

40  
2cl.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
"CAMPUS ARAGON"**

"REVISION DEL COLECTOR IZTAPALAPA 1 POR  
MEDIO DE UN MODELO MATEMATICO DE  
SIMULACION DENOMINADO TRANSITO  
DE AVENIDAS EN COLECTORES (TUAVE)"

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
**INGENIERO CIVIL**  
P R E S E N T A  
**RUBEN PINEDA MIGUELES**



MEXICO, D. F.

1997

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
ARAGÓN  
DIRECCION

RUBEN PINEDA MIGUELES  
PRESENTE.

En contestación a su solicitud de fecha 18 de marzo del año en curso, relativa a la autorización que se le debe conceder para que el señor profesor, Ing. LUIS POMPOSO VIGUERAS MUÑOZ pueda dirigirle el trabajo de Tesis denominado, " REVISIÓN DEL COLECTOR IZTAPALAPA I POR MEDIO DE UN MODELO MATEMÁTICO DE SIMULACIÓN DENOMINADO 'TRANSITO DE AVENIDAS EN COLECTORES (TUAVE)' ", con fundamento en el punto 6 y siguientes, del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Escuela, y toda vez que la documentación presentada por usted reúne los requisitos que establece el precitado Reglamento; me permito comunicarle que ha sido aprobada su solicitud.

Aprovecho la ocasión para reiterarle mi distinguida consideración.

ATENTAMENTE  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU"  
San Juan de Aragón, México., 31 de marzo de 1997  
EL DIRECTOR

M. EN I. CLAUDIO C. MERRIFIELD CASTRO



c c p Jefe de la Unidad Académica.  
c c p Jefatura de Carrera de Ingeniería Civil.  
c c p Asesor de Tesis.

CCMC/AIR/ta.

*[Handwritten signatures]*

# DEDICATORIAS

A MI MADRE CON AMOR, RESPETO E INFINITO AGRADECIMIENTO  
A LA MEMORIA DE MI PADRE QUIEN PERMANECE EN MI COBAZON

A CONCEPCION CON TODO MI AMOR

A ISMAEL E ITANDENUI CON TODO CARIÑO Y AMOR  
DESEANDO QUE CRISTALICEN SUS VIDAS

A MIS HERMANOS: BERTHA, YOLANDA, MAURICIO Y ADOLFO,  
QUIENES POR MEDIO DE SUS EJEMPLOS Y ENSEÑANZAS ME  
HAN AYUDADO A EDIFICAR MI VIDA.

A LA FAMILIA PELAEZ MARTINEZ

# AGRADECIMIENTOS

**GRACIAS A DIOS POR PERMITIRME CONCLUIR ESTA ETAPA DE MI VIDA**

**QUIERO AGRADECER A LAS SIGUIENTES PERSONAS SU COLABORACIÓN  
Y APOYO PARA LOGRAR LA ELABORACIÓN DE ESTE TRABAJO**

**INGENIERO ANGEL ANGEL CORTEZ PEREZ  
INGENIERO JUAN CARLOS GRASCH Y SAUNDERS  
DR EN I. ERNESTO VAZQUEZ FERNANDEZ  
A TODO EL PERSONAL DE LA UNIDAD DEPARTAMENTAL DE PLANES MAESTROS  
EN ESPECIAL A LA INGENIERA BLANCA LILIA A. TINOCO Y AL SEÑOR DANIEL LOPEZ GODINEZ**

**INGENIERO MANUEL MARTINEZ ORTIZ  
INGENIERO GILBERTO GARCIA SANTAMARIA GONZALEZ  
M. EN I. DANIEL VELAZQUEZ VAZQUEZ  
INGENIERO JESUS IGNACIO NEBEDIA DOMINGUEZ  
INGENIERO LUIS P VIGUERAS MUÑOZ POR SUS VALIOSOS COMENTARIOS A ESTE TRABAJO**

**A TODOS LOS PROFESORES QUE CON SUS ENSEÑANZAS INFLUYERON A UN CAMBIO POSITIVO EN MI**

# **INDICE**

<b>I. ANTECEDENTES</b>	<b>1</b>
<b>II. INTRODUCCION</b>	<b>9</b>
<b>III. OBJETIVO</b>	<b>13</b>
<b>IV. MARCO FISICO DE REFERENCIA</b>	<b>15</b>
<b>IV.I Cuenca del Valle de México y Distrito Federal</b>	<b>15</b>
<b>a) Orografia</b>	<b>15</b>
<b>b) Suelo</b>	<b>15</b>
<b>c) Clima</b>	<b>17</b>
<b>d) Hidrologia</b>	<b>17</b>
<b>e) Evaporación</b>	<b>19</b>
<b>f) Aspectos Demográficos</b>	<b>19</b>
<b>g) Crecimiento de la Mancha Urbana</b>	<b>21</b>
<b>IV.II Delegación Iztapalapa</b>	<b>22</b>
<b>V. SISTEMA DE DRENAJE DE LA CIUDAD DE MEXICO</b>	<b>37</b>
<b>VI. DIAGNOSTICO DEL SISTEMA DE DRENAJE</b>	<b>61</b>
<b>VII. PROBLEMATICA</b>	<b>65</b>
<b>VIII. MODELO MATEMATICO DE SIMULACION (TUAVE)</b>	<b>73</b>
<b>VIII.I Justificación.</b>	<b>73</b>
<b>VIII.II Análisis Matemático</b>	<b>77</b>
<b>IX. SIMULACION CON DATOS REALES</b>	<b>103</b>
<b>IX.I Obtención de Datos</b>	<b>103</b>
<b>a) Datos Topográficos</b>	<b>103</b>
<b>b) Datos Hidráulicos e Hidrológicos</b>	<b>103</b>
<b>IX.II Alimentación del Modelo</b>	<b>118</b>
<b>X. ALTERNATIVAS DE SOLUCION</b>	<b>159</b>
<b>XI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>181</b>
<b>XI.I Conclusiones</b>	<b>181</b>
<b>XI.II Recomendaciones</b>	<b>181</b>
<b>XII. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA</b>	<b>185</b>
<b>XIII. ANEXOS</b>	<b>189</b>

## **I. A N T E C E D E N T E S**

Para entender la problemática de la infraestructura de colectores del sistema de drenaje de la Ciudad de México, es necesario conocer aspectos relativos a su desarrollo histórico, por lo cual, es necesario hacer una remembranza de las diferentes etapas del desarrollo de la infraestructura. A continuación se expondrán algunos aspectos generales con el propósito de tener un mejor conocimiento respecto del presente trabajo.

La ciudad de México se encuentra enclavada en la región sureste de la cuenca del valle de México, la cual hasta antes de la erupción de los volcanes que actualmente forman la sierra de Chichináutzin era un valle que drenaba libremente sus aguas hacia Cuernavaca por el sur. Al represarse las aguas merced de la sierra se formó un lago, en el cual la única perdida de agua fue por evaporación, a través del tiempo, dicho lago fue secándose y formando lagunas separadas, de las cuales a la fecha sólo subsiste parte de la de Texcoco y los canales de la zona de Xochimilco-Tláhuac, ver figura 1.1.

Por la morfología así constituida, no es raro que las inundaciones hayan acaecido continuamente en la Ciudad de México desde que los primeros pobladores se establecieron en ella; testigos de esto, son las obras de defensa y desagüe que fueron construidos en distintas épocas en puntos estratégicos de la cuenca, algunas de las cuales existen todavía.

En 1449, el genial rey de Texcoco Nezahualcóyotl construyó la primera obra magna de defensa, un dique de 16 km. de longitud que se extendía desde el Cerro de la Estrella en Iztapalapa hasta Atzacualco, pasando por el Cerro del Peñón con

la finalidad de proteger a la ciudad de las aguas procedentes del norte que eran las más caudalosas y que hacían que el lago de Texcoco derramara sobre el lago de la ciudad de México, posteriormente se construyeron los diques de Tláhuac y Mexicaltzingo que controlaron las aguas del sur.

En la época virreinal se construyó el dique de San Cristóbal que cerró la garganta por la cual derramaban sus aguas las lagunas de Zumpango, Xaltocan y San Cristóbal al lago de Texcoco. Al inicio del siglo XVI se presentaron grandes inundaciones en la ciudad de México, motivadas por los abundantes escurrimientos del río Cuautitlán, por lo cual, el alemán Enrico Martínez propone la construcción del primer túnel de Nochistongo al norte de la cuenca, mediante este fueron desviadas las aguas del río y la cuenca deja de ser cerrada en el año de 1608. Pocos meses después de funcionar el túnel hubo derrumbes que lo inutilizaron, posteriormente se construyó sobre su trazo un tajo que duro 160 años de trabajo, y dio salida permanentemente a las aguas del río Cuautitlán.

En 1856 continuaron los problemas de inundaciones, por lo que se buscó dar una salida adicional a las aguas que hacían peligrar a la entonces floreciente ciudad de México al subir los niveles del lago de Texcoco. Por lo cual, se inició la construcción del Gran Canal del Desagüe y el túnel de Tequisquiác, terminándose en marzo de 1900 constituyendo la segunda salida de las aguas de la cuenca.

Pero la insuficiencia en el desalojo de las aguas debido al crecimiento de la ciudad obligó a que se construyera una tercer salida de las aguas, siendo entre 1940 y 1946 que se construyó un nuevo túnel en Tequisquiác comunicando con esto al valle de México por tres vías con la cuenca del río Moctezuma afluente del río Pánuco que desagua en el golfo de México a la altura del puerto de Tampico.

Cabe comentar que las obras para el desagüe de la cuenca que se han mencionado anteriormente se proyectaron para funcionar por gravedad y así lo hicieron originalmente, sin embargo, la población de la ciudad requirió un mayor abastecimiento de agua potable por lo que hubo de perforar y explotar numerosos pozos de agua provocando el hundimiento general del suelo, dicho hundimiento ha llegado a ser mayor de 8 metros en el centro de la ciudad. Con tales hundimientos era inminente el dislocamiento de la red de alcantarillado, provocándose columpios y contrapendientes en los colectores que desaguan al Gran Canal y afectando también a este último en sus primeros tramos.

Esta situación de la red provocó serias inundaciones en la ciudad por lo cual, para aliviar los conductos fue necesario implementar plantas de bombeo incrementando los costos de operación y mantenimiento del sistema, así como diversas obras que benefician al mismo.

La operación del sistema se volvió más complicada, considerando que la implementación del bombeo representa un riesgo ante la suspensión súbita del fluido eléctrico, por lo que se justificaba la construcción de plantas generadoras de energía accionadas por motores diesel. El hundimiento del terreno y abastecimiento de agua potable requerían urgente y radical solución por tal motivo, en el año de 1953 el Presidente de la República Adolfo Ruiz Cortinez autorizó la creación de la Dirección General de Obras Hidráulicas como una dependencia técnica del Departamento del Distrito Federal, con la finalidad de realizar investigaciones, estudios y proyectos de obras definitivas para resolver dichos problemas interdependientes: agua potable, drenaje y control del hundimiento.

Esta Dirección General formuló en 1954 el "Plan General Para Resolver los Problemas del Hundimiento, las Inundaciones y el Abastecimiento de Agua Potable de la Ciudad de México". Dicho plan fue la base para realizar las obras requeridas a fin de dar pronta y adecuada solución a los problemas citados. Entre las obras de emergencia destacan por su magnitud el Sistema de Drenaje Profundo, el cual considera la construcción de un interceptor en el poniente de la ciudad y dos interceptores más; el Oriente y Central que conjuntamente conducen hacia el norte las aguas de los colectores que interceptan a su paso. El primero de estos (Interceptor del Poniente), conduce las aguas de la parte alta del poniente hacia fuera de la cuenca por medio de un túnel de 4 m de diámetro y un emisor del mismo nombre, no antes de haber sido conducidas sus aguas por el río Hondo y regularlas en el vaso del Cristo, para posteriormente descargar por el antiguo Tajo de Nochistongo hacia el río el Salto, los otros dos interceptores con diámetros de 5 m descargarían a un emisor de 6.5 m de diámetro que se encargaría de conducir las aguas fuera de la cuenca hacia el río el Salto. Los túneles quedaron alojados a profundidades entre 30 m y 217 m de profundidad para no ser afectados por los hundimientos, logrando un pronto desalojo del agua, con esto se garantiza la vida útil del sistema y se evita el costoso bombeo.

Hasta 1975 en que dicho sistema inicio su operación se contaba con una longitud de 69 kilómetros de túneles, se consideraban otros 32 kilómetros de túneles, con dirección al sur de la ciudad con la finalidad de aliviar las zonas con problemas. A la fecha se han construido 72 km. más de interceptores como son: Prolongación del Interceptor Central, Interceptor Centro-Poniente, Interceptor Centro-Centro, Interceptor Oriente en su parte Sur, Interceptor Oriente-Sur, Obrero Mundial, Iztapalapa y Canal Nacional-Canal Chalco. Ver figura 1.2.

Con este sistema de interceptores se alivian los colectores principales de las zonas norte, centro, sur y oriente de la ciudad de México. Con el desarrollo alcanzado la operación del Sistema de Drenaje Profundo se ha complicado de tal manera que se requiere un sistema de medición en tiempo real y un programa de operación preestablecido, que contemple políticas de operación extremas, así como considere la infraestructura futura. Para proseguir con el desarrollo del sistema de drenaje profundo y que este alivie a la mayor parte de la infraestructura posible, sin correr riesgos de mal funcionamiento que provoquen inundaciones; es necesario que se establezca un programa de desarrollo armónico del sistema con el crecimiento de la ciudad, por lo que actualmente en la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica (DGCOH) del Departamento del Distrito Federal, se están realizando los estudios y proyectos necesarios para que dicho programa cumpla su objetivo de dotación de servicio a las zonas más necesitadas. A futuro se requerirán de 48 km. de interceptores más que beneficiarán al oriente y sur de la zona metropolitana de la ciudad de México; sin embargo no solamente con este tipo de soluciones se resolverán los problemas, ya que actualmente estos se presentan por una operación inadecuada y falta de mantenimiento en la red.

Por otra parte, la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica cuenta con modelos de simulación para la revisión y operación de la infraestructura mayor (canales, ríos entubados y a cielo abierto, presas etc.) que pudieran servir en el futuro para verificar la operación y el estado físico de los conductos, estas herramientas benefician a la toma de decisiones del personal del encargado de los proyectos y de la operación. De igual manera será necesario hacer más eficiente a la infraestructura actual de redes primarias y secundarias, por lo que se han venido realizando estudios de revisión del sistema de colectores, por medio de modelos matemáticos cuyos resultados consideran soluciones particulares que en

ocasiones son irreales, pues sus resultados no coinciden con la problemática de las zonas por esta razón, se requiere realizar simulaciones de la infraestructura de colectores que resuelvan los problemas particulares, como se verá a través de este trabajo.



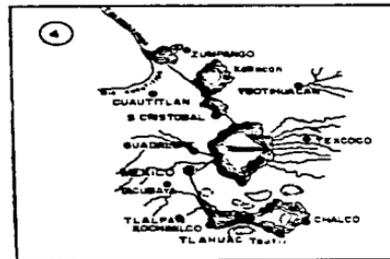
1. Límites durante la época diluviana.



2. A comienzos del siglo XVI.



3. A comienzos del siglo XIX.



4. A fines del siglo XIX.

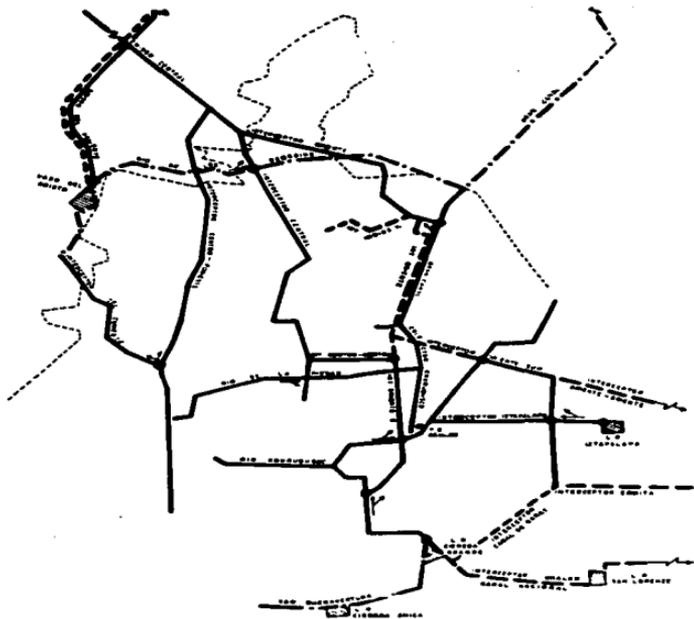


**INER**  
CAMPUS AVALOS



PROCESO DE DESECACION DEL  
LAGO DEL VALLE DE MEXICO

ELABORÓ: RUBÉN PINEDA MQUELES



**ANEP**  
CORPORACION  
NACIONAL



SISTEMA PRINCIPAL DE DRENAJE

ESTACION: RIVERA, CIUDAD DE MONTEVIDEO

## **II. INTRODUCCION.**

A partir de que inició su funcionamiento el Sistema de Drenaje Profundo en 1975, ha sido indispensable para librar a la ciudad de México de las inundaciones que pudiesen ocurrir. Por lo que en la actualidad su desarrollo ha alcanzado magnitudes insospechadas, complicando su funcionamiento y operación debido a la interrelación que tiene con la demás infraestructura de drenaje. Por otra parte, el problema que representa el hundimiento que afecta a la infraestructura superficial de drenaje, produce cambios en su funcionamiento hidráulico, dicho hundimiento llega a ser hasta de 40 cm al año en algunas zonas, por otra parte, el crecimiento de la población y la mancha urbana hacia zonas que hace 30 años se encontraban despobladas y que actualmente requieren servicio de agua potable y drenaje eficiente, ha obligado a que se planteen soluciones para el desalojo de las aguas residuales y pluviales en forma eficiente y segura.

Un ejemplo de esta problemática es el que se presenta en la delegación Iztapalapa, cuyas extensiones de terreno fueron urbanizadas en poco tiempo convirtiéndose en una de las zonas receptoras de emigrantes del centro de la ciudad de México y del país, en general en esta Delegación el desalojo de las aguas residuales y pluviales generadas se realiza en la actualidad parcialmente por bombeo, debido a que la lejanía con respecto a las salidas principales complica su desalojo, de la misma forma, los hundimientos han afectado a la infraestructura construida para este fin, por lo que se requirió que la zona fuera dotada del servicio de Drenaje Profundo con la finalidad de hacer más eficiente su desalojo. Actualmente la zona cuenta con el servicio de Drenaje Profundo como son los interceptores profundos Iztapalapa y Canal Nacional - Canal de Chalco así como el Interceptor Oriente Sur que alivia a los colectores principales de la delegación, pero

esto no es suficiente, ya que aún se siguen presentando encharcamientos, por lo que la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica ha realizado el proyecto de otros interceptores que ayuden a resolver el problema: el interceptor Oriente-Oriente y el Ermita, el primero de estos aliviará la zona Norte de la Delegación Iztapalapa y probablemente parte del Estado de México (zona de Ciudad Nezahualcoyotl), mientras que el segundo, estará ubicado sobre la calle de Ermita Iztapalapa y su función será la de aliviar al Interceptor Iztapalapa, reduciendo su área de aportación al interceptar a la mayor parte de los colectores que llegan a él, ver figura 1.2.

