.65
2	60/ENE	10	18	300.00	12	3	15,000.00	14,700.00	33	445.45
2	49/ENE	13	5	3,442.00	14	1	14,355.00	10,913.00	20	545.65
2	49/ENE	14	5	5,216.20	15	1	10,000.00	4,783.80	20	239.19

Rango de intensidades < 200

media= 28.750
S= 9.311

Rango de intensidades 100-200

2	55/ENE	13	17	64.45	15	12	4,700.83	4,636.39	43	107.82
2	60/ENE	3	18	117.00	5	10	7,155.20	7,038.20	40	175.96
2	49/ENE	24	16	1,276.00	26	6	7,295.00	6,019.00	38	158.39
2	49/ENE	21	18	272.30	23	6	4,146.00	3,873.70	36	107.60
2	49/ENE	8	14	28.60	9	20	4,661.00	4,632.20	30	154.41
2	53/ENE	12	15	210.00	13	12	3,229.25	3,019.25	21	143.77
2	48/FEB	14	24	18.45	15	18	3,215.00	3,196.55	18	177.59
2	63/DIC	23	1	64.00	23	18	1,944.00	1,880.00	17	110.59

media= 30.375
S= 9.759

Rango de intensidades 60-100

2	67/DIC	14	18	21.86	16	10	2,595.99	2,483.94	40	62.10
2	49/ENE	10	16	2,260.50	11	13	4,030.60	1,770.39	21	84.30
2	41/DIC	11	18	371.00	12	15	2,084.00	1,713.00	21	81.57
2	44/FEB	27	6	1,408.33	27	23	2,580.00	1,171.67	17	68.92
2	60/ENE	13	15	2,215.00	13	24	3,016.00	801.00	9	89.00
2	43/DIC	10	18	310.83	11	1	895.33	564.50	7	83.50

media= 19.167
S= 10.777

Rango de intensidades 30-60

2	59/DIC	6	18	15.80	10	1	1,213.50	1,797.70	31	57.99
2	73/ENE	8	3	158.25	7	16	2,170.00	2,011.75	57	54.57
2	44/FEB	24	6	47.00	25	18	1,764.00	1,717.00	36	47.69
2	72/ENE	4	5	45.75	4	22	732.00	686.25	17	40.57

REGISTRO HIDROMÉTRICO DE LA ESTACION NITES TEMPORAN EN INVIERNO

ÉPOCA	AÑO/MES	DÍA	HORA	GASTO INICIAL (M ³ /S)	DÍA	HORA	GASTO FINAL (M ³ /S)	INCREMENTO GASTO (M ³ /S)	INCREMENTO DURACION (HORAS)	INTENSIDAD INC. Q/INC. T
2	49/ENE	11	24	3,442.00	12	13	4,082.00	640.00	13	49.23
2	50/ENE	31	12	49.65	31	24	603.50	553.85	12	46.15
2	52/MAR	2	6	8.95	2	17	355.80	346.85	11	31.53

media= 21.000
s= 11.121

Rango de intensidades 15-30

2	58/MAR	4	19	31.00	6	20	894.00	863.00	50	17.26
2	62/ENE	25	1	16.13	26	24	912.00	895.87	47	19.06
2	60/DIC	28	22	11.04	30	17	985.20	974.16	43	22.63
2	69/DIC	3	5	16.88	4	13	726.00	719.12	32	22.47
2	41/DIC	10	8	115.40	11	13	886.00	770.60	29	25.57
2	44/ENE	25	12	40.12	26	17	768.00	727.88	29	25.10
2	63/FEB	13	18	374.90	14	22	1,118.00	743.10	28	26.54
2	68/FEB	10	12	63.30	11	16	745.00	681.70	29	23.63
2	61/ENE	23	9	713.75	24	12	1,396.25	682.50	27	25.29
2	50/ENE	9	15	57.45	10	13	534.60	477.15	22	21.69
2	54/ENE	14	17	63.10	15	15	540.10	477.00	22	21.68
2	48/DIC	18	14	81.36	19	9	623.20	541.84	19	28.52
2	68/ENE	28	16	91.40	29	6	401.60	310.20	14	22.16

media= 30.690
s= 16.325

Rango de intensidades 0-15

2	59/FEB	4	6	12.14	10	10	632.00	639.36	148	4.32
2	57/DIC	1	6	7.43	7	8	362.00	364.52	146	2.43
2	49/FEB	24	6	23.40	27	2	371.45	348.03	68	5.12
2	65/MAR	1	0	84.60	3	9	703.60	619.20	57	10.86
2	61/ENE	19	22	168.00	22	6	924.00	756.00	56	13.30
2	48/DIC	13	6	12.08	15	12	363.90	351.62	54	6.52
2	47/DIC	2	6	20.16	4	3	424.00	613.64	45	13.64
2	51/DIC	12	20	19.20	14	16	677.00	658.80	44	14.97
2	65/FEB	7	24	26.65	9	12	369.90	333.37	36	9.26
2	73/ENE	8	16	50.00	9	24	439.25	399.25	30	12.95
2	65/DIC	14	15	89.64	15	18	394.40	305.76	27	11.32
2	68/MAR	10	12	264.00	11	12	471.00	207.00	24	8.63
2	63/FEB	17	7	530.25	18	6	809.00	278.75	23	12.12
2	47/DIC	7	2	141.60	7	16	367.60	226.60	14	16.14

media= 55.143
s= 40.322

TABLA III.3

**INFORMACION HISTORICA REGISTRADA EN LA ESTACION HIDROMETRICA HUITES ,
CLASIFICADA DE ACUERDO CON LA INTENSIDAD DE LA RAMA DE ASCENSO DEL
HIDROGRAMA DE LAS AVENIDAS.**

(TEMPORADA DE VERANO)

REGISTRO HIDROMETRICO DE LA ESTACION MUYTES TEMPORADA DE VERANO

TEMPORADA AÑO/MES	DIA	HORA	GASTO INICIAL (M ³ /S)	DIA	HORA	GASTO FINAL (M ³ /S)	INCREMENTO (M ³ /S)	INCREMENTO (MG/RS)	INTENSIDAD INC./INC.T	
Rango de intensidades 1-200										
1	68/SEP	17	8	391.40	17	9	827.00	435.60	1	435.60
1	43/AGO	19	22	195.65	19	23	599.50	403.85	1	403.85
1	71/JUN	30	6	278.80	30	17	4,557.41	4,278.61	11	388.96
1	45/SEP	10	23	185.24	10	24	471.40	286.16	1	286.16
1	42/AGO	7	23	261.60	8	1	766.40	504.60	2	252.50
1	48/AGO	5	4	274.60	9	5	553.00	249.00	1	249.00
1	79/AGO	13	12	120.80	13	18	1,558.00	1,438.00	6	239.67
1	71/JUL	4	4	266.00	4	5	505.00	239.30	1	239.30
								media#	3.000	
								5*	3.428	

TEMPORADA AÑO/MES	DIA	HORA	GASTO INICIAL (M ³ /S)	DIA	HORA	GASTO FINAL (M ³ /S)	INCREMENTO (M ³ /S)	INCREMENTO (MG/RS)	INTENSIDAD INC./INC.T	
Rango de intensidades 100-200										
1	33/JUL	9	24	130.75	9	2	517.20	386.45	2	193.23
1	46/SEP	5	24	429.20	6	2	808.40	379.20	2	189.60
1	68/JUL	13	9	405.30	13	12	955.80	550.50	3	183.50
1	42/OCT	2	3	104.50	2	6	654.80	550.30	3	183.43
1	71/OCT	25	7	62.83	25	19	2,120.00	2,051.17	14	146.31
1	45/AGO	6	26	569.60	6	23	967.50	417.70	3	139.23
1	63/SEP	8	12	608.00	9	3	1,774.00	1,166.00	9	129.56
1	46/JUL	15	2	121.20	15	4	379.40	258.20	2	129.10
1	55/AGO	5	22	236.45	5	24	497.40	248.95	2	124.48
1	55/AGO	16	22	697.30	17	1	1,069.87	372.57	3	124.15
1	68/JUL	22	11	494.70	22	14	853.00	358.30	3	119.43
1	42/SEP	13	4	365.50	13	13	1,405.80	1,041.30	9	115.70
1	46/SEP	6	22	475.00	6	24	698.40	223.40	2	111.70
1	43/AGO	9	16	328.90	9	21	657.60	328.70	3	109.57
1	57/OCT	2	12	153.80	3	4	1,908.00	1,744.20	16	109.01
1	45/JUL	14	1	325.70	14	5	535.20	214.50	2	107.25
1	33/JUL	21	20	172.60	22	4	1,025.00	852.20	8	106.53
1	59/OCT	1	13	33.50	1	22	452.00	418.50	4	104.63
1	43/AGO	7	2	144.20	7	4	350.50	206.30	2	103.15
1	59/AGO	29	9	820.20	29	13	1,229.60	409.60	4	102.40
1	54/JUL	25	1	253.43	25	3	466.84	203.41	2	101.70
1	42/OCT	2	13	422.20	3	5	2,637.60	1,615.40	16	100.96
								media#	5.182	
								5*	4.579	

TEMPORADA AÑO/MES	DIA	HORA	GASTO INICIAL (M ³ /S)	DIA	HORA	GASTO FINAL (M ³ /S)	INCREMENTO (M ³ /S)	INCREMENTO (MG/RS)	INTENSIDAD INC./INC.T	
Rango de intensidades 50-100										
1	47/AGO	3	23	534.40	4	1	730.50	196.50	2	99.25
1	52/SEP	20	6	704.80	21	8	3,010.80	2,305.20	24	96.15
1	47/JUL	26	19	436.40	26	21	626.40	190.00	2	95.00
1	43/AGO	11	18	353.20	12	1	1,085.00	831.80	7	93.11
1	43/SEP	2	17	393.80	2	21	768.60	379.60	4	92.39

REGISTRO HIDROMETRICO DE LA ESTACION MUITES TEMPORADA DE VERANO

TEMPORADA	MESES	DIA	HORA	GASTO INICIAL (M ³ /S)	DIA TERMINO	HORA TERMINO	GASTO FINAL (M ³ /S)	INCREMENTO GASTO (M ³ /S)	INCREMENTO DURACION (HORAS)	INTENSIDAD INC./INC.T
1	42/JUL	21	18	411.40	21	22	750.50	368.90	4	92.23
1	43/OCT	10	24	74.50	12	11	3,283.00	3,208.50	35	91.67
1	50/JUL	18	4	471.00	18	14	1,384.00	913.00	10	91.30
1	45/AGO	5	16	593.20	5	20	563.66	364.40	4	91.16
1	52/AGO	14	22	755.00	14	24	937.00	182.00	2	91.00
1	66/AGO	21	19	1,075.40	21	24	1,523.27	452.87	5	90.57
1	48/AGO	9	18	292.00	9	22	623.09	361.00	4	90.25
1	70/AGO	12	15	451.20	13	4	1,125.56	584.36	10	88.44
1	56/JUL	27	22	230.75	25	1	473.20	262.45	3	87.43
1	50/JUL	9	23	310.40	10	4	734.89	424.40	5	84.55
1	54/AGO	29	22	521.50	30	1	830.60	249.10	3	83.03
1	72/AGO	24	22	376.46	25	1	622.59	244.02	3	81.34
1	42/SEP	4	8	995.20	4	19	1,868.60	873.60	11	79.42
1	41/SEP	16	12	172.80	16	15	405.00	232.20	3	77.40
1	43/AGO	21	18	194.00	21	24	654.40	460.40	6	75.73
1	59/AGO	20	20	665.50	20	25	869.60	224.10	3	74.70
1	41/OCT	11	6	512.00	11	9	735.30	223.30	3	74.63
1	68/SEP	27	10	170.75	27	13	391.40	220.65	3	73.55
1	73/SEP	11	13	311.00	11	21	885.00	574.00	8	71.75
1	53/JUL	10	22	154.53	11	1	396.40	211.87	3	70.62
1	45/OCT	8	22	662.00	9	4	1,079.65	417.65	6	69.64
1	59/AGO	12	2	414.15	12	8	820.00	405.85	6	67.64
1	46/AGO	10	20	280.00	11	2	681.00	401.00	6	66.83
1	63/AGO	11	16	373.00	12	3	969.20	596.20	5	65.58
1	46/SEP	3	12	91.00	3	19	547.00	456.00	7	63.14
1	53/JUL	26	20	232.00	27	7	948.23	716.23	11	65.11
1	68/JUL	26	6	542.10	26	13	937.60	445.50	7	63.64
1	72/SEP	28	7	63.00	29	14	2,040.00	1,977.00	21	63.56
1	41/SEP	9	19	328.80	9	24	646.30	317.50	5	63.50
1	42/AGO	19	1	1,392.00	19	15	2,551.00	1,139.00	12	63.23
1	43/AGO	13	13	476.40	13	21	773.59	495.10	8	61.89
1	55/AGO	17	19	313.59	12	24	622.44	308.85	5	61.77
1	54/AGO	17	19	467.33	17	23	710.29	242.96	4	60.74
1	42/JUL	23	21	314.06	24	4	739.50	424.50	7	60.70
1	69/JUL	16	9	577.60	16	15	940.00	362.40	6	50.40
1	59/AGO	18	16	593.60	19	2	1,194.60	601.20	10	60.12
								media:	7.634	
								SA	7.125	

Rango de intensidades 30-60

1	71/OCT	26	12	791.00	28	17	1,089.60	298.60	5	55.73
1	72/AGO	26	12	293.53	26	13	693.75	403.22	7	52.60
1	52/JUL	1	22	495.33	22	2	705.00	229.67	4	52.42
1	59/JUL	1	24	263.40	2	4	495.00	229.60	4	52.45
1	42/AGO	23	9	649.60	23	18	1,362.00	512.40	9	56.93
1	46/SEP	8	13	412.40	8	22	637.60	225.20	4	56.30
1	67/AGO	4	8	416.40	4	13	597.50	175.20	5	55.84
1	57/AGO	5	29	222.30	6	5	702.55	480.25	5	50.54

REGISTRO HIGROMETRICO DE LA ESTACION HUITES TEMPORADA DE VERANO

TEMPORADA AÑO/MES	DIA	HORA	GASTO INICIAL (M ³ /S)	DIA TERMINO	HORA TERMINO	GASTO FINAL (M ³ /S)	INCREMENTO GASTO (M ³ /S)	INCREMENTO DURACION (HORAS)	INTENSIDAD INC.O/INC.T	
1	65/SEP	1	24	355.92	3	2	1,787.60	1,431.68	26	55.06
1	73/SEP	12	4	830.00	12	14	1,380.00	550.00	10	55.00
1	48/JUL	30	22	280.75	31	3	554.60	273.85	5	54.77
1	66/AGO	19	10	1,820.00	19	21	2,420.00	600.00	11	54.55
1	42/AGO	18	2	1,347.60	18	10	1,782.00	434.40	8	54.30
1	44/SEP	6	16	547.00	6	20	764.00	217.00	4	54.25
1	49/SEP	21	7	368.40	21	13	693.85	325.45	6	54.24
1	72/NOV	22	18	45.00	24	11	2,225.00	2,180.00	41	53.17
1	54/JUL	7	1	63.62	7	9	481.24	417.62	8	52.20
1	57/OCT	4	28	23.01	5	15	593.00	569.99	11	51.82
1	48/AGO	10	4	436.85	10	11	799.00	362.15	7	51.74
1	45/JUL	29	7	972.20	29	18	1,432.10	559.90	11	50.90
1	71/JUL	5	12	211.20	5	16	411.53	200.33	4	50.08
1	63/NOV	10	7	21.31	12	13	2,702.00	2,680.69	54	49.64
1	52/AGO	13	9	238.47	14	6	1,266.00	1,027.53	21	48.93
1	53/AGO	7	24	217.78	8	4	413.33	195.55	4	48.69
1	45/AGO	8	13	776.95	9	1	1,116.00	339.05	7	48.44
1	71/JUL	24	14	141.00	24	23	576.27	435.27	5	48.26
1	70/JUL	27	17	329.67	28	14	1,330.00	1,000.33	21	47.63
1	59/AGO	13	13	661.25	13	20	994.00	332.75	7	47.54
1	66/AGO	1	3	574.00	1	10	906.70	332.70	7	47.53
1	62/OCT	4	6	54.20	5	15	1,620.00	1,565.80	33	47.45
1	71/AGO	15	12	512.00	16	2	1,176.00	664.00	14	47.43
1	52/JUL	4	21	260.00	5	1	444.47	184.47	4	46.12
1	46/AGO	10	1	187.20	10	5	369.35	182.15	4	45.54
1	71/AGO	1	11	370.40	1	17	634.40	254.00	6	44.00
1	64/SEP	8	10	341.20	9	16	603.80	262.60	6	43.77
1	71/OCT	28	21	1,057.40	29	12	1,713.50	656.10	15	43.74
1	64/JUL	31	9	439.20	31	20	912.40	473.20	11	43.02
1	43/AGO	28	20	638.46	29	4	982.50	344.04	8	43.01
1	41/SEP	4	18	396.00	5	1	694.90	298.90	7	42.70
1	66/JUL	27	9	458.10	27	15	714.00	255.90	6	42.65
1	61/JUL	22	6	232.00	22	12	485.40	253.40	6	42.23
1	52/JUL	11	18	391.30	12	2	729.00	337.70	8	42.21
1	66/AGO	15	24	1,195.90	16	19	1,997.14	801.24	19	42.17
1	61/JUL	24	18	267.60	25	1	558.60	291.00	7	41.57
1	50/JUL	8	18	136.00	9	4	350.40	214.40	10	41.44
1	50/JUL	12	22	407.20	13	2	821.20	414.00	10	41.40
1	59/AGO	17	24	283.50	18	11	657.00	453.50	11	41.23
1	49/SEP	26	10	416.90	26	18	746.70	329.80	8	41.23
1	47/JUL	24	20	267.00	25	7	718.80	451.80	11	41.07
1	72/AGO	15	24	169.38	16	5	374.72	205.34	5	41.07
1	64/AGO	3	19	25.20	4	6	326.30	491.10	12	40.93
1	53/JUL	16	3	376.60	16	19	665.00	288.40	7	40.91
1	43/SEP	3	19	166.84	4	3	491.00	324.16	6	40.52
1	53/AGO	1	10	223.11	1	15	425.07	201.96	5	40.39
1	68/JUL	31	7	1,036.00	31	17	1,439.40	403.40	10	40.34
1	53/JUL	15	4	271.40	16	10	512.80	241.40	6	40.23
1	42/SEP	20	14	390.30	20	23	750.10	359.80	3	39.32
1	42/JUL	20	22	272.60	21	4	512.00	239.40	6	39.30
1	55/AGO	15	20	736.00	16	1	934.95	198.95	5	39.75

REGISTRO HIDROMETRICO DE LA ESTACION RUITES TEMPORADA DE VERANO

TEMPORADA AÑO/MES	DIA	HORA	GASTO INICIAL (M ³ /S)	DIA TERMINO	HORA TERMINO	GASTO FINAL (M ³ /S)	INCREMENTO GASTO (M ³ /S)	INCREMENTO DURACION (HORAS)	INTENSIDAD INC. G/INC. T	
1	63/AGO	1	12	280.00	1	18	518.30	238.30	6	39.72
1	45/AGO	15	8	303.65	15	13	498.40	194.75	5	38.95
1	66/JUL	28	6	619.67	28	13	892.24	272.57	7	38.94
1	49/JUL	26	18	390.39	28	19	2,297.59	1,907.11	49	38.92
1	73/JUL	29	5	494.00	29	12	765.00	271.00	7	38.71
1	63/JUL	12	18	198.00	13	6	659.50	461.50	12	38.46
1	66/AGO	23	5	1,517.14	23	17	1,977.14	460.00	12	38.33
1	66/AGO	22	7	1,505.71	22	13	1,734.29	228.58	6	38.10
1	66/JUL	24	9	345.25	24	14	538.00	188.75	5	37.75
1	72/AGO	8	12	591.00	8	18	816.83	225.83	6	37.54
1	56/SEP	9	14	308.25	9	20	531.73	223.48	6	37.25
1	46/AGO	11	20	316.80	12	2	540.10	223.30	6	37.22
1	63/SEP	5	6	608.45	5	18	1,054.00	445.55	12	37.13
1	57/AGO	4	12	158.00	4	18	380.00	222.00	6	37.00
1	41/SEP	22	7	638.50	23	7	1,522.00	883.50	24	36.81
1	49/SEP	11	7	269.80	11	13	490.00	220.20	6	36.70
1	72/SEP	21	10	487.03	21	18	779.75	292.72	8	36.59
1	68/AGO	8	12	693.50	8	18	913.00	219.50	6	36.58
1	66/AGO	11	3	722.00	11	22	1,414.29	692.29	19	36.44
1	43/AGO	8	12	263.10	8	18	478.40	215.30	6	35.88
1	68/JUL	8	6	268.36	8	19	734.70	466.34	13	35.87
1	43/SEP	26	12	754.20	27	6	1,396.90	642.70	18	35.71
1	67/AGO	16	17	671.80	17	11	1,310.50	638.70	18	35.48
1	45/JUL	28	3	487.00	28	16	947.90	460.90	13	35.45
1	42/AGO	16	15	489.00	17	21	1,547.00	1,058.00	30	35.27
1	54/AGO	13	17	520.60	14	2	835.20	314.60	9	34.96
1	59/AGO	7	17	341.65	7	24	584.30	242.65	7	34.66
1	58/AGO	20	7	434.80	21	1	1,045.20	610.40	18	33.91
1	58/SEP	28	18	376.20	28	24	578.20	202.00	6	33.67
1	69/JUL	16	8	350.00	17	19	1,508.00	1,158.00	35	33.09
1	46/AGO	27	15	189.15	27	22	420.25	231.20	7	33.03
1	49/JUL	29	4	1,588.75	29	12	1,682.50	263.75	8	32.97
1	72/AGO	3	10	233.33	3	17	464.00	230.67	7	32.95
1	52/JUL	24	19	364.00	25	2	593.20	229.20	7	32.74
1	45/JUL	17	14	490.00	18	1	849.00	359.00	11	32.64
1	59/AGO	29	18	1,151.70	29	24	1,345.50	193.80	6	32.30
1	68/JUL	30	10	836.00	31	6	1,478.25	642.25	20	32.11
1	47/SEP	17	13	350.30	17	21	605.40	254.60	8	31.82
1	55/JUL	31	7	370.60	31	16	653.26	282.66	5	31.41
1	44/SEP	8	22	310.80	9	21	1,024.75	713.95	23	31.04
1	59/AGO	14	4	733.47	14	14	1,045.30	310.33	10	31.03
1	54/AGO	28	13	558.80	29	23	867.40	308.60	10	30.86
1	63/JUL	6	6	69.75	7	12	920.13	910.55	30	30.35
1	66/AGO	30	4	901.88	30	11	1,113.96	212.08	7	30.30
1	66/AGO	17	5	1,637.43	17	16	2,220.00	332.57	11	30.23
1	45/AGO	15	18	407.50	16	8	828.30	420.80	14	30.06

media= 11.190
S= 9.046

REGISTRO HIPOMETRICO DE LA ESTACION HUITES TEMPORADA DE VERANO

TEMPORADA AÑO/MES	DIA INICIO	HORA INICIO	GASTO INICIAL (M ³ /S)	DIA TERMINO	HORA TERMINO	GASTO FINAL (M ³ /S)	INCREMENTO GASTO (M ³ /S)	INCREMENTO DURACION (HORAS)	INTENSIDAD INC.G/INC.T	
Rango de intermedidades 15-30										
1	50/JUL	19	8	967.60	19	19	1,295.80	328.20	11	29.84
1	70/SEF	15	10	285.00	16	4	818.00	533.00	18	29.61
1	66/JUN	28	3	18.64	28	21	549.11	530.47	18	29.47
1	65/AGO	20	12	591.87	20	19	796.20	204.33	7	29.19
1	41/OCT	10	13	153.60	11	3	556.20	402.60	14	28.76
1	65/MAY	15	3	127.00	15	17	385.00	258.00	9	28.67
1	65/AGO	30	18	175.76	31	4	459.64	283.88	10	28.39
1	54/AGO	11	22	357.67	12	5	555.20	197.53	7	28.22
1	35/AGO	14	17	493.32	15	1	718.80	225.48	8	28.18
1	49/AGO	26	6	258.70	26	15	510.00	251.30	9	27.92
1	55/AGO	30	8	686.28	30	17	934.95	248.67	9	27.63
1	43/AGO	14	6	673.60	14	21	1,085.00	411.40	15	27.43
1	71/OCT	10	12	221.60	11	24	1,206.00	984.40	36	27.34
1	64/AGO	23	20	517.00	24	4	732.00	215.00	8	26.88
1	43/AGO	18	5	287.30	18	12	473.20	187.70	7	26.81
1	43/AGO	31	14	285.25	31	23	525.25	239.95	9	26.66
1	69/SEP	5	18	157.50	6	7	504.00	346.50	13	26.65
1	52/JUL	22	5	576.20	22	17	895.00	318.80	12	26.57
1	54/AGO	30	21	489.27	31	8	780.00	290.73	11	26.43
1	49/AGO	22	6	477.60	22	16	741.80	264.20	10	26.42
1	72/SEP	21	24	694.06	22	17	1,142.00	447.94	17	26.35
1	42/SEP	3	5	466.40	4	3	1,039.80	573.40	22	26.06
1	43/AGO	27	6	484.80	27	20	848.70	363.90	14	25.99
1	68/SEP	13	18	188.25	15	2	1,019.60	831.35	32	25.98
1	71/JUL	16	21	219.50	17	4	400.00	180.50	7	25.79
1	71/AGO	9	12	203.60	10	5	641.60	438.00	17	25.76
1	64/AGO	14	10	465.20	14	19	695.20	230.00	9	25.56
1	48/AGO	7	20	187.20	9	3	366.00	178.80	7	25.54
1	72/AGO	5	18	393.80	6	22	1,109.00	715.20	28	25.54
1	45/JUL	23	18	117.60	24	6	420.20	302.60	12	25.22
1	71/JUN	28	16	190.30	29	4	490.40	300.10	12	25.01
1	59/AGO	25	6	522.40	25	16	769.87	247.47	10	24.75
1	69/JUL	8	17	249.60	9	12	716.00	466.40	19	24.55
1	48/JUL	21	6	133.19	21	15	353.38	220.19	9	24.47
1	73/AGO	12	17	730.60	13	3	971.50	240.90	10	24.09
1	47/AGO	28	15	604.31	29	3	1,127.33	523.02	22	23.77
1	71/AGO	12	8	343.20	13	14	1,056.00	712.80	30	23.76
1	70/SEP	27	18	199.90	23	20	813.60	613.70	26	23.61
1	46/AGO	29	10	387.20	30	19	1,164.80	777.60	33	23.56
1	66/AGO	6	10	666.00	6	18	853.68	187.68	8	23.46
1	61/NOV	1	12	316.50	2	10	831.60	515.10	22	23.41
1	64/AGO	20	11	495.30	21	6	934.80	439.50	19	23.13
1	56/AGO	15	21	258.00	15	6	466.00	208.00	9	23.11
1	65/AGO	22	13	180.32	23	15	663.12	482.80	21	22.99
1	61/SEPT	10	6	521.40	10	16	750.70	229.30	10	22.93
1	66/AGO	12	24	979.00	13	14	1,300.00	321.00	14	22.93
1	70/AGO	6	17	318.67	7	4	570.00	251.33	11	22.85
1	52/AGO	3	8	122.64	3	21	413.62	290.98	13	22.77
1	64/AGO	18	15	423.60	19	6	764.20	340.60	15	22.71

REGISTRO HIDROMETRICO DE LA ESTACION MUITES TEMPORADA DE VERANO

TEMPORADA	AÑO/MES	DIA INICIO	HORA INICIO	GASTO INICIAL (M ³ /S)	DIA TERMINO	HORA TERMINO	GASTO FINAL (M ³ /S)	INCREMENTO GASTO (M ³ /S)	INCREMENTO DURACION (HORAS)	INTENSIDAD INC. Q/INC. T
1	59/AGO	28	10	733.47	28	22	1,002.20	268.53	12	22.40
1	71/OCT	8	12	68.83	9	8	514.00	445.17	20	22.25
1	66/JUL	19	3	176.95	19	14	421.52	244.57	11	22.23
1	62/SEP	6	18	273.00	7	13	690.40	417.40	19	21.97
1	68/AGO	16	18	190.00	17	9	518.40	328.40	15	21.89
1	70/AGO	2	18	220.40	3	4	438.00	217.60	10	21.76
1	52/JUL	3	12	173.00	3	23	411.17	238.17	11	21.65
1	41/SEP	5	20	499.60	6	6	715.40	215.80	10	21.55
1	42/SEP	23	4	599.20	23	16	858.00	258.80	12	21.57
1	45/JUL	27	4	326.00	27	14	541.40	215.40	10	21.54
1	56/AGO	20	13	297.57	21	4	613.30	315.73	15	21.05
1	42/NOV	4	12	43.60	5	6	427.60	379.00	15	21.00
1	66/SEP	14	14	388.27	15	6	722.00	333.73	16	20.96
1	60/JUL	25	18	225.30	26	18	721.40	496.10	24	20.57
1	67/AGO	9	17	288.70	10	12	680.40	391.70	19	20.62
1	60/AGO	18	16	291.20	20	5	1,046.00	754.80	37	20.40
1	73/AGO	6	20	992.00	7	20	1,480.00	488.00	24	20.33
1	50/AGO	27	12	154.50	28	2	433.95	284.45	14	20.32
1	61/NOV	7	18	96.46	8	16	540.00	443.54	22	20.16
1	53/AGO	22	1	263.18	22	13	503.52	240.34	12	20.03
1	58/SEP	19	14	391.90	20	6	712.60	320.10	16	20.01
1	71/JUL	1	15	244.40	2	3	462.93	238.53	12	19.88
1	54/JUL	8	2	174.00	8	13	391.96	217.96	11	19.81
1	72/AGO	28	23	656.50	29	10	853.89	217.38	11	19.76
1	47/AGO	17	22	254.45	18	21	705.29	450.84	23	19.60
1	73/AGO	1	3	693.60	1	12	870.00	176.40	9	19.60
1	72/JUL	13	17	438.80	14	8	732.10	293.30	15	19.55
1	45/JUL	16	20	293.80	17	9	547.50	254.00	13	19.54
1	71/OCT	25	24	1,870.00	26	17	2,200.00	330.00	17	19.41
1	43/AGO	25	3	406.00	25	13	593.90	193.90	10	19.39
1	66/AGO	26	2	1,220.00	26	24	1,637.14	417.14	22	19.96
1	66/AGO	18	21	1,660.00	19	7	1,848.57	188.57	10	19.66
1	55/AGO	20	4	490.11	20	20	790.50	300.39	16	19.77
1	43/SEP	24	12	493.80	25	10	905.40	411.60	22	18.71
1	71/JUL	30	14	349.80	31	2	572.53	222.73	12	18.56
1	54/AGO	18	6	511.20	19	6	954.80	443.60	24	18.48
1	63/AGO	31	6	635.00	31	18	855.00	220.00	12	18.33
1	61/SEPT	14	12	239.20	15	16	756.70	511.50	26	18.27
1	67/JUL	22	8	646.00	23	14	1,192.75	546.75	30	18.23
1	58/OCT	3	18	305.35	4	24	645.60	340.25	30	18.11
1	47/SEP	12	18	283.65	13	7	516.22	232.57	13	17.89
1	43/AGO	22	8	376.00	23	2	697.00	321.00	18	17.83
1	64/JUL	31	22	895.60	1	22	1,319.13	423.53	24	17.65
1	73/JUL	30	24	500.00	31	17	800.00	300.00	17	17.65
1	43/SEP	4	8	443.40	5	17	1,018.80	575.40	33	17.44
1	62/SEP	9	18	213.65	11	9	892.80	679.15	39	17.41
1	53/AGO	23	19	365.45	25	1	885.00	519.55	30	17.32
1	70/JUL	25	8	142.00	26	8	556.75	414.75	24	17.26
1	49/AGO	19	5	589.60	19	19	826.40	236.80	14	16.91
1	72/SEP	14	20	763.27	15	13	1,049.83	286.56	17	16.86
1	63/AGO	13	18	631.00	14	11	917.25	286.25	17	16.84

REGISTRO HIDROMETRICO DE LA ESTACION HUITES TEMPORADA DE VERANO

TEMPORADA	AÑO/MES	DIA INICIO	HORA INICIO	GASTO INICIAL (M ³ /S)	DIA TERMINO	HORA TERMINO	GASTO FINAL (M ³ /S)	INCREMENTO GASTO (M ³ /S)	INCREMENTO DURACION (HORAS)	INTENSIDAD INC.º/INC. T
I	43/JUN	29	7	212.77	29	19	414.20	201.43	12	16.79
I	64/AGO	22	10	525.50	23	1	778.00	251.70	15	16.78
I	47/AGO	25	23	244.00	26	20	595.40	351.40	21	16.73
I	41/SEP	21	4	481.00	21	20	748.00	267.00	16	16.69
I	61/AGO	4	9	574.55	5	5	905.50	331.35	20	16.57
I	61/AGO	1	18	332.25	2	17	706.00	373.75	23	16.25
I	63/AGO	4	12	303.60	5	6	594.60	291.00	18	16.17
I	50/AGO	23	3	580.00	23	21	870.70	290.70	18	16.15
I	65/JUL	24	18	186.00	25	5	363.10	177.10	11	16.10
I	72/AGO	16	22	344.65	17	10	536.93	192.28	12	16.02
I	49/AGO	3	24	476.10	4	18	762.40	286.30	18	15.91
I	68/SEP	8	12	232.80	9	10	577.60	344.60	22	15.67
I	46/AGO	5	21	236.30	6	10	439.60	203.50	13	15.65
I	60/AGO	3	12	409.40	10	4	659.80	250.40	16	15.65
I	53/AGO	28	19	525.45	29	12	790.50	265.05	17	15.59
I	71/SEP	5	4	219.50	6	4	591.20	371.70	24	15.49
I	71/JUL	17	12	236.50	18	3	468.00	231.50	15	15.43
I	61/SEPT	8	6	571.00	8	19	771.20	200.20	13	15.40
I	49/SEP	23	14	742.92	24	3	942.40	199.48	13	15.34
I	45/JUL	12	1	128.50	13	3	522.20	393.70	26	15.14
I	67/AGO	4	18	501.60	5	14	803.20	301.60	20	15.08
I	64/SEP	8	22	532.50	9	22	893.00	360.50	24	15.02
I	72/JUL	12	12	133.76	13	10	464.00	330.24	22	15.01

media* 16.650
S 7.124

Rango de intensidades 0-15

I	72/JUL	23	20	444.50	24	14	714.40	269.90	18	14.99
I	71/JUL	18	11	266.00	19	7	565.07	299.07	20	14.95
I	68/JUL	14	12	614.40	15	16	1,030.80	416.40	23	14.87
I	70/SEP	16	13	747.20	17	4	970.00	222.80	15	14.85
I	50/SEP	19	12	206.00	20	4	438.95	232.95	16	14.56
I	43/SEP	21	12	62.50	23	13	772.20	709.70	49	14.48
I	53/AGO	27	1	345.35	27	15	550.80	205.15	14	14.37
I	43/JUL	3	16	137.17	4	8	363.20	226.03	16	14.13
I	63/JUL	23	17	235.00	25	13	305.00	620.00	44	14.09
I	72/AGO	23	17	177.00	24	15	484.31	307.31	22	13.97
I	63/AGO	23	12	360.40	29	18	775.40	415.00	30	13.97
I	73/AGO	29	21	177.30	31	19	817.67	640.37	46	13.92
I	49/SEP	18	20	194.85	19	20	527.75	332.30	24	13.87
I	50/OCT	3	14	215.60	4	15	561.75	345.95	25	13.84
I	53/AGO	23	24	469.20	24	13	648.50	179.30	13	13.73
I	67/AGO	2	19	266.00	3	15	554.50	288.50	21	13.75
I	54/AGO	12	9	514.33	12	21	692.66	178.53	13	13.73
I	65/SEP	14	16	222.80	15	7	400.32	177.52	13	13.66
I	68/AGO	28	13	441.50	29	16	809.00	367.20	27	13.60
I	61/AGO	29	15	156.00	30	22	513.30	362.30	27	13.42
I	69/AGO	3	14	633.50	10	12	937.60	304.10	22	13.37
I	42/AGO	12	18	249.20	13	20	594.20	345.00	26	13.27

REGISTRO HIETOMETRICO DE LA ESTACION HUITES TEMPORADA DE VERANO

TEMPORADA	ANO/MES	DIA INICIO	HORA INICIO	GASTO INICIAL (M ³ /S)	DIA TERMINO	HORA TERMINO	GASTO FINAL (M ³ /S)	INCREMENTO GASTO (M ³ /S)	INCREMENTO EFUSION (M ³ /S)	INTENSIDAD INC.O/INC.T
1	72/JUL	21	14	149.00	23	3	626.59	487.59	37	13.15
1	52/JUL	20	3	275.75	20	23	537.70	261.95	20	13.10
1	69/JUL	14	14	244.40	15	11	519.20	274.80	21	13.09
1	66/SEP	11	12	384.95	12	6	618.00	233.05	18	12.95
1	68/AGO	7	6	479.90	6	6	789.00	310.10	24	12.92
1	70/AGO	20	10	318.67	21	4	550.29	231.63	19	12.86
1	58/AGO	11	3	332.70	12	4	589.65	255.95	20	12.80
1	66/AGO	4	12	464.75	5	14	795.64	331.09	16	12.73
1	66/JUN	29	13	405.10	30	9	656.09	250.99	20	12.54
1	72/SEP	21	1	76.28	21	23	352.25	275.97	22	12.54
1	49/JUL	15	6	247.60	16	3	510.00	262.20	21	12.49
1	48/OCT	7	6	19.45	8	20	493.50	474.05	38	12.49
1	68/AGO	21	15	285.82	24	15	1,128.33	842.51	69	12.21
1	42/AGO	30	3	594.20	30	18	776.00	181.80	15	12.12
1	64/SEP	11	15	713.85	12	9	931.50	217.65	18	12.05
1	73/AGO	2	16	749.50	3	17	1,051.50	302.00	25	12.05
1	49/SEP	6	7	116.60	7	16	512.65	396.05	33	12.00
1	42/AGO	15	6	336.00	15	23	540.00	204.00	17	12.00
1	53/JUL	23	24	275.80	24	18	490.60	215.00	18	11.94
1	69/JUL	21	12	247.00	22	6	461.00	214.00	12	11.89
1	66/JUL	1	15	424.85	2	16	722.00	297.15	25	11.89
1	44/SEP	3	18	103.80	6	2	768.00	664.20	56	11.86
1	58/JUL	27	24	241.15	29	5	583.75	342.60	29	11.81
1	53/AGO	30	17	344.25	31	15	603.20	258.95	22	11.77
1	46/OCT	4	18	66.14	6	1	427.50	361.36	31	11.66
1	70/SEP	20	8	451.20	21	21	880.00	428.80	37	11.59
1	63/JUL	9	12	275.40	9	6	484.00	208.60	18	11.59
1	55/AGO	7	24	483.68	8	18	689.64	205.96	18	11.44
1	61/OCT	30	12	32.78	31	18	373.45	340.67	30	11.36
1	70/AGO	9	16	192.50	10	16	464.40	271.90	24	11.33
1	66/AGO	14	19	1,191.08	15	13	1,391.43	200.35	18	11.13
1	45/OCT	4	1	26.96	8	15	1,250.60	1,223.04	110	11.12
1	73/AGO	4	24	836.67	5	19	1,047.25	210.58	19	11.06
1	51/AGO	25	10	159.10	27	1	537.47	428.37	39	10.99
1	54/AGO	23	4	395.27	24	6	679.80	284.53	26	10.94
1	67/AGO	12	16	369.00	13	12	585.20	217.20	20	10.86
1	67/AGO	13	18	466.00	15	6	856.60	390.60	36	10.85
1	62/SEP	14	9	604.75	15	6	831.60	226.85	21	10.80
1	72/SEP	11	6	472.40	12	21	893.50	421.10	39	10.80
1	67/JUL	19	12	324.80	21	16	883.30	558.50	52	10.74
1	66/JUL	25	12	315.12	26	6	506.00	190.88	18	10.60
1	62/JUL	11	11	164.50	12	19	501.00	336.50	32	10.52
1	50/JUL	11	17	272.40	12	12	471.00	198.60	19	10.45
1	54/JUL	12	2	187.60	13	4	458.20	270.60	25	10.41
1	61/OCT	8	14	88.10	10	18	628.00	539.90	52	10.36
1	63/AGO	6	18	393.40	7	18	639.00	245.60	24	10.23
1	68/JUL	20	18	427.20	21	15	652.30	225.10	22	10.23
1	64/SEP	25	10	147.60	26	11	397.60	250.00	25	10.00
1	61/JUL	25	8	334.50	26	3	524.50	190.00	19	10.00
1	63/SEP	23	5	128.87	24	8	397.30	268.43	27	9.34
1	63/AGO	19	12	422.80	20	6	598.70	175.90	18	9.77

REGISTRO HIDROMETRICO DE LA ESTACION HUITES TEMPORADA DE VERANO

TEMPORADA AÑO/MES	DIA	HORA	GASTO INICIAL (M ³ /S)	DIA	HORA	GASTO FINAL (M ³ /S)	INCREMENTO GASTO (M ³ /S)	INCREMENTO DURACION (HORAS)	INTENSIDAD INC. G/INC. T
1	53/JUL	28	150.27	25	21	414.00	263.73	27	9.77
1	61/JUL	1	156.60	2	12	389.35	232.75	24	9.70
1	44/AGO	26	110.70	27	11	381.75	271.05	28	9.68
1	64/JUL	29	297.25	30	15	557.30	260.05	27	9.63
1	58/JUL	9	452.75	11	7	809.00	356.25	37	9.63
1	60/AGO	28	223.60	31	29	885.00	661.40	72	9.19
1	70/AGO	22	312.00	24	12	657.10	355.10	42	9.17
1	62/SEP	1	34.94	2	6	514.50	479.66	54	8.88
1	53/AGO	4	321.00	5	14	603.20	282.20	32	8.82
1	73/JUL	16	77.76	18	10	500.00	422.24	48	8.80
1	49/AGO	12	125.00	14	8	581.90	456.90	52	8.79
1	72/SEP	8	347.94	10	6	605.07	257.13	30	8.57
1	50/JUL	27	274.55	29	2	582.00	307.45	36	8.54
1	66/AGO	7	666.00	8	16	892.24	226.24	27	8.38
1	64/AGO	13	292.35	14	6	489.10	196.75	24	8.20
1	49/SEP	21	629.67	22	24	824.20	194.53	25	7.78
1	60/JUL	21	131.50	23	8	420.40	288.90	36	7.66
1	42/SEP	11	288.50	12	16	483.20	194.70	26	7.49
1	70/AGO	11	344.00	12	13	520.40	166.40	25	7.46
1	68/SEP	31	632.80	1	19	836.00	203.20	28	7.26
1	67/AGO	31	86.20	2	18	462.50	376.30	52	7.24
1	62/SEP	12	632.30	13	16	867.30	235.00	33	7.12
1	60/SEPT	5	202.80	8	18	709.10	506.30	72	7.03
1	62/AGO	4	169.00	5	17	370.65	201.65	29	6.95
1	61/AGO	13	248.20	20	16	441.30	193.10	28	6.90
1	43/JUL	14	236.50	15	20	414.20	177.70	26	6.83
1	64/JUL	23	196.60	24	12	400.72	204.12	30	6.74
1	52/JUL	14	491.20	15	10	661.20	180.00	27	6.67
1	62/JUL	13	122.00	20	6	395.00	273.00	42	6.57
1	61/SEPT	4	235.60	7	19	750.70	515.10	79	6.52
1	63/AGO	13	312.75	20	6	542.30	229.55	36	6.38
1	53/AGO	23	357.30	25	6	582.30	225.00	36	6.25
1	64/SEP	18	274.75	20	12	517.05	242.25	39	6.21
1	64/AGO	16	313.30	18	6	523.20	209.90	36	5.66
1	52/JUL	26	241.00	27	19	424.05	183.05	35	5.55
1	73/JUL	25	186.38	28	16	533.00	346.62	64	5.41
1	64/SEP	5	194.80	8	6	387.20	192.40	36	5.34
1	62/OCT	10	175.85	12	5	389.75	213.90	47	4.55

media= 30.865
 S= 15.411

TABLA III.4

**RESULTADOS DEL ANALISIS PROBABILISTICO DEL TIEMPO DE PERMANENCIA
DE LA RAMA DE ASCENSO DE LOS HIDROGRAMAS.**

RESUMEN DE RESULTADOS DEL ANALISIS PROBABILISTICO DE LA DURACION DE
LA RAMA DE ASCENSO DEL HIDROGRAMA DE UNA AVENIDA

RANGOS DE INTENSIDAD: (M ³ /S/H)	VALORES DE IDt EN HORAS PARA DIFERENTES VALORES DE PROBABILIDAD (P).									
	P=0.99	P=1/2	P=1/3	P=1/4	P=1/5	P=1/10	P=1/50	P=1/100	P=1/500	
200 <= q	16.90	31.70	36.40	39.10	40.90	45.80	54.40	57.40	63.50	
100 <= q < 200	19.00	32.10	36.40	38.80	40.40	44.80	52.50	55.20	60.60	
60 <= q < 100	6.10	16.80	22.00	25.30	27.70	34.90	50.10	56.20	68.70	
15 <= q < 60	12.80	25.30	30.60	33.90	36.30	43.10	57.00	62.40	74.20	
0 <= q < 15	14.00	24.70	29.70	32.50	35.30	130.06	201.47	229.60	292.49	
0 < q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

TABLA III.5

CURVA ELEVACIONES - GASTOS - VOLUMENES DE LA PRESA MIGUEL HIDALGO

CURVA ELEVACIONES - GASTOS - VOLUMENES

VEPTEDOR DE CRESTA CONTROLADA (COMPUERTAS)

CU = 0.813

ELEVACIONES (M)	GASTOS (M3/S)	VOLUMENES (MILL.M ³)	ELEVACIONES (M)	GASTOS (M3/S)	VOLUMENES (MILL.M ³)	ELEVACIONES (M)	GASTOS (M3/S)	VOLUMENES (MILL.M ³)
125.50	1,122.96	1,465.95	156.90	3,724.43	1,915.06	125.30	5,146.04	2,444.05
126.00	1,230.14	1,472.23	161.00	3,738.14	1,925.19	126.00	5,176.49	2,455.42
126.10	1,328.70	1,450.51	161.10	3,751.54	1,935.05	126.10	5,194.32	2,465.78
126.20	1,420.44	1,458.82	161.20	3,824.66	1,944.94	126.20	5,219.04	2,475.13
126.30	1,506.61	1,497.17	161.30	3,857.45	1,954.86	126.30	5,245.15	2,484.82
126.40	1,588.10	1,505.54	161.40	3,890.04	1,964.81	126.40	5,267.14	2,501.08
126.50	1,665.62	1,513.95	161.50	3,922.32	1,974.75	126.50	5,291.05	2,512.58
126.60	1,739.69	1,522.39	161.60	3,954.34	1,984.80	126.60	5,314.81	2,524.01
126.70	1,810.72	1,530.66	161.70	3,986.11	1,994.84	126.70	5,336.43	2,535.42
126.80	1,879.07	1,539.36	161.80	4,017.62	2,004.92	126.80	5,357.05	2,547.13
126.90	1,945.02	1,547.89	161.90	4,048.88	2,015.02	126.90	5,365.52	2,558.75
127.00	2,008.81	1,556.46	162.00	4,079.91	2,025.15	127.00	5,408.88	2,570.43
127.10	2,070.63	1,565.06	162.10	4,110.70	2,035.32	127.10	5,432.15	2,582.08
127.20	2,130.66	1,573.67	162.20	4,141.27	2,045.51	127.20	5,455.31	2,593.77
127.30	2,189.05	1,582.35	162.30	4,171.61	2,055.74	127.30	5,478.35	2,605.45
127.40	2,245.92	1,591.04	162.40	4,201.73	2,065.99	127.40	5,501.15	2,617.24
127.50	2,301.38	1,599.77	162.50	4,231.63	2,076.25	127.50	5,524.22	2,628.92
127.60	2,355.54	1,608.53	162.60	4,261.33	2,086.59	127.60	5,547.03	2,640.32
127.70	2,405.45	1,617.32	162.70	4,290.82	2,096.94	127.70	5,569.55	2,652.66
127.80	2,460.26	1,626.14	162.80	4,320.11	2,107.32	127.80	5,592.29	2,664.52
127.90	2,511.01	1,634.99	162.90	4,349.20	2,117.73	127.90	5,614.75	2,676.41
128.00	2,560.74	1,643.88	163.00	4,378.10	2,128.17	128.00	5,637.21	2,688.34
128.10	2,609.52	1,652.79	163.10	4,406.81	2,138.63	128.10	5,659.55	2,700.23
128.20	2,657.40	1,661.74	163.20	4,435.33	2,149.13	128.20	5,681.77	2,712.27
128.30	2,704.44	1,670.72	163.30	4,463.67	2,159.66	128.30	5,703.82	2,724.28
128.40	2,750.67	1,679.74	163.40	4,491.83	2,170.22	128.40	5,725.99	2,736.31
128.50	2,796.14	1,688.78	163.50	4,519.82	2,180.81	128.50	5,747.97	2,748.35
128.60	2,840.88	1,697.86	163.60	4,547.63	2,191.44	128.60	5,769.66	2,760.48
128.70	2,884.93	1,706.97	163.70	4,575.25	2,202.09	128.70	5,791.63	2,772.61
128.80	2,928.32	1,716.11	163.80	4,602.76	2,212.77	128.80	5,813.41	2,784.76
128.90	2,971.07	1,725.26	163.90	4,630.08	2,223.48	128.90	5,835.06	2,796.95
129.00	3,013.21	1,734.48	164.00	4,657.23	2,234.23	129.00	5,856.63	2,809.16
129.10	3,054.75	1,743.72	164.10	4,684.23	2,245.00	129.10	5,878.15	2,821.40
129.20	3,095.78	1,752.99	164.20	4,711.07	2,255.80	129.20	5,899.54	2,833.67
129.30	3,136.25	1,762.24	164.30	4,737.77	2,266.64	129.30	5,920.88	2,845.97
129.40	3,176.21	1,771.52	164.40	4,764.31	2,277.50	129.40	5,942.14	2,858.69
129.50	3,215.66	1,780.83	164.50	4,790.70	2,288.49	129.50	5,963.32	2,870.68
129.60	3,254.64	1,790.38	164.60	4,816.95	2,299.35	129.60	5,984.43	2,883.03
129.70	3,293.16	1,799.80	164.70	4,843.05	2,310.28	129.70	6,005.47	2,895.47
129.80	3,331.23	1,809.26	164.80	4,869.03	2,321.27	129.80	6,026.43	2,907.51
129.90	3,368.87	1,818.75	164.90	4,894.86	2,332.24	129.90	6,047.32	2,920.39
130.00	3,406.10	1,828.23	165.00	4,920.56	2,343.34	140.00	6,068.13	2,932.89
130.10	3,442.93	1,837.87	165.10	4,946.12	2,354.41	140.10	6,088.88	2,945.45
130.20	3,479.36	1,847.42	165.20	4,971.55	2,365.52	140.20	6,109.55	2,957.97
130.30	3,515.42	1,857.05	165.30	4,996.85	2,376.66	140.30	6,130.16	2,970.57
130.40	3,551.11	1,866.68	165.40	5,022.02	2,387.82	140.40	6,150.70	2,993.18
130.50	3,586.44	1,876.39	165.50	5,047.07	2,399.02	140.50	6,171.16	2,995.83
130.60	3,621.43	1,886.06	165.60	5,071.99	2,410.24	140.60	6,191.56	3,008.49
130.70	3,656.09	1,895.80	165.70	5,096.76	2,421.49	140.70	6,211.90	3,021.19
130.80	3,690.42	1,905.56	165.80	5,121.48	2,432.77	140.80	6,232.17	3,033.91

CURVA ELEVACIONES - GASTOS - VOLUMENES

VERTEDERO DE CRESTA CONTROLADA (CONFIERTAS)

C_s = 0.913

ELEVACIONES (M)	GASTOS (M ³ /S)	VOLUMENES (MILL. M ³)	ELEVACIONES (M)	GASTOS (M ³ /S)	VOLUMENES (MILL. M ³)	ELEVACIONES (M)	GASTOS (M ³ /S)	VOLUMENES (MILL. M ³)
140.90	6,252.37	5,046.66	145.90	7,190.44	3,716.76	150.90	7,550.00	4,466.67
141.00	6,272.50	3,039.43	146.00	7,207.96	3,722.95	151.00	7,550.00	4,484.50
141.10	6,292.66	3,072.24	146.10	7,225.43	3,747.17	151.10	7,550.00	4,500.56
141.20	6,312.58	3,085.06	146.20	7,242.86	3,771.42	151.20	7,550.00	4,516.26
141.30	6,332.53	5,097.92	146.30	7,260.25	3,775.70	151.30	7,550.00	4,532.15
141.40	6,352.41	3,110.80	146.40	7,277.60	3,790.02	151.40	7,550.00	4,548.14
141.50	6,372.22	3,123.71	146.50	7,294.91	3,804.37			
141.60	6,391.99	3,136.65	146.60	7,312.17	3,818.76			
141.70	6,411.69	3,149.62	146.70	7,329.40	3,833.17			
141.80	6,431.33	3,162.51	146.80	7,346.59	3,847.63			
141.90	6,450.90	3,175.63	146.90	7,363.73	3,862.11			
142.00	6,470.42	3,188.67	147.00	7,380.84	3,876.63			
142.10	6,489.88	3,201.74	147.10	7,397.90	3,891.15			
142.20	6,509.28	3,214.84	147.20	7,414.93	3,905.76			
142.30	6,528.63	3,227.97	147.30	7,431.91	3,920.38			
142.40	6,547.92	3,241.12	147.40	7,448.86	3,935.03			
142.50	6,567.15	3,254.30	147.50	7,465.77	3,949.71			
142.60	6,586.32	3,267.51	147.60	7,482.64	3,964.43			
142.70	6,605.44	3,280.75	147.70	7,499.48	3,979.18			
142.80	6,624.50	3,294.01	147.80	7,516.27	3,993.97			
142.90	6,643.51	3,307.30	147.90	7,533.03	4,008.79			
143.00	6,662.47	3,320.61	148.00	7,549.75	4,023.63			
143.10	6,681.37	3,333.96	148.10	7,566.44	4,038.52			
143.20	6,700.21	3,347.32	148.20	7,583.09	4,053.43			
143.30	6,719.01	3,360.72	148.30	7,599.69	4,068.38			
143.40	6,737.75	3,374.14	148.40	7,616.25	4,083.27			
143.50	6,756.44	3,387.60	148.50	7,632.76	4,098.25			
143.60	6,775.08	3,401.07	148.60	7,649.23	4,113.43			
143.70	6,793.67	3,414.58	148.70	7,665.66	4,128.51			
143.80	6,812.20	3,428.11	148.80	7,682.05	4,143.63			
143.90	6,830.69	3,441.67	148.90	7,698.40	4,148.75			
144.00	6,849.13	3,455.25	149.00	7,714.71	4,173.96			
144.10	6,867.51	3,468.87	149.10	7,731.00	4,189.16			
144.20	6,885.85	3,482.51	149.20	7,747.25	4,204.43			
144.30	6,904.14	3,496.17	149.30	7,763.46	4,219.71			
144.40	6,922.38	3,509.87	149.40	7,779.63	4,235.03			
144.50	6,940.57	3,523.59	149.50	7,795.76	4,250.37			
144.60	6,958.72	3,537.33	149.60	7,811.85	4,265.76			
144.70	6,976.82	3,551.11	149.70	7,827.90	4,281.17			
144.80	6,994.87	3,564.91	149.80	7,843.91	4,296.62			
144.90	7,012.87	3,578.74	149.90	7,859.88	4,312.10			
145.00	7,030.83	3,592.59	150.00	7,875.81	4,327.62			
145.10	7,048.74	3,606.48	150.10	7,891.70	4,343.17			
145.20	7,066.61	3,620.40	150.20	7,907.55	4,358.74			
145.30	7,084.43	3,634.35	150.30	7,923.36	4,374.36			
145.40	7,102.21	3,648.34	150.40	7,939.13	4,390.00			
145.50	7,119.95	3,662.36	150.50	7,954.86	4,405.67			
145.60	7,137.63	3,676.41	150.60	7,970.55	4,421.37			
145.70	7,155.28	3,690.49	150.70	7,986.20	4,437.11			
145.80	7,172.88	3,704.61	150.80	7,999.99	4,452.88			

=====

CURVA ELEVACIONES - GASTOS - VOLUMENES

=====

VERTEDOR DE CRESTA LIBRE (SIN COMPUERTAS)

Cd= 2.103

=====

ELEVACIONES (M)	GASTOS (M ³ /S)	VOLUMENES (MILL. M ³ /S)	ELEVACIONES (M)	GASTOS (M ³ /S)	VOLUMENES (MILL. M ³ /S)
142.80	23.07	3,294.01	147.80	8,401.34	3,993.97
142.90	65.24	3,307.30	147.90	8,649.65	4,006.78
143.00	119.86	3,320.61	148.00	8,900.35	4,023.63
143.10	184.54	3,333.96	148.10	8,900.00	4,038.52
143.20	257.90	3,347.32	148.20	8,900.00	4,053.43
143.30	339.02	3,360.72	148.30	8,900.00	4,068.38
143.40	427.21	3,374.14	148.40	8,900.00	4,083.37
143.50	521.95	3,387.60	148.50	8,900.00	4,098.38
143.60	622.81	3,401.07	148.60	8,900.00	4,113.43
143.70	729.45	3,414.58	148.70	8,900.00	4,128.51
143.80	841.56	3,428.11	148.80	8,900.00	4,143.63
143.90	958.88	3,441.67	148.90	8,900.00	4,148.78
144.00	1,081.21	3,455.25	149.00	8,900.00	4,173.96
144.10	1,208.33	3,468.87	149.10	8,900.00	4,189.18
144.20	1,340.08	3,482.51	149.20	8,900.00	4,204.43
144.30	1,476.30	3,496.17	149.30	8,900.00	4,219.71
144.40	1,616.84	3,509.87	149.40	8,900.00	4,235.03
144.50	1,761.58	3,523.59	149.50	8,900.00	4,250.37
144.60	1,910.40	3,537.33	149.60	8,900.00	4,265.76
144.70	2,063.19	3,551.11	149.70	8,900.00	4,281.17
144.80	2,219.84	3,564.91	149.80	8,900.00	4,296.62
144.90	2,380.28	3,578.74	149.90	8,900.00	4,312.10
145.00	2,544.40	3,592.59	150.00	8,900.00	4,327.62
145.10	2,712.13	3,606.48	150.10	8,900.00	4,343.17
145.20	2,883.59	3,620.40	150.20	8,900.00	4,358.74
145.30	3,058.11	3,634.35	150.30	8,900.00	4,374.36
145.40	3,236.23	3,648.34	150.40	8,900.00	4,390.00
145.50	3,417.67	3,662.36	150.50	8,900.00	4,405.67
145.60	3,602.55	3,676.41	150.60	8,900.00	4,421.37
145.70	3,790.32	3,690.49	150.70	8,900.00	4,437.11
145.80	3,981.40	3,704.61	150.80	8,900.00	4,452.89
145.90	4,175.60	3,718.76	150.90	8,900.00	4,468.67
146.00	4,373.65	3,732.95	151.00	8,900.00	4,484.50
146.10	4,573.11	3,747.17	151.10	8,900.00	4,500.36
146.20	4,776.34	3,761.42	151.20	8,900.00	4,516.26
146.30	4,982.50	3,775.70	151.30	8,900.00	4,532.18
146.40	5,191.54	3,790.02	151.40	8,900.00	4,548.14
146.50	5,403.42	3,804.37			
146.60	5,618.11	3,818.76			
146.70	5,835.57	3,833.17			
146.80	6,055.77	3,847.63			
146.90	6,278.67	3,862.11			
147.00	6,504.23	3,876.63			
147.10	6,732.44	3,891.18			
147.20	6,963.25	3,905.76			
147.30	7,196.65	3,920.38			
147.40	7,432.59	3,935.05			
147.50	7,671.06	3,949.71			
147.60	7,912.62	3,964.43			
147.70	8,155.46	3,979.18			

=====

IV. PLANTEAMIENTO Y DESARROLLO DEL METODO PROPUESTO

IV.1. Planteamiento del método.