A pesar de la gran cantidad de infraestructura que se va a construir en la Delegación Iztapalapa se siguen presentando problemas de encharcamientos debidos a daños en la infraestructura ocasionados por los hundimientos en los colectores y/o a su insuficiencia ya que fueron proyectados para captar áreas urbanas más pequeñas, pero como la urbanización se ha extendido actualmente captan áreas más grandes lo que les provoca problemas de capacidad, aunado a esto el azolvamiento y la falta de mantenimiento a la infraestructura de drenaje, provoca que su eficiencia se reduzca, por esta razón es muy común que se simulen sistemas de colectores con modelos matemáticos para revisar su funcionamiento y determinar su posible solución a la problemática que presentan. La DGCOH cuenta con un modelo de simulación desarrollado por el Instituto de Ingeniería con la colaboración del Dr. Carlos Crushank Villanueva, para simular el tránsito de avenidas en ríos con áreas de inundación y adaptado posteriormente por el Dr. Ramón Domínguez Mora para transitar avenidas por colectores a superficie libre, el modelo fue calibrado cuantitativamente al comparar sus resultados con los de otro modelo inglés que ya había sido calibrado con datos medidos en la cuenca de Derby en Inglaterra, obteniéndose resultados más

aproximados a los medidos en campo con el modelo del Instituto de Ingeniería de la UNAM que con el modelo Inglés (Carlos G. 1981), lo anterior no quiere decir que el modelo por sí sólo de resultados satisfactorios, si no por el contrario, depende del tipo de datos que se le proporcionen y del criterio del analista para considerar los mismos, en este caso particular se deberá tener en cuenta que la información disponible es suficiente como para poder determinar el funcionamiento hidráulico, los resultados deberán ser satisfactorios y podrán tomarse de base para la realización de un proyecto definitivo o en caso contrario desechar dicho proyecto. Este modelo sirve sobre todo para la revisión de colectores aunque puede ser utilizado en el diseño de los mismos, el objetivo de este trabajo será el de calibrar de manera cualitativa el modelo, debido a que actualmente su uso ha sido indiscriminado en la solución de problemas que afectan a los sistemas de colectores de la ciudad de México, por lo cual se considera que en base a la experiencia que los resultados obtenidos hasta ahora han sido solamente indicativos, por lo que es necesario hacer una comparación con los resultados que se presentan en la realidad y así poder generalizar su uso hacia otros sistemas, cabe mencionar que se utilizará como ejemplo el caso del colector Iztapalapa I, ya que este sistema es el que se ha utilizado como ejemplo en manuales de usuarios, y así una vez realizada las corridas, comparar los resultados con los que se obtendrán en este trabajo. A continuación se describirán los capítulos que conforman dicho estudio.

En el primer capítulo se realiza un bosquejo histórico general del sistema hidráulico y del valle de México su problemática, el cual sirve como antecedente para las diferentes soluciones que se han realizado a través de su historia. En el tercer capítulo se habla del objetivo general del estudio y la realización de hipótesis.

En los capítulos cuarto y quinto se pretende dar un conocimiento general de los elementos físicos de la región y de la infraestructura del sistema de drenaje, con la finalidad de ubicar al lector en la zona de estudio, así como sensibilizarlo y prepararlo para que relacione el diagnóstico y la problemática operativa del sistema, que se presentarán en el sexto y séptimo capítulos respectivamente.

En el octavo capítulo se dará una explicación del modelo matemático y criterios de simulación que de acuerdo a la teoría y la experiencia son necesarios para que el modelo dé mejores resultados.

El capítulo noveno tratará de las simulaciones con datos reales para las diferentes alternativas propuestas.

El capítulo décimo es muy importante ya que en él se hará la elección de la alternativa de solución más conveniente de acuerdo a los diferentes factores que intervienen en su funcionamiento. En el onceavo se hará una serie de conclusiones y recomendaciones sobre el funcionamiento del modelo y como se podría mejorar.

Finalmente se especificará la bibliografía consultada durante el estudio. Además se presenta un anexo en el cual se puede consultar el listado del programa, un listado de los resultados de la simulación original y de su alternativa de solución.

### **III. O B J E T I V O**

Realizar la simulación del funcionamiento del colector Iztapalapa I, por medio del modelo matemático de simulación " Transito Avenidas en Colectores (TUAVE) ", para dar solución a la problemática que presenta actualmente este colector.

Para lograr lo anterior, es necesario hacer una serie de aclaraciones para evitar malos entendidos o confusiones que se pueden presentar a través del trabajo, que están relacionados con la forma de analizar el problema que se trata, debido a que se tocarán temas que irán más allá de una simple revisión del colector, pues se intentará también realizar una calibración de manera cualitativa del modelo, a lo que me refiero, es lograr la comparación de los resultados que arroja el modelo con los que se presentan en la realidad, es decir por medio de encharcamientos que reportan los usuarios cada vez que se presentan las tormentas en la zona de influencia del colector. La anterior inquietud se debe a que actualmente el modelo se usa en forma indiscriminada en la solución de problemas relacionados con la revisión de la infraestructura primaria de drenaje, sin considerar datos reales que se tienen como son: las tormentas, los encharcamientos, la infraestructura secundaria de aportación, pues como ya se comentó los resultados obtenidos dependen de los datos proporcionados al modelo.

## **IV. MARCO FISICO DE REFERENCIA**

### **IV.1 Cuenca Del Valle De México Y Distrito Federal**

El sistema de drenaje de la Ciudad de México involucra prácticamente al sistema de drenaje de toda la cuenca, debido a que las únicas salidas artificiales de ella son las que la alivian por lo que es necesario referenciar el presente estudio a las condiciones generales de la cuenca.

#### **a) Orografía**

Iniciaremos por las sierras que conforman la cuenca las cuales han determinado su característica de ser cerrada, al norte queda delimitada por las sierras de Tezontlalpan y Pachuca; al sur por las sierras de Cuautzin y Chichinautzin; al oriente por los lomerios que se desprenden de la sierra de Pachuca y que envuelve los llanos de Tecocomulco, Tochac y Apan hasta llegar a la Sierra de Calpulalpan, misma que después se une con las sierras de río Frio y Nevada; se encuentra ubicada en la parte sur de la denominada Mesa Central, a una altitud que rebasa los 2,000 m.s.n.m cubriendo un área aproximadamente de 9,600 km<sup>2</sup>, situada entre los 19° 11' 24" y 20° 11' 09" de latitud norte y los 98° 11' 53" y 99° 30' 24" de longitud oeste, ver figura 4.1.

#### **b) Suelo**

El Distrito Federal se asienta en la parte suroeste de la cuenca, tiene una extensión territorial de aproximadamente 1,500 km<sup>2</sup>, que representa el 16% del total de la cuenca, ver figura 4.2. El suelo de la ciudad de México tiene características y propiedades diferentes desde el punto de vista geológico y de mecánica de suelos, debido principalmente a los procesos de formación, lo que

definió una regionalización de tres zonas: lacustre, transición y lomas, ver figura 4.3. La primera zona se distingue porque fue la zona del lago donde se depositaron los materiales residuos de la erosión y erupciones volcánicas de las sierras que posteriormente al secarse conforman la parte plana del valle, principalmente por estratos de arcilla blanda separados por lentes duros de limos arcillo-arenosos y por arenas basálticas o pumíticas producto de emisiones volcánicas.

Estas características en la conformación del terreno hacen que se presenten problemas muy importantes que afectan a la infraestructura de drenaje, debido al enjuntamiento de los materiales al perder su equilibrio hidrostático por la extracción de agua por medio de pozos profundos y la sobrecarga de las construcciones, que hacen que se provoque el fenómeno de hundimiento progresivo y no uniforme que afecta a los componentes del sistema de drenaje provocándoles contrapendientes y rupturas.

La segunda zona esta delimitada por la primera y la zona de las sierras, forma una franja de playas alrededor de toda la cuenca de lo que fue el lago, compuesta por materiales de transición entre las rocas de las sierras y los materiales lacustres; esta zona se forma por limos, arenas y gravas compactadas y no compactadas por lo que la infiltración de agua en estos materiales es escasa además de su conformación inestable ante las corrientes broncas que bajan de las partes altas de las sierras, que provocan que estos materiales sean arrastrados hacia los conductos de drenaje provocándoles azolvamiento.

La tercera zona se caracteriza por el predominio de las rocas basálticas, rocas de componentes basalto-andesítico y dacítico-andesítico y rocas antiguas. Las rocas basálticas presentan buena capacidad para la infiltración y conforman los acuíferos

de mayor rendimiento, dentro de estas podemos destacar a las sierras de Chichináutzin y Santa Catarina, las rocas basálticas-andesíticas presentan una mediana permeabilidad y conforman acuíferos de mediano y alto rendimiento, dentro de estas podemos destacar a los cerros de la Estrella, Peñón del Marques, Chimalhuacán, Chiconautla y las porciones norte, oriente y poniente de la sierra de Guadalupe. Por último las rocas antiguas presentan características de baja o mala permeabilidad, con excepción de las ubicadas en el subsuelo de las porciones norte, oriente y poniente de la sierra de Guadalupe. En general estas zonas son los que conforman las barreras y basamentos de los sistemas de acuíferos de la cuenca.

#### c) Clima

En general el del valle de México se clasifica como subtropical de altura templado semiseco y sin estación invernal bien definida; la temperatura media anual es 15°C, la precipitación media anual es de 700 mm, las lluvias ocurren de mayo a octubre, presentándose sequía el resto del año.

#### d) Hidrología

Existe una gran variación de la hidrología de la cuenca del valle de México, a pesar de su área reducida comparada con otras cuencas del país, es decir, existe una gran diversidad en las diferentes corrientes que se forman en la cuenca, debido a las variaciones climatológicas y a las características geológicas y orográficas, causas que originan fuertes pendientes en los cauces y reducidas áreas de captación de las subcuencas que lo integran. Por lo anterior, se puede decir que casi todas las corrientes del valle son torrenciales con régimen intermitente, por lo cual los ríos sólo llevan agua durante la temporada de lluvias y permanecen secos el resto del año. Así, se presentan fuertes avenidas que

constituyen el problema para las zonas que atraviesan, ya que sus cauces son insuficientes para conducirlos por estar azolvados u obstruidos. Este fenómeno se ha acentuado y agravado en los últimos años. Con información de precipitación anual de la Comisión de Aguas del Valle de México (1963-1987) y la Dirección de Hidrología del SARH 1988, en 1975 se formó un plano de once regiones en que se subdividió la cuenca, ver figura 4.4. Los cuales se integran por grupos de corrientes, acuíferos y otros factores que guardan entre sí la mayor homogeneidad hidrológica posible, las zonas hidrológicas de la cuenca son las siguientes:

**Zonas I y VIII** las corrientes de estas zonas corresponden a la sierra de Chichinautzín cuya característica es la gran permeabilidad de sus formaciones basálticas. La lluvia es abundante en ambas zonas.

**Zona II** la integran las corrientes que forman el río Churubusco en la parte suroeste del área urbana de la Ciudad de México, recogiendo los aportes de ríos Esclava y Magdalena.

**Zona III** sus corrientes cubren la mayor parte de la Ciudad de México.

**Zona V** esta corresponde a la cuenca del río de Las Avenidas de Pachuca.

**Zona VI** corresponde a la cuenca del río San Juan Teotihuacán .

**Zona VII** esta corresponde a los ríos que descargan al ex-lago de Texcoco, con excepción del río San Juan Teotihuacán.

Zonas IX, X y XI, estas no forman parte de la cuenca pero se han ido incorporando a esta debido a las obra se ingeniería recientemente ejecutadas.

#### **e) Evaporación**

Este fenómeno es importante por el papel que desempeña dentro del ciclo hidrológico de la cuenca, gran parte de la humedad procedente de la lluvia se pierde por la evaporación y evapotranspiración, los meses en que la evaporación es más enérgica son marzo y abril en los cuales la temperatura y el estado hidrométrico del aire son más favorables, ayudados por los vientos de cierta intensidad que se registran en estos meses, la evaporación mínima casi siempre corresponde al mes de diciembre, es pertinente observar que para este estudio la evaporación no se considera.

#### **f) Aspectos Demográficos**

Los aspectos demográficos de la cuenca del valle de México, se encuentran muy relacionados al crecimiento de la ciudad de México, sobre todo a partir del año 1910 ya que al término de la Revolución Mexicana, se observó una migración masiva hacia la ciudad de todas partes de la República. El crecimiento ha sido paulatino desde 1524 hasta 1800, fecha a partir de la cual se inició un lapso en que el aumento de población es más notable hasta el año de 1940, donde aumento desorbitadamente debido al alto índice de natalidad y reducción en el índice de mortandad, el desarrollo industrial del país favoreció la migración, representando el 60.2% del aumento total de la población, en este año la zona metropolitana (ZMCM) integrada por 4 delegaciones centrales además de Azcapotzalco, Coyoacán, Gustavo A. Madero, Iztacalco y Alvaro Obregón, en el primer contorno, y Magdalena Contreras en el segundo contorno, la población de la

ZMCM era de 1'644,921 habitantes, 88% se localizaba en la ciudad Central, 11% en la primer contorno y menos del 1% en el segundo contorno, Ver tabla 4.1.

Entre 1940 y 1950, se aceleró el crecimiento de la ciudad con respecto a la época anterior con una tasa del 4.4%. En 1950, la delimitación de la ZMCM comprendía las unidades administrativas incluidas en 1940 más la delegación Iztapalapa y el municipio de Tlalnepantla, con lo que se rebasa el límite del D.F. con el Estado de México.

Las décadas siguientes se caracterizan por la conurbación de algunos municipios del Estado de México con el Distrito Federal y porque el crecimiento poblacional y urbano fue más acelerado en los municipios respecto al D.F. Entre 1950 y 1980 la población de la ZMCM se multiplicó 4 veces pasando de 2,952,199 habitantes en 1950 a 13'851,923 en 1980, Tabla 4.1.

Durante la década 1980-1990 ocurrieron cambios fundamentales en el crecimiento poblacional de la ZMCM. La población tan sólo aumentó 1'157,326 habitantes, llegando según el último censo poblacional a 15'047,885 en 1990. En los años 80 como en la década anterior, fueron Ecatepec e Iztapalpa las unidades que concentraron la mayor parte del crecimiento metropolitano, aunque Chalco y Chimalhuacán tuvieron también un peso importante. En el D.F. fueron Iztapalapa y Tlalpan las delegaciones que presentaron mayor aumento poblacional. En 1990 el centro de la ciudad albergó a la mayor parte de los habitantes metropolitanos (47.5%) lo que significa que el crecimiento metropolitano más reciente se encuentra en el oriente y en menor modalidad en el norte de la ZMCM; Tabla 4.1.

### g) Crecimiento de la Mancha Urbana

Entre 1940 - 1960 el crecimiento del área urbana de la Ciudad de México pasó de 9,327 a 38,185 hectáreas, es decir cuadruplicó su tamaño en 20 años el 79.2% se dio en el D.F. y el 20.8% restante en los municipios conurbados del Estado de México, Tabla 4.2.

En 1960 a 1980 la superficie urbana pasó de 38,185 ha. a 86,329 (40%) pertenecieron al D.F. y 28,992 (60%) a los municipios conurbados del Estado de México. El crecimiento de la mancha urbana continuó hacia los contornos, mientras que la zona central sólo aportó 2.2% del crecimiento total indicado que ya se encontraba saturada, la mayor contribución a la expansión urbana correspondió al municipio de Nezahualcoyotl y a la delegación Iztapalapa con el 11.4% y 11.3% respectivamente siguiendo en importancia Naucalpan con 8.1% y Ecatepec 8%.

De 1980 a 1990 el área urbana de la ciudad de México incrementó en 34,408 hectáreas pasando de 86,514 en 1980 a 120,922 en 1990. Es decir, que la mancha urbana de la Ciudad de México incrementó su superficie en casi 40%, Ver Tabla 4.2. La inmensa mayoría (74.4%) pertenecieron al Estado de México y el 25.6% restante al D.F. Las unidades político-administrativas que más contribuyeron fueron Ecatepec, Chimalhuacan, Cuautitlán Izcalli y Texcoco mientras que el centro de la ciudad ya no creció más.

Tabla 4.2.

**SUPERFICIE DEL AREA URBANA DE LA CIUDAD DE MEXICO**  
en hectáreas (1940-1990)

1940	9,327	0	9,327
1960	32,177	6,008	38,185
1980	51,514	35,000	86,514
1990	80,312	60,610	120,922

#### ***IV. II Delegación Iztapalapa***

Con lo expuesto anteriormente nos damos una idea general de la situación que prevalece en la cuenca del valle de México, la zona específica del estudio se ubica en la delegación Iztapalapa que se encuentra en la zona sur - oriente del Distrito Federal, entre los meridianos 98°57' y 99° 08' longitud oeste, paralelos 19°16' y 19°23' latitud norte, sus límites políticos los determina el norte de la delegación Iztacalco al oeste las delegaciones Xochimilco, Coyoacán y Benito Juárez Ver figura 4.5.

Cuenta con un área total de 115.06 km<sup>2</sup>, de los cuales el área urbana es 106.54 km<sup>2</sup> y su área de reserva ecológica es 8.5 km<sup>2</sup> su altitud media es aproximadamente de 2,240 msnm. El clima en la delegación es templado y subhúmedo; su temperatura mínima 8.3°C y media 16.7°C, precipitación media anual para 1993 fue de 449.6 mm

La delegación Iztapalapa se ubica en las zonas geohidrológicas I,II,III . La zona I comprende las fajas de los lados norte y poniente de la sierra de Santa Catarina.

La zona II comprende la parte norte de la delegación, mientras que la zona III esta definida entre las zonas Geohidrológicas I y II.

La delegación se encuentra sobre tres tipos de suelo; las arcillas suaves con alto contenido de humedad, típicas de la antigua zona del lago; los suelos de transición, constituidos por arcillas blandas con menor contenido de humedad e intercalaciones de lentes de arena y grava. Por último, basaltos, arenas y limos

componentes característicos de la zona de lomeríos cuya estructura propicia una alta permeabilidad, permitiendo la recarga del acuífero.

El nombre de Iztapalapa significa en lengua Nahuatl " sobre las lajas" y se le asignaba en la antigüedad a la ciudad lacustre ubicada al pie del cerro Huizachtepetl, conocido actualmente como cerro de la Estrella.