Como se mencionó en el capítulo II, obtener un método sistemático lo más seguro, práctico y sencillo posible, constituiría la mejor solución al problema propuesto.

En particular, interesa calcular el volumen máximo almacenado (V_{\max}) en el vaso durante el tránsito de las avenidas, en función del volumen almacenado (V_1) en un tiempo inicial, el gasto de entrada al inicio de la avenida (Q_1), la intensidad de la crecida (q), el tiempo que se mantendrá dicha intensidad ($K \Delta t$) y el gasto de salida a través del vertedor al operar las compuertas (Q_2).

El volumen máximo almacenado durante una avenida se puede calcular con la ecuación:

$$V_{\max} = V_1 + V_1 + V_2 - V_3$$

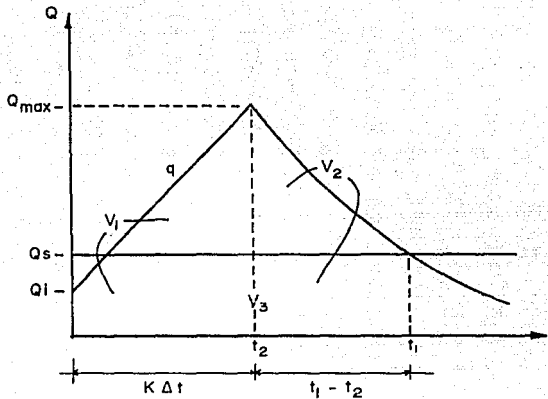


Fig. IV.1. Hidrograma representativo de una avenida

en donde:

- Q_i gasto inicial de la avenida
 Q_{max} gasto máximo alcanzado por la avenida ($Q_{max} = Q_i + q \cdot k \Delta_t$)
 q intensidad de la rama de ascenso
 $k \Delta_t$ tiempo en que se alcanza Q_{max} , en horas
 Q_s gasto de salida obtenido al abrir las compuertas del vertedor
 ΔV volumen almacenado en el vaso durante la avenida
 $(\Delta V = V_1 + V_2 - V_3)$
 V_{max} volumen máximo, ($V_{max} = V_1 + \Delta V$)
 V_1 volumen almacenado al inicio de la avenida
 V_1 volumen que ingresa durante el ascenso de la avenida
 $(V_1 = 1800 \cdot k \Delta_t \cdot (Q_i + Q_{max}))$
 V_2 volumen que ingresa durante el descenso de la avenida
 $(V_2 = 1800 \cdot (2 \cdot (2 \Sigma Q_n) - Q_{max} - Q_s))$

V_3 volumen extraído del vaso al abrir las compuertas durante un tiempo determinado ($V_3 = 1800 \cdot 2 \cdot Q_m \cdot (k \Delta t + t_1 - t_2)$)
 t_1, t_2 es el tiempo en horas en que la curva típica de descenso intersecta al valor del gasto de salida propuesto y el punto del hidrograma en que se alcanza el Q_{max} , respectivamente
 ΣQ_n suma de los gastos considerados cada hora durante el descenso de la avenida. (Fig. IV.2).

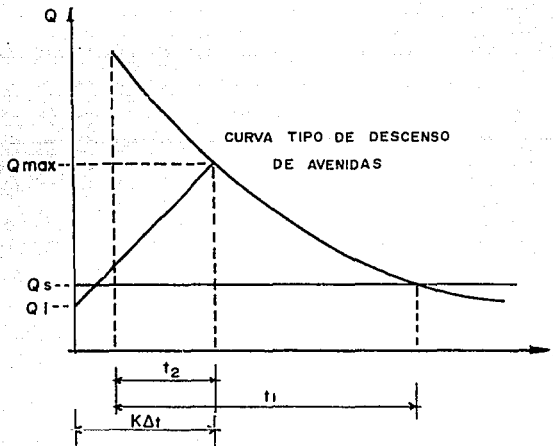


Fig. IV.2. Hidrograma con curva tipo de descenso de avenidas

La curva tipo de descenso de avenidas representa, la forma característica que adquiere la avenida una vez que ha alcanzado el gasto máximo y la intensidad comienza a disminuir (q empieza a ser negativa). Esta curva se obtuvo a partir del análisis de varias avenidas que presentaron las siguientes características: gastos máximos mayores que

3000 m³/s y una curva de descenso sin interrupciones hasta llegar a un gasto de 1/10 del Q_{max} aproximadamente.

Los descensos correspondientes a estas avenidas se dibujaron en un esquema t, Q para encontrar una curva patrón representativa de todas ellas.

El resultado obtenido es la curva que se muestra en la Fig IV.3 la cual fue utilizada como "tipo" durante el estudio y comprobada satisfactoriamente con avenidas reales.

IV.2. Desarrollo del método.

Debido a las características del método buscado, se decidió, en primera instancia, buscar una ecuación en la cual únicamente se tuvieran que sustituir los valores de las variables V_i, Q_i, q, KΔt para conocer la extracción necesaria y por lo tanto la apertura de las compuertas del vertedor.

De acuerdo con los esquemas anteriores (Figs. IV.1 y IV.2), ΔV podría expresarse de la manera siguiente:

$$\Delta V = a \cdot (q^{b_1}) \cdot (Q_i^{b_2}) \cdot (K \Delta t^{b_3}) \cdot (Q_s^{b_4}) \quad (7)$$

$$\Delta V = V_{\max} - V_i$$

donde:

q, Q_i, K Δt, V_i son conocidos (del estudio hidrológico),

Q_s es la variable de decisión, y

V_{max} es el volumen máximo que se desea tener en la presa, (por ejemplo el correspondiente al NAME).

Si se despeja Q_s se obtiene la ecuación:

$$Q_s = \left[\Delta V / (a \cdot (q^{b_1}) \cdot (Q_i^{b_2}) \cdot (K \Delta t^{b_3})) \right]^{(1/b_4)} \quad (8)$$

en la cual se necesita determinar los valores de a, b₁, b₂, b₃ y b₄ para obtener la ecuación buscada.

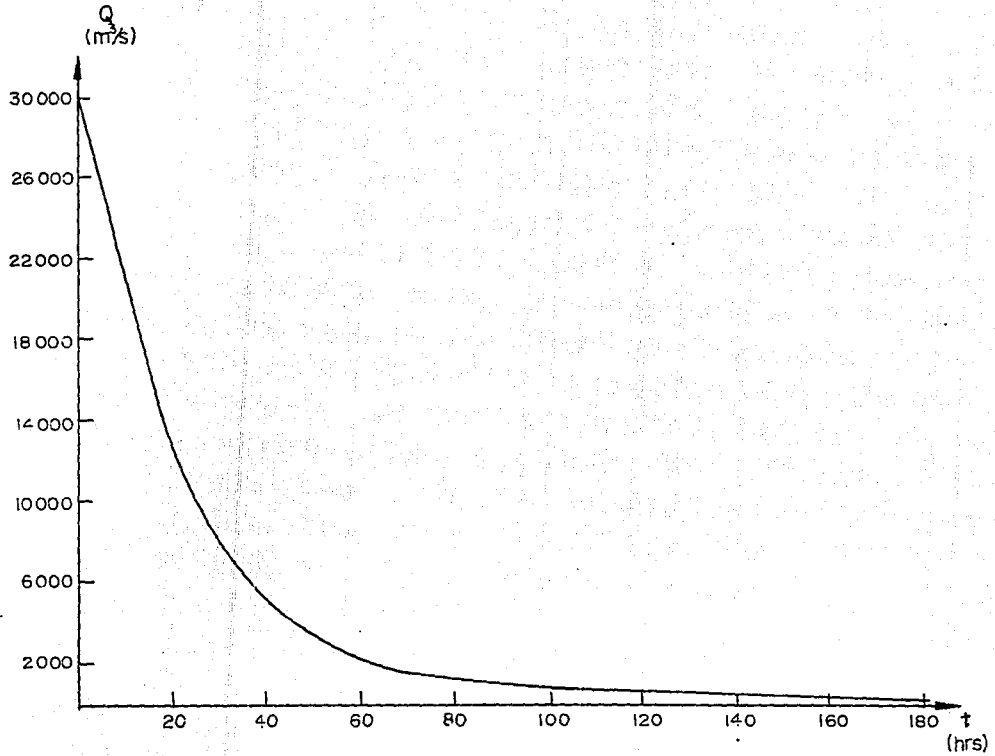


Fig. IV.3 Curva tipo de descenso de avenidas.

Considerando que:

$$F = \Delta V = a \cdot (q^{b_1}) \cdot (Q_1^{b_2}) \cdot (K \Delta_t^{b_3}) \cdot (Q_g^{b_4})$$

y aplicando logaritmos a ambos miembros:

$$Y = \ln(F) = \ln(a) + b_1 \cdot \ln(q) + b_2 \cdot \ln(Q_1) + b_3 \cdot \ln(K \Delta_t) + b_4 \cdot \ln(Q_g) \quad (9)$$

se obtiene una ecuación lineal en la que falta determinar los valores de las constantes a, b₁, b₂, b₃ y b₄.

Para obtener los valores de dichas constantes se recurrió al método de correlación lineal múltiple (Ref.IV.1), el cual se explica brevemente a continuación.

Si en la ecuación (9) se hace un cambio de variables:

$$\begin{aligned} \ln(a) &= b_0 \\ \ln(q) &= x_1 \\ \ln(Q_1) &= x_2 \\ \ln(K \Delta_t) &= x_3 \\ \ln(Q_g) &= x_4 \end{aligned}$$

quedaría expresada de la manera siguiente:

$$Y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_4 x_4 \quad (10)$$

Sin embargo, al calcular el valor de Y con dicha ecuación, se obtiene un error E debido a los valores que toman las constantes b₀, b₁, b₂, b₃ y b₄ por lo cual se añade este error en la ecuación (10):

$$Y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_4 x_4 + E \quad (11)$$

siendo:

$$E = Y_{\text{calculado}} - Y_{\text{medido}}$$

y:

$Y_{\text{calculado}}$ = datos estimados (ecuación)

Y_{medido} = datos medidos (obtenidos del tránsito de avenidas)

Si $Y_{\text{calculado}}$ se obtiene como:

$$Y_c = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4$$

y Y_{medido} en cada caso se designa con Y_1 , se tiene:

$$E_1 = b_0 + b_1x_{1_1} + b_2x_{2_1} + b_3x_{3_1} + b_4x_{4_1} - Y_1 \quad (12)$$

Al hacer la suma de los errores al cuadrado:

$$Z = \Sigma(E_1^2) = \Sigma(b_0 + b_1x_{1_1} + b_2x_{2_1} + b_3x_{3_1} + b_4x_{4_1} - Y_1)^2 \quad (13)$$

para minimizar el error cuadrático Z, se calculan sus derivadas parciales respecto a cada uno de los coeficientes y se igualan a cero, de lo que resulta el sistema de ecuaciones:

$$\begin{bmatrix} n & \Sigma x_{1_1} & \Sigma x_{2_1} & \Sigma x_{3_1} & \Sigma x_{4_1} \\ \Sigma x_{1_1} & \Sigma x_{1_1}^2 & \Sigma x_{1_1} x_{2_1} & \Sigma x_{1_1} x_{3_1} & \Sigma x_{1_1} x_{4_1} \\ \Sigma x_{2_1} & \Sigma x_{1_1} x_{2_1} & \Sigma x_{2_1}^2 & \Sigma x_{2_1} x_{3_1} & \Sigma x_{2_1} x_{4_1} \\ \Sigma x_{3_1} & \Sigma x_{1_1} x_{3_1} & \Sigma x_{2_1} x_{3_1} & \Sigma x_{3_1}^2 & \Sigma x_{3_1} x_{4_1} \\ \Sigma x_{4_1} & \Sigma x_{1_1} x_{4_1} & \Sigma x_{2_1} x_{4_1} & \Sigma x_{3_1} x_{4_1} & \Sigma x_{4_1}^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_0 \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Sigma Y_1 \\ \Sigma Y_1 x_{1_1} \\ \Sigma Y_1 x_{2_1} \\ \Sigma Y_1 x_{3_1} \\ \Sigma Y_1 x_{4_1} \end{bmatrix} \quad (14)$$

Al resolver el sistema de ecuaciones se obtienen los valores de las constantes b_0 , b_1 , b_2 , b_3 y b_4 que sustituidas en la ecuación (8) conducen a la expresión:

$$Q_g = \left[\Delta V / \left\{ (e^{b_0}) \cdot (q^{b_1}) \cdot (Q_1^{b_2}) \cdot (K \Delta_t^{b_3}) \cdot (Q_n^{b_4}) \right\} \right]^{(1/b_4)} \quad (15)$$

la cual, permite obtener directamente el gasto de salida necesario para no sobrepasar el volumen máximo establecido, a partir de ciertos datos.

Para realizar los tránsitos de avenidas necesarios y utilizar el método de correlación lineal múltiple se estudió la información hidrológica obtenida y se decidió establecer rangos para cada una de las variables utilizadas.

Estos rangos fueron propuestos procurando abarcar en cada uno de ellos, un número similar de avenidas o que fueran representativos de un grupo de ellas.

Los rangos considerados fueron los siguientes:

a) Intensidad	(q)	[60, 120, 180, 240, 300]	(m ³ /s/hr)
b) Gasto inicial	(Q _i)	[100, 200, 300, 400, 500]	(m ³ /s)
c) Duración de ascenso de la avenida	(K Δ _t)	[1, 10, 20, 40, 80]	(hr)
d) Gasto de salida	(Q _a)	[300, 500, 1000, 1500, 2000]	(m ³ /s)

En el caso del gasto de salida (Q_a) se propusieron esos valores debido a las características de la presa y a la información obtenida de la operación de vertedores similares.

Estos valores se combinaron para tener N eventos y por lo tanto N tránsitos de avenidas con distintas condiciones hidrológicas y de operación.

Como se tienen 4 grupos con 5 variables cada uno, se obtiene:

$$N = 5^4 = 625 \text{ combinaciones posibles}$$

Al simular el tránsito de los 625 avenidas se obtuvieron 468 casos en los que el incremento de volumen ΔV resultó positivo y únicamente se tomaron estos valores para realizar la correlación.

A los valores ΔV obtenidos mediante los tránsitos se les llamó ΔV medidos.

Al operar los programas que resuelven el sistema de ecuaciones (14)¹ se obtienen los siguientes resultados:

$$\begin{aligned} b(0) &= 12.10466 \\ b(1) &= 1.231807 \\ b(2) &= 0.2070618 \\ b(3) &= 1.632463 \\ b(4) &= -0.7830041 \end{aligned}$$

donde:

$$e^{12.10466} = 180712.02$$

por lo que, considerando las ecuaciones (7) y (8) se obtiene la ecuación:

$$F = \Delta V = \frac{180712.02 \cdot (q^{1.231807}) \cdot (Q_1^{0.2070618}) \cdot (K \Delta_t^{1.632463})}{(Q_0^{0.7830041})} \quad (16)$$

con la cual, al sustituir los rangos establecidos, realizar las combinaciones mencionadas y comparar los resultados con los obtenidos del tránsito de avenidas se obtiene el error E

$$E = \Delta V_{\text{medido}} - \Delta V_{\text{calculado}}$$

En donde $\Delta V_{\text{calculado}}$ es el valor obtenido con la ecuación (16).

En este caso se presentaron numerosos errores, muchos de ellos mayores al 100%, los cuales, en su mayoría, coincidían con los casos en que el gasto máximo de la avenida era menor que dos veces el gasto de salida propuesto,

$$Q_{\text{max}} < 2Q_0$$

Por ello, se decidió, analizar la correlación en dos grupos:

- a) Casos que cumplen con $Q_{\text{max}} \geq 2Q_0$
- b) Casos en los que $Q_{\text{max}} < 2Q_0$

¹ Paquetes para resolver sistemas de ecuaciones simultáneas por el método de Gauss-Seidel.

Para el caso a) se obtuvo la ecuación (17):

$$\Delta V = 138857.01 \cdot (q^{1.147826}) \cdot (Q_1^{0.1400953}) \cdot (K \Delta_t^{1.477546}) / (Q_s^{0.5230582}) \quad (17)$$

Para el caso b) se obtuvo la ecuación (18):

$$\Delta V = 11622227.6 \cdot (q^{1.153615}) \cdot (Q_1^{0.8841051}) \cdot (K \Delta_t^{1.713178}) / (Q_s^{2.06224}) \quad (18)$$

Los errores obtenidos mediante ambas ecuaciones fueron aún considerables (en muchos casos mayores al 100%), aunque los resultados del caso a) fueron mejores, en general, que los obtenidos con la ecuación (16).

De esta manera, siendo los errores obtenidos mayores a los esperados, se buscó otra forma de proceder, considerando que una parte de la ecuación (7) podría obtenerse directamente empleando operaciones algebraicas y solo dejar como incógnita a V_2 , (función de Q_{max} y Q_s), lo cual implicaría, al aplicar la correlación lineal múltiple, tener 2 variables en lugar de 4 y una posible mejoría en los resultados.

El procedimiento empleado en esta nueva alternativa se basa en la figura IV.4 y se describe a continuación:

De acuerdo con la figura:

$$Q_{max} = Q_1 + q \cdot K \Delta_t$$

$$V_1 = 1800 \cdot (Q_1 + Q_{max}) \cdot K \Delta_t \quad (\text{volumen que ingresa durante el ascenso})$$

$$V_2 = 3600 \cdot Q \cdot K \Delta_t \quad (\text{volumen que sale durante el ascenso})$$

$$V_2 = f(Q_{max}, Q_s) \quad (\text{volumen acumulado durante el descenso})$$

$$\Delta V = V_1 + V_2 - V_s \quad (\text{incremento de volumen en el vaso})$$

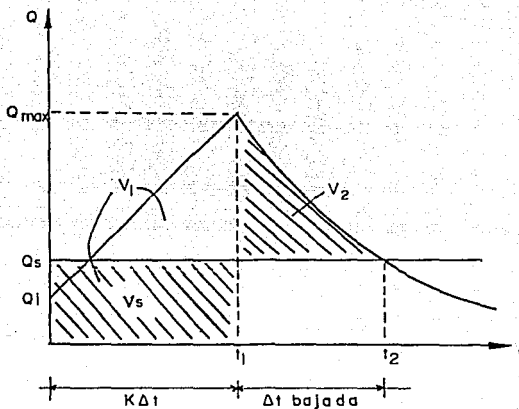


Fig. IV.4

Para el cálculo de V_2 "real" se aplica la ecuación siguiente:

$$V_{2r} = 1800 \cdot (2 \sum Q_n - Q_{\max}) - [3600 \cdot Q_n \cdot (t_2 - t_1)] \quad (19)$$

Aplicando las 488 combinaciones -obtenidas de la misma manera que en el caso anterior- a la ecuación (19), se obtiene la siguiente ecuación:

$$V_2 = 574.5 \cdot Q_{\max}^{1.488028} / Q_n^{0.001353} \quad (20)$$

con la cual se obtuvieron nuevamente errores bastante considerables aunque menores que en la primera correlación.

Por la cantidad y magnitud de los errores (61 casos mayores del 100%) se analizó el fenómeno y se concluyó, de igual manera que en la anterior correlación, que los errores grandes corresponden a los casos en que $Q_{\max} < 2Q_n$; nuevamente se decidió separar los datos en 2 grupos:

a) $Q_{\max} \geq 2Q_s$ (410 casos)

b) $Q_{\max} < 2Q_s$ (78 casos)

Para el caso a) se obtuvo la ecuación:

$$V_2 = 20424.266 \cdot Q_{\max}^{1.104406} / Q_s^{0.0007335} \quad (21)$$

para la que únicamente 32 de los 410 casos presentan errores comprendidos entre 100 y 200% y ninguno mayor a 200%.

Para el caso b) se obtuvo la ecuación:

$$V_2 = 57991.4 \cdot Q_{\max}^{0.6717527} / Q_s^{0.0006872} \quad (22)$$

presentándose 21 de 78 casos de errores mayores del 100% y 4 de esos 21 casos mayores al 1000%.

Con los resultados anteriores, se puede concluir que solo representa seguridad, y no mucha, utilizar el método de correlación lineal múltiple con la ecuación (21), que sustituida en la expresión:

$$\Delta V = V_i + V_1 + V_2 - V_s$$

y considerando las ecuaciones que definen a V_1 y V_s quedaría de la siguiente manera:

$$\Delta V = [V_i + 18000 \cdot K \Lambda_t \cdot (Q_i + Q_{\max}) - 3600 \cdot K \Lambda_t \cdot Q_s + 20424.266 \cdot (Q_{\max}^{1.104406})] / (Q_s^{0.0007335}) \quad (23)$$

Al despejar Q_s se obtiene el gasto de salida requerido para llegar a las condiciones deseadas.

Hay que recordar que la ecuación (23) únicamente podría utilizarse para los casos en que $Q_{\max} \geq 2 Q_s$.

La ecuación obtenida cumple, aunque en forma aproximada, con el propósito planteado en un principio (es decir, obtener el gasto de salida Q_0 en forma explícita) sin embargo, debido a la importancia que tiene la toma de decisiones en la operación de vertedores durante avenidas grandes, se consideró necesario buscar un método que aportara más confianza; por ello, en lugar de buscar una ecuación explícita que modelara al fenómeno se decidió transitar cada avenida e intentar establecer una política de operación, con base en los tránsitos, que permita operar las compuertas en forma sistemática y segura.

En esta nueva alternativa se tomaron en cuenta las consideraciones siguientes:

- Se pretende encontrar una alternativa que aporte más confianza que la anterior, que permita establecer un método que pueda ser aplicado en forma objetiva y sistemática y que se apoye en la información hidrológica y meteorológica disponible.
- Tomando en cuenta la disponibilidad de dicha información y de mediciones de los escurrimientos en el sitio de la presa o aguas arriba, se considera que en cualquier momento se conoce el nivel de la presa Z_0 , el volumen almacenado correspondiente V_0 , el gasto de ingreso a la presa Q_0 y se puede pronosticar su evolución en el futuro próximo (por ejemplo 12 h), al cabo del cual, el pronóstico puede revisarse.
- Con el pronóstico de la evolución del gasto de ingreso se obtiene la intensidad de tormenta esperada q , para un intervalo de tiempo establecido Δt . (q es la pendiente de ascenso o descenso del hidrograma de la avenida y se obtiene en $m^3/s/h$).
- El tiempo que se mantiene la intensidad q de una avenida, se obtiene a partir de un análisis probabilístico alimentado con la información histórica disponible.

Como se muestra en la tabla III.2, capítulo III, las avenidas registradas fueron divididas en rangos de acuerdo a su intensidad:

200 m ³ /s/h	≤ q
100	≤ q < 200 m ³ /s/h
60	≤ q < 100
15	≤ q < 60
0	< q < 15

En cada uno de estos rangos se encuentran avenidas con una duración determinada $K\Delta t$ de la rama de ascenso (ver tablas III.2 y III.3).

Con ayuda del programa de computadora AX (ref.III.2) a cada conjunto de valores $K\Delta t$ se le ajusta varias funciones de distribución, (normal, lognormal, gumbel, doblegumbel, exponencial, gamma), mediante los cuales se obtiene una duración de la rama de ascenso para distintos valores de probabilidad de excedencia.

Por ejemplo, para el caso de las avenidas de invierno comprendidas en el rango $200 \text{ m}^3/\text{s}/\text{h} \leq q$ cuyos valores $K\Delta t$ son 42, 33, 20 y 20 [h] se analizaron las funciones de distribución y se seleccionó la que mejor se ajustó a los valores registrados. Con ella se obtuvo la duración de la rama de ascenso para distintos valores de probabilidad; $P = 1/500, 1/100, 1/50, 1/10, 1/5, 1/2$, a los que corresponden las duraciones 63.5, 57.4, 54.4, 45.8, 40.9, 31.7 [horas], respectivamente. En otras palabras, si se pronostica una intensidad $q > 200 \text{ m}^3/\text{s}/\text{h}$, la probabilidad de que dicha intensidad se mantenga 63.5 h o más es de 1/500, la de que se mantenga 57.4 h o más, es de 1/100, etc.

- Con la información descrita; $Z_0, V_0, Q_0, q, K\Delta t$ y la ayuda de un programa de computadora (programa TRANAVMH, ref.V.1) se transita cada avenida proponiendo diferentes valores de gasto de salida Q_0 de tal manera que no se exceda un nivel de seguridad Z_0 en el vaso.

El gasto de salida Q_0 puede controlarse hasta un determinado nivel de almacenamiento, (nivel de la cresta del vertedor de descarga libre para el caso de la presa Miguel Hidalgo), después del cual se pasa a una etapa de descarga no controlada, regida por la capacidad de ambos vertedores de acuerdo con la curva elevaciones- gastos -volúmenes presentada en el capítulo III (Tabla III.5).

Con la descripción anterior se pretende dar una visión general de la nueva alternativa propuesta. En el capítulo siguiente se describe la manera en que se fué adecuando a la presa Miguel Hidalgo y la propuesta final de operación obtenida.

V. APLICACION A LA PRESA MIGUEL HIDALGO.

En este capítulo se explica el desarrollo del método propuesto y su aplicación a la presa Miguel Hidalgo, para lo cual se consideran las avenidas máximas históricas registradas en la estación hidrométrica Huites en 1943, 1949, 1960 y 1990, y las avenidas de diseño con periodos de retorno (T) de 5,000 y 10,000 años obtenidas de estudios y métodos hidrológicos.

Primero se trabajó con las cuatro avenidas máximas históricas; posteriormente, se calcularon las avenidas de diseño con periodos de retorno de 5,000 y 10,000 años y la curva elevaciones - gastos de salida de los vertedores.

Con cada una de las avenidas se realizaron diversos ensayos para ir afinando la política de operación hasta lograr establecer la que se recomienda en este trabajo.

A continuación se exponen las consideraciones que se tomaron en cuenta en las diferentes alternativas estudiadas.

1.- Debido a que la capacidad de regulación del vaso de la presa es relativamente pequeña en comparación con la rapidez de cambio de los gastos observada en el registro histórico, se requiere que las decisiones sean revisadas cada 12 horas.

2.- De acuerdo con el pronóstico meteorológico, con los gastos registrados aguas arriba de la presa y las precipitaciones medidas en la cuenca, se estima la rapidez de crecimiento del gasto

$$q = \frac{Q(t + \Delta t) - Q_t}{\Delta t} \quad [\text{en m}^3/\text{s/h}]$$

Para las simulaciones se utilizaron los valores registrados suponiendo una anticipación de 6 h en el pronóstico; es decir, cada 12 h (a las 6 y 18 h) se calculó

$$q = [(Q_{(t+6)} - Q_t) / 6]$$

3.- Adicionalmente, en el momento de cada decisión (cada 12 h, como se comentó anteriormente), se debe conocer el volumen inicial, V_0 , y el gasto que está ingresando a la presa, Q_0 . El programa TRANAVMH (ref.V.1), calcula el volumen disponible, V_d , restando al volumen máximo establecido el volumen inicial; $V_d = V_{\max} - V_0$.

4.- Con el valor de q determinado en el paso 2 y con ayuda del programa AX (ref.III.2), se estima el tiempo $K\Delta t$ que podría permanecer q para una probabilidad preestablecida.

5.- El programa TRANAVMH conforma la avenida pronosticada con los datos Q_0 , q , $K\Delta t$ y la curva típica de recesión de avenidas (fig.IV.3) y prueba distintos valores de gastos de salida Q_p hasta encontrar el valor Q_{sp} (gasto de salida propuesto) para el que se alcanza el NAME o un volumen de seguridad establecido, sin rebasarlo.

6.- El método simula que el gasto de salida propuesto Q_{sp} en una iteración se mantendrá constante durante las 12 horas siguientes.

7.- Debido a que los valores de Q_{sp} podrían fluctuar muy bruscamente cada 12 horas, se planteó un procedimiento de suavización que toma en cuenta los siguientes aspectos:

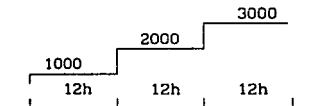
- Establece límites en la política de apertura y cierre de compuertas mediante un sistema de incrementos máximos (escalera).

- Busca un valor de probabilidad de la duración de la rama de ascenso del hidrograma de las avenidas para que, de acuerdo con el sistema de

incrementos máximos o de escalera y fijando los valores para los "escalones", se alcance una mejor operación de las compuertas.

El sistema de incrementos máximos o de escalera es una forma de proceder en la que se van aumentando o disminuyendo los valores propuestos pero de manera gradual en un intervalo de tiempo específico.

Por ejemplo, si se consideran "escalones" con valor de $1,000\text{m}^3/\text{s}$ e intervalos de tiempo de 12 horas, un esquema que representaría al sistema sería el siguiente:



Para las avenidas máximas históricas (1943, 1949, 1960 y 1990), el proceso descrito para definir una política de operación fué suficiente; sin embargo, en el caso de la presa Miguel Hidalgo, a partir de la elevación 142.80 m (vol. = $3,294\text{ mill. m}^3$), comienza a operar el vertedor de cresta libre, de tal forma que al transitar las avenidas extraordinarias (particularmente las de 5,000 y 10,000 años de periodo de retorno) se consideró que por arriba de dicha elevación los vertedores trabajan a su máxima capacidad.

V.1. Aplicación a las avenidas máximas históricas.

Con el planteamiento anterior se ensayaron varias alternativas para las avenidas máximas históricas considerando distintas probabilidades de ocurrencia de duración de la rama de ascenso del hidrograma de una avenida y diversos valores de escalones.

Algunas de las probabilidades consideradas para estas avenidas fueron:

$$P = 1/500, 1/100, 1/50, 1/10, 1/5, 1/2.$$

y valores límite de escalones:

$$\Delta Q_s = 6000, 4000, 3000, 2000, 1500, 1000 \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

Al realizar estos ensayos se consideró prudente dividir las avenidas en dos grupos de acuerdo con su intensidad y proponer diferentes valores a los escalones de cada grupo.

a) Avenidas con $q \geq 200 \text{ m}^3/\text{s/h}$

b) Avenidas con $q < 200 \text{ m}^3/\text{s/h}$

Algunos de los valores ensayados para cada grupo fueron:

Avenidas con $q \geq 200 \text{ m}^3/\text{s/h}$	Avenidas con $q < 200 \text{ m}^3/\text{s/h}$
$\Delta Q_s = 4000 \text{ [m}^3/\text{s]}$	$\Delta Q_s = 2000 \text{ [m}^3/\text{s]}$
$\Delta Q_s = 3000$	$\Delta Q_s = 1500$
$\Delta Q_s = 2000$	$\Delta Q_s = 1000$

Para cada una de las alternativas anteriores se fué variando la probabilidad de excedencia asignada a la duración de la rama de ascenso del hidrograma y se analizaron los resultados obtenidos.

Se dibujaron en gráficas los hidrogramas de las avenidas, la política de operación y la evolución del almacenamiento y se fué decidiendo la forma de variar los escalones y de escoger la probabilidad de ocurrencia que aportara la mejor solución.

Finalmente, la mejor alternativa para estas avenidas resultó la siguiente:

- Escalones.-

- Para avenidas con $q \geq 200 \text{ m}^3/\text{s/h}$; $\Delta Q_s = 2000 \text{ m}^3/\text{s}$

- Para avenidas con $q < 200 \text{ m}^3/\text{s/h}$; $\Delta Q_s = 1000 \text{ m}^3/\text{s}$

- Probabilidad de ocurrencia de duración de la rama de ascenso del hidrograma de avenidas , $P(K\Delta t/q) = 1/2$.¹

¹ $P(K\Delta t/q)$ significa la probabilidad de que la permanencia de la intensidad sea mayor o igual a $K\Delta t$ dado el valor de q .

Esta probabilidad $P = 1/2$ se escogió por ser la que aportó la mejor solución al aplicar el método y por ser representativa de las avenidas registradas.

Al aplicar esta probabilidad a las avenidas de invierno y considerando la división que de ellas se hizo de acuerdo con su intensidad (tabla III.2, capítulo III), se obtuvieron los resultados siguientes para $K\Delta t$:

Rango de valores de q ($m^3/s/h$)	Tiempo de permanencia $K\Delta t$ (horas)
0 - 15	24.7
15 - 60	25.3
60 - 100	16.8
100 - 200	32.1
mayor que 200	31.7

Tabla V.1

En estas condiciones el gasto de descarga adoptado finalmente, Q_{sf} , es igual al menor entre Q_{sp} (dado por el programa TRANAVMH) y el incremento máximo definido por los escalones. Es decir:

$$Q_{sf}(t) = \min [Q_{sp}(t), 1000 + Q_{sf}(t-12)] , \text{ si } q < 200 \text{ m}^3/s/h$$

$$Q_{sf}(t) = \min [Q_{sp}(t), 2000 + Q_{sf}(t-12)] , \text{ si } q \geq 200 \text{ m}^3/s/h$$

en donde:

$Q_{sf}(t)$ es el gasto de descarga que se recomienda.

$Q_{sf}(t-12)$ es el gasto de descarga que se decidió 12 h antes.

$Q_{sp}(t)$ es el gasto de descarga obtenido del programa TRANAVMH.

Adicionalmente, cuando se presenta la rama de descenso del hidrograma ($q < 0$) se mantiene el gasto de salida $Q_{sf}(t-12)$ procurando regresar rápidamente a la condición inicial (nivel del NAMO), a partir de la cual se propone $Q_{sf}(t)$ igual al gasto de entrada.

A continuación se presenta la aplicación del método a las cuatro avenidas máximas registradas en la estación Huites.

Al transitar estas avenidas se supuso, para tener una referencia de comparación, que el volumen almacenado en la presa al momento de comenzar la avenida (V_0) era de 2000 millones de m^3 . Unicamente para el caso de la avenida de 1990 se obtuvo el dato del volumen inicial, $V_0=2800$ millones de m^3 y con él se comenzó a transitar la avenida.

En primera instancia se muestra una tabla con la información hidrológica y meteorológica necesaria para la aplicación del método y en seguida la gráfica que presenta los resultados obtenidos al simular el tránsito de la avenida.

En cada una de las gráficas, el diagrama superior (Q,t) muestra el hidrograma de la avenida indicando el gasto máximo alcanzado y la política de operación propuesta por el método. El valor 145 que aparece en algunos de los diagramas es el gasto en m^3/s que en promedio se extrae por la obra de toma.

El diagrama inferior (V,t) muestra el volumen de agua almacenado en el vaso al transitar la avenida. Este volumen se puede comparar en cada caso con el volumen correspondiente al NAME, 4030 millones de m^3 que corresponde a la cota 148.0 m.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

REGISTRO DE AVENIDAS MAXIMAS HISTORICAS

AVENIDA DE ENERO DE 1943

DIA	HORA	GASTO (M ³ /S)	ALMACENAMIENTO (MILL.M ³)*	INTENSIDAD (M ³ /S/Hra)
8	6	93.51	2,000.00	
	12	161.20	2,002.02	11.28
	18	675.00	2,005.50	116.97
	24	2,400.00	2,024.40	254.17
9	6	4,913.20	2,076.24	418.87
	12	8,629.00	2,182.37	619.30
	18	14,376.00	2,368.75	957.83
	24	11,140.00	2,679.27	(539.33)
10	6	6,510.00	2,919.90	(438.33)
	12	6,430.00	3,103.71	(346.67)
	18	4,944.00	3,242.60	(247.67)
	24	3,910.00	3,349.39	(172.33)
11	6	3,048.00	3,433.85	(143.67)
	12	2,337.00	3,499.99	(118.50)
	18	1,953.60	3,550.17	(63.90)
	24	1,638.00	3,592.36	(52.60)
12	6	1,370.42	3,622.74	(44.60)
	12	1,148.50	3,657.34	(37.82)
	18	998.00	3,682.04	(24.25)
	24	833.60	3,703.60	(19.07)
13	6	772.00	3,722.69	(16.60)
	12	699.50	3,739.36	(13.08)
	18	644.50	3,754.34	(8.17)
	24	579.75	3,768.26	(10.79)
14	6	520.00	3,780.79	(9.96)
	12	478.00	3,792.02	(7.00)
	18	451.00	3,802.34	(4.50)
	24	405.20	3,812.08	(7.63)
15	6	360.20	3,820.84	(7.50)
	12	347.20	3,828.62	(2.17)
	18	329.00	3,836.12	(3.03)
	24	299.10	3,843.22	(4.98)
16	6	270.80	3,849.68	(4.72)
	12	263.60	3,855.59	(1.20)
	18	256.40	3,861.23	(1.20)
	24	238.20	3,866.76	(3.03)
17	6	223.00	3,871.91	(2.53)
	12	216.20	3,876.73	(1.13)
	18	211.10	3,881.40	(0.85)
	24	202.83	3,885.96	(1.38)

** Esta columna corresponde al almacenamiento que se obtendria si la descarga

fuera nula: se incluye porque facilita el manejo del programa TRANALM.

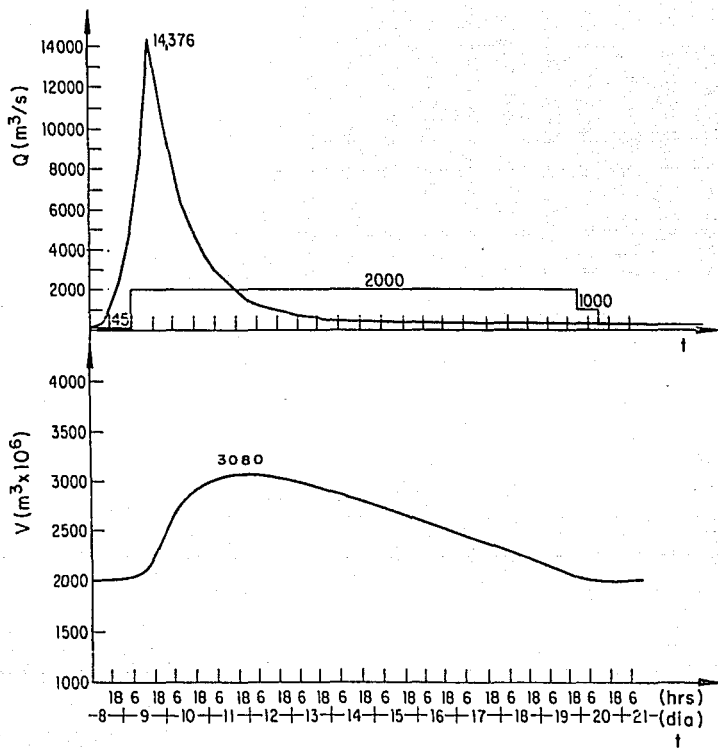


Fig.V.1 Tránsito de la avenida de enero de 1943

REGISTRO DE AVENIDAS MAXIMAS HISTORICAS

AVENIDA DE ENERO DE 1949

DIA	HORA	GASTO (M ³ /S)	ALMACENAMIENTO (MILL. M ³)	INTENSIDAD (M ³ /S/Hra)
8	24	36.80	2,000.00	
9	6	1,037.50	2,000.79	166.78
	12	2,487.10	2,023.20	241.60
	18	4,339.00	2,076.93	308.65
	24	4,219.21	2,170.65	(19.96)
10	6	3,122.00	2,261.78	(182.87)
	12	2,595.25	2,329.22	(87.79)
	18	2,260.50	2,385.28	(55.79)
	24	3,083.60	2,434.10	137.18
11	6	3,826.00	2,500.71	123.73
	12	3,954.00	2,583.35	21.33
	18	3,954.00	2,668.76	0.00
	24	3,442.00	2,754.16	(85.33)
12	6	3,774.80	2,828.51	55.47
	12	4,082.00	2,910.05	51.20
	18	3,890.00	2,998.22	(32.00)
	24	3,506.00	3,082.24	(64.00)
13	6	3,442.00	3,157.97	(10.67)
	12	3,890.00	3,232.32	74.67
	18	4,661.50	3,316.34	128.58
	24	5,145.25	3,417.03	80.83
14	6	5,461.30	3,528.17	52.68
	12	6,139.00	3,646.13	112.95
	18	8,180.00	3,778.73	340.17
	24	10,000.00	3,955.42	303.33
15	6	7,445.00	4,171.42	(425.83)
	12	5,242.00	4,332.23	(387.17)
	18	4,133.20	4,445.46	(184.80)
	24	3,013.20	4,534.74	(186.87)
16	6	2,332.60	4,599.82	(113.43)
	12	1,884.40	4,650.21	(74.70)
	18	1,841.20	4,690.91	(57.20)
	24	1,338.40	4,724.20	(33.80)
17	6	1,155.10	4,753.11	(30.55)
	12	1,015.50	4,778.06	(23.27)
	18	927.50	4,800.00	(14.67)
	24	839.50	4,820.03	(14.67)
18	6	751.50	4,838.16	(14.67)
	12	669.00	4,854.39	(13.75)
	18	609.42	4,868.85	(9.33)
	24	552.00	4,882.01	(9.57)
19	6	513.00	4,894.93	(6.50)
	12	473.88	4,905.01	(6.52)
	18	445.77	4,915.25	(4.68)
	24	415.62	4,924.88	(5.02)
20	6	385.46	4,933.85	(5.03)
	12	355.31	4,942.18	(5.02)
	18	325.15	4,949.86	(5.03)
	24	305.97	4,956.88	(3.20)
21	6	286.80	4,963.49	(3.20)
	12	275.00	4,969.68	(1.97)
	18	272.30	4,975.62	(0.45)
	24	272.30	4,981.50	0.00

=====

REGISTRO DE AVENIDAS MAXIMAS HISTORICAS

=====

AVENIDA DE ENERO DE 1949

=====

DIA	HORA	GASTO (M ³ /S)	ALMACENAMIENTO (MILL. M ³)	INTENSIDAD (M ³ /S/Hra)
22	6	386.30	4,387.39	2.42
	12	331.79	4,993.58	7.50
	18	1,094.33	5,000.75	127.09
	24	2,672.50	5,024.38	263.03
23	6	4,146.00	5,082.11	245.58
	12	3,698.00	5,171.66	(74.67)
	18	2,827.00	5,251.54	(145.17)
	24	2,260.50	5,312.60	(94.42)
24	6	1,705.00	5,361.43	(92.58)
	12	1,416.40	5,398.26	(48.10)
	18	1,276.00	5,428.85	(23.40)
	24	1,364.42	5,456.41	14.74
25	6	1,822.00	5,485.89	76.26
	12	2,878.50	5,525.24	176.08
	18	4,390.60	5,587.42	252.02
	24	6,352.00	5,682.25	326.90
26	6	7,295.00	5,819.46	157.17
	12	6,124.80	5,977.03	(195.03)
	18	4,867.90	6,109.33	(209.48)
	24	3,659.60	6,214.47	(201.38)
27	6	2,888.80	6,293.52	(128.47)
	12	2,260.50	6,355.92	(104.72)
	18	1,880.50	6,404.74	(63.33)
	24	1,620.76	6,445.36	(43.29)
28	6	1,377.40	6,480.37	(40.56)
	12	1,205.80	6,510.12	(28.60)
	18	1,059.50	6,536.17	(24.38)
	24	938.50	6,559.05	(20.17)
29	6	817.50	6,579.33	(20.17)
	12	779.00	6,596.98	(6.42)
	18	696.50	6,613.81	(13.75)
	24	622.25	6,628.85	(12.38)
30	6	558.20	6,642.29	(10.67)
	12	529.88	6,654.35	(4.72)
	18	503.55	6,665.80	(4.39)
	24	483.08	6,676.67	(3.41)
31	6	462.60	6,687.11	(3.41)
	12	447.14	6,697.10	(2.58)
	18	431.68	6,706.76	(2.58)
	24	416.22	6,716.08	(2.58)
1	6	401.09	6,725.07	(2.52)
	12	387.38	6,733.74	(2.28)
	18	373.99	6,742.10	(2.23)
	24	360.60	6,750.18	(2.23)
2	6	349.05	6,757.97	(1.93)
	12	337.00	6,765.51	(2.01)
	18	318.65	6,772.79	(3.06)
	24	308.00	6,779.67	(1.77)

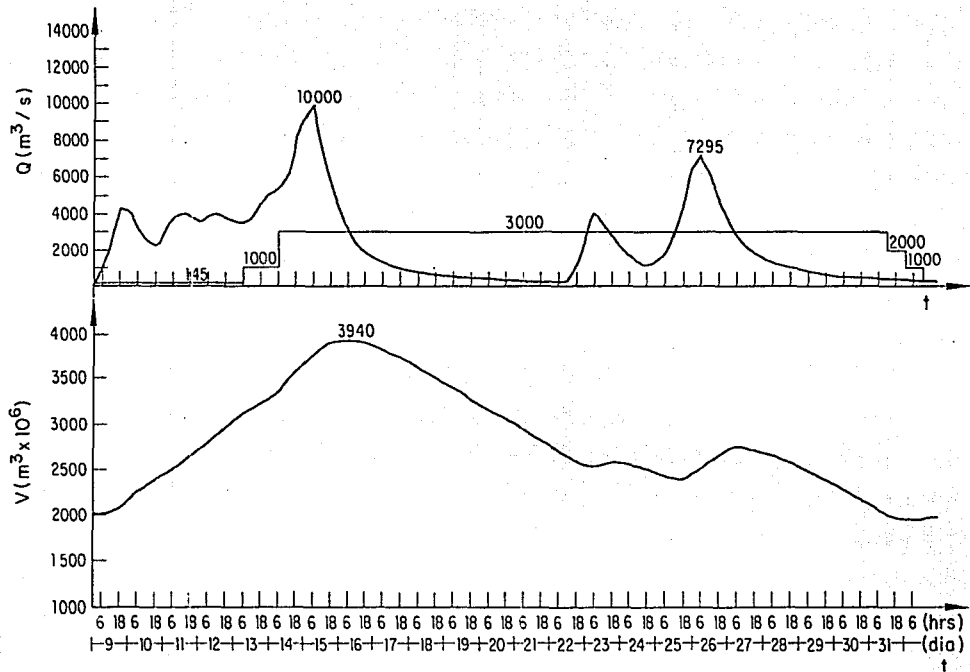


Fig 2. Tránsito de la avenida de enero de 1949

REGISTRO DE AVENIDAS MAXIMAS HISTORICAS

AVENIDA DE ENERO DE 1960

DIA	HORA	GASTO (M ³ /S)	ALMACENAMIENTO (MILL. M ³)	INTENSIDAD (M ³ /S/Hra)
3	18	117.00	2,000.00	
	24	123.94	2,002.53	1.16
4	6	130.40	2,005.20	1.08
	12	306.00	2,008.02	29.27
	18	808.50	2,014.63	83.75
	24	4,171.20	2,032.09	560.45
5	6	6,435.20	2,122.19	377.33
	12	7,083.20	2,261.19	108.00
	18	5,764.80	2,414.19	(219.73)
	24	3,712.20	2,538.71	(342.10)
6	6	2,291.20	2,618.89	(236.83)
	12	1,492.50	2,668.38	(133.12)
	18	1,075.00	2,700.62	(69.58)
	24	883.20	2,723.84	(31.97)
7	6	756.00	2,742.92	(21.20)
	12	707.00	2,759.25	(8.17)
	18	694.00	2,774.52	(2.17)
	24	634.00	2,789.51	(10.00)
8	6	565.00	2,803.20	(11.50)
	12	512.50	2,815.41	(3.75)
	18	504.00	2,827.13	(6.42)
	24	476.25	2,838.01	(4.63)
9	6	445.00	2,848.30	(5.21)
	12	425.00	2,857.91	(3.33)
	18	411.88	2,867.09	(2.19)
	24	400.00	2,875.99	(1.98)
10	6	314.25	2,884.63	(14.29)
	12	306.00	2,891.42	(1.38)
	18	300.00	2,898.02	(1.00)
	24	304.00	2,904.50	0.67
11	6	324.75	2,911.07	3.46
	12	723.67	2,918.09	66.49
	18	3,158.00	2,933.72	405.72
	24	10,260.00	3,001.93	1,183.67
12	3	15,000.00	3,223.55	1,580.00
	6	11,806.40	3,223.55	257.73
	12	8,268.00	3,478.56	(589.73)
	18	6,437.50	3,657.15	(305.08)
	24	5,344.00	3,796.20	(182.25)
13	6	3,544.00	3,911.63	(306.00)
	12	2,816.50	3,988.18	(121.25)
	18	2,498.00	4,049.02	(59.65)
	24	3,016.00	4,102.98	86.33
14	6	2,816.50	4,166.12	(33.25)
	12	2,414.00	4,228.96	(67.08)
	18	2,157.50	4,281.10	(42.75)
	24	1,832.00	4,327.70	(54.25)
15	6	1,587.50	4,367.27	(40.75)
	12	1,412.00	4,401.56	(29.25)
	18	1,211.43	4,432.06	(33.43)
	24	987.36	4,458.23	(34.01)
16	6	677.00	4,477.40	(35.06)
	12	635.00	4,492.02	(7.00)

REGISTRO DE AVENIDAS MAXIMAS HISTORICAS

AVENIDA DE ENERO DE 1960

DIA	HORA	GASTO (M ³ /S)	ALMACENAMIENTO (MILL. M ³)	INTENSIDAD (M ³ /S/Hra)
	18	635.00	4,505.74	0.00
	24	598.75	4,519.45	(6.04)
17	6	572.50	4,532.39	(4.38)
	12	544.00	4,544.75	(4.75)
	18	502.00	4,556.50	(7.00)
	24	460.00	4,567.35	(7.00)
18	6	424.00	4,577.28	(6.00)
	12	412.00	4,586.44	(2.00)
	18	396.00	4,595.34	(2.67)
	24	384.00	4,603.69	(2.00)
19	6	372.00	4,612.19	(2.00)
	12	360.00	4,620.22	(2.00)
	18	351.00	4,628.00	(1.50)
	24	333.00	4,635.58	(3.00)
20	6	315.00	4,642.77	(3.00)
	12	312.00	4,649.58	(0.50)
	18	304.50	4,656.32	(1.25)
	24	283.50	4,662.99	(3.50)
21	6	262.50	4,669.02	(3.50)
	12	262.50	4,674.69	0.00
	18	257.50	4,680.36	(0.83)
	24	252.50	4,685.92	(0.83)
22	6	247.50	4,691.37	(0.83)
	12	240.00	4,696.72	(1.25)
	18	235.00	4,701.90	(0.83)
	24	230.00	4,706.98	(0.83)
23	6	225.00	4,711.95	(0.83)
	12	224.00	4,716.81	(0.17)
	18	222.00	4,721.64	(0.33)
	24	216.00	4,726.44	(1.00)
24	6	210.00	4,731.11	(1.00)
	12	207.50	4,735.64	(0.42)
	18	205.00	4,740.12	(0.42)
	24	201.50	4,744.55	(0.58)
25	6	198.00	4,748.90	(0.58)
	12	197.50	4,753.18	(0.08)
	18	197.00	4,757.45	(0.08)
	24	192.67	4,761.70	(0.72)
26	6	188.33	4,765.86	(0.72)
	12	184.00	4,769.93	(0.72)
	18	184.00	4,773.91	0.00
	24	178.00	4,777.88	(1.00)

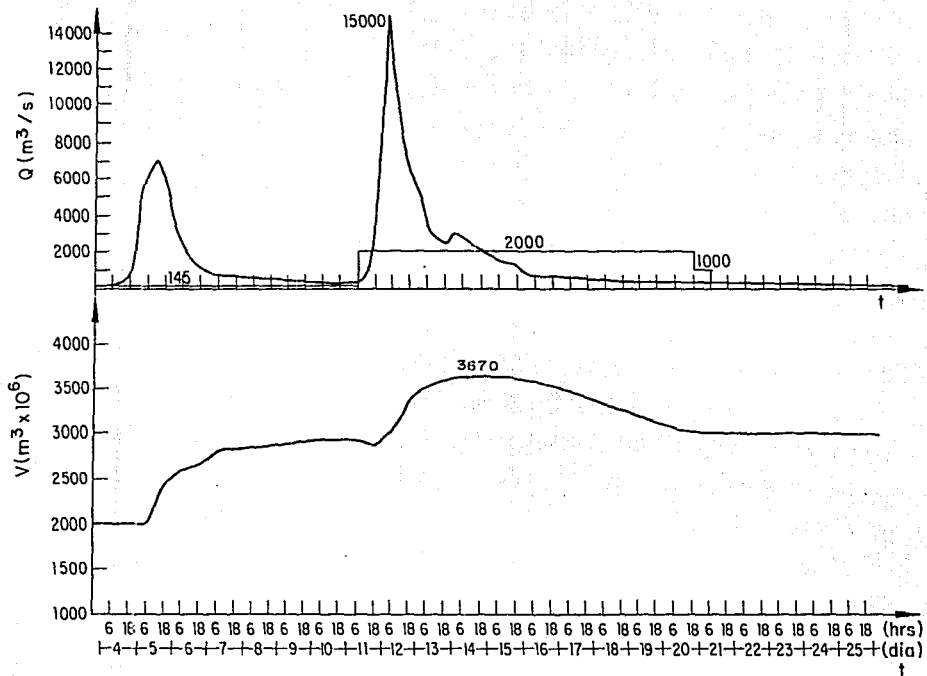


Fig X.3 Tránsito de la avenida de enero de 1960

REGISTRO DE AVENIDAS MAXIMAS HISTORICAS

AVENIDA DE DICIEMBRE DE 1990

DIA	HORA	GASTO (M ³ /S)	ALMACENAMIENTO (MILL.M ³)	INTENSIDAD (M ³ /S/Hr ^a)
27	24	104.00	2,800.00	
28	6	114.00	NN,805.24	1.67
	12	2,134.00	NN,807.70	336.67
	18	6,180.00	NN,853.80	674.33
	24	9,200.00	NN,987.29	503.33
29	6	11,350.00	NN,186.01	358.33
	12	11,435.00	NN,431.17	14.17
	18	10,051.00	NN,678.16	(230.67)
	24	10,240.00	NN,895.26	31.50
30	6	9,730.00	NN,116.45	(251.67)
	12	4,672.00	NN,305.02	(335.00)
	18	4,214.00	NN,450.17	(417.67)
	24	3,170.00	NN,541.19	(174.00)
31	6	2,600.00	NN,609.66	(95.00)
	12	2,380.00	NN,665.82	(36.67)
	18	2,300.00	NN,717.23	(12.33)
	24	2,228.00	NN,766.91	(12.00)
1	6	2,115.00	NN,815.04	(18.83)
	12	1,406.00	NN,860.72	(118.17)
	18	1,374.00	NN,891.09	(5.33)
	24	1,300.00	NN,920.77	(12.33)
2	6	1,276.00	NN,950.45	(16.33)
	12	1,128.00	NN,978.01	(24.67)
	18	1,100.00	NN,002.37	(4.67)
	24	1,047.00	NN,026.13	(8.83)
3	6	925.00	NN,048.75	(20.33)
	12	862.00	NN,068.73	(10.50)
	18	820.00	NN,087.35	(7.00)
	24	790.00	NN,105.08	(5.00)
4	6	762.00	NN,122.77	(9.67)
	12	730.00	NN,139.23	(5.33)
	18	698.00	NN,155.00	(5.33)
	24	650.00	NN,170.07	(8.00)
5	6	630.00	NN,185.15	(11.33)
	12	630.00	NN,198.76	0.00
	18	647.00	NN,212.37	2.83
	24	1,082.00	NN,226.34	72.50
6	6	2,460.00	NN,249.71	229.67
	12	2,950.00	NN,302.85	81.67
	18	2,378.00	NN,366.57	(95.33)
	24	2,162.00	NN,417.93	(36.00)
7	6	1,988.00	NN,464.63	(29.00)
	12	1,780.00	NN,507.57	(34.67)
	18	1,604.00	NN,546.02	(29.33)
	24	1,540.00	NN,580.67	(10.67)
8	6	1,368.00	NN,615.32	(39.33)
	12	1,288.00	NN,644.86	(13.33)
	18	1,220.00	NN,672.68	(11.33)
	24	1,030.00	NN,725.39	(31.67)
9	6	896.00	NN,747.64	(22.33)
	12	854.00	NN,786.99	(7.00)
	18	734.00	NN,803.88	(20.00)
	24	735.00	NN,819.74	0.17

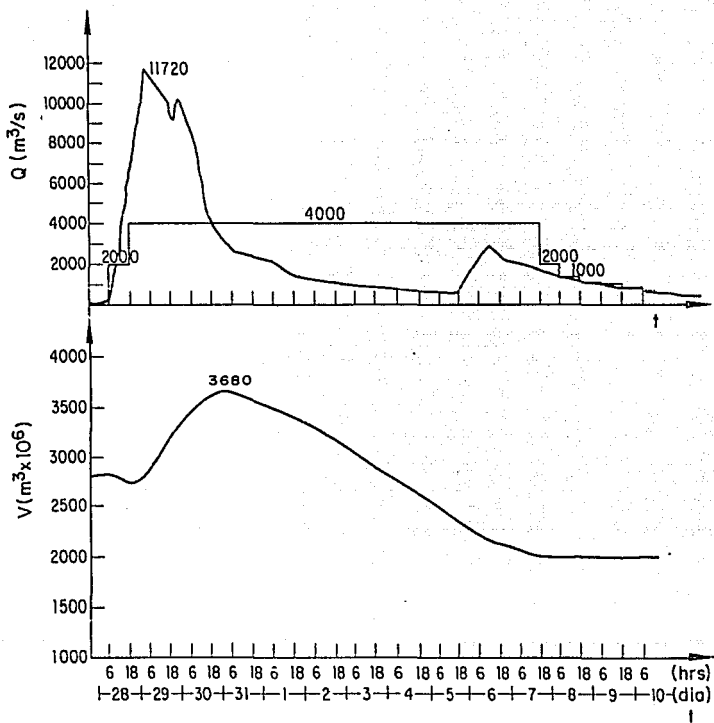


Fig 4.4 Tránsito de la avenida de diciembre, de 1990

Al aplicar la política de operación propuesta a las avenidas máximas registradas, se puede concluir lo siguiente:

- Es una política de operación objetiva y sistemática.
- Los gastos de salida no superan los 4000 m³/s y no se producen descargas bruscas que pudieran poner en peligro a las zonas aguas abajo de la presa.
- Los volúmenes alcanzados no constituyen peligro para la integridad de la cortina.
- Se puede mantener un volumen de almacenamiento adecuado para prevenir la época de estiaje.