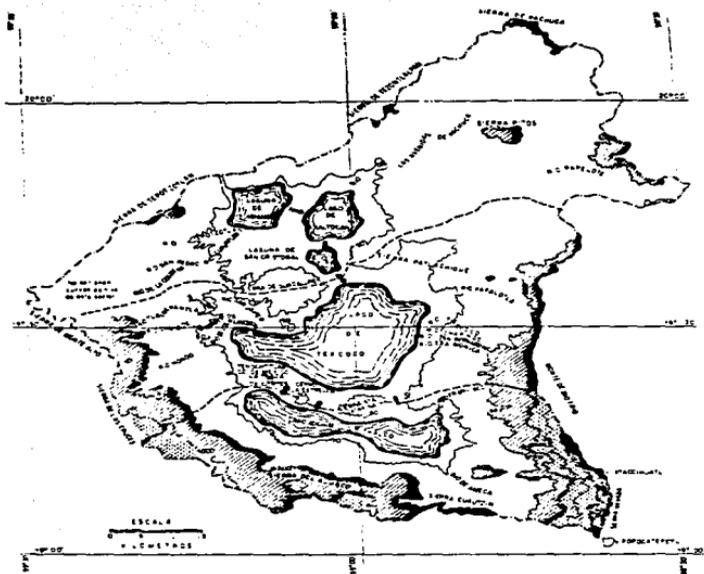
En la época prehispánica, Iztapalapa fue una de las villas reales que rodeaban a la Ciudad de Tenochtitlán por su parte sur y se contaba entre las poblaciones mejor urbanizadas en el entorno de la laguna, ya que se edificaron amplios palacios y templos; además entre las obras hidráulicas destacan por su importancia la construcción de canales, con componentes y divisiones, utilizados para el riego de cultivos, por lo que era considerado importante centro abastecedor de alimentos para la ciudad de Tenochtitlán.

El proceso de crecimiento demográfico en Iztapalapa, tubo como principal origen la ubicación de grandes extensiones de terrenos los cuales se fueron urbanizando convirtiéndose en pocos años en una de las mayores zonas receptoras de emigrantes del centro de la ciudad de México y del país.

TABLA 4.1

ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MEXICO. POBLACION EN SUS DISTINTOS CONTORNOS  
(1940-1990)

UNIDAD POLITICA	AÑOS					
	1940	1950	1960	1970	1980	1990
<b>DISTRITO FEDERAL</b>						
BRNITO JUAREZ		354,298	442,374	501,383	544,882	407,811
CUAUHTEMOC		1,042,228	980,111	853,590	814,383	595,980
MIGUEL HIDALGO		442,736	661,109	856,847	543,082	408,808
VENUSTIANO CARRANZA		395,535	748,530	891,409	892,896	519,628
<b>CD. CENTRAL</b>	<b>1,448,422</b>	<b>2,234,789</b>	<b>2,832,133</b>	<b>2,802,969</b>	<b>2,895,623</b>	<b>1,930,267</b>
<b>DISTRITO FEDERAL</b>						
ALVARO OBREGON	32,313	93,176	220,011	471,442	830,213	842,753
AZCAPOTZALCO	83,000	187,864	370,724	543,315	601,524	474,886
COYOACAN	35,248	70,005	169,811	349,823	597,129	640,068
GUSTAVO A. MADERO	41,567	204,833	579,180	1,223,847	1,513,360	1,268,068
IZTACALCO	11,212	33,945	198,904	495,847	570,377	448,322
IZTAPALAPA		76,621	254,355	538,877	1,262,354	1,490,499
CUAJIMALPA			19,199	37,212	91,200	119,869
ESTADO DE MEXICO						
NAUCALPAN			85,828	407,825	730,170	786,551
NEZAHUALCOYOTL				851,000	1,341,230	1,256,115
<b>PRIMER CONTORNO</b>	<b>183,340</b>	<b>648,444</b>	<b>1,868,012</b>	<b>4,718,769</b>	<b>7,348,887</b>	<b>7,129,731</b>
<b>DISTRITO FEDERAL</b>						
MEGDALENA CONTRERAS	13,159	21,955	40,724	77,478	173,105	195,041
TLALPAN			61,195	135,105	363,974	484,866
XOCHIMILCO			70,381	119,073	217,481	271,151
TLAHLUAC				64,451	146,923	206,700
ESTADO DE MEXICO						
TLALNEPANTLA		29,005	105,447	387,377	778,173	702,807
CHIMALHUACAN			76,740	18,811	61,816	242,317
ECATEPEC			40,809	232,986	784,507	1,218,135
ATIZAPAN DE Z.				47,729	202,248	315,199
COACALCO				13,197	97,353	152,082
HUIXQUILUCAN				34,604	78,149	131,928
LA PAZ				34,297	99,436	134,782
TULTITLAN				55,161	136,829	248,464
ATENCO					18,418	11,210
<b>SEGUNDO CONTORNO</b>	<b>13,159</b>	<b>60,880</b>	<b>398,282</b>	<b>1,218,899</b>	<b>3,186,412</b>	<b>4,322,682</b>
<b>DISTRITO FEDERAL</b>						
MILPA ALTA					53,616	63,654
ESTADO DE MEXICO				41,156	39,527	48,858
CUAUTITLAN R. RUBIO					173,754	326,750
CUAUTITLAN IZCALLI					78,393	282,940
CHALCO					27354	57306
CHICOLOAPAN					77862	137357
IKTAPALUCA					112545	184134
NICOLAS ROMERO					84129	123218
TECAMAC					105851	140368
TEXCOCO						43276
ACOLMAN						22803
JALTENCO						26154
MELCHOR OCAMPO						10840
NEXTLALPAN						41964
TELOYUCAN						39647
TEPOTZTLAN						47323
TULTEPEC						71413
ZUMPANGO						
<b>TERCER CONTORNO</b>				<b>41,156</b>	<b>783,131</b>	<b>1,668,009</b>
<b>TOTAL ZMCS</b>	<b>1,644,821</b>	<b>2,952,199</b>	<b>6,126,437</b>	<b>8,682,882</b>	<b>13,881,923</b>	<b>16,047,886</b>



LEGENDA: CONTOUR LINES

500 M & S. N. VALLE

500 M & 1000 M S. N. VALLE

1000 M & 2000 M S. N.

2000 M & S. N. VALLE

PROTECCION GENERAL DE LA CUENCA

PROTECCION DE LAS FUENTES



INEGI  
CARTAS AERIAS

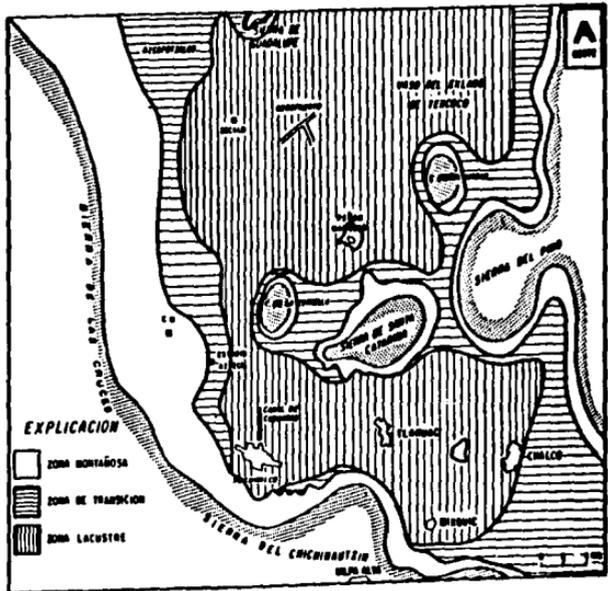


CUENCA DEL VALLE DE MEXICO

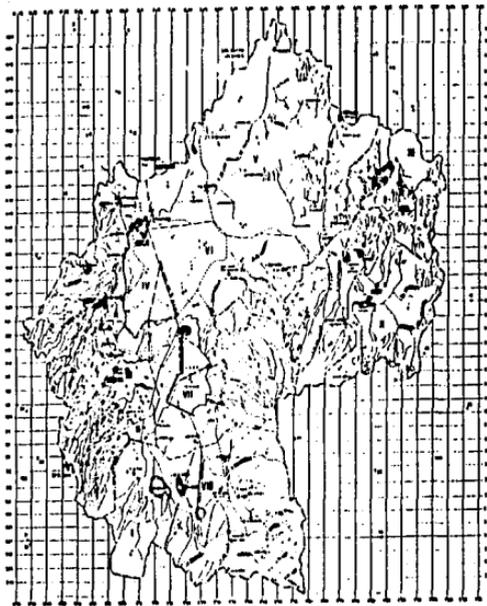
ELABORADO POR: IGN, INEGI Y CENSA

ESCALA  
1:50,000  
1:100,000  
1:200,000  
1:500,000  
1:1,000,000





		
<b>ZONIFICACION GEOTECNICA DE LA CIUDAD DE MEXICO</b>		
		ESCALA 1:4 1:5 1:6 1:7 1:8 1:9 1:10
ELABORO: RUBEN PINEDA MQUELES		



<b>REGIONES HIDROLOGICAS DE LA CUENCA DEL VALLE DE MEXICO</b>		
		<small>1:500,000</small>
<b>ELABORO: RUBEN PINEDA MIGUEL</b>		



## **V. SISTEMA DE DRENAJE DE LA CIUDAD DE MEXICO**

El sistema de drenaje de la ciudad de México es del tipo combinado es decir conduce agua residual y pluvial, tiene como finalidad desalojar las aguas residuales y pluviales que se generan en la ciudad, se compone de redes secundarias y primarias, ríos a cielo abierto y entubados, presas y lagunas de regulación, plantas de bombeo y conductos principales como el drenaje profundo.

El sistema de tuberías que recibe las descargas de aguas negras y pluviales se conocen como la red secundaria, se compone por conductos con diámetros máximos de 45 cm., que a su vez descargan en la red de colectores, la cobertura actual en el Distrito Federal es el 94%, en la delegación Iztapalapa es del 85% con una longitud de 1,646 km.

La red primaria esta formada por tuberías con diámetros mayores a 60 cm hasta 4.00 m tiene una longitud de 1,375 km., la delegación Iztapalapa cuenta con 275 km. ver tabla 5.1 y figura 5.1.

Actualmente el Distrito Federal cuenta con 88 plantas de bombeo de las cuales 13 corresponden a la delegación Iztapalapa con capacidad de bombeo instalada de 157.19 m<sup>3</sup>/s (Tabla 5.2 y figura 5.2.)

Tabla 5.1. Colectores principales.

	Calle	Colector	Costo	Costo	Costo	Colector
Iztacalco Sur	Andrés Molina Enriquez	Zacahuazo, San Andrés Telepico, Banjalá, Sinatel, El Prado Cacama, Esmeralda, Unidad Modelo y El Retoño.	3.15		3,100	P.B. Churubusco
Emilio Carranza			0.76	1,650	1,650	
Lateral Churubusco A				3,200	3,200	
Presidente			1.52	1,100	1,100	
Veinte			0.61-2.44	800	800	
Oriente 160			0.76	850	850	
Ramal Cascada			1.07	300	300	
Oriente 142			1.76	1,400	1,400	
Ramales diversos				450	450	
Iztapalapa II	Av. Jalisco, Av. Santa Cruz Meyehualco,		0.61-3.0	8,929	8,929	P.B. Central de Abasto II
Felipe Angeles	Unidad Vicente Guerrero,					
Luis Manuel Rojas	Paseos de Churubusco,					
Rojo Gómez	Vicentina y					
Ramales diversos	Guadalupe del Moral					
Ejército de Oriente	Batallón Ligero de Toluca	Paraiso, Unidad Ejército de Oriente y S. Lorenzo	2.44	4,300	4,300	Río Churubusco
Renovación	Genaro Estrada	Renovación y Unidad Habitacional Vicente Guerrero	2.51	2,440	2,440	Laguna de regulación Mayor y Lumbrena 6 del Colector Semiprofundo Iztapalapa
Ampliación Las Torres	Calz. Zaragoza y Av. Las Torres	Santa Martha Acattitla	2.44	1,115	1,115	Colector Iztapalapa II

Tabla 5.1. Colectores principales (continuación).

	Cobertura		Km <sup>2</sup>	Total	En la Deleg.	Módulo de
	Ciudad	Colecciones				
Renovación-Santa Cruz	Santa Cruz	Unidad Santa Cruz Meyehualco y Ejidal Santa María Achiuacán	1.52	645	645	Colector Renovación
Año de Juárez	Año de Juárez	Valle del Sur, Los Reyes Culturación Minerva, Progreso del Sur y Granjas San Antonio	0.91- 2.13	6,100	6,100	Colector Izatapalpa I
Taxqueña			1.22	300	300	
Moctezuma			1.52	850	850	
Campeños			0.91	1,100	1,100	
Ramales diversos				3,450	3,450	
Ampliación Kennedy	Kennedy	Ampliación Las Águilas	2.13	625	625	P.B. El Salado
Canal de San Juan	Canal de San Juan	Zona Urbana Ejidal	1.83	1,800	1,800	P.B. Km. 6 1/2
Luis Manuel Rojas	Luis Manuel Rojas	Vergel Valle de San Lorenzo, López Portillo, Presidentes de México y Constitución de 1917	1.22- 1.83	6,500	6,500	Colector Izatapalpa II
Sabadel			1.07	1,000	1,000	
Ramales diversos				1,000	1,000	
Manuel Cañas	Manuel Cañas y Calle 27	Desarrollo Urbano Quetzalcóatl y Mixcoatl	1.07- 1.83	3,567	3,567	Colector Renovación - Santa Cruz
Justo Sierra I	José E. Franco, Antonio Aguilar y Calle 27	Comuna de Santo Domingo, Desarrollo Urbano Quetzalcóatl, Lomas Pueblo y Unidad Santa Cruz Meyehualco	1.07- 1.83	3,390	3,390	Colector Renovación - Santa Cruz
Quetzalcóatl I	Luis Fernández y Calle 71	Desarrollo urbano Mixcoatl, Las Peñas; Ampliación Pueblo y Unidad Santa Cruz	0.61- 1.83	1,232	1,232	Colector Renovación - Santa Cruz
Teotongo I	Lateral de Calz. Ignacio Zaragoza	Popular Ermita Zaragoza y Santa Martha	0.91- 1.83	2,308	2,308	P.B. El Salado
Teotongo II	Lateral Autopista México-Puebla	San Miguel Teotongo, Emiliano Zapata	0.61- 1.83	7,693	7,693	Colector Teotongo I

Tabla 5.1. Colectores principales (continuación).

	Calle	Colección				
Felipe Angeles	Luis Méndez	Santa María Aztahuacán	1.52	1,900	1,900	Colector Las Torres
Iztapalapa I	Hidalgo, Vicente Guerrero y Mariano Escobedo	Cruza todos los barrios localizados en la cabecera delegacional	0.91-1.52	5,100	5,100	Río Churubusco
Colón General Anaya			0.76	800	800	
Ramales diversos			0.76	800	800	
				2,150	2,150	
Justo Sierra II	Av. Justo Sierra	Reforma Política y Ejidal Santa María Aztahuacán	0.91-1.52	1,637	1,637	Colector Felipe Angeles
Voceadores	Lino Merino	Juan Escutia y Voceadores	1.22	4,500	4,500	Colector Oriente
Lucio Blanco	Lucio Blanco	Santa Martha Acatitla y Edén	1.22	2,650	2,650	Colector las Torres
Zaragoza Norte	Zaragoza	Juan Escutia y Voceadores	1.22	2,450	2,450	Colector Oriente
Zaragoza Sur	Zaragoza	Tepalcates, U. H. Guelatao, U. Cabeza de Juárez y Paraíso	1.22	2,450	2,450	Colector Oriente
Avenida 5	Avenida Cinco	Granjas San Antonio, Héroes de Churubusco, Escuadrón 201 y Sector Popular	1.22	2,000	2,000	P.B. Escuadrón 201
Oriente 150			0.76	1,100	1,100	
Oriente 154			0.76	1,150	1,150	
Oriente 160-A			0.76	1,100	1,100	
Oriente 166			0.91	1,100	1,100	
Oriente 172-A			0.91	600	600	
Rojo Gómez	Av. Javier Rojo Gómez	Barrio San Pablo y San Pedro, Ortiz Tirado y Leyes de Reforma	0.61-1.22	3,195	3,195	Colector Iztapalapa II
Pozos	Pozos y Reforma Política	Buenavista y Reforma Política	0.91-1.22	1,700	1,700	Colector Justo Sierra II

Tabla 5.1. Colectores principales (continuación).

	Calle	Colector	(Km)	Area	En la Dama	Alcaldía
Palmitas	Reforma Administrativa, Reforma Social y 21 de Marzo	Palmitas y Reforma Política	1.07-1.22	976	976	Colector Pozos
México - Tulyehualco	Av. Tláhuac	Año de Juárez y San Lorenzo Tezonco	1.07	1,698	1,698	Colector Canal de Garay
Sicilia Sur	Sicilia	Lomas Estrella	1.07	1,650	1,650	Canal Nacional
Bualbeck			0.78	650	650	
Ramales diversos				350	350	
Lomas Estrella	Lusitania y Paseo Bizancio	Lomas Estrella y U. Longinos Barrios	1.07	1,497	1,497	Canal Nacional- Canal de Chalco
Zona Urbana INDECO	Fuente de Loreto, Querétaro y México	U. H. Ejido de Oriente, Avaro Obregón y U.H. Constitucionalista	0.91-1.07	5,200	5,200	Lumbrales del Colector Sempulumb Itzapalapa
Benito Juárez				1.52	1,400	
Batallón Ligero de Toluca				1.07	1,500	
Ramales diversos					1,300	
Panteón	Interior del Panteón San Lorenzo	Lomas de San Lorenzo y Pueblo San Lorenzo Tezonco	0.91	1,125	1,125	Colector Ejido
Carlos L. Gracidas	Carlos L. Gracidas (Genaro Estrada)	Jacarandas y U. H. Vicente Guerrero	0.6-1.07	1,440	1,440	Iztapalapa II
Ermita Iztapalapa	Ermita Iztapalapa		0.76-0.91	2,230	2,230	Colector Grácidas
Manuel Acuña	Manuel Acuña		0.76	654	654	Avenida 12
Avenida 12	Ermita Iztapalapa, M. Rojas, Francisco J. Mijica, C. Aguilar, R. Flores M. y Revolución Social		0.6-1.52	2,904	2,904	Colector L. Gracidas
El Molino		El Molino	0.81-1.07	3,149	3,149	Colector Diagonal de los Olivos

Tabla 5.1. Colectores principales (continuación).

Colector	Ciudad	Colonia	Superficie (ha)	Costo (M\$)	Costo (U\$)	Observaciones
Colector del Sur						
-Cuauhtémoc	Cuauhtémoc	López Portillo,	0.61-1.07	700	700	
-Zapata	Zapata	Valle de San Lorenzo,	0.61-1.07	900	900	
-Camino a la Turba	Camino a la Turba	Jardines de San Lorenzo,	0.61-1.07	1,500	1,500	
-Benito Juárez	Benito Juárez	El Rosario y La Esperanza	0.61-1.07	1,400	1,400	
-Río Balsas	Río Balsas		0.61-1.07	1,100	1,100	
	Río Lena		0.61-0.76	600	600	
	Nueve		0.61-0.76	800	800	
Paraje San Juan	Puente Ramírez, Av. Canal de Garay y Anillo Periférico	Paraje San Juan y Los Angeles Apancaya	0.61-2.44	3,900	3,900	Colector Zapata II

Figura 5.2. Plantas de bombeo

			Receptor agua de	Envío agua a	Cantidad (m <sup>3</sup> /s)
1	Aculco	Av. Río Churubusco No. 1285 y Apalisco, San José Aculco	San José Aculco	Río Churubusco y Planta de tratamiento Cerro de la Estrella	40.00
2	Municipio Libre	Av. Municipio Libre y Av. Río Churubusco, U. H. Modelo	Colector Municipio Libre	Río Churubusco	8.0
3	Escuadrón 201	Calle 1ª y Cda. Calle 2ª, Col. Granjas San Anton	Colector Avenida 5	Río Churubusco	4.5
4	Central de Abastos I	Río Churubusco y Circuito Abarrotero	Colector Río de Antigua, Colector Iztapalapa 2	Río Churubusco	16.00
5	Central de Abastos II	Río Churubusco y Circuito Abarrotero	Colector Semprolundo Iztapalapa y Colectores Zona Urbana INDECO	Río Churubusco	20.00
6	Unidad Ejercito	Quetzal, entre Av. Batallón Zacapotea y Av. Cazadores de Morelia, U.H. Ejército de Oriente	Colector Batallón Liger de Toluca y Colector Santa Martha-Ejército de Oriente	Laguna de Regulación de Iztapalapa Colector Zona Urbana INDECO	9.89
7	Laguna de Regulación Mayor	Av. Gustavo, entre Av. Circunvalación y S. Benigno Andrade, Col. E. de Agua Prieta	Colector Zona Urbana INDECO	Laguna de Regulación Mayor de Iztapalapa	12.00
8	Cárcamo A	Central de Abasto	Red de la Central de abastos		4.00
9	Cárcamo C	Central de Abasto	Red de la Central de abastos		4.00
10	El Salado	Francisco César Morales y Prof. Osvaldo Paz	Colectores: Teotongo II, Teotongo, Francisco César Morales y Francisco Vila	Colector John F. Kennedy	20.00

Figura 5.2 Plantas de Bombeo (continuación).

	Nombre	Ubicación	Envía agua de:	Envía agua a:	Capacidad (m <sup>3</sup> /s)
11	Canal de Garay	Av. Canal de Chalco y Periférico, Col. José López Portillo	Colectores: Televisa y Mirasoles	Canal de Chalco	6.8
12	Renovación	Eje 5 Sur entre Guelatao y Noreste de la Laguna	Colector Renovación	Semiprofundo Iztapalapa y Laguna Mayor de Iztapalapa	10.00
13	Cárcamo Colmena	Calz. Texcoco y Prof. Octavio Paz	U. H. Colmena	Laguna de Regulación El Salado	2.00
TOTAL					156.99

Por otra parte, con la finalidad de retardar la llegada del agua a los conductos principales y que estos no se vean saturados se han implementado lagunas y presas de regulación en puntos estratégicos actualmente se tienen 18 presas en el Distrito Federal y 13 lagunas de regulación de las cuales 5 opera la Comisión de Aguas del Valle de México y 8 la DGCOH, con capacidad conjunta de 7.2 millones de metros cúbicos. La delegación Iztapalapa cuenta con 4 lagunas de 862,000 m<sup>3</sup> de capacidad, el problema que se presenta actualmente en tres de ellas son los hundimientos diferenciales que han afectado su capacidad de almacenamiento, así como el azolve (ver Figura 5.3. y tabla 5.3.)

En los últimos años se han enfocado grandes presupuestos a la delegación lo que redundará en un mejor servicio, muestra de esto es que recientemente se han construido infraestructura como la laguna de regulación el salado que capta a la zona oriente de la delegación, con una capacidad de 500,000 m<sup>3</sup>, esta laguna será

aliviada posteriormente por el Interceptor Oriente-Oriente. Otra laguna es la de Santa María Aztahuacán que descargará al Interceptor Ermita, con la finalidad de retardar la llegada del agua a los conductos mayores y evitar encharcamientos.

Tabla 5.3. Lagunas de regulación.

No	Nombre	Ubicación	Superficie (m <sup>2</sup> )	Vol. (m <sup>3</sup> )	Distancia (km)	Zonas
1	Laguna Mayor Iztapalapa *	Av. Guetaco y Banquero Andrade y Ejército de Agua Prieta	236,000	11.8	L-6 del Colector Semprefunido Iztapalapa	Unidad Ejército de Oriente, Santa Cruz, Vicente Guerrero y Renovación
2	Laguna Menor Iztapalapa *	Enrique Cortés y Emilio Azcárraga Vidaurieta, U. H. Cabeza de Juárez	38,000	1.8	L-6 del Colector Semprefunido Iztapalapa	Norte de Iztapalapa
3	El Salado	Prol. Octavio Paz entre Av. Texcoco y Calz. Ignacio Zaragoza y U. H. La Colmena	500,000	10.05	Estructura de control y colector Kennedy	Colonias Santa Martha Acatillo, Las Aguilas y U. H. Ermita Zaragoza
4	La Quebrados Santa María Aztahuacán	Ermita Iztapalapa y Camino A las Palmas, Colonia Santa María Xalpa	80,000			Santa María Xalpa y Santa María Aztahuacán
TOTAL			862,000	23.65		

El Río Churubusco es un conducto que inicia en la zona poniente del Distrito Federal es el principal conducto de las zonas sur y sur-oriente de la Ciudad de México, a lo largo de su trayecto se le incorporan por medio de plantas de bombeo varias descargas, cuenta con una longitud de 21 km. de los cuales 7 km. cruzan Iztapalapa, recientemente se le han incorporado descargas considerables de plantas de bombeo como son las de Central de Abasto II y Miramontes II, cuyos gastos han hecho que se sobrepase su capacidad, por lo cual ha sido necesario aliviario por medio del sistema de drenaje profundo, de la misma forma se ha retardado la llegada de las aguas al mismo construyendo lagunas de regutación. El interceptor de drenaje profundo que actualmente alivian al río es el oriente, el cual capta a este en la calle de Francisco del Paso en la lumbrera 1 del interceptor, con esta obra se pretende que el río conduzca exclusivamente aguas de la delegación Iztapalapa en el tramo aguas abajo de la captación.

Este interceptor se prolongó hacia el sur, con la finalidad de interconectarlo al interceptor Canal Nacional-Canal de Chalco, así mismo en éste tramo se captó en la lumbrera 1B al colector Año de Juárez que es un colector importante y con niveles problemáticos.

Debido a la gran expansión urbana que se suscitó en la Delegación Iztapalapa en un lapso corto de tiempo y al número de encharcamientos que se presentaban en la zona, se decidió implementar el sistema de drenaje profundo, por tal motivo, a partir de 1985 se inicio la construcción del interceptor Iztapalapa; este conducto mide 5,340 m y tiene un diámetro de 3.20 m a una profundidad promedio de 12.5m, tienen 7 lumbreras con diámetros de 15 m y 9 m. Su construcción se llevó a cabo con la finalidad de aliviar a los colectores más problemáticos de la zona, así

como captar las descargas de las lagunas de regulación Mayor y Menor de Iztapalapa, pero su problemática se presenta al descargar a la planta de bombeo Central de Abasto II, para incorporar sus aguas al río Churubusco, complicando la operación del río y del sistema en general, Figura 5.4 y tabla 5.4.

Esta solución no fue suficiente para resolver los problemas, debido a que los colectores que fueron captados no trabajan eficientemente por falta de pendiente, ya que son muy largos y su pendiente es mínima por estar en zona plana, se inicio la construcción del Interceptor Oriente Sur con la finalidad de aliviar a los colectores de la zona, así como mejorar la política de operación con el interceptor Iztapalapa y el río Churubusco, para esto se construyó la lumbrera 4 del interceptor Oriente - Sur con la finalidad de captar al Iztapalapa y bombearlo por medio de una planta ubicada en la lumbrera 7, con la finalidad de descargar al río Churubusco o captar a este último hacia el Sistema de Drenaje Profundo, para posteriormente conducir las aguas hasta la interconexión con el interceptor Oriente, con lo anterior se da opción a más políticas de operación.

Tabla 5.4. Relación de túneles.

Número	Ubicación		Diámetro (m)	Longitud (m)	Costo (M\$)	Destino
	Calle	Colonia				
Interceptor del Poniente	Loreto, José María de Teresa, M. Ocaranza, Blvd. A. López Mateos y Canario	Barrio Loreto, San Angel, Los Alpes, Micoac, Santa María Nonoalco y 8 de Agosto	4.0	16.5	7.5	Río Hondo (an el Estado de México)
Colector Sempifundo Iztapalapa	Eje 5 Sur y Marcelino Buendía	Fuente, Lajas de Reforma, Z Urbana Ejidal Iztapalapa, UH Real de Monte y Zona Residencial Pasos de Chutbuzco	3.20	5.34	20	Planta de bombeo central de Abastos II
Colector Sempifundo Canal Nacional-Canal de Chalco	Margen del Canal de Chalco	Lomas Estrella, López Portillo	3.20		20	Interceptor oriente, planta de bombeo de Miramontes II
Interceptor Oriente	Amés, Av. 5 y Av. Troncoso (Eje 3 Oriente)	Cuahuacán, Minerva, Ciprés, Sifón y Magdalena Atzacopa	5.00	5.10	80	Continua al norte hacia la delegación Iztacalco
Interceptor Oriente-Sur	Periférico Oriente	Puerto Blanco, Presidentes, Los Angeles, San Miguel, Lajas de Reforma y Tepalcates	5.00	7.30		Continua al oeste hacia la delegación Iztacalco
Interceptor Oriente-Oriente	Calzada I. Zaragoza, Av. Texcoco	Tepalcates, Vocesadores, Santa Martha Acuña	5.00	4.10		interceptor oriente - sur

Recientemente este interceptor se construyó y entro en operación al igual que la planta de bombeo y se tienen en proyecto otros dos interceptores que aliviarán la zona, estos son: el Interceptor Oriente-Oriente, cuyo trazo corre a lo largo de la calzada Ignacio Zaragoza a partir de la laguna de regulación El Salado, y el otro es el Interceptor Ermita, el cual su trazo se tiene contemplado por la calzada Ermita Iztapalapa desde el cruce con Ignacio Zaragoza hasta la lumbrera dos del interceptor Oriente Sur. La construcción del primero de estos dos es un hecho, pues existen sus cuatro lumbreras, pero el interceptor Ermita aún podrá ser cancelado o modificado, ya que existe solamente su proyecto geométrico; por lo cual es de suma importancia determinar si este interceptor se construirá o no.

En lo que respecta al colector Iztapalapa I a sido beneficiado con la implementación de la infraestructura antes mencionada debido a que parte de su área ha sido captada, pues el colector cuenta con dos interconexiones hacia otro sistema que es el Iztapalapa II, la primera interconexión se realiza por medio de un colector de diámetro de 0.76 m y paralelo a este el colector Rojo Gómez con diámetro de 1.22 m., estos alivios se ubican aproximadamente a la mitad del colector por lo que se puede decir que se cuenta con un buen alivio, la descarga de estos dos conductos se realiza al colector Iztapalapa II como ya se comentó y este es aliviado a su vez por el interceptor Oriente - Sur.

El colector Iztapalapa I descarga sus aguas al colector denominado Río Churubusco, dicha interconexión se realiza en el cruce del colector Churubusco con el río del mismo nombre, en este sitio el colector cruza por debajo del río Churubusco conjuntamente con el colector Año de Juárez que son los dos colectores que conforman el inicio del colector Churubusco. Ver Figura 5.1. Su funcionamiento es adecuado aunque cuenta con algunos tramos en

contrapendiente debido al hundimiento regional del terreno, algunas de sus áreas de aportación se ubican en zonas de transición en las faldas del cerro de la Estrella, por lo que los hundimientos no los han afectado en forma considerable cuenta con algunos tramos cuyas pendientes son muy fuertes, lo que provoca que los encharcamientos se susciten en las partes bajas, en general el colector funciona óptimamente aunque si vemos la fig. 7.2 de encharcamientos se puede decir que hay algunos tramos con problemas de capacidad, que deben ser resueltos.

Por otra parte existen también canales a cielo abierto que desalojan parte del agua generada en la delegación como son Los Canales Nacional y Chalco, que hasta hace poco fueron conductos importantes para el desalojo de las aguas, pero en la actualidad solo sirven para conducir aguas tratadas por lo que a ellos se podrá descargar aguas pluviales; sólo en caso necesario o en caso de emergencia.

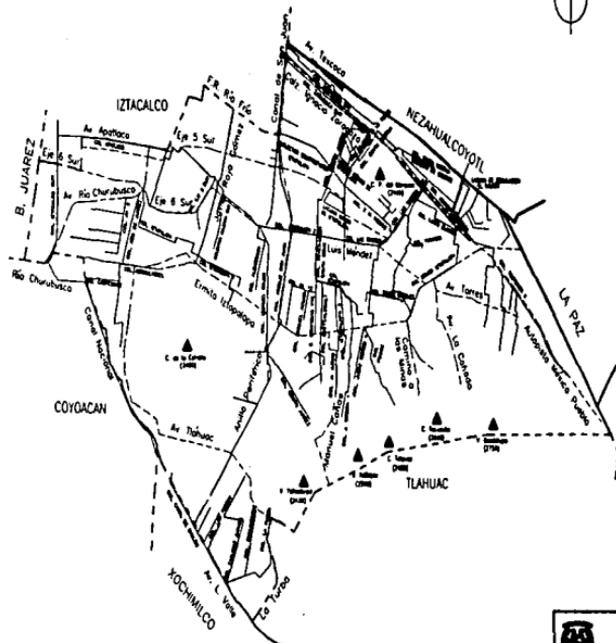


CRUCIOS DE LOCALIZACION

SIMBOLOGIA

- Límite estatal
- - - Límite delegacional
- Módulo principal
- ▲ Elevación principal
- Cota en metros
- Colectores

ESCALA GRÁFICA EN METROS  
0 1 2



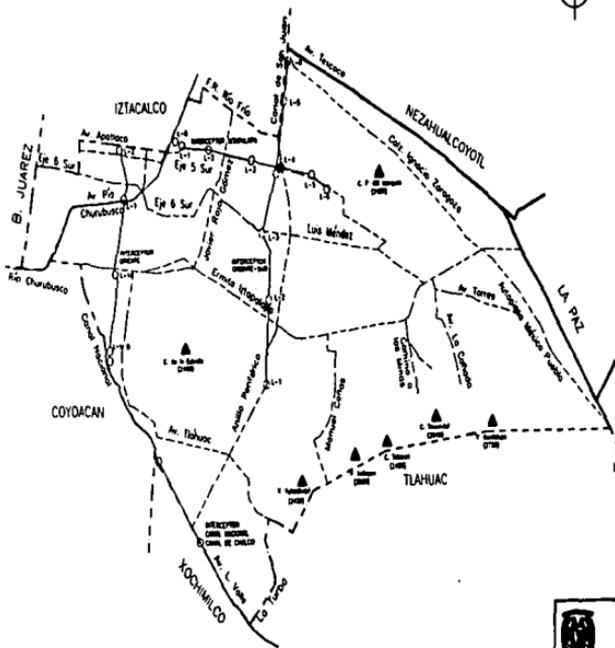
RED PRIMARIA DE DRENAJE		
DELEGACION IZTAPALAPA		
ELABORO: RUBEN PINEDA MIGUELES		







CROQUIS DE LOCALIZACION



SIMBOLOGIA

- Línea satelital
- Línea coleccional
- Línea principal
- Elevación principal
- Caja en mancha
- Lumbrera
- Torre
- Lumbrera (proyecto)
- Torre (proyecto)



<b>SISTEMA DE DRENAJE PROFUNDO</b>	
DELEGACION IZTAPALAPA	
ELABORO: RUBEN PINEDA MIQUELES	FECHA: 1972 - 1973 ESCALA: 1:5000 HOJA: 1

## **VI. DIAGNOSTICO DEL SISTEMA DE DRENAJE**

Actualmente la ciudad de México y su zona conurbada, es una de las más grandes a nivel mundial, su sistema de drenaje ha adquirido un contexto metropolitano al manejar integralmente los escurrimientos de aguas residuales y pluviales del D.F. y la de los municipios conurbados del Estado de México.

El desarrollo urbano alcanzado en la ciudad es producto de una compleja interrelación de factores políticos, económicos y sociales y a su vez es causa y efecto de modificaciones al medio natural que lo sustenta, el sistema de drenaje y control de avenidas de las aguas pluviales y residuales es fundamental para impulsar el desarrollo urbano y la transformación del entorno físico. Así, el drenaje no sólo contribuyó a la desecación de los lagos existentes dentro de la cuenca, sino también evitar inundaciones catastróficas en la ciudad coadyuvando al mejoramiento del nivel de vida de sus habitantes, esto se logro mediante el desalojo de las aguas residuales generadas por la población y las fuertes precipitaciones que se generan en la zona.

Actualmente este sistema presenta un alto grado de complejidad como resultado de la interacción de diversos factores siendo los más importantes: la gran extensión de la ciudad, el hundimiento del subsuelo que lo subyace principalmente en las zonas centro, oriente y sur de la ciudad que afectan a estructuras superficiales del sistema; las características de la precipitación pluvial; altas intensidades en tiempos cortos; la lejanía de los sitios de descarga de las aguas fuera de la cuenca y la gran cantidad de elementos que la integran tales como: presas y lagunas de regulación; interceptores profundos, ríos entubados, cauces a cielo abierto, plantas de bombeo, sistemas de colectores y cientos de redes de

atarjeas, hacen que el sistema de drenaje de la ciudad sea el más grande del mundo y el más complicado para su operación.

Este sistema tiene como función principal recibir las descargas de aguas residuales y pluviales de la ciudad para conducir las y evacuarlas fuera de ella, evitando inundaciones, esta situación, ha obligado a las entidades a construir la infraestructura capaz de desalojar el agua fuera de la cuenca a un costo muy alto que los usuarios no pagan directamente, lo que complica la justificación de las obras.