Es importante señalar que al proponer esta primera política de operación no se contaba con la información de la curva elevaciones - volúmenes, por lo cual se consideró únicamente el vertedor de cresta controlada.

Al trabajar con las avenidas de diseño y establecer una segunda propuesta, la C.N.A. ya había proporcionado dicha información que aunada a la curva elevaciones - gastos de los vertedores (ver capítulo III), permitieron establecer una política de operación definitiva.

La idea básica utilizada para definir la política de operación fué procurar que, para las avenidas relativamente frecuentes, el gasto de descarga se limite a valores relativamente pequeños, pero que al mismo tiempo se garantice la posibilidad de manejar la avenida con 10,000 años de período de retorno.

Para ello se consideró que durante el tránsito de las avenidas más frecuentes podría ocuparse una parte de la capacidad de control y que en caso de presentarse una avenida extraordinaria y esa parte de la capacidad de control fuera rebasada, las compuertas deben abrirse totalmente para controlar dichas avenidas utilizando la capacidad restante y descargando libremente por el vertedor.

V.2. Aplicación a las avenidas de diseño con periodos de retorno T, de 5,000 y 10,000 años

Para el análisis de las avenidas de diseño se tomaron en cuenta las mismas consideraciones que para el caso de las avenidas máximas históricas, sin embargo, debido a la magnitud de estas avenidas, al tomar en cuenta la información de la curva elevaciones - volúmenes y después de realizar diversos ensayos, tuvieron que ser modificadas algunas de las propuestas y considerar otras que no se habían tomado en cuenta.

Las modificaciones realizadas fueron las siguientes:

1.- Se dividen las avenidas en dos grupos de acuerdo con su intensidad,

a) Avenidas con $q \geq 150 \text{ m}^3/\text{s}/\text{h}$

b) Avenidas con $q < 150 \text{ m}^3/\text{s}/\text{h}$

2.- Se proponen nuevos valores límite de escalones,

a) Avenidas con $q \geq 150 \text{ m}^3/\text{s}/\text{h}$; $\Delta Q_s = 3000 \text{ m}^3/\text{s}$

b) Avenidas con $q < 150 \text{ m}^3/\text{s}/\text{h}$; $\Delta Q_s = 1500 \text{ m}^3/\text{s}$

3.- El nivel de almacenamiento considerado al inicio del tránsito es el correspondiente al NAMO; 2,280 millones de m^3 .

4.- El volumen real a la cota del NAME es 4,030 millones de m^3 ; sin embargo en el programa TRANAVMH se establece un "NAME teórico" en 3,830 millones de m^3 , es decir, 200 millones de m^3 menos que el NAME real.

Esta modificación permite al programa reaccionar más rápidamente y transitar en forma oportuna y segura las avenidas que presenten características similares a las avenidas de diseño.

5.- La forma de seleccionar los gastos de salida es la siguiente:

$$Q_{sr}(t) = \min [Q_{sp}(t) , 1500 + Q_{sr}(t-12)] \quad \text{si } q < 150 \text{ m}^3/\text{s}/\text{h} \quad (24)$$

$$Q_{sr}(t) = \min [Q_{sp}(t) , 3000 + Q_{sr}(t-12)] \quad \text{si } q \geq 150 \text{ m}^3/\text{s}/\text{h} \quad (25)$$

en donde (al igual que en la propuesta anterior):

$Q_{r}(t)$ es el gasto de descarga que se recomienda.

$Q_{r}(t-12)$ es el gasto de descarga que se decidió 12 h antes.

$Q_{sp}(t)$ es el gasto de descarga obtenido del programa TRANAVMH.

6.- Una vez que el vertedor de cresta libre comience a operar (elev.142.8 m , vol.3,294 millones de m^3), se abrirán totalmente las compuertas ingresando a una etapa de descarga no controlada.

7.- La probabilidad de excedencia para la duración de la rama de ascenso del hidrograma de una avenida $P(K\Delta t/q)$ se mantiene con el valor 1/2; por lo que se conservan los valores de tiempo de permanencia $K\Delta t$ obtenidos para dicha probabilidad (tabla V.1).

Adicionalmente se debe ir revisando que la capacidad de los vertedores correspondiente al volumen almacenado al momento de tomar la decisión permita desalojar el gasto de salida $Q_{r}(t)$. (Ver tabla III.5,capitulo III).

Al aplicar la política de operación propuesta a las avenidas de diseño y analizar los resultados obtenidos que se muestran en las tablas V.2 y V.3 se puede concluir lo siguiente:

- Es una política de operación objetiva y sistemática.

- Los vertedores operan a su máxima capacidad, 16,450 m^3/s , durante más de un día en ambas avenidas.

- A pesar de que las avenidas presentan gastos máximos muy grandes; 22,539 m^3/s para $T = 5,000$ años y 24,288 m^3/s para $T = 10,000$ años, pudieron ser transitadas consumiendo totalmente el volumen destinado al control de avenidas y parte del destinado al bordo libre quedando, en el caso más desfavorable ($T = 10,000$ años), 1.60 m antes de alcanzar el nivel de la corona de la cortina. (Ver tablas V.4 y V.5).

Una vez considerados ambos casos; las avenidas máximas históricas y las avenidas de diseño, se buscó una política de operación que resultara óptima para cualquier avenida que se presente en la región y que tenga que ser regulada por la presa Miguel Hidalgo.

CUADRO DE RESUMEN DE RESULTADOS OBTENIDOS AL APLICAR LA POLITICA DE OPERACION

AVENIDA DE 5000 AÑOS DE PERIODO DE RETORNO

DATOS DE LA AVENIDA				POLITICA DE OPERACION			
DIA	HORA	GASTO (M ³ /S)	INTENSIDAD (M ³ /S/M)	DURACION (Horas)	VOLUMEN ALMACENADO (MILL. M ³)	VOLUMEN DISPONIBLE (MILL. M ³)	GASTO DE SALIDA (M ³ /S)
1	6	273.25					
	12	546.50	45.54				
	18	819.75	45.54	25.3	2,280.00	1,750.00	145
	24	1,093.00	45.54				
2	6	1,381.50	48.09	25.3	2,291.45	1,738.55	145
	12	1,670.00	48.09				
	18	1,958.50	48.09	25.3	2,326.49	1,705.51	145
	24	2,247.00	48.09				
3	6	2,368.25	20.21	25.3	2,386.14	1,643.86	145
	12	2,489.50	20.21				
	18	2,610.75	20.21	25.3	2,470.72	1,559.28	145
	24	2,732.00	20.21				
4	6	2,853.00	20.17	25.3	2,569.38	1,460.62	145
	12	2,974.00	20.17				
	18	3,095.00	20.17	25.3	2,678.52	1,351.48	145
	24	3,216.00	20.17				
5	6	3,522.50	51.08	25.3	2,798.12	1,231.88	145
	12	3,829.00	51.08				
	18	4,135.50	51.08	25.3	2,928.17	1,101.83	145
	24	4,442.00	51.08				
6	6	5,451.50	168.25	32.1	3,080.71	949.29	2,670
	12	6,461.00	168.25				
	18	7,470.50	168.25	32.1	3,150.43	879.37	4,095
	24	8,480.00	168.25				
7	6	11,994.25	585.79	31.7	3,231.04	798.96	6,550
	12	15,509.50	585.79				
	18	19,024.75	585.79	31.7	3,292.61	737.39	6,750
	24	22,539.00	585.79				
8	6	21,139.00	(233.33)	0	3,595.10	434.90	9,570
	12	19,739.00	(233.33)				
	18	18,339.00	(233.33)	0	4,079.44	(49.44)	16,500
	24	16,939.00	(233.33)				
9	6	14,459.25	(413.29)	0	4,749.60	(219.60)	16,500
	12	11,979.50	(413.29)				
	18	9,499.75	(413.29)	0	4,799.81	(268.81)	16,500
	24	7,020.00	(413.29)				
10	6	7,076.50	9.42	24.7	4,157.09	(127.09)	16,500
	12	7,133.00	9.42				
	18	7,189.50	9.42	24.7	3,801.11	228.89	13,900
	24	7,246.00	9.42				
11	6	7,101.00	(24.17)	0	3,507.56	522.44	8,450
	12	6,956.00	(24.17)				
	18	6,811.00	(24.17)	0	3,445.89	584.31	7,880
	24	6,666.00	(24.17)				
12	6	6,004.50	(110.25)	0	3,408.91	621.99	7,200

Tabla V.2

CUADRO DE RESUMEN DE RESULTADOS OBTENIDOS AL APLICAR LA POLÍTICA DE OPERACION

AVENIDA DE 5000 AÑOS DE PERIODO DE RETORNO

DÍA	HORA	DATOS DE LA AVENIDA			POLÍTICA DE OPERACION		
		GASTO (M ³ /S)	INTENSIDAD (M ³ /S/M)	DURACION (Horas)	VOLUMEN ALMACENADO (MILL. M ³)	VOLUMEN DISPONIBLE (MILL. M ³)	GASTO DE SALIDA (M ³ /S)
	12	5,343.00	(110.25)				
	18	4,681.50	(110.25)	0	3,388.97	641.03	6,720
	24	4,020.00	(110.25)				
13	6	3,292.50	(121.25)	0	3,343.77	686.23	6,700
	12	2,567.00	(121.25)				
	18	1,837.50	(121.25)	0	3,054.33	975.67	6,200
	24	1,110.00	(121.25)				
14	6	1,470.00	60.00	16.8	3,100.96	929.04	6,350
	12	1,830.00	60.00				
	18	2,190.00	60.00	16.8	2,890.31	1,139.69	5,830
	24	2,550.00	60.00				
15	6	2,962.50	68.75	16.8	2,709.74	1,320.26	5,600
	12	3,375.00	68.75				
	18	3,787.50	68.75	16.8	2,570.20	1,459.80	5,300
	24	4,200.00	68.75				

CIUDAD DE RESUMEN DE RESULTADOS OBTENIDOS AL APLICAR LA POLITICA DE OPERACION

AGENCIA DE LARGO ASES DE PERIODO DE RETORNO

DATOS DE LA AVIACION				POLITICA DE OPERACION			
DIA	HORA	GASTO	INTENSIDAD	DURACION	VOLUMEN ALMAGANADO (MILL. M ³)	GASTO DE SALIDA DISPONIBLE (MILL. M ³)	PROPUESTO GASTO DE SALIDA (M ³ /S)
		(M ³ /S)	(M ³ /S/Hra)	(Horas)			
1	6	312.50					
	12	625.00	52.08				
	18	937.50	52.08	25.3	2,280.00	1,750.00	145
	24	1,250.00	52.08				
2	6	1,400.00	25.00	25.3	2,293.99	1,736.01	145
	12	1,550.00	25.00				
	18	1,700.00	25.00	25.3	2,334.97	1,695.03	145
	24	1,850.00	25.00				
3	6	1,925.00	12.50	24.7	2,392.43	1,637.57	145
	12	2,000.00	12.50				
	18	2,075.00	12.50	24.7	2,462.84	1,567.16	145
	24	2,150.00	12.50				
4	6	2,402.25	42.04	25.3	2,541.36	1,488.64	145
	12	2,654.50	42.04				
	18	2,906.75	42.04	25.3	2,624.36	1,403.64	145
	24	3,159.00	42.04				
5	6	4,294.25	189.21	32.1	2,729.32	1,300.68	870
	12	5,429.50	189.21				
	18	6,564.75	189.21	32.1	2,822.76	1,207.24	7050
	24	7,700.00	189.21				
6	6	8,150.00	75.00	16.8	2,944.23	1,085.77	2050
	12	8,600.00	75.00				
	18	9,050.00	75.00	16.8	3,143.79	866.21	2500
	24	9,500.00	75.00				
7	6	13,197.00	616.17	31.7	3,417.59	612.41	9930
	12	14,894.00	616.17				
	18	20,591.00	616.17	31.7	3,475.69	554.31	8500
	24	24,288.00	616.17				
8	6	22,144.00	(357.33)	0	3,758.45	271.55	11700
	12	20,000.00	(357.33)				
	18	17,856.00	(357.33)	0	4,222.40	(192.40)	16500
	24	15,712.00	(357.33)				
9	6	13,459.00	(375.50)	0	4,419.91	(389.91)	16500
	12	11,206.00	(375.50)				
	18	8,953.00	(375.50)	0	4,432.18	(402.18)	16500
	24	6,700.00	(375.50)				
10	6	6,525.00	(29.17)	0	4,252.14	(222.14)	16500
	12	6,350.00	(29.17)				
	18	6,175.00	(29.17)	0	3,877.45	152.55	13800
	24	6,000.00	(29.17)				
11	6	5,750.00	(41.67)	0	3,559.39	470.61	9500
	12	5,500.00	(41.67)				
	18	5,250.00	(41.67)	0	3,411.92	618.03	7200
	24	5,000.00	(41.67)				
12	6	4,825.00	(29.17)	0	3,343.92	686.92	6700

CUADRO DE RESUMEN DE RESULTADOS OBTENIDOS AL APLICAR LA POLITICA DE OPERACION

AVENIDA DE 10000 M² DE PERIODO DE RETORNO

DATOS DE LA AVENIDA				POLITICA DE OPERACION			
DIA	HORA	GASTO	INTENSIDAD	DURACION	VOLUMEN ALMACENADO	GASTO DE SALIDA PROPUESTO	VOLUMEN DISPONIBLE
		(M ³ /S)	(M ³ /S/Hra)	(Horas)	(MILL. M ³)	(MILL. M ³)	GASTO DE SALIDA (M ³ /S)
	12	4,650.00	(29.17)				
	18	4,475.00	(29.17)	0	3,275.89	754.11	6500
	24	4,300.00	(29.17)				
13	5	3,522.50	(129.58)	0	3,199.75	830.25	6400
	12	2,745.00	(129.58)				
	18	1,967.50	(129.58)	0	3,112.81	917.19	6300
	24	1,190.00	(129.58)				
14	6	1,445.00	42.50	25.3	2,976.03	1,053.97	5900
	12	1,700.00	42.50				
	18	1,955.00	42.50	25.3	2,659.76	1,370.24	5900
	24	2,210.00	42.50				
15	4	2,532.50	53.75	25.3	2,602.41	1,427.59	5900
	12	2,855.00	53.75				
	18	3,177.50	53.75	25.3	2,437.48	1,592.52	5900
	24	3,500.00	53.75				

TRANSITO DE LA AVENIDA T-5.000 AROS A PARTIR DE UNA DESCARGA NO CONTROLADA

DIA HORA	GASTO DE ENTRADA (M ³ /S)	GASTO DE ENTRADA PROM (M ³ /S)	VOLUMEN DISPONIBLE (Mi 11. M ³)	VOLUMEN ALMACENADO (Mi 11. M ³)	ELEVACION (M)	ELEVACION PROMEDIO (M)	GASTO SALIDA V.C.C. (M ³ /S)	GASTO SALIDA V.C.L. (M ³ /S)	GASTO SALIDA TOTAL (M ³ /S)
6 18	7,470.50	7,722.88	798.96	3,231.04	142.30	142.30	6,540.00	0.00	6,540.00
21	7,975.25	8,227.63	786.18	3,243.82	142.42	142.48	6,548.00	0.00	6,548.00
24	8,480.00	9,358.69	768.05	3,261.96	142.56	142.63	6,592.00	0.00	6,592.00
7 3	10,237.38	11,116.06	738.16	3,291.84	142.78	142.89	6,644.00	65.00	6,709.00
6	11,994.75	12,873.44	690.57	3,339.43	143.14	143.32	6,750.00	339.00	7,089.00
9	13,752.13	14,630.81	628.10	3,401.90	143.60	143.83	6,818.00	842.00	7,660.00
12	15,509.50	16,388.19	552.81	3,477.19	144.16	144.44	6,925.00	1,475.00	8,600.00
15	17,266.88	18,145.56	468.70	3,561.30	144.78	145.09	7,047.00	2,712.00	9,759.00
18	19,024.25	19,902.94	378.12	3,651.88	145.42	145.74	7,167.00	3,867.00	11,029.00
21	20,781.63	21,660.31	282.29	3,747.71	146.10	146.44	7,280.00	5,192.00	12,472.00
24	22,539.00	22,189.00	183.05	3,846.95	146.80	147.15	7,406.00	6,848.00	14,254.00
8 3	21,839.00	21,489.00	97.35	3,932.65	147.38	147.67	7,494.00	8,155.00	15,649.00
6	21,139.00	20,789.00	34.28	3,995.72	147.82	148.04	7,550.00	8,900.00	16,450.00
9	20,439.00	20,089.00	(12.58)	4,042.58	148.13	148.29	7,550.00	8,900.00	16,450.00
12	19,739.00	19,389.00	(51.88)	4,081.88	148.39	148.52	7,550.00	8,900.00	16,450.00
15	19,039.00	18,689.00	(83.62)	4,113.62	148.60	148.71	7,550.00	8,900.00	16,450.00
18	18,339.00	17,989.00	(107.80)	4,137.80	148.77	148.86	7,550.00	8,900.00	16,450.00
21	17,639.00	17,289.00	(124.42)	4,154.42	148.87	148.92	7,550.00	8,900.00	16,450.00
24	16,939.00	16,519.06	(133.49)	4,163.49	148.93	148.96	7,550.00	8,900.00	16,450.00
9 3	15,639.13	15,079.19	(132.07)	4,162.07	148.92	148.93	7,550.00	8,900.00	16,450.00
6	14,459.25	13,839.31	(117.27)	4,147.27	148.82	148.87	7,550.00	8,900.00	16,450.00
9	13,219.38	12,599.44	(89.07)	4,119.07	148.64	148.73	7,550.00	8,900.00	16,450.00
12	11,979.50	11,359.56	(47.48)	4,077.48	148.36	148.50	7,550.00	8,900.00	16,450.00
15	10,739.63	10,119.69	7.49	4,022.51	147.99	148.18	7,550.00	8,900.00	16,450.00
18	9,499.75	8,879.81	75.86	3,954.14	147.53	147.76	7,509.00	8,400.00	15,909.00
21	8,259.88	7,639.94	151.77	3,878.23	147.01	147.27	7,427.00	7,197.00	14,624.00
24	7,020.00	7,034.13	227.20	3,802.80	146.49	146.75	7,339.00	5,946.00	13,284.00
10 3	7,048.25	7,062.38	294.70	3,735.30	146.02	146.26	7,253.00	4,983.00	12,236.00
6	7,076.50	7,090.63	350.58	3,679.42	145.62	145.82	7,176.00	3,981.00	11,157.00
9	7,104.75	7,118.88	394.49	3,635.51	146.16	145.89	7,190.00	4,176.00	11,366.00
12	7,133.00	7,147.13							
15	7,161.25	7,175.38							
18	7,189.50	7,203.63							
21	7,217.75	7,231.88							
24	7,246.00	7,263.00							

TRANSITO DE LA AVENIDA T=10.000 AÑOS A PARTIR DE UNA DESCARGA NO CONTROLADA

DIA	HORA	GASTO DE ENTRADA (M ³ /S)	GASTO DE ENTRADA (M ³ /S)	VOLUMEN PROM DISPONIBLE (Mill.M ³)	VOLUMEN ALMACENADO (Mill.M ³)	ELEVACION PROMEDIO (M)	ELEVACION (M)	GASTO SALIDA U.C.C. (M ³ /S)	GASTO SALIDA U.C.L. (M ³ /S)	GASTO SALIDA TOTAL (M ³ /S)
6	18	9,050.00	9,162.50	612.41	3,417.59	143.72	143.72	6,797.00	730.00	7,527.00
21		9,275.00	9,387.50	594.75	3,435.25	143.85	143.92	6,831.00	960.00	7,791.00
24		9,500.00	10,424.25	577.50	3,452.50	143.98	144.05	6,856.00	1,081.00	7,937.00
7	3	11,348.50	12,272.75	550.64	3,479.36	144.18	144.28	6,900.00	1,476.00	8,376.00
6		13,197.00	14,121.25	508.56	3,521.44	144.48	144.63	6,964.00	1,910.00	8,874.00
9		15,045.50	15,969.75	451.89	3,578.11	144.90	145.11	7,050.00	2,712.00	9,762.00
12		16,894.00	17,818.25	384.84	3,645.16	145.38	145.62	7,150.00	3,602.00	10,752.00
15		18,742.50	19,666.75	308.53	3,721.47	145.92	146.19	7,241.00	4,776.00	12,017.00
18		20,591.00	21,515.25	225.91	3,804.09	146.50	146.79	7,345.00	6,056.00	13,401.00
21		22,439.50	23,363.75	138.28	3,891.72	147.10	147.40	7,449.00	7,433.00	14,882.00
24		24,288.00	23,751.94	46.67	3,983.33	147.73	148.05	7,550.00	8,900.00	16,450.00
8	3	23,215.88	22,679.81	(32.19)	4,062.19	148.26	148.53	7,550.00	8,900.00	16,450.00
6		22,143.75	21,607.69	(99.47)	4,129.47	148.70	148.92	7,550.00	8,900.00	16,450.00
9		21,071.63	20,535.56	(155.17)	4,185.17	149.07	149.26	7,550.00	8,900.00	16,450.00
12		19,999.50	19,463.44	(199.30)	4,229.30	149.36	149.51	7,550.00	8,900.00	16,450.00
15		18,927.38	18,391.31	(231.84)	4,261.84	149.57	149.68	7,550.00	8,900.00	16,450.00
18		17,855.25	17,319.19	(252.81)	4,282.81	149.71	149.78	7,550.00	8,900.00	16,450.00
21		16,783.12	16,247.56	(262.19)	4,292.19	149.77	149.80	7,550.00	8,900.00	16,450.00
24		15,712.00	15,148.75	(260.01)	4,290.01	149.76	149.76	7,550.00	8,900.00	16,450.00
9	3	14,585.50	14,022.25	(245.76)	4,275.76	149.67	149.63	7,550.00	8,900.00	16,450.00
6		13,459.00	12,895.75	(219.74)	4,249.74	149.50	149.42	7,550.00	8,900.00	16,450.00
9		12,332.50	11,769.25	(181.35)	4,211.35	149.24	149.11	7,550.00	8,900.00	16,450.00
12		11,206.00	10,642.75	(130.80)	4,160.80	148.92	148.76	7,550.00	8,900.00	16,450.00
15		10,079.50	9,516.25	(68.08)	4,098.08	148.50	148.29	7,550.00	8,900.00	16,450.00
18		8,953.00	8,389.75	6.81	4,023.19	148.00	147.75	7,550.00	8,900.00	16,450.00
21		7,826.50	7,263.25	93.86	3,936.14	147.40	147.10	7,398.00	6,732.00	14,130.00
24		6,700.00	6,656.25	168.02	3,861.98	146.90	146.65	7,321.00	5,700.00	13,021.00
10	3	4,612.50	4,568.75	236.76	3,793.24	146.42	146.18	7,200.00	4,776.00	11,976.00
6		4,525.00	4,481.25	295.15	3,734.85					
9		4,437.50	4,393.75	225.16	3,804.84					
12		4,350.00	4,306.25	156.10	3,873.90					
15		4,262.50	4,218.75	88.00	3,942.00					
18		4,175.00	3,087.50	20.83	4,009.17					

Considerando lo anterior se aplicó la propuesta derivada del análisis de las avenidas de diseño a las avenidas máximas históricas y se obtuvieron los siguientes resultados:

a) Las cuatro avenidas históricas se transitan fácilmente operando uno o ambos vertedores.

b) Las avenidas de 1943 y 1990 requieren unicamente del vertedor de cresta controlada para ser transitadas.

c) Debido a las características de las avenidas de 1949 y 1960 el método les permite llegar a un nivel de almacenamiento tal, que el vertedor de cresta libre comienza a operar sin ser estrictamente necesario.

Esto se debe a que a pesar de que los gastos y la intensidad pronosticada de la avenida no representan riesgo y por lo tanto el programa TRANAVMH no reacciona, el volumen disponible a partir del NAMO se ha consumido y el nivel ha aumentado hasta llegar a la cota en que comienza a operar el vertedor de cresta libre y queda poco volumen disponible para regular la misma avenida u otra que podría presentarse en seguida.

Así mismo, llegar a esta condición indicaría, según lo establecido por el método, abrir totalmente las compuertas provocando un gasto de salida brusco de aproximadamente $6,500 \text{ m}^3/\text{s}$.

Debido a lo anterior, fué necesario modificar el método propuesto adicionando una política de operación basada en los volúmenes almacenados en el vaso al momento de tomar una decisión.

Esta política de operación propone lo siguiente:

De acuerdo con el valor del volumen almacenado (V) que se tenga al momento de tomar la decisión, ubicado en alguno de los siguientes rangos, se extrae el gasto de salida (Qs) indicado,

Volumen almacenado (millones de m ³)	Gasto de salida (m ³ /s)
2300 ≤ V < 2600	1000
2600 ≤ V < 2900	2000
2900 ≤ V < 3100	3000
3100 ≤ V < 3290	4000
3290 ≤ V < 3450	5000
3450 ≤ V	Compuertas abiertas totalmente

Tabla V.6

A esta política, basada en los volúmenes almacenados, se le llamó política 2 y a la política anterior, basada en el programa TRANAVMH e incrementos máximos, política 1.

Considerando estas dos políticas de operación se realizaron nuevos ensayos con las seis avenidas en estudio y se decidió contemplar dos métodos;

- el método 1 adopta como gasto de descarga final Q_{ar} al mayor de los gastos que resulten de la aplicación de las políticas 1 y 2, es decir, toma en cuenta la reacción del programa TRANAVMH, los incrementos máximos establecidos en las ecuaciones (24) y (25) y la política de extracción de acuerdo con el volumen almacenado indicada en la tabla V.6.

El método 2 solo considera la política de extracciones de acuerdo con el volumen almacenado que se establece en la tabla V.6.

En ambos casos, al llegar a la etapa de descarga no controlada ($V \geq 3,290 \text{ mill. m}^3$), rige la capacidad de los vertedores y se opera mediante la curva elevaciones- gastos- volúmenes presentada en la tabla III.5, capítulo III. Adicionalmente el método 2 propone mantener el control con las compuertas hasta llegar al volumen $V \geq 3,450 \text{ mill. m}^3$.