Ante estos problemas, se han propuesto alternativas con la finalidad de hacer más eficiente a la infraestructura, dentro de estas se tienen el manejo de modelos matemáticos, que simulan el funcionamiento de la misma y por medio de los cuales se pueden determinar el buen o mal funcionamiento de los sistemas; así tenemos, que el sistema de colectores se ha venido simulando en diferentes ocasiones determinándose con ello el estado operacional de los mismos.

Pero es conveniente destacar, que dichos resultados no han sido reales como para afirmar que la problemática que padecen esté resuelta, o que se pueda detectar y posteriormente resolver. Ya que actualmente los modelos que se utilizan para la realización de estas simulaciones no han sido calibrados, debido a la falta de información y a la medición del proceso lluvia escurrimiento que se debería llevar a cabo en los procedimientos comunes de operación del sistema, lo anterior da como resultado propuestas de solución que en ocasiones son erróneas, por lo que se

requiere que estos modelos antes de ser usados deben de ser calibrados en condiciones similares a las que van a funcionar.

## VII. PROBLEMÁTICA

El hundimiento del subsuelo en la delegación es un problema muy importante, la mayor parte de la infraestructura se ubica en la zona susceptible a consolidarse, por lo que ésta se ha visto muy afectada particularmente los conductos primarios y secundarios, ya que por ser muy extensos en su longitud son más susceptibles a tener contrapendientes que los vuelven ineficientes, en la fig.7.1 se observa una configuración de los hundimientos, los hundimientos máximos en la delegación se presentan en la parte cercana al cerro del Peñón del Marqués con 25 cm de hundimiento promedio anual y 5 cm en la zona que cruza la avenida Ermita Iztapalapa o sea la zona central del puerto entre la sierra de Santa Catarina, cerro de la Estrella y cerro del Peñón Viejo. Actualmente se tienen cerca de 250 bancos de nivel implementados en toda la delegación, con los cuales se realiza dicha estadística.

Las altas precipitaciones que se presentan en lapsos cortos de tiempo hacen que la infraestructura se sature al concentrarse rápidamente el agua debido a que la mayor parte del área se encuentra urbanizada, por lo que el escurrimiento es más intenso y con mayor volumen. Este problema se presenta principalmente en las zonas bajas de los cerros, debido a que el tiempo de concentración es más corto y satura a la red rápidamente, por lo que en estas zonas podemos ver con mayor frecuencia encharcamientos. Figura 7.2

En esta figura se aprecian los encharcamientos que se presentan en la delegación y nos dan idea de la problemática que aún persiste en esta. El crecimiento de la mancha urbana en las partes altas de los cerros ubicados en la delegación ha provocado que se presenten más problemas de encharcamientos en las zonas

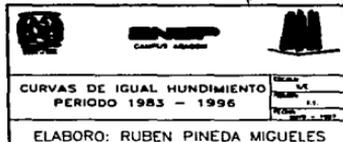
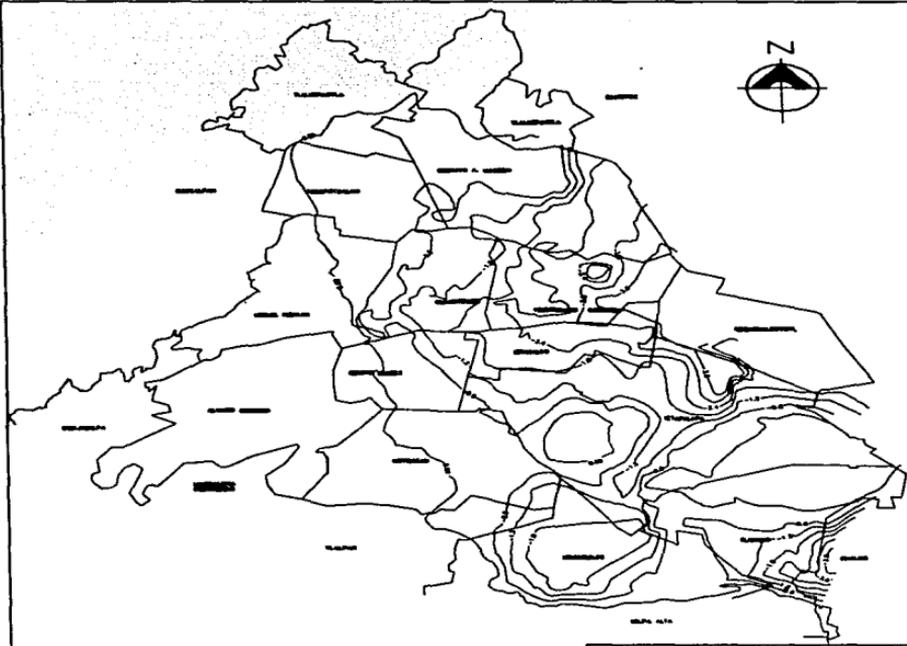
bajas, tal es el caso de la calzada Ermita Iztapalapa la cual cruza en la parte baja del cerro de la Estrella y de la sierra de Santa Catarina, cuyas aportaciones vuelven más problemáticas a esta zona.

La delegación Iztapalapa cuenta actualmente con el 85% del nivel en el servicio de drenaje lo que representa un atraso a pesar de los esfuerzos realizados por las autoridades, parte de este problema se debe al gran número de nuevas colonias que se asientan continuamente en lugares que carecen del servicio, incluso la dotación del mismo es complicada y muy costosa, sobre todo por la lejanía de su ubicación distante de los sistemas principales de drenaje y por estar en zonas altas de los cerros que encarecen su construcción.

La interconexión entre los sistemas de colectores provoca que la operación del sistema sea más complicada e incluso vulnerable ante precipitaciones considerables, que no permiten una operación acorde a las circunstancias ya que la infraestructura principal que capta a dichos colectores se encuentra comprometida.

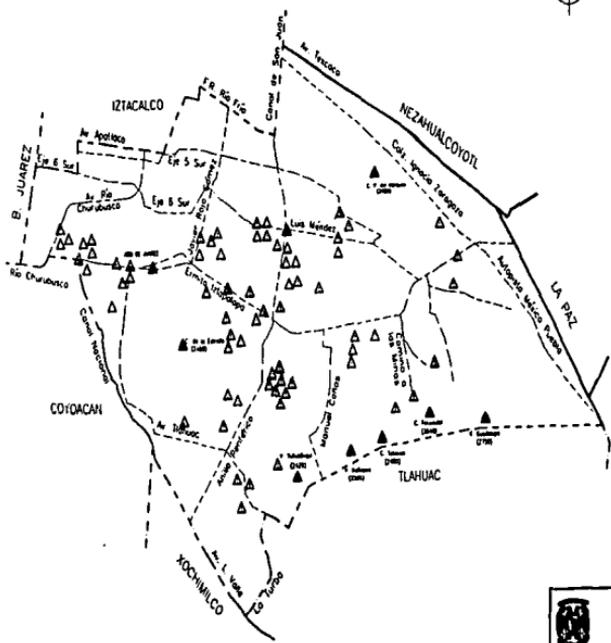
Por otra parte, aunque la infraestructura de red primaria y secundaria no es muy antigua relativamente, es menester señalar que ha sido expuesto a un constante sistema de trabajo que ha repercutido en su vida útil, afectada por los hundimientos regionales pero más por los diferenciales, como ya se comentó, así también la prolongación de la infraestructura para lograr la captación de áreas cada vez más lejanas a los sitios de descarga, hace que las áreas de aportación a la infraestructura sean cada vez más grandes saturando a la misma.

Es mayor el porcentaje de población que cuenta con el servicio en la parte plana, mientras que en las partes sur y suroriente de la delegación o sea en las partes altas de la sierra de Santa Catarina se tiene mayor deficiencia de la infraestructura. Este problema se debe sobre todo al gran desarrollo de la urbanización y población que no permite igualar la dotación del servicio con dicho crecimiento. Ver figura 7.2.





CROQUIS DE LOCALIZACION



**SIMBOLOGIA**

- Límite estatal
- - Límite intermunicipal
- Nudo
- △ Estación principal
- △ Estación en asfalto
- △ Entarzonamiento
- △ Sin rd

ESCALA: 1:50,000



<b>ENCHARCAMIENTOS PRINCIPALES Y ZONAS SIN SERVICIO</b> <b>DELEGACION IZTAPALAPA</b>	ESTADO: MEXICO
	MUNICIPIO: 72
	FECHA: 1992-1993
ELABORO: RUBEN PINEDA MIGUELES	

## **VII. MODELO MATEMATICO DE SIMULACION (TUAVE).**

### **VIII.1 Justificación.**

La utilización de los modelos matemáticos de simulación se ha convertido en una herramienta cada vez más utilizada por las personas que se dedican a solucionar problemas específicos relacionados con la ingeniería. Con el desarrollo de la computación la solución de métodos matemáticos que anteriormente no eran posible resolverlos, en la actualidad pueden resolverse por medio de la computación, representando un gran avance en la simulación de efectos físicos.

En este momento y a futuro los ingenieros deben ser capaces de incorporar a su práctica profesional el uso de técnicas computacionales. No obstante, su empleo óptimo no requiere solamente del conocimiento de lenguajes de computación, si no también de técnicas especiales que facilitan el planteamiento de soluciones de manera más rápida e inteligente, haciendo uso de procedimientos lógicos y matemáticos más adecuados.

La mayor parte de los fenómenos que estudia la ingeniería y en particular la hidráulica se representa por medio de modelos matemáticos esto es, por ecuaciones algebraicas diferenciales ordinarias o parciales, sistema de ecuaciones, etc. En numerosas ocasiones, estas ecuaciones son de difícil solución con métodos analíticos, o bien esta no se conoce. En condiciones así, se pueden emplear métodos numéricos de análisis.

El análisis de tránsito de avenidas en colectores es un problema que ha originado mucho interés de las autoridades, principalmente en las áreas urbanas

densamente pobladas como la ciudad de México, donde es importante conocer e incluso predecir los niveles de agua ante la ocurrencia de lluvias que pongan en riesgo a las poblaciones y a sus bienes materiales, tal conocimiento sobre el comportamiento hace posible que se tomen medidas preventivas para evitar tales contingencias.

En general existen dos metodologías diferentes para realizar el tránsito de avenidas: los métodos hidráulicos y los métodos hidrológicos.

Los métodos hidráulicos se basan en la solución de las ecuaciones completas de la hidráulica conocidas como ecuaciones de Saint Venant (ecuaciones de movimiento) que son: la conservación de masa que se simplifica como ecuación de continuidad y la de conservación de cantidad de movimiento comúnmente conocida como ecuación de momentum para flujo no permanente, estos métodos generalmente requieren muchos datos, tanto geométricos en diversas secciones de interés, como datos hidrológicos en la frontera de aguas arriba y en entradas laterales.

Los métodos hidrológicos utilizan simplificaciones de las ecuaciones de movimiento para llegar a una solución más simple, que sólo requiere de datos hidrológicos a la entrada y a la salida del tramo en estudio para su calibración y posteriormente con los datos de la entrada se calcula el escurrimiento en la salida. La solución a la que conducen estos métodos es menos aproximada que los métodos hidráulicos, uno de los métodos hidrológicos y posiblemente el más famoso de ellos es el denominado Método de Muskingum.

En el presente trabajo el tránsito de avenidas se analizará por el método hidráulico, por lo que para estudiar este fenómeno se describe el escurrimiento de agua generado por la lluvia en exceso; para nuestro interés, nos ocuparemos de dicho fenómeno desde que el agua entra a los tubos o colectores y escurre por ellos hasta que sale del tramo de interés, a esto le llamamos tránsito de avenidas en colectores, que es la técnica que se utiliza para evaluar el almacenamiento de agua en un tubo sobre la forma y movimiento de una avenida, lo que quiere decir que las características del flujo, tirante y velocidad principalmente cambian con el tiempo.

El procedimiento de cálculo empleado para el funcionamiento hidráulico de colectores consiste esencialmente en la integración simultánea, por diferencias finitas o de las características de las ecuaciones dinámica y de continuidad, con ello se consigue tener una idea razonable y precisa del efecto de almacenaje en la red y por consecuencia el funcionamiento completo de la misma.

En una red formada por una serie de tuberías acomodadas de cierta manera y con ciertos gastos de agua constante hacia ellos el cálculo hidráulico es sencillo ya que si se conocen las características de la descarga, además del gasto total de salida, se puede plantear una ecuación dinámica en cada tramo de la red y mediante un procedimiento interactivo, conocer los parámetros hidráulicos (tirantes cargas y velocidades).

Las principales dificultades en análisis de esta naturaleza ante los sistemas reales de drenaje, son los siguientes:

1) Los gastos de ingreso no son constantes en el tiempo por ello los tirantes y las velocidades cambian continuamente.

2) Como el drenaje se realizó por medio de tubos en las ecuaciones de continuidad se deben considerar tres etapas de funcionamiento: considerar el almacenaje de agua que pueda ocurrir en cada tramo, antes que este entre en carga; en la segunda se debe considerar la fase del llenado de los pozos de visita, cajas y sistemas secundarios; y en la tercera se toma en cuenta que, una vez llenos los pozos, es posible que existan salidas de agua en sitios no previstos originalmente, con el consiguiente impedimento de ingreso en ellos.

3) No se puede conocer a priori el gasto total de un sistema aun cuando la condición de frontera en el extremo terminal esté definida.

Por las razones anteriores, el cálculo de un sistema de drenaje requiere de una metodología más elaborada para el análisis del funcionamiento.

Se dice que el escurrimiento en canales abiertos es a régimen permanente cuando las variables que definen el fenómeno, es decir, tirantes y velocidades en toda la región del flujo, permanecen invariables durante el lapso en estudio. En la realidad es difícil observar un flujo de este tipo, usualmente para diseños de proyectos de las estructuras hidráulicas se realizan bajo régimen permanente considerando que las variaciones en el tiempo son de menor importancia a el funcionamiento de la obra, de este modo la simulación del fenómeno se hace por medio de un modelo estático.

Por otra parte, cuando en el estudio del comportamiento del flujo interesan las variaciones respecto al tiempo, se dice que el escurrimiento es no permanente o régimen no establecido, este fenómeno es el más común en la naturaleza y para simularla se requiere de un modelo dinámico.

En el presente trabajo la utilización de un modelo dinámico es necesario, ya que se trata de simular el tránsito de una avenida en un sistema de colectores urbanos que pueden estudiarse como un flujo unidimensional a régimen no establecido, quiere decir que las variaciones del flujo en el sentido transversal a la dirección del mismo son de menor importancia que las variaciones que se puedan suscitar en cualquier punto a lo largo del eje del escurrimiento en función del tiempo.

### **VIII.11 ANALISIS MATEMATICO**

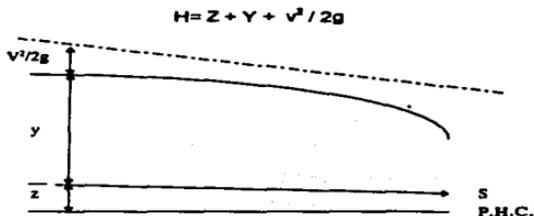
Este apartado se explicará el análisis puramente matemático del problema de flujo transitorio en canales, realizado por Vázquez<sup>20</sup>, con la finalidad de comprender como se llega a una solución de las variaciones de la velocidad y el tirante de un flujo respecto a el espacio y el tiempo. Cabe mencionar que el análisis se hace para un canal a cielo abierto, que simplifica en forma sustancial el proceso analítico que si fuera para un colector, lo cual complicaría el lograr el objetivo de éste inciso, además de que el análisis es a manera de una introducción al tema de tránsito de avenidas en colectores y profundizar en él quedaría fuera de los alcances de éste trabajo.

El método se basa en el desarrollo de la ecuación de Bernoulli que al combinarse con la ecuación de continuidad permite una simplificación notable que no hace necesario resolver el sistema de ecuaciones, representando así una gran ventaja por la rapidez en el cálculo.

Primeramente se obtendrán las ecuaciones fundamentales del flujo transitorio.

Ecuación Dinámica.

Por Bernoulli, en la sección de un canal como el de la figura, la ecuación de energía se determina de la manera siguiente:



Donde

$S$  = distancia (eje longitudinal)

$Z = Z(s)$

$Y = Y(s)$

$v = v(s, t)$

La velocidad  $v$  se define como  $v = ds / dt$

Expresando la ecuación de Bernoulli en forma diferencial

$$dH = \frac{\partial}{\partial x} ds + \frac{\partial y}{\partial x} ds + \frac{\partial v^2 / 2g}{\partial x} ds + \frac{\partial v^2 / 2g}{\partial t} dt$$

Dividiendo ambos miembros entre  $ds$  se tiene

$$\frac{dH}{ds} = \frac{\partial}{\partial x} \frac{ds}{ds} + \frac{\partial y}{\partial x} \frac{ds}{ds} + \frac{\partial v^2 / 2g}{\partial x} \frac{ds}{ds} + \frac{\partial v^2 / 2g}{\partial t} \frac{dt}{ds}$$

quedando:

$$\frac{dH}{ds} = \frac{\partial}{\partial x} + \frac{\partial y}{\partial x} + \frac{\partial v^2 / 2g}{\partial x} + \frac{\partial v^2 / 2g}{\partial t} \frac{1}{v}$$

realizando las últimas dos derivadas y eliminando términos queda:

$$\frac{dH}{ds} = \frac{\partial}{\partial x} + \frac{\partial y}{\partial x} + \frac{v}{g} \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{1}{g} \frac{\partial v}{\partial t}$$

La variación de la energía respecto al espacio, es igual a la pendiente de la línea de energía de fricción.

$$\frac{dH}{ds} = -S_f$$

Por lo cual:

$$\frac{\partial}{\partial x} + \frac{\partial y}{\partial x} + \frac{v}{g} \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{1}{g} \frac{\partial v}{\partial t} + S_f = 0$$

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

donde:

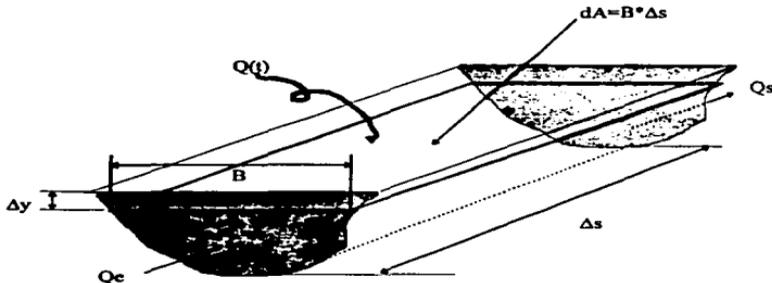
$$\frac{\partial z}{\partial x} = -S_0$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + \frac{v}{g} \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{1}{g} \frac{\partial v}{\partial t} + S_f - S_0 = 0 \dots\dots\dots(1)$$

**Ecuación Dinámica  
de Flujo Transitorio**

### Ecuación De Continuidad

La ecuación de continuidad en flujo transitorio se puede deducir a partir de la siguiente figura de un tramo de canal.



$$Q_s - Q_c = \frac{\Delta V}{\Delta t}$$

donde:  $\Delta V = B(\Delta s)(\Delta y)$

$$\frac{Q_1 - Q_2}{\Delta s} = (B) \frac{\Delta y}{\Delta t}$$

$$-\frac{Q_1 - Q_2}{\Delta s} = -(B) \frac{\Delta y}{\Delta t}$$

$$\frac{Q_2 - Q_1}{\Delta s} + (B) \frac{\Delta y}{\Delta t} = 0$$

$$\frac{\partial Q}{\partial s} + B \frac{\partial v}{\partial t} \pm Q(t) = 0 \dots\dots\dots(2) \quad \text{Ecuación de Continuidad}$$

en Flujo Transitorio

donde:

$\pm Q(t)$  es el gasto que entra (signo (-) ) o sale (signo (+) ) a lo largo del tramo donde se aplica la ecuación.

En la ecuación 1 (dinámica) se tiene que Y y V no varían en el espacio ni en el tiempo, se cumple la condición de flujo uniforme, por lo tanto, tendremos que esta ecuación queda:

$$S_0 - S_f$$

Si el flujo es permanente variado, esto es, si  $y$  y  $v$  varían en el espacio, pero no en el tiempo, se llega a la ecuación:

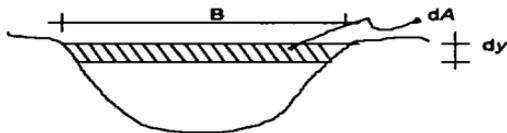
NOTA: Se cambiará a "s" por "x" y a "Q(t)" por "q"

$$\frac{dy}{dx} = \frac{S_0 - S_f}{\frac{dx}{dy}} = \frac{S_0 - S_f}{1 - Fr^2}$$

de la ecuación 2 se tiene:

$$\frac{\partial Q}{\partial s} = \frac{\partial Av}{\partial x} = \frac{A \partial v}{\partial x} + v \frac{\partial A}{\partial x} = A \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial A}{\partial y} \frac{\partial y}{\partial x}$$

De la figura siguiente tenemos:



$$dA = dy(B)$$

$$B = \frac{dA}{dy}$$

Por lo tanto queda:

$$\frac{\partial Q}{\partial s} = A \frac{\partial v}{\partial x} + Bv \frac{\partial y}{\partial x}$$

la ecuación queda finalmente:

$$A \frac{\partial v}{\partial x} + Bv \frac{\partial y}{\partial x} + B \frac{\partial y}{\partial x} \pm q = 0 \quad (3)$$

Si se resuelven las ecuaciones 1 y 3 se podrán conocer el tirante y velocidad en una cierta sección para cada instante, al tener un flujo transitorio en el canal. Antes de resolver las ecuaciones deben hacerse las siguientes observaciones.

a) De las ecuaciones 1 y 3 los términos transitorios son:

$$\frac{\partial v}{\partial t} \text{ y } \frac{\partial y}{\partial t}$$

y no aparecen juntos en una sola ecuación, sino separados

$\frac{\partial v}{\partial t}$  en la ecuación dinámica

$\frac{\partial y}{\partial t}$  en la ecuación de continuidad

b) El término  $\frac{\partial y}{\partial t}$  aparece sin factor que lo acompañe en la ecuación dinámica, pero con doble factor en la ecuación la continuidad.

c) El término  $\frac{\partial v}{\partial x}$  aparece multiplicado en las dos ocasiones por un factor.

d) Las ecuaciones no son lineales.

Hecho lo anterior se puede concluir:

1. Si se substituye un término de una ecuación en otra, no habría simplificación para obtener una sola ecuación que tuviera únicamente como incógnita a  $Y$  o  $v$ .
2. Hay algunos términos que pesan más en una ecuación que en otra.

**3. Las ecuaciones no tienen solución analítica hasta la fecha.**

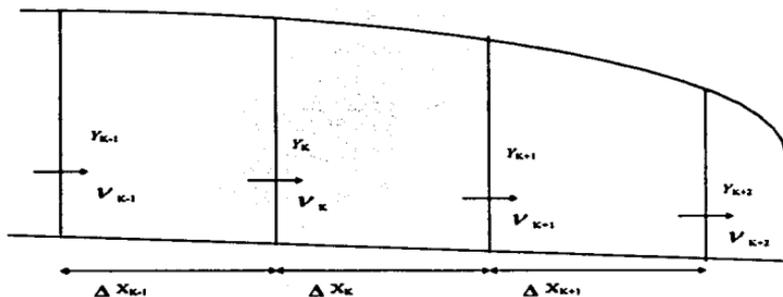
**La pregunta es: ¿Cómo resolver entonces las ecuaciones para encontrar  $Y$  y  $v$ , en cada sección y en cada instante?**

Existen algunos métodos de solución para resolver las ecuaciones 1 y 3 entre las que podemos mencionar: Elementos finitos, diferencias finitas y método de las características, el método que se utilizará para la solución de estas ecuaciones, es el de las diferencias finitas, por medio del cual, se harán las ecuaciones lineales y así resolver el sistema de ecuaciones.

Para expresar las ecuaciones en diferencias finitas existen dos esquemas de solución, es decir; es necesario ubicar las secciones hidráulicas para calcular los tirantes ( $Y$ ) y las velocidades ( $v$ ). Los esquemas son: el normal o natural y el Holandés.

El esquema normal o natural es calcular  $Y$  y  $v$  en la misma sección y aplicar las dos ecuaciones de tramo en tramo, el otro esquema es el Holandés, que reduce el número de incógnitas y presenta ventajas al tomar las derivadas parciales en diferencias finitas, este último esquema es el que se utilizó en la solución del modelo TUAVE, pero por conveniencia para la explicación del tema utilizaremos el método normal, si el lector se interesa en investigar más al respecto o sobre el método Holandés <sup>5</sup>

Así se tiene que el método normal consiste en lo siguiente:



En la figura anterior  $K$  representa la posición. Si  $j$  representa el instante en el cual se quieren conocer  $Y$  y  $V$ , y  $j-1$  el instante anterior (conocido) las derivadas para el tramo  $K$  serían:

$$\frac{\partial v}{\partial x} = \frac{V'_{K+1} - V'_K}{\Delta x_K}$$

$$\frac{\partial y}{\partial x} = \frac{Y'_{K+1} - Y'_K}{\Delta x_K}$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} = \frac{\partial \vec{v}}{\partial t}$$

En donde  $\vec{v}$  es el promedio (respecto al espacio) de la velocidad en el tramo  $K$ .

$$\frac{\partial v}{\partial t} = \frac{1}{2} \frac{V'_{k+1} - V'_{k-1}}{\Delta t} + \frac{1}{2} \frac{V'_k - V'_{k-1}}{\Delta t}$$

Donde  $\Delta t$  es el intervalo de tiempo que se considere.

$$\frac{\partial v}{\partial t} = \frac{1}{2} \frac{Y'_{k+1} - Y'_{k-1}}{\Delta t} + \frac{1}{2} \frac{Y'_k - Y'_{k-1}}{\Delta t}$$

El término:

$$S_f = \frac{n^2 v^2}{R^{\frac{5}{3}}}$$

Sería:

$$S_f = \frac{1}{2} \frac{n^2}{R_{k+1}^{\frac{5}{3}}} |V'_{k+1}| V'_{k+1} + \frac{1}{2} \frac{n^2}{R_k^{\frac{5}{3}}} |V'_{k-1}| V'_k$$

Obsérvese que se ha hecho lineal al tomar un factor de  $v^2$  en el instante anterior ( $j-1$ ) en el valor absoluto, para dejar que  $V'_k$  o  $V'_{k+1}$ , tome el signo correspondiente en el cálculo y no sólo sea positivo al elevarse al cuadrado. Además el término geométrico  $R^{\frac{5}{3}}$  se toma en el instante anterior.

Así, los factores que afectan a las derivadas parciales se consideran conocidos, ya que al usar un  $\Delta t$  pequeño no se pierde mucha exactitud en el cálculo. Con esto, los términos no lineales se expresan como sigue:

$$\frac{V}{g} \frac{\partial v}{\partial x} = \frac{1}{g} \frac{V'_{k+1} + V'_{k-1}}{2} \frac{V'_{k+1} - V'_k}{\Delta x_k}$$

$$A \frac{\partial v}{\partial x} = \frac{A'_{k+1} + A'_{k-1}}{2} \frac{V'_{k+1} - V'_k}{\Delta x_k}$$

$$BV \frac{\partial v}{\partial x} = \frac{B_{k+1}' V_{k+1}'^{-1} + B_k' V_k'^{-1}}{2} \frac{Y_{k+1}' - Y_k'}{\Delta x_k}$$

$$B \frac{\partial v}{\partial x} = \frac{B_{k+1}' + B_k'}{2} \left[ \frac{1}{2} \frac{Y_{k+1}' - Y_k'}{\Delta x_k} + \frac{1}{2} \frac{Y_k' - Y_k'^{-1}}{\Delta t} \right]$$

La solución de las ecuaciones consistiría en resolver un sistema de ecuaciones para cada intervalo de tiempo  $\Delta t$ , en los tres tramos de la figura se podría construir la siguiente tabla (las cruces representan las incógnitas que intervienen en la ecuación).

Substituyendo los términos y las derivadas respectivas de las ecuaciones 1 y 3 tenemos:

#### Ecuación Dinámica

$$\frac{1}{g} \left[ \frac{1}{2} \frac{V_{k+1}' - V_k'^{-1}}{\Delta t} + \frac{1}{2} \frac{V_k' - V_k'^{-1}}{\Delta t} \right] + \frac{Y_{k+1}' - Y_k'}{\Delta x_k} + \frac{1}{g} \frac{V_{k+1}'^{-1} + V_k'^{-1}}{2} \frac{V_{k+1}' - V_k'}{\Delta x_k} + \frac{1}{2} \frac{n^2}{R_{k+1}'^{5/2}} |V_{k+1}'^{-1}| V_{k+1}' + \frac{1}{2} \frac{n^2}{R_k^{5/2}} |V_k'^{-1}| V_k' - S_o = 0$$

#### Ecuación de Continuidad

$$\frac{A_{k+1}'^{-1} + A_k'^{-1}}{2} \frac{V_{k+1}' - V_k'}{\Delta X_k} + \frac{B_{k+1}' V_{k+1}'^{-1} + B_k' V_k'^{-1}}{2} \frac{Y_{k+1}' - Y_k'}{\Delta X_k} + \frac{B_{k+1}' + B_k'}{2} \left[ \frac{1}{2} \frac{Y_{k+1}' - Y_k'}{\Delta t} + \frac{1}{2} \frac{Y_k' - Y_k'^{-1}}{\Delta t} \right] \pm q = 0$$

Como se puede ver en la siguiente matriz, las incógnitas de las dos ecuaciones anteriores para el tramo  $K$  se encuentran evaluadas en la segunda ecuación de continuidad y segunda dinámica.

<b>ECUACION</b>	$Y_{k-1}$	$V_{k-1}$	$Y_k$	$V_k$	$Y_{k+1}$	$V_{k+1}$	$Y_{k+2}$	$V_{k+2}$
1a. Continuidad	*	*	*	*				
1a. Dinámica	*	*	*	*				
2a. Continuidad			*	*	*	*		
2a. Dinámica			*	*	*	*		
3a. Continuidad					*	*	*	*
3a. Dinámica					*	*	*	*

Como se puede apreciar en este caso se tienen 6 ecuaciones contra 8 incógnitas, por lo cual deben darse dos condiciones de frontera  $V_{k-1}$  y  $V_{k+2}$  para poder resolver el sistema.

Una combinación de las ecuaciones permitirá llegar a un sistema tridiagonal expresado en función de incógnitas de un mismo tipo, tirantes por ejemplo, el cual es más rápido resolver.

#### Criterios de Simulación

Antes de iniciar con la explicación respecto a la alimentación y funcionamiento del modelo, conviene hacer una serie de reflexiones que la experiencia en el uso de este modelo han proporcionado.

Cabe recordar lo que se comentó en la introducción respecto a que este tipo de modelos proporciona información que va de acuerdo al tipo de datos que se le ingresa, pues su buen funcionamiento depende de esto y del criterio del operador; el cual le proporciona los datos y analiza los resultados, por lo anterior, es muy importante el que se le proporcionen al modelo datos confiables para obtener resultados igualmente confiables; a continuación se harán una serie de recomendaciones que suelen considerarse para el uso del programa.

1.- El modelo original esta desarrollado en lenguaje FORTRAN 77, pero se puede utilizar en otros lenguajes, con la tecnología desarrollada actualmente se puede usar en la mayor parte de computadoras, siempre y cuando cumplan con el software respectivo.

2.- Se debe determinar con precisión el área de estudio, con la finalidad de poder considerar la simulación completa del sistema o dividirlo, pues si el sistema por simular es muy grande, será difícil su simulación por exceso de tramos o celdas que dificultan el proceso de cálculo y el modelo se vuelve lento, y en ocasiones incongruente en los resultados, por lo que se usan varios criterios para analizar los sistemas, como los que se mencionan a continuación:

a) Seccionar el sistema general en varios subsistemas de acuerdo a su funcionamiento hidráulico.

b) Para que los sistemas o subsistemas no sean tan grandes conviene eliminar los tramos que tengan diámetros menores, y al área de aportación correspondiente a estos tramos se ingresará como una aportación al sistema en forma de

hidrograma, con lo cual se resuelve el problema. En nuestro caso, no se eliminaron tramos y se tomaron todos los mayores de 60 cm. de diámetro.

3.- En relación a los datos topográficos que se deben considerar para la alimentación del programa se tienen los siguientes:

a) Cotas de los pozos de visita, tanto de brocal como de plantillas, de los diferentes colectores que llegan al pozo de visita, así como los diámetros de los mismos tubos.

b) Es necesario mencionar que si el colector atraviesa por zonas cuyas pendientes provocan que los flujos sean supercríticos, será necesario considerar lo siguiente:

- Reducir la pendiente del colector en forma ficticia tal que su flujo se vuelva subcrítico en las zonas críticas.

- O bien, considerar el área del colector que se encuentra en zonas con pendientes críticas en forma de área de aportación al tramo más próximo a dicha zona, considerando para ello el tiempo de concentración acorde a la pendiente del terreno.

c) Otros sitios de importancia que deben ser levantados son:

- Las descargas del o de los sistemas ya sea a planta de bombeo, lumbreras, colectores, tanques de tormenta, lagunas, etc.

■ Los datos anteriores son necesarios y conviene contar con ellos aunque en ocasiones no se pueden obtener, por lo que al menos se deberán considerar uno de los puntos por cada tramo del colector que se seleccione.

4.- Una vez que se haya definido el sistema por simular, será necesario que se elabore un esquema de la red en el cual aparezcan indicados: los diámetros, cambios de sección, cotas de plantilla del tubo y del terreno.

Es conveniente mencionar que las cotas de plantilla del terreno serán sólo una por tramo, y estas serán el promedio entre las cotas iniciales y las finales del tramo, que irán anotadas al centro de cada tramo.

5.- Los tramos se determinaran de acuerdo a las siguientes reglas:

a) Se recomienda que los tramos sean lo más largos posibles, considerando en no exceder en seis veces la longitud del menor, por la razón de que a menor tramo el tiempo de cálculo es menor, implicando a su vez un mayor tiempo de computo, pero en la actualidad con los equipos que se cuentan esto no es limitante, por otra parte, mientras más grande es la longitud de los tramos, menor es la precisión de la solución, con el fin de ahorrar tiempo de cálculo y generar una primera alternativa de solución por lo que se recomienda hacer pruebas con tramos largos, y posteriormente reducir la longitud de los tramos si se requiere.

b) Cada vez que exista un cambio de diámetro, necesariamente se cambiará de tramo, es decir, un tramo no puede tener más de un diámetro.

c) Es recomendable cambiar de tramo cada vez que exista un importante cambio de pendiente.

Cabe mencionar que el esquema considerado deberá dividirse en tramos de acuerdo como se mencionó.

6.- Debido al método que utiliza el modelo para encontrar las velocidades y tirantes en cada celda a través del tiempo, el sistema o red de colectores, también llamado araña, se dividirá en dos subsistemas, cada subsistema estará formado por una serie de tramos y constará de varios ramales o colectores, a los cuales se le llamarán ríos pares o impares según la interconexión entre ellos, así un río par deberá interconectarse con un río impar, por lo que nunca se interconectarán pares con pares ni impares con impares ( ver fig. 8.1) .

Para considerar la división de los ríos, es conveniente iniciar con el colector principal o de mayor diámetro y que sea lo más largo posible, al cual se le puede denominar río par o impar y dependiendo su denominación, a él se conectarán los de denominación contraria y así sucesivamente.(ver fig. 8.1)

Los ríos deberán estar formados por lo menos por dos tramos o celdas.

7.- Para identificar los tramos de cada subsistema o río, se numerarán los tramos en forma ascendente, con relación a como fueron subdivididos en subsistemas (ríos pares o impares), es decir, se iniciará con la numeración del río principal del tramo aguas arriba, hacia aguas abajo y posteriormente todos los ríos de la misma denominación siguiendo un orden de aguas arriba hacia aguas abajo (Ver fig. 8.2), hasta que queden numerados todos los ríos de la misma denominación y

posteriormente continuar con la numeración de los ríos de la otra denominación. Cabe mencionar que a los ríos se les deberá asignar un nombre para identificarlos mejor (generalmente se les da el nombre que tiene el colector).

Antes de iniciar con la alimentación del modelo con los datos requeridos, es necesario mencionar algunas condiciones que se requieren para que el modelo funcione.

8.-Condiciones iniciales para el calentamiento del sistema, antes de que el sistema reciba el agua de lluvia, debe estar "caliente", en otras palabras significa que las tuberías que componen el sistema deben tener un flujo establecido. Pero para contar con las velocidades y tirantes que cumplan con dicha condición, es necesario darle al modelo datos de velocidades y tirantes iniciales, para que por medio de iteraciones logre obtener los valores que cumplan con la condición de flujo establecido, dichos valores iniciales se recomienda sean lo mas cercano posible a los de flujo establecido con la finalidad de que el modelo no consuma mucho tiempo de máquina en aproximar los datos. Para obtener los tirantes y velocidades se pueden definir a partir de los gastos base para cada tramo (gasto sanitario) acumulándolo hacia los tramos de aguas abajo, con estos gastos se obtienen las velocidades y tirantes iniciales, tomando en cuenta que gastos excesivos pueden comprometer el sistema.

g) Areas potenciales de inundación.- Con la finalidad de considerar los tramos donde el sistema tiene posibilidades de que derrame una vez que se transite la avenida es necesario analizar las condiciones topográficas de cada tramo, con la finalidad de generar las curvas de elevación-volúmenes que serán asignadas y en las cuales deberán almacenarse los gastos que se derramen por las calles

(encharcamientos), para lo cual es necesario calcular la capacidad de regulación que tiene la red secundaria en la zona de influencia de cada tramo, la cual deberá ser saturada antes de que haya un encharcamiento, la manera en que se calcula dicha capacidad de regulación de la red secundaria es por medio de la siguiente fórmula:

$$V = \frac{6000(A)}{V_t} + 0.2 \dots \dots \dots (4)$$

donde:

**V**= Capacidad de regulación del sistema secundario, en porcentaje.

**A**= Área drenada por la celda o tramo en km<sup>2</sup>

**V<sub>t</sub>** = Volumen del tramo a tubo lleno en m<sup>3</sup> ; se obtiene con la ecuación:

6000 = se considera que es lo que regula la red secundaria (esta dados en m<sup>3</sup>/Km<sup>2</sup>)

0.2 se considera que es lo que regulan los pozos de visita en porcentaje.

$$V_t = L \left[ \frac{\pi D^2}{4} \right]$$

La ecuación 4 se obtuvo a partir de muestreos realizados en la ciudad de México, y proporciona el volumen regulado por la red secundaria respecto al volumen almacenado en cada tramo de la red primaria o colector secundario a tubo lleno.