Cuando se llega al descenso de la avenida se siguen las mismas consideraciones que en la política 1:

a) Descarga controlada. -

Se mantiene el último valor del gasto de salida propuesto hasta regresar al NAMO y se continúa transitando la avenida con gastos de salida iguales a los gastos de entrada.

b) Descarga no controlada. -

Se transita la avenida de acuerdo con la capacidad máxima de los vertedores (curva elevaciones - gastos - volúmenes) hasta regresar al nivel del NAMO y se continúa transitando la avenida con gastos de salida iguales a los gastos de entrada.

En seguida se presenta la aplicación de los métodos a las avenidas máximas históricas y a las avenidas de diseño.

En primera instancia se muestra una tabla con los datos hidrológicos y meteorológicos de la avenida junto con los resultados obtenidos al aplicar los métodos. Se anexa una columna de observaciones en la cual, en forma condensada, se explica la política que rigió al tomar cada decisión.¹

Posteriormente se muestran las gráficas que representan dichos resultados.

El diagrama superior (Q,t) muestra el hidrograma de la avenida y la política de operación propuesta. (Se recuerda que el valor 145 que aparece en las tablas y gráficas corresponde al gasto en m^3/s que en promedio se extrae por la obra de toma).

Con los resultados de la aplicación de ambos métodos a las seis avenidas se elaboró un cuadro resumen con la finalidad de comparar y escoger el método más eficiente. (Tabla V.7).

Las conclusiones obtenidas a partir de dicho resumen son las siguientes:

a) Los gastos de salida máximos propuestos son parecidos; dos casos son mayores en el método 1, otros dos casos son mayores en el método 2 y los dos restantes son iguales.

¹ No se presentan todas las tablas de resultados de ambos métodos para no incrementar la magnitud del presente trabajo. En las gráficas adjuntas se pueden apreciar los resultados.

CUADRO DE RESUMEN Y COMPARACION DE RESULTADOS						
A V E N I D A	GASTO DE SALIDA MAXIMO PROPUESTO (M ³ /S)		VOLUMEN MAXIMO ALCANZADO EN EL VASO (MILLONES DE M ³)		INCREMENTO MAXIMO DE GASTO ENTRE DOS DECISIONES (M ³ /S)	
	METODO 1	METODO 2	METODO 1	METODO 2	METODO 1	METODO 2
AVENIDA MAXIMA HISTORICA ENERO DE 1943	4,120.00	4,000.00	2,947.27	3,269.32	3,000.00	3,000.00
AVENIDA MAXIMA HISTORICA ENERO DE 1949	6,000.00	5,000.00	3,156.80	3419.03 *	3,000.00	1,000.00
AVENIDA MAXIMA HISTORICA ENERO DE 1950	3,000.00	4,000.00	3,065.62	3,103.00	2,000.00	1,000.00
AVENIDA MAXIMA HISTORICA DICIEMBRE 1990-ENERO 1991	4,130.00	5,000.00	3,074.04	3404.52 *	2,130.00	1,000.00
AVENIDA DE DISEÑO PERIODO DE RETORNO 7,000 AÑOS	16,450.00	16,450.00	4239.07 *	4320.84 *	8,257.00	6,240.00
AVENIDA DE DISEÑO PERIODO DE RETORNO 10,000 AÑOS	16,450.00	16,450.00	4390.06 *	4455.55 *	5,720.00	8,884.00

* OPERAN AMBOS VERTEDORES (CRESTA CONTROLADA Y CRESTA LIBRE).

Tabla V.7

b) El volumen máximo alcanzado en el vaso de almacenamiento en todos los casos resultó menor en el método 1, lo que indica que este método reacciona más rápido al presentarse una avenida en la que el gasto de ingreso se incrementa rápidamente.

c) El incremento máximo de gasto entre dos decisiones es también parecido; en cuatro casos es mayor en el método 1 y en dos casos es mayor en el método 2.

Con los resultados obtenidos y con la experiencia adquirida de los diversos estudios realizados con los tránsitos de avenidas se concluyó que el método 1 resulta más conveniente para aplicarlo al caso de la presa Miguel Hidalgo.

Algunas de las características de este método son las siguientes:

a) Es un método objetivo, sistemático y sencillo de aplicar.

b) Representa un alto porcentaje de seguridad en la toma de decisiones al operar los vertedores !

c) Se apega a las características reales que determinan la toma de decisiones en la operación de vertedores.

d) Permite mantener un volumen de agua almacenado adecuado para prevenir la época de estiaje.

e) Si bien para avenidas muy grandes como las avenidas de diseño ($T=5,000$ y $10,000$ años), se producen brincos bruscos en los gastos de salida entre dos decisiones, esto permite una reacción rápida al operar las compuertas ya que de acuerdo con las características del método (descritas anteriormente), se pronostica la evolución de la avenida en las 12 h siguientes y por lo tanto se tiene un mejor control de los volúmenes, revisándose cada 6 h.

f) En ambas avenidas de diseño se supera el NAME pero no se sobrepasa la elevación de la cortina.

¹ El método puede transitar la avenida de diseño con periodo de retorno de 10,000 años la cual tiene una probabilidad de ocurrencia de 1/10,000 y es con la que fue diseñado el vertedor de la presa.

CUADRO DE RESUMEN DE RESULTADOS OBTENIDOS AL APLICAR LA POLITICA DE OPERACION

AVENIDA DE ENERO DE 1943

DIA	HORA	DATOS DE LA AVENIDA			POLITICA DE OPERACION				OBSERVACIONES
		GASTO	INTENSIDAD	DURACION	GASTO DE SALIDA PROPUESTO			GASTO TOTAL	
					ALMACENADO	V. CRESTA CONTROLADA	V. CRESTA LIBRE		
(M ³ /S)	(M ³ /S/H)	(Horas)	(MILL. M ³)	(M ³ /S)	(M ³ /S)	(M ³ /S)	(M ³ /S)		
8	6	93.51							
	12	161.20	11.28						
	18	875.00	118.97	32.1	2,280.00	145	0	145	GASTO DE SALIDA ES EL GASTO PROM. DE OBRA DE TOMA.
	24	2,400.00	254.17						
9	6	4,913.20	418.87	31.7	2,279.24	1120	0	1120	IRIGE POLITICA 1.
	12	8,629.00	619.30						
	18	14,376.00	957.83	31.7	2,301.59	4120	0	4120	IRIGE POLITICA 1.
	24	11,140.00	(539.33)						
10	6	8,510.00	(438.33)	0	2,416.12	4120	0	4120	IRIGE POLITICA 1.
	12	6,430.00	(346.67)						
	18	4,944.00	(247.67)	0	2,789.28	4120	0	4120	IRIGE POLITICA 1.
	24	3,910.00	(172.33)						
11	6	3,048.00	(143.67)	0	2,934.00	4120	0	4120	IRIGE POLITICA 1.
	12	2,337.00	(118.50)						
	18	1,953.00	(64.30)	0	2,947.27	4120	0	4120	IRIGE POLITICA 1.
	24	1,638.00	(52.50)						
12	6	1,370.42	(44.30)	0	2,885.60	4120	0	4120	IRIGE POLITICA 1.
	12	1,143.50	(37.32)						
	18	998.00	(74.25)	0	2,785.18	4120	0	4120	IRIGE POLITICA 1.
	24	863.60	(19.07)						
13	6	772.00	(19.01)	0	2,661.49	4120	0	4120	IRIGE POLITICA 1.
	12	693.50	(13.18)						
	18	644.50	(8.17)	0	2,524.15	4120	0	4120	IRIGE POLITICA 1.
	24	579.75	(10.79)						
14	6	520.00	(9.96)	0	2,377.83	4120	0	4120	IRIGE POLITICA 1.
	12	478.00	(7.00)						
	18	451.00	(4.50)	0	2,226.28	1120	0	1120	SE LLEGO AL NIMO. ESCALON AL DESCENSO DE LA AVENIDA.
	24	405.20	(7.63)						
15	6	360.20	(7.50)	0	2,199.46	451	0	451	SE LLEGO AL NIMO. GASTO DE SALIDA+GASTO DE ENTRADA.
	12	347.20	(2.17)						

CUADRO DE RESUMEN DE RESULTADOS OBTENIDOS AL APLICAR LA POLITICA DE OPERACION

AVENIDA DE ENERO DE 1943

DIA HORA	DATOS DE LA AVENIDA			POLITICA DE OPERACION				OBSERVACIONES
	GASTO (M ³ /S)	INTENSIDAD (M ³ /S/H)	DURACION (Horas)	VOLUMEN ALMACENADO (MILL. M ³)	GASTO DE SALIDA PROPUESTO		GASTO TOTAL (M ³ /S)	
				V. CRESTA CONTROLADA (M ³ /S)	V. CRESTA LIBRE (M ³ /S)			
18	329.00	(3.03)	0	2,198.46	360	0	360	SE LLEGO AL NIMO. GASTO DE SALIDA+GASTO DE ENTRADA.
24	299.10	(4.98)						
16 6	270.80	(4.72)	0	2,198.19	329	0	329	SE LLEGO AL NIMO. GASTO DE SALIDA+GASTO DE ENTRADA.
12	263.60	(1.20)						
18	256.40	(1.20)	0	2,197.55	270	0	270	SE LLEGO AL NIMO. GASTO DE SALIDA+GASTO DE ENTRADA.
24	238.20	(3.03)						
17 6	223.00	(2.53)	0	2,191.16	145	0	145	GASTO DE SALIDA ES EL GASTO PROM. DE OBRA DE TOMA.
12	216.20	(1.13)						
18	211.10	(0.85)	0	2,201.86	145	0	145	GASTO DE SALIDA ES EL GASTO PROM. DE OBRA DE TOMA.

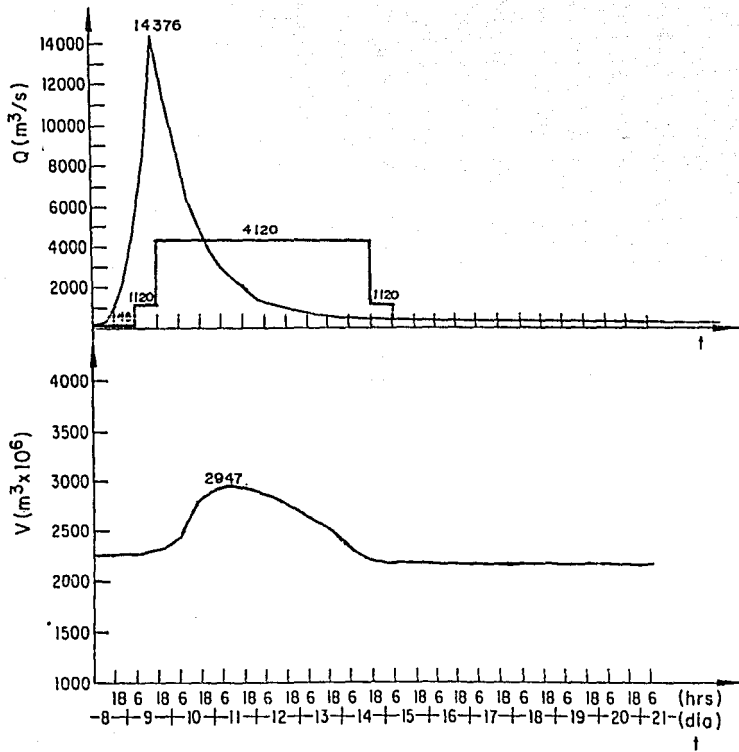


Fig.V.5 Tránsito de la avenida de enero de 1943
Método I

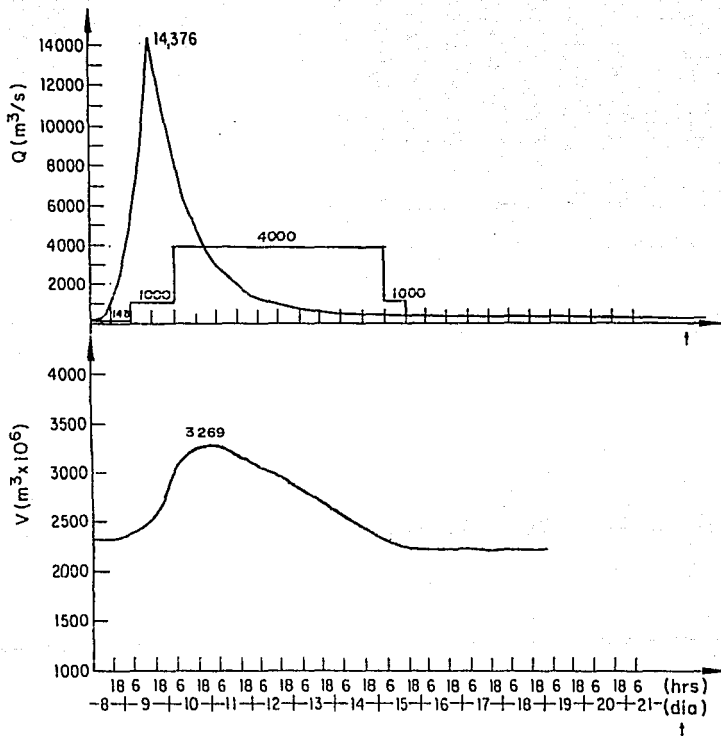


Fig V.6 Tránsito de la avenida de enero de 1943

Método II

CUADRO DE RESUMEN DE RESULTADOS OBTENIDOS AL APLICAR LA POLITICA DE OPERACION

AVENIDA DE ENERO DE 1949

DIA	HORA	DATOS DE LA AVENIDA			POLITICA DE OPERACION				OBSERVACIONES
		GASTO (M ³ /S)	INTENSIDAD (M ³ /S/M)	DURACION (Horas)	VOLUMEN ALMACENADO (MILL. M ³)	V. CRESTA CONTROLADA (M ³ /S)	V. CRESTA LIBRE (M ³ /S)	GASTO TOTAL (M ³ /S)	
8	24	36.80							
9	6	1,037.50	166.78	32.1					
12		2,487.10	241.60						
18		4,339.00	308.65	31.7	2,280.79	215	0	215	IRIGE POLITICA 1.
24		4,219.21	(19.96)						
10	6	3,122.00	(182.87)	0	2,347.64	1000	0	1000	IRIGE POLITICA 2.
12		2,595.25	(87.79)						
18		2,260.50	(55.79)	0	2,489.29	1000	0	1000	IRIGE POLITICA 2.
24		3,083.60	137.18						
11	6	3,826.00	123.73	32.1	2,569.59	1000	0	1000	IRIGE POLITICA 2.
12		3,954.00	21.33						
18		3,954.00	0.00	24.7	2,641.82	2000	0	2000	IRIGE POLITICA 2.
24		3,442.00	(85.35)						
12	6	3,774.80	55.47	25.3	2,723.47	2000	0	2000	IRIGE POLITICA 2.
12		4,082.00	51.20						
18		3,890.00	(32.03)	0	2,796.82	2000	0	2000	IRIGE POLITICA 2.
24		3,506.00	(64.03)						
13	6	3,442.00	(10.67)	0	2,880.13	2000	0	2000	IRIGE POLITICA 2.
12		3,890.00	74.67						
18		4,661.50	128.58	32.1	2,953.48	3000	0	3000	IRIGE POLITICA 2.
24		5,145.25	80.65						
14	6	5,461.30	52.80	25.3	2,982.25	3000	0	3000	IRIGE POLITICA 2.
12		6,139.00	112.05						
18		8,180.00	340.17	31.7	3,064.48	6000	0	6000	IRIGE POLITICA 1.
24		9,368.00	198.10						
15	6	7,445.00	(320.50)	0	3,055.84	6000	0	6000	IRIGE POLITICA 1.
12		5,242.00	(367.17)						
18		4,135.20	(184.80)	0	3,141.96	6000	0	6000	IRIGE POLITICA 1.
24		3,913.20	(186.67)						
16	6	2,352.60	(113.43)	0	3,156.80	6000	0	6000	IRIGE POLITICA 1.

CUADRO DE RESUMEN DE RESULTADOS OBTENIDOS AL APLICAR LA POLITICA DE OPERACION

AVENIDA DE ENERO DE 1948

DIA	HORA	DATOS DE LA AVENIDA			POLITICA DE OPERACION				OBSERVACIONES
		GASTO (M ³ /S)	INTENSIDAD (M ³ /S/H)	DURACION (Horas)	VOLUMEN ALMACENADO (MILL. M ³)	GASTO DE SALIDA CONTROLADA (M ³ /S)	V. CRESTA LIBRE (M ³ /S)	GASTO TOTAL (M ³ /S)	
12		1,884.40	(74.70)						
18		1,541.20	(57.20)	0	3,051.96	6000	0	6000	RIGE POLITICA 1.
24		1,338.40	(33.80)						
17	6	1,155.10	(30.55)	0	2,883.84	5792	0	5792	RIGE POLITICA 1. CAPACIDAD MAXIMA DE VERTEODOR.
12		1,015.50	(23.27)						
18		927.50	(14.67)	0	2,695.83	5409	0	5409	RIGE POLITICA 1. CAPACIDAD MAXIMA DE VERTEODOR.
24		839.50	(14.67)						
18	6	751.50	(14.67)	0	2,509.05	5048	0	5048	RIGE POLITICA 1. CAPACIDAD MAXIMA DE VERTEODOR.
12		669.00	(13.75)						
18		609.42	(9.93)	0	2,329.15	4657	0	4657	RIGE POLITICA 1. CAPACIDAD MAXIMA DE VERTEODOR.
24		552.05	(9.56)						
19	6	512.97	(6.51)	0	2,158.64	1657	0	1657	SE LLEGO AL NIV. ESCALON AL DESCENSO DE LA AVENIDA.
12		473.88	(6.52)						
18		445.77	(4.69)	0	2,112.15	513	0	513	SE LLEGO AL NIV. GASTO DE SALIDA=GASTO DE ENTRADA.
24		415.62	(5.02)						
20	6	385.46	(5.03)	0	2,111.30	446	0	446	SE LLEGO AL NIV. GASTO DE SALIDA=GASTO DE ENTRADA.
12		355.31	(5.02)						
18		325.15	(5.03)	0	2,110.44	385	0	385	SE LLEGO AL NIV. GASTO DE SALIDA=GASTO DE ENTRADA.
24		305.97	(3.20)						
21	6	286.80	(3.20)	0	2,110.01	145	0	145	GASTO DE SALIDA ES EL GASTO PROM. DE OBRA DE TOMA.
12		275.00	(1.97)						
18		272.30	(0.45)	0	2,117.38	145	0	145	GASTO DE SALIDA ES EL GASTO PROM. DE OBRA DE TOMA.
24		272.30	0.00						
22	6	286.80	2.42	24.7	2,123.25	145	0	145	GASTO DE SALIDA ES EL GASTO PROM. DE OBRA DE TOMA.
12		331.79	7.50						
18		1,094.33	127.09	32.1	2,128.75	145	0	145	GASTO DE SALIDA ES EL GASTO PROM. DE OBRA DE TOMA.
24		2,672.50	263.03						
23	6	4,146.00	245.58	31.7	2,135.84	145	0	145	GASTO DE SALIDA ES EL GASTO PROM. DE OBRA DE TOMA.
12		3,698.00	(74.67)						
18		2,827.00	(145.17)	0	2,210.95	145	0	145	GASTO DE SALIDA ES EL GASTO PROM. DE OBRA DE TOMA.
24		2,260.50	(94.42)						

CUADRO DE RESUMEN DE RESULTADOS OBTENIDOS AL APLICAR LA POLITICA DE OPERACION

AVENIDA DE ENERO DE 1949

DATOS DE LA AVENIDA				POLITICA DE OPERACION				OBSERVACIONES	
DIA	HORA	GASTO	INTENSIDAD	DURACION	VOLUMEN ALMACENADO	GASTO DE SALIDA PROPUESTO	GASTO TOTAL		
		(M ³ /S)	(M ³ /S/H)	(Horas)	(MILL. M ³)	V. CRESTA CONTROLADA (M ³ /S)	V. CRESTA LIBRE (M ³ /S)		
24	6	1,705.00	(97.58)	0	2,374.12	1000	0	1000	IRIGE POLITICA 2.
	12	1,416.40	(48.19)						
	18	1,276.00	(23.40)	0	2,440.81	1000	0	1000	IRIGE POLITICA 2.
	24	1,364.42	14.74						
25	6	1,822.00	76.26	16.8	2,465.03	1000	0	1000	IRIGE POLITICA 2.
	12	2,878.50	176.08						
	18	4,390.60	252.02	31.7	2,478.86	1000	0	1000	IRIGE POLITICA 2.
	24	6,352.00	326.90						
26	6	7,295.00	157.17	32.1	2,537.19	1000	0	1000	IRIGE POLITICA 2.
	12	6,124.80	(195.03)						
	18	4,867.96	(209.48)	0	2,726.03	2000	0	2000	IRIGE POLITICA 2.
	24	3,659.60	(201.38)						
27	6	2,888.80	(128.47)	0	2,929.50	3000	0	3000	IRIGE POLITICA 2.
	12	2,260.50	(104.72)						
	18	1,880.50	(63.33)	0	2,984.09	3000	0	3000	IRIGE POLITICA 2.
	24	1,620.76	(43.29)						
28	6	1,377.40	(40.56)	0	2,965.72	3000	0	3000	IRIGE POLITICA 2.
	12	1,205.80	(28.60)						
	18	1,059.50	(24.38)	0	2,911.75	3000	0	3000	IRIGE POLITICA 2.
	24	938.50	(20.17)						
29	6	817.50	(20.17)	0	2,837.94	3000	0	3000	IRIGE POLITICA 2.
	12	779.00	(6.42)						
	18	696.50	(13.75)	0	2,751.50	3000	0	3000	IRIGE POLITICA 2.
	24	622.25	(12.38)						
30	6	558.20	(10.67)	0	2,656.38	3000	0	3000	IRIGE POLITICA 2.
	12	529.88	(4.72)						
	18	503.55	(4.39)	0	2,555.27	3000	0	3000	IRIGE POLITICA 2.
	24	483.08	(3.41)						
31	6	462.60	(3.41)	0	2,449.17	3000	0	3000	IRIGE POLITICA 2.
	12	447.14	(2.58)						
	18	431.68	(2.58)	0	2,340.88	3000	0	3000	IRIGE POLITICA 2.

CUADRO DE RESUMEN DE RESULTADOS OBTENIDOS AL APLICAR LA POLITICA DE OPERACION

AVENIDA DE ENERO DE 1949

CANTOS DE LA AVENIDA				POLITICA DE OPERACION				OBSERVACIONES
DIA	HORA	GASTO	INTEHSIDAD	DURACION	GASTO DE SALIDA PROPUUESTO			
					VOLUMEN ALMACENADO	V. CRESTA CONTROLADA	V. CRESTA LIBRE	
		(M ³ /S)	(M ³ /S/H)	(Horas)	(MILL. M ³)	(M ³ /S)	(M ³ /S)	(M ³ /S)
	24	416.22	(2.58)					
1	6	401.09	(2.52)	0	2,230.93	432	0	432
	12	387.38	(2.28)					
	18	373.99	(2.23)	0	2,230.58	401	0	401
	24	360.60	(2.23)					
2	6	349.05	(1.93)	0	2,230.29	374	0	374
	12	337.00	(2.01)					
	18	318.65	(3.06)	0	2,230.00	349	0	349

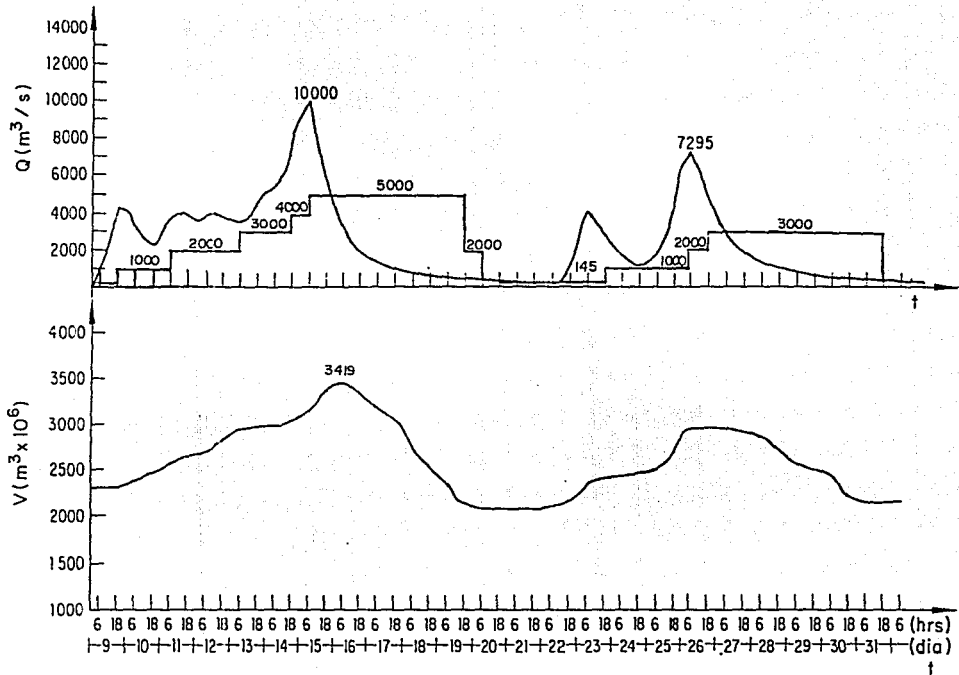


Fig V.8 Tránsito de la avenida de enero de 1949

Método II

CUADRO DE RESUMEN DE RESULTADOS OBTENIDOS AL APLICAR LA POLITICA DE OPERACION

AVENTA DE ENERO DE 1960

DIA	DATOS DE LA AVENTA			POLITICA DE OPERACION				OBSERVACIONES	
	GASTO (M ³ /S)	INTENSIDAD (M ³ /S/H)	DURACION (Horas)	VOLUMEN ALMACENADO (MILL. M ³)	V. CRESTA CONTROLADA (M ³ /S)	V. CRESTA LIBRE (M ³ /S)	GASTO TOTAL (M ³ /S)		
	18	117.00							
	24	123.94	1.16						
4	6	130.40	1.08	24.7	2,280.00	145	0	145	GASTO DE SALIDA ES EL GASTO PROM. DE OBRA DE TOMA.
	12	306.00	27.27						
	18	808.50	83.75	16.8	2,278.94	145	0	145	GASTO DE SALIDA ES EL GASTO PROM. DE OBRA DE TOMA.
	24	4,171.20	550.45						
5	6	6,435.20	377.33	31.7	2,282.10	700	0	700	RISE POLITICA 1.
	12	7,083.20	138.00						
	18	5,764.80	(219.73)	0	2,359.42	1000	0	1000	RISE POLITICA 2.
	24	3,712.20	(342.10)						
6	6	2,291.20	(236.83)	0	2,608.22	2000	0	2000	RISE POLITICA 2.
	12	1,492.50	(133.12)						
	18	1,075.00	(99.58)	0	2,726.52	2000	0	2000	RISE POLITICA 2.
	24	883.20	(31.97)						
7	6	756.00	(21.20)	0	2,721.85	2000	0	2000	RISE POLITICA 2.
	12	707.00	(3.17)						
	18	694.00	(2.17)	0	2,677.75	2000	0	2000	RISE POLITICA 2.
	24	634.00	(10.00)						
8	6	565.00	(11.50)	0	2,622.95	2000	0	2000	RISE POLITICA 2.
	12	542.50	(3.75)						
	18	504.00	(5.42)	0	2,565.23	2000	0	2000	RISE POLITICA 2.
	24	476.25	(4.62)						
9	6	445.00	(5.21)	0	2,502.76	2000	0	2000	RISE POLITICA 2.
	12	425.00	(3.33)						
	18	411.88	(2.19)	0	2,369.92	2000	0	2000	RISE POLITICA 2.
	24	400.00	(1.98)						
10	6	314.25	(14.29)	0	2,301.06	2000	0	2000	RISE POLITICA 2.
	12	306.00	(1.38)						
	18	300.00	(1.00)	0	2,228.05	2000	0	2000	RISE POLITICA 2.
	24	304.00	0.67						

CUADRO DE RESUMEN DE RESULTADOS OBTENIDOS AL APLICAR LA POLITICA DE OPERACION

AVENIDA DE ENERO DE 1960

DATOS DE LA AVENIDA				POLITICA DE OPERACION				OBSERVACIONES
DIA HORA	GASTO	INTENSIDAD	DURACION	VOLUMEN ALMACENADO	V. CRESTA CONTROLADA	V. CRESTA LIBRE	GASTO TOTAL	
	(M ³ /S)	(M ³ /S/H)	[Horas]	(MILL. M ³)	(M ³ /S)	(M ³ /S)	(M ³ /S)	
11 6	324.75	3.46	24.7	2,228.14	300	0	300	SE LLEGO AL MAND. GASTO DE SALIDA-GASTO DE ENTRADA.
12	723.67	66.49						
18	3,158.00	405.72	31.7		570	0	570	RIGE POLITICA 1.
24	10,260.00	1,183.67		2,226.17				
12 3	15,000.00	1,580.00						
6	11,906.00	257.67	31.7	2,542.56	570	0	570	RIGE POLITICA 1.
12	8,268.00	(589.67)						
18	6,437.50	(305.08)	0	2,932.96	1000	0	1000	RIGE POLITICA 2.
24	5,344.00	(182.25)						
13 6	3,544.00	(300.00)	0	3,057.84	3000	0	3000	RIGE POLITICA 2.
12	2,816.50	(121.25)						
18	2,498.00	(53.08)	0	3,065.62	3000	0	3000	RIGE POLITICA 2.
24	3,016.00	86.33						
14 6	2,816.00	(33.33)	0	3,055.13	3000	0	3000	RIGE POLITICA 2.
12	2,414.00	(67.00)						
18	2,157.50	(42.75)	0	3,038.49	3000	0	3000	RIGE POLITICA 2.
24	1,832.00	(54.25)						
15 6	1,587.50	(40.75)	0	2,995.07	3000	0	3000	RIGE POLITICA 2.
12	1,412.00	(29.25)						
18	1,211.43	(33.43)	0	2,930.26	3000	0	3000	RIGE POLITICA 2.
24	887.36	(54.01)						
16 6	677.00	(35.06)	0	2,845.99	3000	0	3000	RIGE POLITICA 2.
12	635.00	(7.00)						
18	635.00	0.00	24.7	2,744.73	3000	0	3000	RIGE POLITICA 2.
24	598.75	(6.04)						
17 6	572.50	(4.38)	0	2,641.78	3000	0	3000	RIGE POLITICA 2.
12	544.00	(4.75)						
18	502.00	(7.00)	0	2,536.29	3000	0	3000	RIGE POLITICA 2.
24	460.00	(7.00)						
18 6	424.00	(6.00)	0	2,427.47	3000	0	3000	RIGE POLITICA 2.
12	412.00	(2.00)						

CUADRO DE RESUMEN DE RESULTADOS OBTENIDOS AL APLICAR LA POLITICA DE OPERACION

VENIDA DE CERO DE 1960

DIA HORA	DATOS DE LA AVENIDA			POLITICA DE OPERACION				OBSERVACIONES
	GASTO	INTENSIDAD	DURACION	GASTO DE SALIDA PROPUESTO			GASTO TOTAL	
				VOLUMEN ALMACENADO	V. CRESTA CONTROLADA	V. CRESTA LIBRE		
(M ³ /S)	(M ³ /S/H)	(Horas)	(MILL. M ³)	(M ³ /S)	(M ³ /S)	(M ³ /S)	(M ³ /S)	
18	395.00	(2.67)	0	2,315.93	3000	0	3000	IRIGE POLITICA 2.
24	384.00	(2.00)						
19	6	372.00	0	2,203.18	3000	0	3000	IRIGE POLITICA 2.
12	360.00	(2.00)						
18	351.00	(1.50)	0	2,202.92	372	0	372	ISE LLEGO AL NIMO. GASTO DE SALIDA-GASTO DE ENTRADA.
24	335.00	(3.00)						
20	6	315.00	0	2,202.54	351	0	351	ISE LLEGO AL NIMO. GASTO DE SALIDA-GASTO DE ENTRADA.
12	312.00	(0.50)						
18	304.50	(1.25)	0	2,202.47	315	0	315	ISE LLEGO AL NIMO. GASTO DE SALIDA-GASTO DE ENTRADA.
24	283.50	(3.50)						
21	6	262.50	0	2,208.91	145	0	145	GASTO DE SALIDA ES EL GASTO PROM. DE OBRA DE TOMA.
12	262.50	0.00						
18	257.50	(0.83)	0	2,213.98	145	0	145	GASTO DE SALIDA ES EL GASTO PROM. DE OBRA DE TOMA.
24	252.50	(0.83)						
22	6	247.50	0	2,218.74	145	0	145	GASTO DE SALIDA ES EL GASTO PROM. DE OBRA DE TOMA.
12	240.00	(1.25)						
18	235.00	(0.83)	0		145	0	145	GASTO DE SALIDA ES EL GASTO PROM. DE OBRA DE TOMA.