Es conveniente mencionar que para generar la curva de elevaciones capacidades del área de inundación es necesario considerar que la curva iniciará su ascenso a partir de la cota de la clave del tubo, pasando por la cota del terreno (nivel de la

calle) y por último el punto que definirá la capacidad de almacenamiento de agua que tiene la calle. Por lo que se requerirán los datos de la cota de la clave del tubo (se obtiene de sumar la de plantilla y el diámetro), la del terreno, las cotas y áreas de la calle que definirán la capacidad de almacenamiento.

Generalmente, debido a que no se cuenta con la información de las áreas susceptibles a inundarse se considera a partir del nivel de la calle tomar una capacidad de regulación alta y una cota mucho mayor a la de terreno para que se tenga la capacidad suficiente para albergar los volúmenes derramados.

Es conveniente mencionar que los tramos que cuentan con interconexión (tramos que llegan o salen) no llevan área de inundación.

10.- El asignar el tiempo de duración total de la corrida se hace considerando la longitud del río principal o el de mayor distancia, calculando la velocidad por medio de la fórmula de Manning y dividiendo a las velocidades entre el intervalo de tiempo elegido, cabe mencionar que el intervalo de tiempo se elige de acuerdo a la magnitud de los tramos, el intervalo elegido en este caso es de 15 segundos, que se considera no provocará problemas de estabilidad numérica.

11.- Condiciones de Frontera. El modelo requiere que se le proporcione como dato las condiciones de frontera aguas arriba y aguas abajo de cada río ya que como se vio en la deducción matemática es necesario considerar dos condiciones de frontera para que se igualen el número de ecuaciones con el número de incógnitas, estas condiciones se dan aguas arriba del río por medio de un hidrograma, y aguas abajo depende de la forma de la descarga que presente el

rio, se pueden dar tres casos: descarga a gasto constante, planta de bombeo y tirante constante.

**a) Frontera Aguas Abajo**

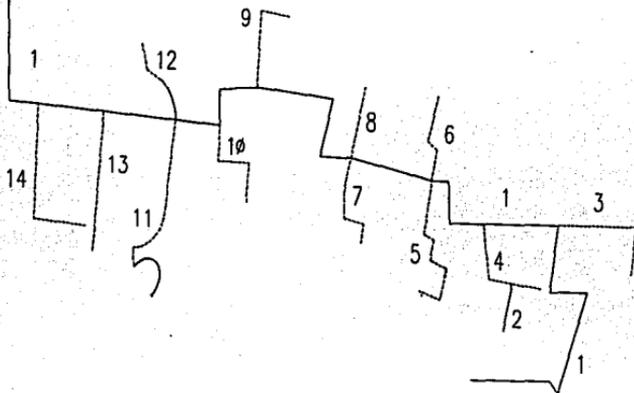
- **Frontera de gasto constante:** Este tipo de frontera se utiliza cuando el río en cuestión descarga un gasto conocido.
- **Frontera de tirante constante:** Este tipo de frontera se utiliza cuando el río descarga con un tirante constante, y es aplicable a la descarga de otro cuerpo de agua cuyo nivel se desconoce. Se utiliza en particular para todos los ríos de uno de los sistemas que descargan en algún río del otro sistema.
- **Descarga hacia una planta de bombeo:** En este caso se considera que la descarga es libre hasta que el agua en el tanque de la planta alcanza un nivel mayor que el de la descarga. A partir de este momento se considera que el río descarga con un tirante constante, que corresponde al nivel de agua en la planta de bombeo calculado en el intervalo  $\Delta t$  inmediato anterior. Para conocer la evolución de los niveles en la planta, se requiere proporcionar la relación elevaciones - volúmenes - gastos de descarga de la misma. Si en un intervalo de tiempo el gasto de ingreso o salida de la planta es tal que produce un cambio brusco en el nivel del agua, el programa dará resultados inexactos.

**b) Frontera Aguas Arriba.**

En general, esta frontera se da por medio de un hidrograma de entrada (es decir, una relación de gasto contra tiempo) .

12.- Entradas laterales. Estos datos definen los gastos que entran a los tramos del colector en forma de hidrogramas y sólo se le dan a los tramos en donde no hay confluencias o salidas de otros ríos, y a los tramos cabeceros de los ríos en donde en su lugar entra el hidrograma de punta de las condiciones de frontera.

# COLECTOR IZTAPALAPA I

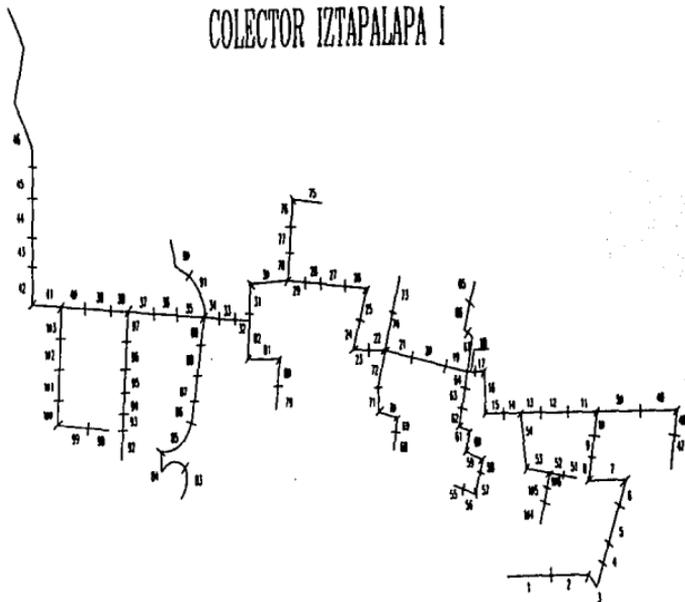


## SIMBOLOGIA

-  RIO PAR  
 RIO IMPAR

		
NUMERACION DE RIOS		
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14
ELABORO: RUBEN PINEDA MIGUELES		

# COLECTOR IZTAPALAPA I



NUMERACION DE TRAMOS

ESCALA  
1:1  
FECHA  
19-09-87

ELABORO: RUBEN PINEDA MIGUELLES

## **IX SIMULACION CON DATOS REALES**

### **IX.1 Obtención de datos**

La importancia de obtener los datos reales para la simulación de un sistema de colectores es relevante, ya que la confiabilidad de los datos reales y sobre todo también de la cantidad de los mismos, hace que la confianza sobre los resultados sea mayor; actualmente muchos de estos datos se obtienen en base a fórmulas aproximadas que alejan de la realidad a los resultados obtenidos. A continuación se dará una breve explicación de la obtención de los datos del modelo.

#### **a) Datos Topográficos**

Para la obtención de los datos topográficos necesarios del sistema del colector Iztapalapa I, se requirió inicialmente de un plano general que tuviera la traza urbana, la red secundaria y primaria, con la finalidad de determinar inicialmente el área de influencia de cada uno de los tramos en que se tuvo que subdividir el colector Iztapalapa I, de acuerdo al criterio antes mencionado, en este caso fueron 106 tramos. Con la red secundaria se logro determinar el área de influencia de cada uno de los tramos por medio del planímetro (ver plano No.1), así mismo, se obtuvieron datos como son las cotas del terreno y de la plantilla del conducto, en el inicio y final de cada tramo, se calcularon las cotas promedio y la pendiente de los tramos; se obtuvieron los diámetros de los tubos y con esto las claves de los mismos, cabe mencionar que la cota de terreno es la promedio entre el principio y el final de cada tramo (ver Tabla 9.1), se obtuvo con la finalidad de determinar los sitios más factibles de encharcarse una vez que el sistema trabaja a carga hidráulica.

Todos estos datos se obtuvieron del levantamiento catastral de las redes de drenaje y agua potable de la Ciudad de México, realizados por la Comisión de Aguas del Distrito Federal.

#### b) Datos Hidráulicos e Hidrológicos

Con la información topográfica se obtuvieron los datos hidráulicos necesarios para alimentar el modelo (ver tabla 9.2), en esta tabla se presentan los datos de cada conducto principal del área de aportación de la red secundaria como son: su longitud, diámetro, pendiente (cota inicial y final). Así mismo, se obtuvieron los datos de longitud, diámetro y pendiente del colector Iztapalapa I.

La pendiente se obtuvo con la siguiente fórmula:

$$S = \frac{H}{L}$$

donde;

H = Desnivel entre cotas inicial y final

L = Longitud

S= Pendiente de los conductos

Esta pendiente se determinó con la finalidad de obtener el tiempo de traslado del agua por la red secundaria para posteriormente calcular el tiempo de concentración de la manera siguiente:

$$t_c = t_1 + t_2$$

donde:

$t_c$  = Tiempo de concentración.

$t_r$  = Tiempo de traslado del agua por el conducto principal de la red secundaria.

$t_{cs}$  = Tiempo de concentración superficial (sólo en áreas no urbanas) .

Como se consideró que el área de aportación es 100% urbana el  $t_{cs} = 0$  en la práctica se considera que el  $t_c$  en áreas urbanas es de:

$$t_c = 15 + t_r$$

donde:

$t_r$  = Tiempo de traslado del agua por el conducto principal del área de aportación, se obtiene por la fórmula de Manning.

15 Representa el tiempo en minutos que se considera que tarda el agua en llegar desde las azoteas de las casas a la red municipal.

El tiempo de concentración de la cuenca lo utilizaremos para calcular los gastos pico de los hidrogramas de aportación de cada una de las áreas del colector, ver tabla 9.2.

El funcionamiento del modelo requiere de condiciones iniciales antes de simular la tormenta por lo que fue necesario calcular los gastos base para la delegación Iztapalapa de cada uno de los tramos respecto a su área de aportación, lo cual se realizó de la siguiente manera: (los resultados se presentan en la tabla 9.2).

**Dotación de Agua Potable para la delegación Iztapalapa = 163 lt / hab / día.**

**Población de la delegación Iztapalapa para 1995 = 1,623,726 hab.**

**Área total de la delegación = 118.94 Km<sup>2</sup>.**

**Área urbana = 104.32 Km<sup>2</sup>.**

**Densidad de población = 15,564.86 hab / Km<sup>2</sup>**

**Q de demanda del área por tramo = (Densidad de población)\*(Área Parcial por tramo)\*(Dotación)**

$$Q_b = ( Q \text{ del área por tramo} ) * ( 60\% )$$

**Los resultados se presentan en la tabla 9.2**

**Una vez obtenidos los gastos base se prosiguió al cálculo de los datos necesarios para la elaboración de los hidrogramas de aportación.**

**Primeramente para cerciorarnos de que el modelo funciona correctamente es necesario que los resultados se puedan comparar con la realidad, para lo cual se buscó en las estadísticas de encharcamientos de los años de 1993, 1994, 1995 con que cuenta la D.G.C.O.H., una fecha en la cual se presentaron mayor incidencia de encharcamientos en el área de influencia del colector en estudio. La fecha más desfavorable fue la del 7 de Julio de 1994 como se puede ver en el plano No. 1.**

Con esta fecha se buscaron los datos de las estaciones pluviográficas más cercanas al área de influencia del colector con que cuenta la D.G.C.O.H., de las cuales se obtuvo el registro (pluviograma), estas estaciones son: (su localización se representa en la figura 9.2) .

- 20 Municipio Libre.
- 28 Aculco.
- 29 U. Ejército de Oriente.
- 30 Cerro de la Estrella.
- 40 Oficinas G.A.V.M. Sur.
- 53 Santa Cruz Meyehualco.

Sus pluviogramas se pueden consultar en los anexos.

Se analizaron los pluviogramas y se obtuvieron sus diferentes tormentas con sus respectivas alturas de lluvia y duraciones de cada una, así mismo se obtuvieron las precipitaciones acumuladas para su duración total en cada una de las estaciones.

N° Y NOMBRE DE ESTACIÓN	ALTURA DE PRECIPITACIÓN ACUMULADA EN 24 HRS (MM)
<b>20. Municipio Libre</b>	<b>1.34</b>
<b>28. Aculco</b>	<b>3.56</b>
<b>29. U. Ejército de Oriente</b>	<b>0.84</b>
<b>30. Cerro de la Estrella</b>	<b>34.11</b>
<b>40. Oficinas GAVM Sur</b>	<b>5.69</b>
<b>53. Sta. Cruz Meyehualco</b>	<b>11.86</b>

Se analizó la distribución de la tormenta respecto a la cuenca en estudio y se observó que ninguna estación se encontraba dentro de ella, por lo cual se analizó la influencia de las estaciones respecto a la cuenca por medio de polígonos de Thiessen e isoyetas, observándose que sólo dos estaciones presentan influencia por el método de polígonos de Thiessen, mientras que por isoyetas la influencia es más representativa de las condiciones de la distribución de la tormenta (Ver fig. 9.2), el método de polígonos no es representativo de esta distribución, pues la cuenca queda dividida en dos partes, con alturas de precipitación puntuales de las dos estaciones que influyen (estación Aculco y Cerro de la Estrella), pero su precipitación cambia de una a otra estación en forma muy brusca (ver tabla anterior) , y por el método de isoyetas la distribución sí sigue la orografía del terreno y la distribución de la tormenta es más lógica de acuerdo a los valores de las alturas de precipitación de las 6 estaciones. Además es necesario aclarar que la tormenta no se presentó en las estaciones al mismo tiempo, sino que se trasladó de una estación a otra, ( ver pluviogramas en el anexo).

Debido a lo anterior, se optó por trabajar con los dos métodos conjuntamente, con la finalidad de obtener de una manera más confiable la altura de precipitación de la zona en estudio, el método que se eligió fue el de las curvas altura de precipitación - área - duración (hp-a-d ) y que representan en forma sintética las condiciones más desfavorables en tiempo y espacio de la tormenta que se analiza.

En éste análisis, se consideran para los polígonos de Thiessen únicamente las dos estaciones que influyen en el área en estudio y por isoyetas influyen todas, así se tiene que de los pluviogramas se obtuvieron los siguientes datos:

**Alturas de precipitación registradas en los pluviogramas del día 7 Julio de  
1985**

Estación	Altura (mm)	Hora de inicio	Hora de termino	Altura (mm)	Duración (hrs)
30. Cerro de la Estrella	34.1122	14:43	14:53	5.08	00:10
		15:02	15:03	0.254	00:01
		15:12	15:35	28.0162	00:23
		15:40	14:41	0.254	00:01
		15:45	15:46	0.254	00:01
		16:00	16:01	0.254	00:01
28. Aculco	3.556	15:26	15:49	3.048	00:23
		15:55	15:56	0.254	00:01
		16:10	16:11	0.254	00:01

En base a los pluviogramas se obtuvieron las curvas masa acumulada de las estaciones, que se muestran en las figs. 9.3 y 9.4

Así mismo se obtuvieron los valores de altura de precipitación para diferentes duraciones: 15, 30 y 45 minutos, con los cuales se pueden obtener los hietogramas de la tormenta, (ver tablas 9.3 y 9.4).

**TABLAS DE PRECIPITACION PARA DIFERENTES DURACIONES**

**TABLA 9.3**  
Estación 30. Cerro de la Estrella

Duración en Minutos				
HORA	0	15	30	45
14	0	0	0	1.50
15	5.25	9.00	28.20	33.80
16	34.11	34.11	34.11	34.11

$i_{15} = 28.2 - 9.00 = 19.20$	76.80
$i_{30} = 33.55 - 5.30 = 28.25$	56.50
$i_{45} = 33.80 - 5.25 = 28.55$	38.07
$i_{60} = 33.90 - 3.80 = 30.10$	30.10
$i_{90} = 34.11 - 1.50 = 32.61$	21.74
$i_{120} = 34.11 - 0.0 = 34.11$	15.055

**TABLA 9.4**  
Estación Aculco

Duración en Minutos

HORA	0	15	30	45
15	0	0	0.50	2.50
16	3.37	3.55	3.55	3.55

$i$  ( mm/hr )

$i_{15} = 2.50 - 0.50 = 2.00$	8.00
$i_{30} = 3.37 - 0.50 = 2.87$	5.74
$i_{60} = 3.55 - 0.00 = 3.55$	3.55

Así mismo se obtuvieron las alturas de precipitación acumuladas para las duraciones de 15, 30, 45, 60, 90 y 120 minutos. (Ver siguiente tabla 9.7).

**Tabla 9.7**  
ALTURA DE PRECIPITACIÓN ACUMULADA, EN mm

ESTACIÓN	15 min.	30 min	45 min	60min	90 min	120 min
30 Cerro de la Estrella	0	0	1.50	5.25	28.20	34.11
28 Aculco	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	3.37

Obsérvese que en las tablas de la estación Cerro de la Estrella y la estación Aculco las intensidades más desfavorables son para las duraciones de 30 min. Esta duración es característica de las tormentas que se presentan en el Distrito Federal.

Se obtuvo la precipitación media por promedio aritmético, polígonos de Thiessen e isoyetas para ver su aproximación con respectiva de cada método.

Promedio Aritmético.

Corresponde a la duración total 120 min. Ph = 18.74

Polígonos de Thiessen.

$$\bar{P} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i \cdot a_i}{A}$$

No. de estación	Area polígonos.	Ph ( mm )	$\bar{P}_n$
Estación 30	3.10	34.11	23.10
estación 28	1.73	3.37	
$\Sigma$	4.83		

$$P = \frac{(34.11)(3.10) + (337)(1.73)}{4.83} = \frac{105.741+5.8301}{4.83} = 23.10$$

**P= 23.10 mm**

## Precipitación media isoyetas

$$\bar{P} = \frac{\sum_{i=1}^n (\bar{P}_i A_i)}{A}$$

ISOYETAS	hp(mm)	Area entre isoyetas (km2)
30 - 25	27.5	0.264
25 - 20	22.5	1.324
20 - 15	17.5	2.151
15 - 10	12.5	0.957
10 - 5	7.5	0.142
$\Sigma$		4.838

$$P = \frac{(27.5)(0.26414) + (22.5)(1.32465) + (17.5)(2.15108) + (12.5)(0.95720) + (7.5)(0.14253)}{4.83}$$

$$P = 17.98 \text{ mm}$$

Como se aprecia la diferencia entre precipitaciones es considerable, por lo que se determina el cálculo de la curva masa media ajustada para toda la cuenca y para cada una de las áreas de influencia entre los polígonos de Thiessen e isoyetas.