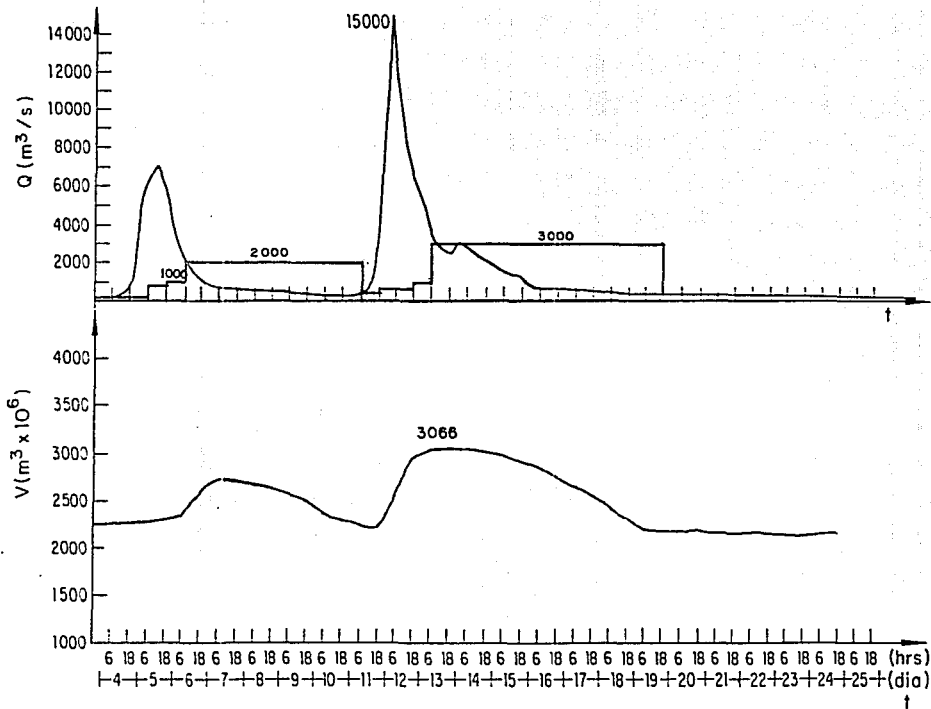


Fig. V9 Tránsito de la avenida de enero de 1960

Método I

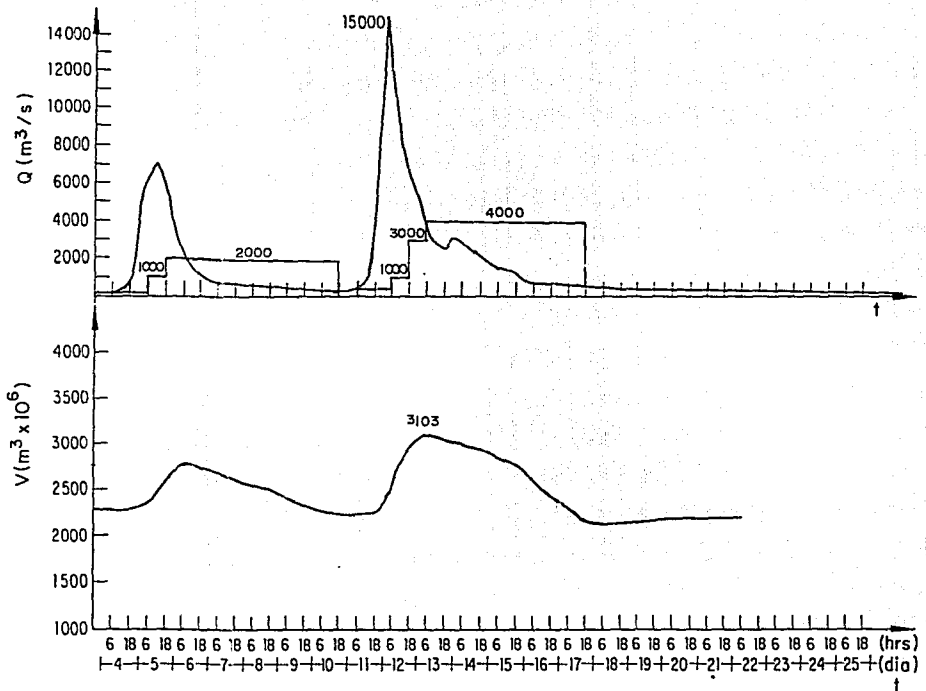


Fig. V.10 Tránsito de la avenida de enero de 1960

Método II

CUADRO DE RESUMEN DE RESULTADOS OBTENIDOS AL APLICAR LA POLITICA DE OPERACION

PERIODO DE DICIEMBRE DE 1970 HASTA DE 1971

DATOS DE LA CUENTA				POLITICA DE OPERACION				OBSERVACIONES	
DIA	HORA	GASTO	INTENCIONADO	BUSQUEDA	VOLUMEN ALMACENADO	V. CRESTA CONTROLADA	V. CRESTA LIBRE		GASTO TOTAL
		(M ³ /S)	(M ³ /S/H)	(Horas)	(MILL. M ³)	(M ³ /S)	(M ³ /S)		(M ³ /S)
25	6	130.00							
12		128.00	(0.35)						
18		126.00	(0.33)	0	2,800.00	2000	0	2000	TRIGE POLITICA 2. (SE CONOCE EL NIVEL EN EL VASO)
24		125.00	(0.17)						
26	6	123.00	(0.33)	0	2,719.17	2000	0	2000	TRIGE POLITICA 2.
12		122.00	(0.17)						
18		122.00	0.00	24.7	2,638.19	2000	0	2000	TRIGE POLITICA 2.
24		121.00	(0.17)						
27	6	119.00	(0.33)	0	2,557.09	2000	0	2000	TRIGE POLITICA 2.
12		117.00	(0.33)						
19		115.00	(0.33)	0	2,475.94	2000	0	2000	TRIGE POLITICA 2.
24		115.00	0.00						
28	6	114.00	(0.17)	0	2,394.63	2000	0	2000	TRIGE POLITICA 2.
12		2,134.00	336.67						
18		6,180.00	674.33	31.7	2,313.20	4130	0	4130	TRIGE POLITICA 1.
24		9,200.00	503.33						
29	6	11,720.00	420.00	31.7	2,183.34	4130	0	4130	TRIGE POLITICA 1.
12		11,435.00	(47.50)						
18		10,051.00	(230.67)	0	2,337.14	4130	0	4130	TRIGE POLITICA 1.
24		10,240.00	31.50						
30	6	8,730.00	(251.67)	0	2,658.86	4130	0	4130	TRIGE POLITICA 1.
12		6,720.00	(335.00)						
18		4,214.00	(417.67)	0	2,918.74	4130	0	4130	TRIGE POLITICA 1.
24		3,170.00	(174.00)						
31	6	2,600.00	(95.00)	0	3,074.04	4130	0	4130	TRIGE POLITICA 1.
12		2,390.00	(36.67)						
19		2,300.00	(13.33)	0	3,055.11	4130	0	4130	TRIGE POLITICA 1.
24		2,228.00	(12.00)						
1	6	2,115.00	(18.83)	0	2,984.27	4130	0	4130	TRIGE POLITICA 1.
12		1,406.00	(118.17)						

CUADRO DE RESUMEN DE RESULTADOS OBTENIDOS AL APLICAR LA POLITICA DE OPERACION

AVENIDA DE DICIEMBRE DE 1990-ENERO DE 1991

DIA HORA	DATOS DE LA AVENIDA			POLITICA DE OPERACION				OBSERVACIONES
	GASTO (M ³ /S)	INTENSIDAD (M ³ /S/H)	DURACION (Hrs)	GASTO DE SALIDA PROPUESTO			GASTO TOTAL (M ³ /S)	
				VOLUMEN ALMACENADO (MILL. M ³)	V. CRESTA CONTRALADA (M ³ /S)	V. CRESTA LIBRE (M ³ /S)		
18	1,374.00	(5.33)	0	2,703.66	4130	0	4130	IRIGE POLITICA 1.
24	1,300.00	(12.33)						
2 6	1,276.00	(4.00)	0	2,801.30	4130	0	4130	IRIGE POLITICA 1.
12	1,128.00	(24.67)						
18	1,100.00	(4.67)	0	2,680.64	4130	0	4130	IRIGE POLITICA 1.
24	1,047.00	(8.83)						
3 6	925.00	(20.33)	0	2,554.14	4130	0	4130	IRIGE POLITICA 1.
12	862.00	(10.50)						
18	820.00	(7.00)	0	2,422.11	4130	0	4130	IRIGE POLITICA 1.
24	750.00	(5.00)						
4 6	762.00	(4.67)	0	2,282.29	1130	0	1130	ISE LLEGO AL NIV. ESCALON AL DESCENSO DE LA AVENIDA.
12	730.00	(5.33)						
18	698.00	(5.33)	0	2,268.26	762	0	762	ISE LLEGO AL NIV. GASTO DE SALIDA+GASTO DE ENTRADA.
24	650.00	(8.00)						
5 6	630.00	(3.33)	0	2,267.56	698	0	698	ISE LLEGO AL NIV. GASTO DE SALIDA+GASTO DE ENTRADA.
12	630.00	0.00						
19	647.00	2.83	24.7	2,266.52	630	0	630	ISE LLEGO AL NIV. GASTO DE SALIDA+GASTO DE ENTRADA.
24	1,082.00	72.50						
6 6	2,460.00	229.67	31.7	2,266.53	647	0	647	ISE LLEGO AL NIV. GASTO DE SALIDA+GASTO DE ENTRADA.
12	2,750.00	91.67						
18	2,378.00	(95.33)	0	2,275.92	647	0	647	ISE PROHUSTICA AUMENTO CONSIDERABLE EN EL GASTO DE ENTRADA. SE MANTIENE EL VALOR DE Q ₃ ANTERIOR.
24	2,162.00	(36.00)						
7 6	1,958.00	(29.00)	0	2,364.83	1000	0	1000	IRIGE POLITICA 2.
12	1,780.00	(34.67)						
18	1,664.00	(29.33)	0	2,419.69	1000	0	1000	IRIGE POLITICA 2.
24	1,540.00	(10.67)						
8 6	1,268.00	(28.67)	0	2,457.88	1000	0	1000	IRIGE POLITICA 2.
12	1,286.00	(13.33)						
18	1,220.00	(11.33)	0	2,482.59	1000	0	1000	IRIGE POLITICA 2.
24	1,100.00	(20.00)						
7 8	1,030.00	(11.67)	0	2,496.74	1000	0	1000	IRIGE POLITICA 2.

CUADRO DE RESUMEN DE RESULTADOS OBTENIDOS AL APLICAR LA POLITICA DE OPERACION

AVENIDA DE DICIEMBRE DE 1990-ENEVO DE 1991

DATOS DE LA AVENIDA				POLITICA DE OPERACION				OBSERVACIONES	
DIA	HORA	GASTO	INTENSIDAD	DURACION	VOLUMEN ALMACENADO	V. CRESTA CONTROLADA	V. CRESTA LIBRE		GASTO TOTAL
		(M ³ /S)	(M ³ /S/H)	(Horas)	(MILL. M ³)	(M ³ /S)	(M ³ /S)		(M ³ /S)
	12	896.00	(22.33)						
	18	854.00	(7.03)	0	2,503.67	1000	0	1000	
	24	800.00	(9.03)						
10	6	784.00	(2.67)	0	2,502.07	1000	0	1000	
	12	735.00	(8.17)						
	19	701.00	(5.67)	0	2,494.60	1000	0	1000	
	24	670.00	(5.17)						
11	6	634.00	(6.00)	0	2,484.21	1000	0	1000	
	12	608.00	(4.35)						
	18	570.00	(6.35)	0	2,470.62	1000	0	1000	
	24	500.00	(11.67)						
12	6	541.00	6.87	24.7	2,454.25	1000	0	1000	
	12	520.00	(3.50)						
	18	499.00	(3.50)	0	2,434.16	1000	0	1000	
	24	480.00	(3.17)						
13	6	472.00	(1.35)	0	2,413.88	1000	0	1000	
	12	455.00	(2.85)						
	18	444.00	(1.85)	0	2,391.83	1000	0	1000	
	24	444.00	0.00						
14	6	444.00	0.00	24.7	2,368.65	1000	0	1000	
	12	430.00	(2.35)						
	18	421.00	(1.50)	0	2,344.63	1000	0	1000	
	24	390.00	(5.17)						
15	6	362.00	(4.67)	0	2,320.31	1000	0	1000	
	12	345.00	(2.85)						
	18	335.00	(1.67)	0	2,294.63	1000	0	1000	
	24	333.00	(0.35)						
16	6	330.00	(0.50)	0	2,266.70	335	0	335	
	12	325.00	(0.85)						
	18	321.00	(0.67)	0	2,266.66	330	0	330	
	24	316.00	(0.50)						

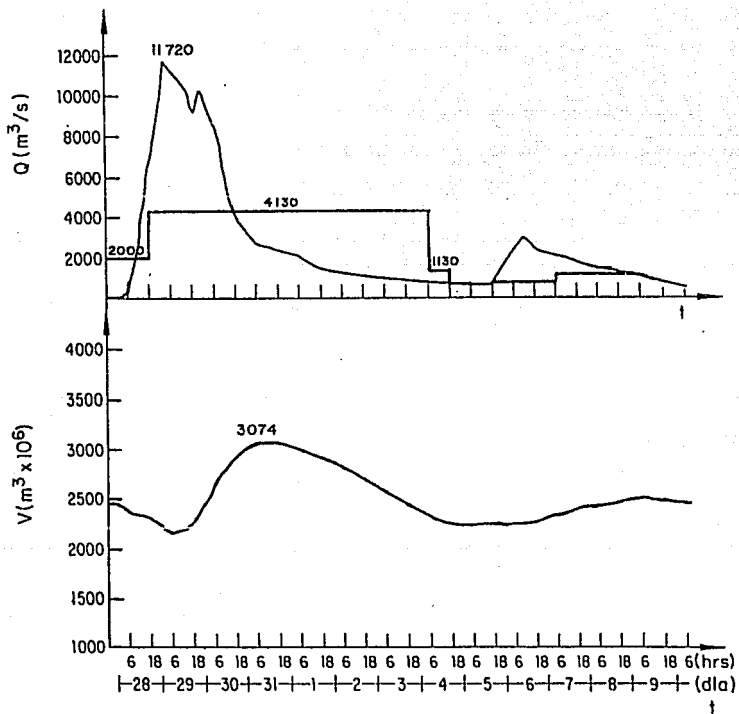


Fig. II Tránsito de la avenida de diciembre de 1990
Método I

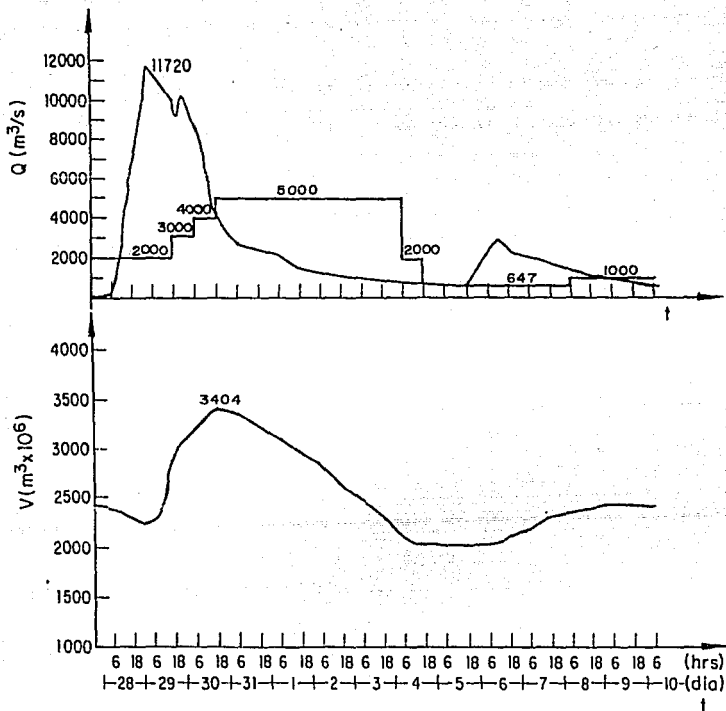


Fig VI.12 Tránsito de la avenida de diciembre, de 1990

Método II

CUADRO DE RESUMEN DE RESULTADOS OBTENIDOS AL APLICAR LA POLITICA DE OPERACION

AVENIDA DE 5000 AÑOS DE PERIODO DE RETORNO

DIA	HORA	DATOS DE LA AVENIDA			POLITICA DE OPERACION				OBSERVACIONES
		GASTO	INTENSIDAD	DURACION	GASTO DE SALIDA PROPUESTO			GASTO TOTAL	
					ALMACENADO	V. CRESTA CONTROLADA	V. CRESTA LIBRE		
		(M ³ /S)	(M ³ /S/Hra)	(Horas)	(MILL.M ³)	(M ³ /S)	(M ³ /S)	(M ³ /S)	
1	6	273.25							
12		546.50	45.54						
19		819.75	45.54	25.3	2,280.00	145	0	145	GASTO DE SALIDA ES EL GASTO PROM. DE OBRA DE TOMA.
24		1,093.00	45.54						
2	6	1,381.50	48.08	25.3	2,291.45	145	0	145	GASTO DE SALIDA ES EL GASTO PROM. DE OBRA DE TOMA.
12		1,573.00	48.08						
18		1,958.50	48.08	25.3	2,326.49	1000	0	1000	GRIGE POLITICA 2.
24		2,247.00	48.08						
3	6	2,368.25	20.21	25.3	2,349.20	1000	0	1000	GRIGE POLITICA 2.
12		2,489.50	20.21						
18		2,610.75	20.21	25.3	2,376.84	1000	0	1000	GRIGE POLITICA 2.
24		2,732.00	20.21						
4	6	2,853.00	20.17	25.3	2,458.57	1000	0	1000	GRIGE POLITICA 2.
12		2,974.00	20.17						
18		3,095.00	20.17	25.3	2,530.77	1000	0	1000	GRIGE POLITICA 2.
24		3,216.00	20.17						
5	6	3,522.50	51.08	25.3	2,613.44	2000	0	2000	GRIGE POLITICA 2.
12		3,829.00	51.08						
18		4,135.50	51.08	25.3	2,663.35	2000	0	2000	GRIGE POLITICA 2.
24		4,442.00	51.08						
6	6	5,451.50	168.25	22.1	2,735.75	2000	0	2000	GRIGE POLITICA 2.
12		6,461.00	168.25						
18		7,470.50	168.25	22.1	2,834.62	2610	0	2610	GRIGE POLITICA 1.
24		8,480.00	168.25						
7	6	11,974.75	585.79	31.7	2,979.18	5610	0	5610	GRIGE POLITICA 1.
12		15,509.50	585.79						
18		19,024.25	585.79	31.7	3,081.36	6310	0	6310	GRIGE POLITICA 1. CAPACIDAD MAXIMA DEL VERTEDEDOR.
24		22,539.00	585.79						
8	6	21,139.00	(233.33)	3	3,402.86	6775	623	7398	GRIGE POLITICA 1. CAPACIDAD MAXIMA DEL VERTEDEDOR.
12		19,739.00	(233.33)						

CUADRO DE RESUMEN DE RESULTADOS OBTENIDOS AL APLICAR LA POLITICA DE OPERACION

AUENTADA DE 5000 AGOS DE PERIODO DE RETORNO

DIA HORA	DATOS DE LA AUENTADA				POLITICA DE OPERACION			GASTO TOTAL (M ³ /S)	OBSERVACIONES
	GASTO (M ³ /S)	INTENSIDAD (M ³ /S/Hra)	DURACION (Horas)	VOLUMEN ALMACENADO (MILL. M ³)	GASTO DE SALIDA PROPUESTO				
					V. CRESTA CONTROLADA (M ³ /S)	V. CRESTA LIBRE (M ³ /S)			
18	18,339.00	(233.33)	0	3,981.03	7500	8155	15655	IRIGE POLITICA 1. CAPACIDAD MAXIMA DEL VERTEDOO.	
24	16,939.00	(233.33)							
9	14,459.25	(413.29)	0	4,187.70	7550	8900	16450	IRIGE POLITICA 1. CAPACIDAD MAXIMA DEL VERTEDOO.	
12	11,379.50	(413.29)							
13	9,499.75	(413.29)	0	4,239.07	7550	5900	16450	IRIGE POLITICA 1. CAPACIDAD MAXIMA DEL VERTEDOO.	
24	7,020.00	(413.29)							
15	6,706.50	9.42	24.7	4,099.51	7550	8900	16450	IRIGE POLITICA 1. CAPACIDAD MAXIMA DEL VERTEDOO.	
12	7,133.00	9.42							
18	7,189.50	9.42	24.7	3,745.69	7225	4573	11798	IRIGE POLITICA 1. CAPACIDAD MAXIMA DEL VERTEDOO.	
24	7,246.00	9.42							
11	7,101.00	(24.17)	0	3,542.94	6977	1910	8887	IRIGE POLITICA 1. CAPACIDAD MAXIMA DEL VERTEDOO.	
12	6,956.00	(24.17)							
18	6,911.00	(24.17)	0	3,470.83	6869	1208	8076	IRIGE POLITICA 1. CAPACIDAD MAXIMA DEL VERTEDOO.	
24	6,666.00	(24.17)							
12	6,004.50	(110.25)	0	3,425.58	6812	842	7654	IRIGE POLITICA 1. CAPACIDAD MAXIMA DEL VERTEDOO.	
12	5,343.00	(110.25)							
18	4,681.50	(110.25)	0	3,386.03	6756	522	7278	IRIGE POLITICA 1. CAPACIDAD MAXIMA DEL VERTEDOO.	
24	4,020.00	(110.25)							
13	3,262.50	(121.25)	0	3,316.73	6662	120	6782	IRIGE POLITICA 1. CAPACIDAD MAXIMA DEL VERTEDOO.	
12	2,565.00	(121.25)							
16	1,837.50	(121.25)	0	3,211.70	6509	0	6509	IRIGE POLITICA 1. CAPACIDAD MAXIMA DEL VERTEDOO.	
24	1,110.00	(121.25)							
14	1,470.00	60.00	16.8	3,057.03	6272	0	6272	IRIGE POLITICA 1. CAPACIDAD MAXIMA DEL VERTEDOO.	
12	1,830.00	60.00							
18	2,190.00	60.00	16.8	2,849.75	5921	0	5921	IRIGE POLITICA 1. CAPACIDAD MAXIMA DEL VERTEDOO.	
24	2,550.00	60.00							
15	2,962.50	68.75	16.8	2,665.24	5592	0	5592	IRIGE POLITICA 1. CAPACIDAD MAXIMA DEL VERTEDOO.	
12	3,375.00	68.75							
18	3,787.50	68.75	16.8	2,526.05	5315	0	5315	IRIGE POLITICA 1. CAPACIDAD MAXIMA DEL VERTEDOO.	
24	4,200.00	68.75							

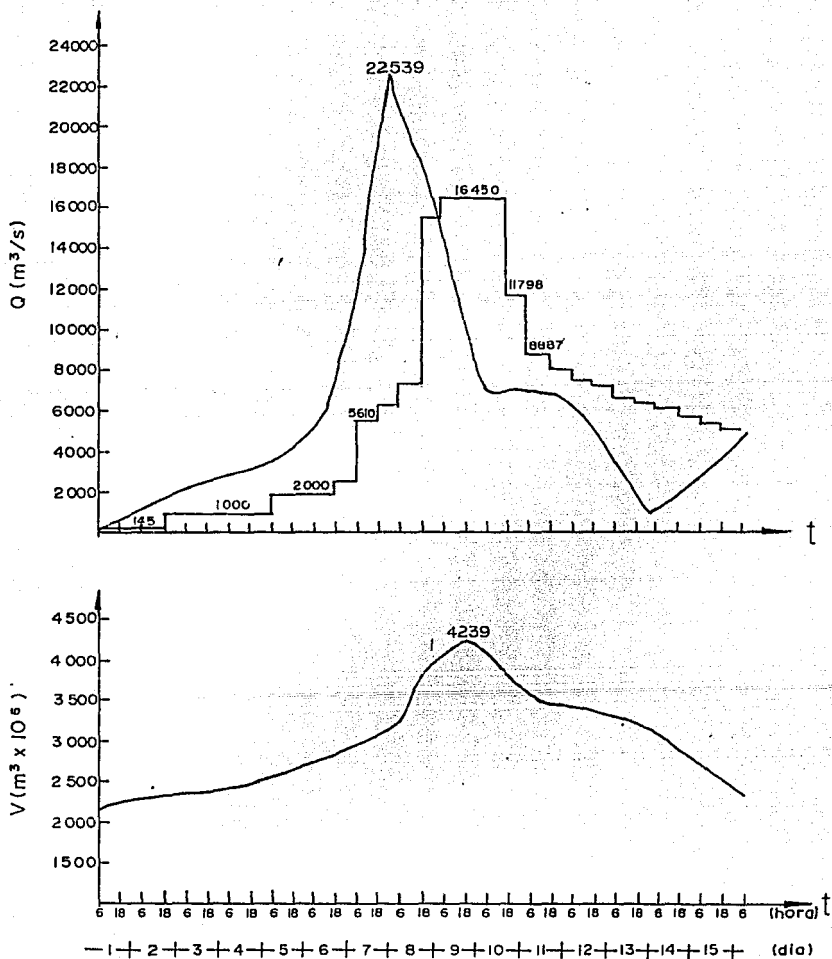


Fig.V.13 Tránsito de la avenida T= 5000 años

Método I

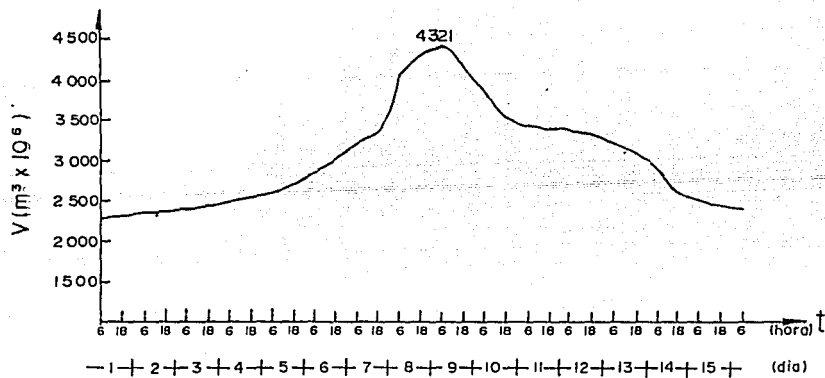
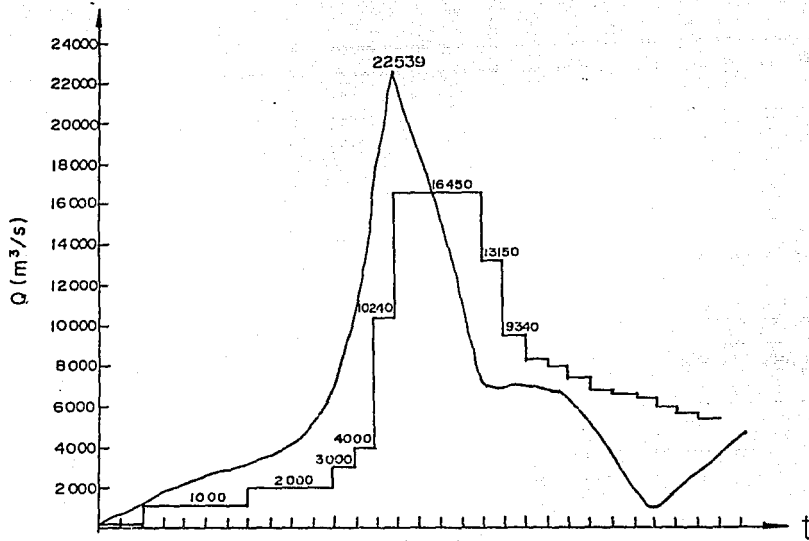


Fig.V.14 Tránsito de la avenida $T= 5000$ años

Método II

CUADRA DE RESUMEN DE RESULTADOS OBTENIDOS AL APLICAR LA POLITICA DE OPERACION

AVENIDA DE 10000 AGUAS DE PERIODO DE RETORNO

DIA	HORA	DATOS DE LA AVENIDA			POLITICA DE OPERACION				OBSERVACIONES
		GASTO (M ³ /S)	INTENSIDAD (M ³ /S/Hra)	DURACION (Horas)	VOLUMEN ALMACENADO (MILL. M ³)	GASTO DE SALIDA PROPUESTO V. CRESTA CONTROLADA (M ³ /S)	V. CRESTA LIBRE (M ³ /S)	GASTO TOTAL (M ³ /S)	
1	6	312.50							
12		625.00	52.00						
18		937.50	52.00	25.3	2,280.00	145	0	145	GASTO DE SALIDA ES EL GASTO PROM. DE OYKA DE TOMA.
24		1,250.00	52.00						
2	6	1,490.00	25.00	25.3	2,293.99	145	0	145	GASTO DE SALIDA ES EL GASTO PROM. DE OYKA DE TOMA.
12		1,550.00	25.00						
18		1,700.00	25.00	25.3	2,334.97	1000	0	1000	IRIGE POLITICA 2.
24		1,850.00	25.00						
3	6	1,925.00	12.50	24.7	2,355.49	1000	0	1000	IRIGE POLITICA 2.
12		2,030.00	12.50						
18		2,075.00	12.50	24.7	2,388.97	1000	0	1000	IRIGE POLITICA 2.
24		2,150.00	12.50						
4	6	2,432.25	42.04	25.3	2,430.55	1000	0	1000	IRIGE POLITICA 2.
12		2,654.50	42.04						
18		2,936.75	42.04	25.3	2,478.61	1000	0	1000	IRIGE POLITICA 2.
24		3,159.00	42.04						
5	6	4,294.25	189.21	32.1	2,544.64	1000	0	1000	IRIGE POLITICA 2.
12		5,429.50	189.21						
18		6,564.75	189.21	32.1	2,632.46	2000	0	2000	IRIGE POLITICA 2.
24		7,730.00	189.21						
6	6	8,150.00	75.00	16.8	2,756.09	2000	0	2000	IRIGE POLITICA 2.
12		8,630.00	75.00						
18		9,050.00	75.00	16.8	2,977.81	3000	0	3000	IRIGE POLITICA 2.
24		9,530.00	75.00						
7	6	13,197.00	616.17	31.7	3,210.01	6000	0	6000	IRIGE POLITICA 1.
12		14,894.00	616.17						
18		20,591.00	616.17	31.7	3,351.49	6802	888	7670	IRIGE POLITICA 1. CAPACIDAD MAXIMA DEL VERTEDOR.
24		24,288.00	616.17						
8	6	22,144.00	(357.33)	0	3,673.11	7130	3600	10730	IRIGE POLITICA 1. CAPACIDAD MAXIMA DEL VERTEDOR.

CUADRO DE RESUMEN DE RESULTADOS OBTENIDOS AL APLICAR LA POLITICA DE OPERACION

AVENIDA DE 10000 M2S DE PERIODO DE RETORNO

DIA HGRA	DATOS DE LA AVENIDA			POLITICA DE OPERACION				OBSERVACIONES	
	GASTO (M ³ /S)	INTENSIDAD (M ³ /S/Hra)	DURACION (Horas)	GASTO DE SALIDA PROPUESTO			GASTO TOTAL (M ³ /S)		
				VOLUMEN ALMACENADO (MILL. M ³)	V. CRESTA CONTROLADA (M ³ /S)	V. CRESTA LIBRE (M ³ /S)			
12	20,060.00	(357.33)							
18	17,856.00	(357.33)	0	4,175.86	7550	8900	16450	IRIGE POLITICA 1. CAPACIDAD MAXIMA DEL VERTEEDOR.	
24	15,712.00	(357.33)							
9	6	13,489.00	(375.50)	0	4,375.63	7550	8900	16450	IRIGE POLITICA 1. CAPACIDAD MAXIMA DEL VERTEEDOR.
12	11,206.00	(375.50)							
18	8,953.00	(375.50)	0	4,390.06	7550	8900	16450	IRIGE POLITICA 1. CAPACIDAD MAXIMA DEL VERTEEDOR.	
24	6,701.00	(375.50)							
10	6	6,525.00	(29.17)	0	4,212.18	7550	8900	16450	IRIGE POLITICA 1. CAPACIDAD MAXIMA DEL VERTEEDOR.
12	6,353.00	(29.17)							
18	6,175.00	(29.17)	0	3,839.65	7340	5840	13180	IRIGE POLITICA 1. CAPACIDAD MAXIMA DEL VERTEEDOR.	
24	6,003.00	(29.17)							
11	6	5,753.00	(41.67)	0	3,548.38	6970	2063	9033	IRIGE POLITICA 1. CAPACIDAD MAXIMA DEL VERTEEDOR.
12	5,500.00	(41.67)							
18	5,253.00	(41.67)	0	3,421.13	6800	800	7600	IRIGE POLITICA 1. CAPACIDAD MAXIMA DEL VERTEEDOR.	
24	5,000.00	(41.67)							
12	6	4,825.00	(29.17)	0	3,335.81	6681	185	6866	IRIGE POLITICA 1. CAPACIDAD MAXIMA DEL VERTEEDOR.
12	4,650.00	(29.17)							
18	4,475.00	(29.17)	0	3,260.69	6575	0	6575	IRIGE POLITICA 1. CAPACIDAD MAXIMA DEL VERTEEDOR.	
24	4,300.00	(29.17)							
13	6	3,522.50	(129.58)	0	3,181.31	6460	0	6460	IRIGE POLITICA 1. CAPACIDAD MAXIMA DEL VERTEEDOR.
12	2,745.00	(129.58)							
18	1,967.50	(129.58)	0	3,091.77	6300	0	6300	IRIGE POLITICA 1. CAPACIDAD MAXIMA DEL VERTEEDOR.	
24	1,190.00	(129.58)							
14	6	1,445.00	42.50	25.3	2,954.99	6110	0	6110	IRIGE POLITICA 1. CAPACIDAD MAXIMA DEL VERTEEDOR.
12	1,760.00	42.50							
18	1,955.00	42.50	25.3	2,759.24	5770	0	5770	IRIGE POLITICA 1. CAPACIDAD MAXIMA DEL VERTEEDOR.	
24	2,210.00	42.50							
15	6	2,552.50	53.75	25.3	2,577.91	5430	0	5430	IRIGE POLITICA 1. CAPACIDAD MAXIMA DEL VERTEEDOR.
12	2,885.00	53.75							
18	3,177.50	53.75	25.3	2,433.29	5121	0	5121	IRIGE POLITICA 1. CAPACIDAD MAXIMA DEL VERTEEDOR.	

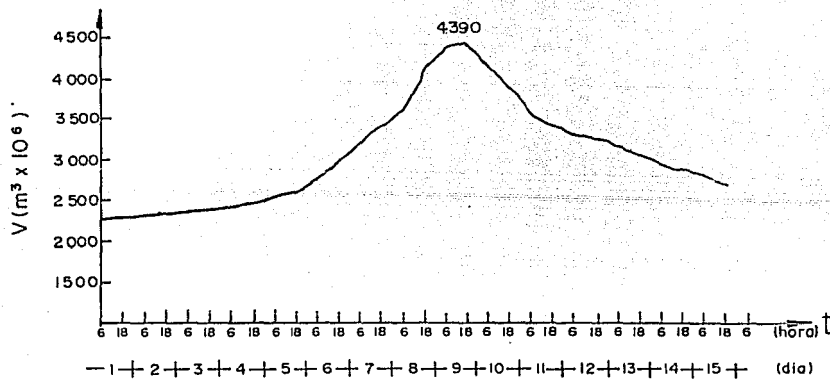
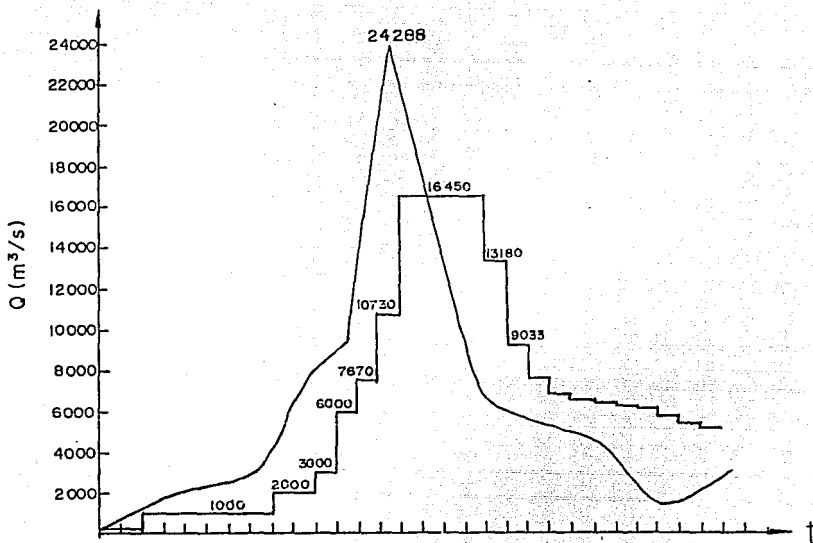


Fig. V.15 Tránsito de la avenida $T = 10,000$ años
Método I

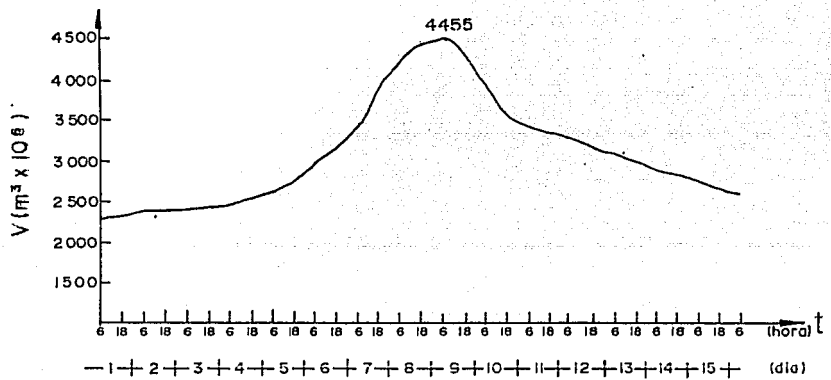
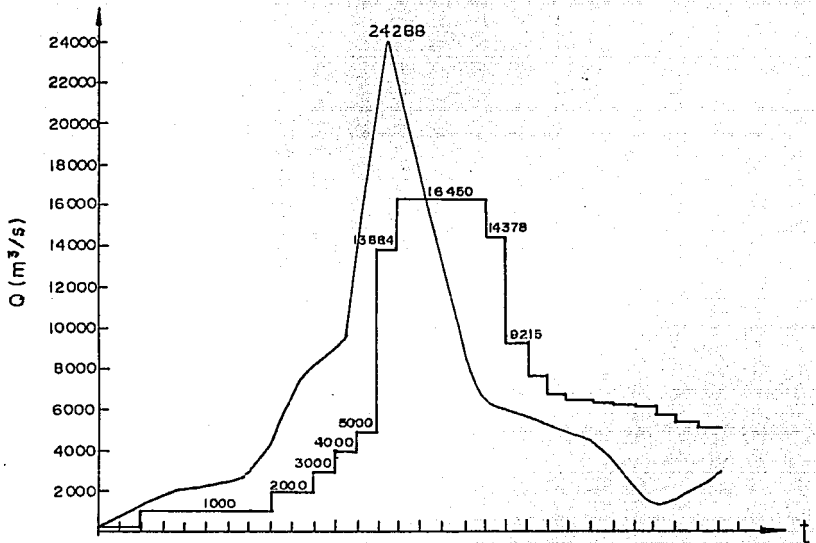


Fig.V.16 Tránsito de la avenida $T=10,000$ años

Método II

En el siguiente capítulo se presentan las conclusiones generales y finales del desarrollo y aplicación del método propuesto.

VI CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos del presente trabajo se puede decir que establecer un método de operación sistemática de las compuertas del vertedor de una presa puede hacerse a partir de la información hidrológica y meteorológica de la zona, de los datos de la presa en estudio (capacidad, niveles importantes, curva elevaciones - gastos - volúmenes, etc.) y de diversos análisis del tipo de los que se muestran en este trabajo.

El procedimiento que se propone, se obtuvo siguiendo los pasos que se resumen a continuación.

Para caracterizar las avenidas de ingreso se partió de las siguientes consideraciones:

- Se conoce el gasto inicial.
- El pronóstico meteorológico permite definir la rapidez de incremento del gasto q , en $m^3/s/h$, en las próximas horas.
- el tiempo $K\Delta t$ que se mantiene q se obtiene de un análisis estadístico de los datos históricos.
- Se define una forma típica de la recesión del hidrograma (curva tipo de descenso de avenidas).

Una vez definida una forma sintética de caracterizar las avenidas se intentó modelar su tránsito por el vaso mediante una ecuación directa obtenida utilizando el método de correlación lineal múltiple. Los resultados obtenidos para el caso de la presa Miguel Hidalgo no fueron satisfactorios, aunque no se descarta la posibilidad de desarrollar estudios posteriores en esa dirección.

El método que se aplicó finalmente para la presa Miguel Hidalgo, utiliza el método de tránsito de avenidas tradicional que, para cada intervalo de tiempo Δt , resuelve la ecuación de continuidad:

$$\Delta V = V_0 + V_1 - V_2$$

donde:

ΔV es el incremento de volumen en el vaso de almacenamiento.

V_0 es el volumen inicial almacenado en el vaso.

V_1 es el volumen que ingresa al vaso.

V_2 es el volumen que sale del vaso.

Se definieron entonces gastos de salida Q_s , tales que al transitar las avenidas sintéticas no se sobrepase un nivel de seguridad definido previamente.

A este procedimiento básico se le añadieron algunas consideraciones procurando que los gastos de salida propuestos no varien bruscamente de una decisión a otra.

Finalmente se revisó el procedimiento simulando lo que ocurría tanto para las avenidas históricas como para las de diseño, procurando que para las primeras (las históricas) los gastos de descarga no caucen daños excesivos aguas abajo de la presa, y para las de diseño el nivel en el vaso no sobrepase el nivel de seguridad de la presa.

Estas simulaciones deben realizarse en cada caso particular y permiten definir el valor de la probabilidad de ocurrencia que debe asignarse a la duración $K\Delta t$ y el incremento máximo permisible en el gasto de salida Q_s (escalones) entre dos decisiones consecutivas. Adicionalmente en las simulaciones debe tomarse en cuenta la capacidad real del vertedor de la presa en estudio.

Al aplicar el procedimiento propuesto a las avenidas máximas históricas (1943, 1949, 1960 y 1990) y a las avenidas de diseño consideradas (T=5,000 y 10,000 años) se obtuvieron resultados confiables ya que en ningún caso se sobrepasa la capacidad de la presa ni se llegan a tener gastos de salida muy grandes al inicio de la avenida lo cual permite tomar las medidas necesarias para transitar y encausar la avenida aguas abajo y prevenir a las poblaciones cercanas.

Además, con el empleo de los incrementos máximos de descarga (sistema de escalera) y del control mediante volúmenes, se logran minimizar los gastos de salida y en lo posible evitar grandes inundaciones en las áreas de cultivo.

Así mismo, al final de la época de avenidas (lluvias) se logra mantener un nivel mayor o igual al NAMO lo cual garantiza tener agua en la temporada de estiaje (sequías).

El método propuesto permite que el personal técnico de la región tome de inmediato decisiones sistemáticas y logre transitar las avenidas en forma segura.

Es importante señalar que al trabajar con fenómenos naturales no se puede tener una total seguridad al proponer un método sistemático que los modele ya que no se pueden conocer ni predecir totalmente.

Debido a lo anterior, el método propuesto establece una revisión periódica del pronóstico meteorológico (cada 6 hrs.) y de la toma de decisiones (cada 12 hrs.). Con ello se puede reaccionar rápidamente ante las características de una avenida y corregir alguna decisión con tiempo suficiente para transitarla en forma segura.

Además se propone que las opiniones del grupo de ingenieros que actualmente dictaminan la forma de operar las presas en situaciones de emergencia sigan siendo consideradas, ya que son muy importantes, pero pueden ser apoyadas por los métodos sistemáticos, logrando con ello una mejoría en la toma de decisiones de operación de compuertas en las presas.

VI.1. Recomendaciones adicionales para la aplicación del método propuesto a otras presas del país.

El método de operación que se propone en este trabajo puede ser aplicado a otras presas de la zona noroeste o de cualquier región del país.

Para ello se deben hacer los estudios y el manejo de la información histórica disponible de igual manera que los realizados para la presa Miguel Hidalgo.

El análisis de las avenidas históricas permitirá obtener la curva tipo de descenso de las avenidas de la zona, las distribuciones probabilísticas de la duración de la rama de ascenso de los hidrogramas (con ayuda del programa AX:EXE, ref.III.2), las avenidas máximas históricas y las avenidas de diseño.

Así mismo, se debe adquirir información de las principales características de la presa, esencialmente la curva elevaciones- gastos - volúmenes.

Con la información anterior se deberá adecuar el programa TRANAVMH a las características de la presa en estudio y realizar diversos ensayos (como los mostrados en este trabajo) para establecer los valores de los incrementos máximos de descarga (escalones).

Con la adecuación del programa, los valores de los incrementos máximos de descarga y la curva elevaciones - gastos - volúmenes se deben analizar las avenidas máximas históricas y las avenidas de diseño consideradas e ir adecuando el método hasta obtener una propuesta óptima.

Finalmente, considero que, las grandes avenidas que ultimamente han causado tantos problemas en las presas del país confirman la necesidad de aplicar métodos de operación más eficientes y seguros. En ese sentido se pretende que este trabajo constituya un avance en la búsqueda de mejores alternativas de operación de las presas, las cuales constituyen un pilar en la economía del país.

REFERENCIAS

- Ref. I.1.- Sánchez y Cervera Jaime E. , Acosta Godínez Antonio.
"Avenida del Río Fuerte, Sin. del 28 de diciembre de 1990 al
2 de enero de 1991".
Vol. LXI Núm.3 Julio-Septiembre 1991.
Revista de la Ingeniería Mexicana, F.I. U.N.A.M.
- Ref. II.1.- Sánchez Bribiesca José Luis, Domínguez Mora Ramón.
"Un posible criterio para la operación a corto plazo de las
computas de las obras de excedencias".
Instituto de Ingeniería U.N.A.M., Noviembre 1991.
- "Operación de presas en situaciones de emergencia".
Instituto de Ingeniería, U.N.A.M., Agosto 1985.
- Ref. II.2.- "Grandes presas de México". S.R.H., C.F.E. México 1976.
- Ref. III.1.-Sotelo Avila Gilberto. "Hidráulica general".
LIMUSA, México 1989.
- Ref. III.2.-Jimenez Espinosa Martín. "Programa AX.EXE. (Ajuste de
funciones de distribución de probabilidad)".
CENAPRED, México, 1992.
- Ref. IV.1.- Espino Godínez Carlos. Tesis profesional.
"Gasto de despegue en cubetas de lanzamiento, (Estudio
Experimental)".
- Ref. V.1.- Domínguez Mora Ramón, Palomas Molina Xavier.
"Programa TRANAVMH (Tránsito de avenidas en la presa Miguel
Hidalgo)".
Instituto de Ingeniería, U.N.A.M., Octubre 1992.
(Ver anexo).

ANEXO

El programa TRANAVMH está elaborado en lenguaje BASIC y puede ser ejecutado en cualquier computadora personal, inclusive en una calculadora de bolsillo programable. Realiza a través de una serie de operaciones algebraicas y de acuerdo al planteamiento hecho en la figura IV.1, capítulo IV, el tránsito de una avenida una vez que se la han proporcionado los datos correspondientes.

Permite ir adecuando el gasto de salida para, en su caso, igualar el volumen que aportará en 12 horas la avenida, de acuerdo a sus características al momento de tomar la decisión, con el volumen disponible real o propuesto en el vaso en ese mismo instante.

Así mismo, muestra en pantalla el volumen almacenado en la presa y el volumen aproximado que se tendrá en las 12 horas siguientes si es que se decide extraer el gasto propuesto en la iteración.

Lo anterior permite calcular y revisar el gasto de salida que podrán desalojar los vertedores de acuerdo a la carga de agua H que en promedio se tenga durante las 12 h siguientes a la toma de decisión.

Este proceso se repite cada 12 horas retroalimentándose con los datos hidrológicos y meteorológicos aportados por la avenida.

(Se anexa el listado del programa.)

```

5 REM FILE : TRANAVMH.BAS
7 CLEAR
10 CLS
30 LPRINT "=====
40 PRINT "=====
50 PRINT "          PROGRAMA TRANAVMH PARA TRANSITAR AVENIDAS
90 LPRINT "          PROGRAMA TRANAVMH PARA TRANSITAR AVENIDAS
100 PRINT "=====
110 LPRINT "=====
120 PRINT " "
130 LPRINT " "
131 X1=0;X2=0;X3=0;X4=0;X5=0;X6=0;X10=0;X20=0;X30=0;X40=0;X50=0;X60=0
140 DIM G(500)
150 PRINT " INTRODUCIR EL DISCO DE DATOS DEL DESCENSO DE LA AVENIDA TIPO "
160 PRINT "          PRESIONA CUALQUIER TECLA CUANDO ESTE LISTO"
170 WF=INKEY$:IF WF="" THEN 170
180 OPEN "1".#1,"A:BAJADA.DAT"
190 FOR H=0 TO 500
200 INPUT #1,H,G(H)
210 NEXT H
220 CLOSE #1
230 REM
240 REM
250 PRINT "DE EL VALOR DE LA INTENSIDAD          q= (M3/S/HR)":INPUT X1
260 PRINT "DE EL VALOR DEL GASTO INICIAL          QI= (M3/S) " :INPUT X2
280 PRINT "DE EL VALOR DEL VOLUMEN ALMACENADO          V= (MILL.M3)":INPUT X10
283 INPUT "ESTAN CORRECTOS LOS DATOS S O N":B$
285 IF B$="S" THEN GOTO 290
287 IF B$="N" THEN GOTO 250
290 IF X1=0 THEN X3=0
291 IF 0=X1 AND X1<10 THEN X3=24.7
292 IF 10=X1 AND X1<50 THEN X3=27.0
293 IF 50=X1 AND X1<100 THEN X3=16.8
294 IF 100=X1 AND X1<200 THEN X3=32.1
295 IF 200=X1 THEN X3=31.7
298 PRINT "DA EL VALOR QUE PROPONES COMO GASTO DE SALIDA (M^3/S) Qs=":INPUT X4
300 LMA=QI-QS+X3+X4
320 FOR H1=1 TO 500
330 IF G(H1)<LMA THEN X6=H1:GOTO 350
340 NEXT H1
350 FOR H2=X6 TO 500
360 IF G(H2)<X6 THEN X5=H2:GOTO 380
370 NEXT H2
380 REM SUMA DE AREAS DE TRAPECIOS
385 REM
390 S=0
400 FOR I=X5 TO X6
410 S=S+G(I)
420 NEXT I
430 V1=1800*(QI+X3+X5+S*MAX)
440 V2=1800*(QI+S*MIN+X4)
470 V3=1800*(2*(X4*(X3+X5)+1)
460 F=V1+V2-V3
461 Q=0-(3830+X40-X10)*(10^6)

```

```

462 X50=(4030+X40-X10)*(10^6)
463 X60=(X10-X40)*(10^6)
464 X70=(X10+(X2+X1*12)*.012*1.8)-X40-(X4*.012*3.6)*(10^6)
466 CLS
471 PRINT " "
472 PRINT " "
473 PRINT "-----"
474 PRINT "INCREMENTO DE VOLUMEN CALCULADO F=";F;" (MILL.M3)"
475 PRINT "-----"
480 PRINT "VOLUMEN DISPONIBLE TEORICO      =" ;X20;" (MILL.M3)"
481 PRINT "-----"
482 PRINT " "
483 PRINT " "
484 PRINT "-----"
485 PRINT "VOLUMEN DISPONIBLE REAL              =" ;X50;" (MILL.M3)"
486 PRINT "-----"
488 PRINT "VOL. ALMACENADO REAL (CALCULO Qs)   =" ;X60;" (MILL.M3)"
489 PRINT "-----"
490 PRINT "CON Qs=" ;X4;" EL VOL. ALMAC. APROX. EN 12 Hrs. SERA=" ;X70
495 PRINT "-----"
496 INPUT "DESEAS HACER OTRA ITERACION S o N"; A
499 PRINT "-----"
504 IF A#="S" THEN 290
506 IF A#="N" THEN 510
510 PRINT "      DATOS DE LA AVENIDA "
520 LPRINT "      DATOS DE LA AVENIDA "
530 PRINT "q=" ;X1;" (M3/S/HR)"; " Q1=" ;X2;" (M3/S)"; " K1=" ;X3;" (HR)"; " KV=" ;X20;" (I
ILL.M3)"
540 LPRINT "q=" ;X1;" (M3/S/HR)"; " Q1=" ;X2;" (M3/S)"; " K1=" ;X3;" (HR)"; " KV=" ;X20;" (
M3)"
545 PRINT "-----"
550 PRINT "GASTO DE SALIDA PROPUESTO Qs=" ;X4;" (M3/S)"
555 LPRINT "-----"
560 LPRINT "GASTO DE SALIDA PROPUESTO Qs=" ;X4;" (M3/S)"
565 PRINT "-----"
567 LPRINT "-----"
570 PRINT "INCREMENTO DE VOLUMEN CALCULADO =" ;F;" (MILL.M3)"
575 PRINT "-----"
590 PRINT "COMPARACION ENTRE EL VOLUMEN DISPONIBLE Y EL CALCULADO"
600 LPRINT "COMPARACION ENTRE EL VOLUMEN DISPONIBLE Y EL CALCULADO"
610 PRINT "VOLUMEN DISPONIBLE=" ;X50; " INC.VOL.CALC.=" ;F;" (M3)"
620 LPRINT "VOLUMEN DISPONIBLE=" ;X50; " INC.VOL.CALC.=" ;F;" (M3)"
623 PRINT "-----"
625 LPRINT "-----"
627 LPRINT " "
628 LPRINT " "
630 X30=X4*.012*3.6
640 X40=X40+X30
650 GOTO 230
660 END

```