**Cálculo para la Curva Masa Media Ajustada.**

Inicialmente se obtiene un factor de ajuste que consiste en dividir la altura de precipitación obtenida por polígonos de Thiessen entre la altura de precipitación obtenida por isoyetas:

$$\text{Factor de Ajuste} = \frac{17.98}{23.10} = 0.77835$$

Obtención de las alturas de precipitación para las duraciones de interés (15, 30, 45, 60, 90 y 120 minutos)

$$P_{15} = 0$$

$$P_{30} = 0$$

$$P_{45} = \frac{1.5(3.1)+0(1.73)}{4.83} = 0.96273$$

$$P_{60} = \frac{5.25(3.10)+0(1.73)}{4.83} = 3.36957$$

$$P_{90} = \frac{28.20(3.1)+0.5(1.73)}{4.83} = 18.27847$$

$$P_{120} = \frac{34.11(3.10)+3.37(1.73)}{4.83} = 23.09961$$

El factor de ajuste se multiplicará por cada uno de los valores de la altura de precipitación media correspondiente al área de influencia de cada estación por

polígonos de Thiessen para los valores de cada una de las estaciones involucradas.

**Curva Masa Media Para la Cuenca      Curva Masa Media Ajustada Para la Cuenca**

<b>DURACION (minutos)</b>	<b>PRECIPITACION MEDIA (mm)</b>	<b>FACTOR DE AJUSTE</b>	<b>PRECIPITACION MEDIA AJUSTADA</b>
15	0	0.77835	0
30	0	0.77835	0
45	0.96273	0.77835	0.74935
60	3.36957	0.77835	2.62272
90	18.27847	0.77835	14.22414
120	23.09961	0.77835	17.97970

**Curva Masa Media Ajustada Para las Areas Parciales de Las Isoyetas.**

El Método se utiliza para conocer las condiciones más desfavorables en el sentido espacial de la tormenta correspondientes a las áreas encerradas por las isoyetas.

El método es similar al de cálculo de la curva masa ajustada para toda la cuenca descrito anteriormente, pero el factor de ajuste es para cada caso, utilizando el área encerrada por cada isoyeta (empezando por la de mayor valor) y como límite el parte aguas de la cuenca, así, se obtiene la curva masa media ajustada; los resultados se muestran en la tablas siguientes:

**VALORES DE LA PRECIPITACION MEDIA AREA  
PARA EL PLANO DE ISOYETAS**

1 Isoyetas	2 Area encerrada (Km <sup>2</sup> )	3 Area Parcial (Km <sup>2</sup> )	4 Precipitación media entre Isoyetas (mm)	5 (3) X (4)	6 Incremento acumulado de (5)	7 Precipitación media en mm
25	0.26414	0.26414	27.5	7.26385	7.26385	27.5
20	1.58879	1.32465	22.5	29.804625	37.068475	23.33
15	3.73987	2.15108	17.5	37.6439	74.712375	19.98
10	4.69707	0.95720	12.5	11.965	86.67735	18.45
5	4.83960	0.14253	7.5	1.068975	87.74635	18.13

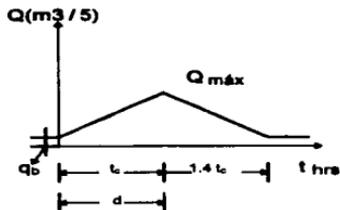
**TABLA DE VALORES DE ALTURA DE PRECIPITACIÓN -AREA -DURACIÓN**

Precipitación (mm)	Precipitación n media (mm)	Área total (Km <sup>2</sup> )	Descripción	Porcentaje de influencia (%)	Precipitación media Thomson	Factor de ajuste	DURACION						
							15	30	45	60	90	120	
25	27.50	0.26414	30 C. de la Estrella	100	34.11	0.806	0	0	1.5	5.25	28.20	34.11	
			Curva masa ajustada	100			0	0	1.5	5.25	28.20	34.11	
			Curva masa ajustada	100			0	0	1.209	4.2315	22.729	27.493	
20	23.33	1.58879	30 C. de la Estrella	100	34.11	0.684	0	0	1.5	5.25	28.20	34.11	
			Curva masa ajustada	100			0	0	1.5	5.25	28.20	34.11	
			Curva masa ajustada	100			0	0	1.026	3.591	19.288	23.331	
15	19.98	3.73987	30 C. de la Estrella	82.45			0	0	1.5	5.25	28.20	34.11	
			28 Aculco	17.55	28.72	0.696	0	0	0	0	0	0	3.37
			Curva masa media	100			0	0	1.237	4.329	23.339	28.715	
10	18.45	4.69707	30 C. de la Estrella	65.65			0	0	0.861	3.013	16.244	19.986	
			28 Aculco	34.35	23.55	0.783	0	0	1.5	5.25	28.20	34.11	
			Curva masa media	100			0	0	0	0	0	0	3.37
5	18.13	4.8396	30 C. de la Estrella	63.72			0	0	0.9847	3.466	18.885	23.551	
			Curva masa ajustada	100			0	0	0.7710	2.697	14.63	18.44	
			28 Aculco	36.28	22.96	0.790	0	0	1.5	5.25	28.20	34.11	
			Curva masa media	100			0	0	0	0	0	0	3.37
			Curva masa ajustada	100			0	0	0.9158	3.3453	18.15	22.958	
			Curva masa ajustada	100			0	0	0.7551	2.6428	14.339	18.136	

Una vez calculadas las alturas de precipitación para cada cuenca, se procedió a realizar el cálculo de los hidrogramas, considerando el método Racional, es un método antiguo pero que da buenos resultados sobre todo en cuencas chicas como las que tenemos en éste estudio.

El método implica que el gasto máximo se alcanza cuando la precipitación se mantiene con una intensidad constante durante un tiempo igual al tiempo de concentración, en este caso se hizo una excepción ya que la duración de la lluvia es de 30 minutos y las cuencas de aportación tienen, tiempos de concentración pequeños, por lo que la duración es mayor. Así tenemos que hay dos tipos de hidrogramas el triangular y el trapecial.

Hidrograma Triangular

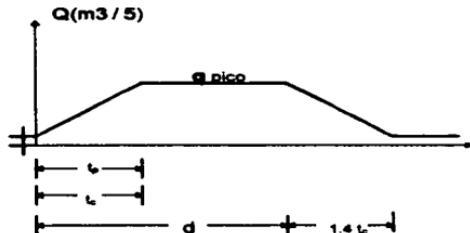


$$t_c = d$$

$$t_r = 1.4 t_c$$

tiempo base del Hidrograma  $2.4 t_c$

Hidrograma Trapecial



$$t_p = t_c \neq d$$

el tiempo base del hidrograma  $= d + 1.4 t_c$

El hidrograma triangular se conforma de lo siguiente:

$$V = h_p 0.5 CA$$

El gasto máximo se obtiene aplicando la fórmula racional:

$$q_{\text{máx}} = C i A$$

C= coeficiente de escurrimiento

i= intensidad de la lluvia para una tormenta de 0.5 Hrs de duración

A= área de cada cuenca

El tiempo de concentración en áreas urbanas se calcula por la fórmula

$$t_c = t_t + 15$$

donde:

$t_t$  = tiempo de traslado del agua en la tubería principal del área de aportación como ya se comentó.

En el hidrograma trapecial el  $t_c$  es igual al tiempo pico  $t_p$  y la duración de la tormenta es mayor que estos, por lo cual, el gasto pico se calcula con la siguiente fórmula.

$$v = h_p 0.5H CA$$

$$q_p = \frac{v}{72t_p}$$

El coeficiente de escurrimiento se obtuvo de la fórmula siguiente.

$$C = \frac{C_u A_u}{A_t} + 0.45 \frac{A_l}{A_t} I_u$$

debido a que se consideraron áreas urbanas al cien por ciento se utiliza sólo el segundo término, el  $I_u$  se obtuvo de la bibliografía (ver estudio de escurrimientos 1994 ).

Los resultados se pueden consultar en la (tabla 9.2)

### ***IX.11 Alimentación Del Modelo.***

Una vez que se calcularon todos los datos necesarios para realizar las simulaciones con el modelo, se inició la etapa de ingresar los datos al modelo, cabe hacer algunas observaciones para llevar a cabo dicha actividad y evitar algunos problemas.

Primeramente se consideró necesario elaborar el llenado de una hoja de codificación de acuerdo a los campos establecidos en el programa con los datos requeridos iniciando por los datos generales, características geométricas e hidráulicas, condiciones de frontera para ríos pares e impares, áreas de inundación y gastos laterales.

**Datos generales.**

Para el número de intervalos de tiempo por simular se empleó para su cálculo la velocidad y el tiempo de concentración del río principal que es el mayor. Considerando, que el intervalo de tiempo es de 15 segundos, resultando 780 intervalos de tiempo que equivale a 3.25 hrs.

La frecuencia de impresión de los resultados se seleccionó para cada 30 minutos, que equivale a 120 intervalos de tiempo de 15 segundos cada uno.

El número total de tramos de la red del sistema fue de 106.

Los ríos pares del primer subsistema son 2.

Los ríos impares son 12.

El número de áreas de inundación son 96.

El número de áreas con entradas laterales 81.

El intervalo de tiempo en segundos es de 15

El tiempo de calentamiento 30 minutos.

Se le dio la opción para imprimir los datos de entrada (1)

El número de intervalos de tiempo para el cual se inicia la impresión de resultados es de 120 intervalos.

## CARACTERISTICAS GEOMETRICAS E HIDRAULICAS DE LOS TRAMOS

Dentro de las condiciones que deben cumplir cada uno de los tramos tenemos las siguientes que son las más importantes.

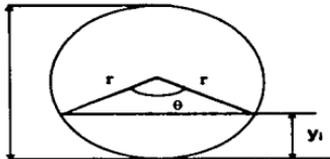
A cada tramo se le asoció una área de inundación excepto aquellos tramos donde confluyeron otros tramos de otros ríos.

A cada tramo se le asoció una avenida lateral o hidrograma que corresponda a su área de aportación, así mismo se le pone la cota al centro del tramo en metros, la longitud del mismo y se le numeran los tramos de llegada o de salida ( ver bibliografía 3, 4 ), se le pone el coeficiente de rugosidad del tramo, diámetro del tramo, tirante y velocidad iniciales, estas dos últimas características se calcularon de la siguiente manera:

Los tirantes se obtienen en base al gasto base de cada tramo ya calculado en párrafos anteriores, acumulando los gastos de los tramos que se encuentran aguas arriba del tramo por calcular por medio de iteraciones y con ayuda de las fórmulas siguientes.

$$Q_b = A_n V_i$$

donde  $V_i = \frac{1}{n} R h^{2/3} S^{1/2}$



donde  $R_h$  y  $A_h$   
por fórmulas:

$$R_h = \frac{D}{4} \left( 1 - \frac{360 \operatorname{sen} \theta}{2 \pi \theta} \right) \quad \text{---(1)}$$

$$A_h = \frac{D^2}{4} \left( \frac{\pi \theta \operatorname{sen} \theta}{360 \cdot 2} \right) \quad \text{---(2)}$$

Para encontrar  $\theta$  es necesario apoyarse en la figura anterior de donde se tiene lo siguiente:

Si se observa la fig. se tiene que:

$$\cos \frac{1}{2} \theta = \frac{r - y_i}{r}$$

despejamos a  $\theta$

$$\theta = 2 \cos^{-1} \frac{r - y_i}{r} \quad \text{---(3)}$$

si sustituimos 3 en 1 y 2 queda

$$R_h = \frac{D}{4} \left( 1 - \frac{360 \operatorname{sen} \left( 2 \cos^{-1} \frac{r - y_i}{r} \right)}{2 \pi \left( 2 \cos^{-1} \frac{r - y_i}{r} \right)} \right)$$

$$A_n = \frac{D^2}{4} \left( \frac{\pi(2\cos^{-1} \frac{r-y_i}{r})}{360^\circ} - \frac{\sin(2\cos^{-1} \frac{r-y_i}{r})}{2} \right)$$

Observe que los resultados están en función de  $y_i$ , que es el tirante inicial que proporciona el gasto base de cada tramo, sustituyendo estas ecuaciones en la de Manning y la de Continuidad, donde el gasto es un dato conocido e iterando con el valor de  $y_i$  se obtienen los tirantes y velocidades iniciales que se utilizan en el modelo.

Las condiciones de frontera se dieron primeramente para los ríos impares y posteriormente para los ríos pares. Primeramente se dará la condición de frontera de aguas abajo considerando la de tirante constante ya que esta se apega más a las condiciones de la realidad, posteriormente se propuso la condición de frontera aguas arriba que son los hidrogramas correspondientes a cada tramo cabecera ya calculado con anterioridad.

Los datos para el cálculo de áreas de inundación fueron proporcionados para todos los tramos excepto para aquellos que tienen interconexiones o salidas de otros ríos. Los datos se dan de acuerdo al procedimiento ya descrito.

Por último se dieron los datos correspondientes a los gastos de avenidas laterales únicamente a los tramos donde no hay confluencias de otros ríos ni a tramos cabeceros, de acuerdo a los datos obtenidos con anterioridad.

#### • Simulaciones

Al respecto de las simulaciones que se realizaron quisiera hacer unos comentarios respecto a los criterios que se utilizaron para llevar a cabo estas.

con la finalidad de entender un poco más respecto al modelo, el calentamiento se considero de aproximadamente 9.5 horas con lo cual se obtuvieron los datos de tirantes y velocidades iniciales con los que se alimentó el modelo para la realización del transito de la avenida, la duración de la simulación fue de 3 horas (720 intervalos) , con impresiones a cada 0.5 horas se le dio la elección de que imprimiera los datos, el listado de estos así como los resultados de la corridas pueden consultar en los anexos.

◆ Interpretación de resultados.

Los resultados que se observan en el listado representan las condiciones, actuales del sistema en el momento de la impresión, como se puede observar, para cada rango de impresión el programa presenta las condiciones en que se encuentran todos los ríos, así tenemos que presenta los tramos que integran a cada río, los tirantes que tienen cada tramo, la velocidad, el área hidráulica de cada uno de los tramos, el gasto de salida de cada tramo, el gasto de salida de cada una de las áreas de inundación, el gasto de la avenida que ingresa a cada tramo.

Es necesario revisar continuidad en cada tramo, lo cual se logra multiplicando la velocidad por el área respectiva de cada tramo, así mismo se checa la continuidad entre los tramos que confluyen a otro, lo cual se logra sumando los gastos de llegada, que deberán ser aproximados al gasto del tramo que los recibe, en el mismo instante de simulación, en este caso si cumple con continuidad.

Los tirantes en ocasiones tienen signos negativos lo cual significa que la línea de la energía del tramo se encuentra por debajo de la plantilla del tramo, lo cual físicamente no es posible representar, pero se presenta este fenómeno cuando el colector tiene dislocamientos.

De igual forma la velocidad presenta signo negativo cuando la velocidad se invierte en contra de la pendiente del colector, ya sea por contrapendiente o predominio de las cargas que provocan un contra flujo, lo anterior no afecta los resultados de la simulación, ni se debe interpretar como resultados mal calculados.

Al final de la lista de los resultados se incluye una tabla resumen con los datos de carga y gastos máximos para cada uno de los tramos (ver anexos); y otra tabla con la distribución de derrames en el sistema, esta última presenta el número de tramo en el que se presentan derrames, un porcentaje respecto al total derramado en cada tramo, el volumen que se derraman en el sistema está representado en metros cúbicos. Cabe mencionar que los volúmenes que se derraman durante la simulación no vuelven a ingresar al sistema.

Con base en estos resultados se puede hacer una interpretación de los mismos, considerando para ello la elaboración de los gráficos de cada uno de los ríos, estas gráficas se elaboraron con las cotas de las plantillas de plantilla y clave de los ríos o colectores, con las cotas del terreno y los resultados de las cargas máximas de cada uno de los tramos del río. Con estos datos se puede observar el comportamiento que tiene el colector respecto a su capacidad ante la máxima

carga alcanzada en cada tramo (ver gráfica de perfiles). Como se puede observar en la gráfica (RIO PAR 1) los puntos conflictivos en donde la carga que llegó a tomar el colector rebasa al terreno; observe los tramos 20 y 23 cuyos tramos se consideraron con la cota de terreno por abajo de la real ya que por ellos se simularon dos aliviós con que cuenta el sistema en la realidad provocando en forma obligada a que derramen, si se observan los resultados se puede apreciar que a pesar de provocar su derrame premeditadamente, el gasto de derrame es mínimo con lo cual se concluye que el sistema no mejora aunque sea aliviado por estos dos conductos.

De la misma forma el RIO PAR 2 en dos de sus tramos derraman ya que sus descargas están regidas por los tirantes que se presentan en el RIO PAR 4.

El RIO IMPAR 3 presenta derrames en el tramo 50 y 47 en forma considerable, por encontrarse influenciado por el tirante que alcanza en el tramo 11.

El RIO IMPAR 4 presenta derrames mínimos en el tramo 54 debido a la influencia del tramo 14 el RIO IMPAR 5 presenta derrames en los tramos 56, 60 y 61, nótese que el tramo 64 tiene un tirante menor que los de aguas arriba debido a que este colector descarga al de alivio, por lo cual, su tirante no está tan influenciado por el de aguas abajo, lo que sucede es que la aportación que baja del cerro es considerable y el colector no tiene la capacidad de drenar con eficiencia, por lo cual derrama en los puntos mencionados.

Los RIOS IMPARES 6 y 8 son los ríos por los cuales el sistema supuestamente es aliviado, más sin embargo se observa que los colectores presentan derrames considerables.

**El RÍO IMPAR 7 presenta derrames en su inicio debido a que las aportaciones al río son muy grandes y a los escurrimientos del cerro de la Estrella se concentran rápidamente a pesar que aguas abajo no afecta la descarga. Los RÍOS IMPARES 9 y 10 no tienen problemas.**

**El RÍO IMPAR 11 presenta problemas en sus tres primeros tramos 83, 84 y 85, en el primero de estos se presentan los mayores derrames de todo el sistema debido a que se satura rápidamente a pesar de la buena pendiente del río.**

**El colector RÍO IMPAR 12 no derrama en ninguno de sus dos tramos pero sí tiene carga en ambos.**

**El RÍO IMPAR 13 derrama en los tramos 92 y 96 debido a las aportaciones de su cuenca propia y a la influencia que ejercen los tirantes del río hacia donde descarga.**

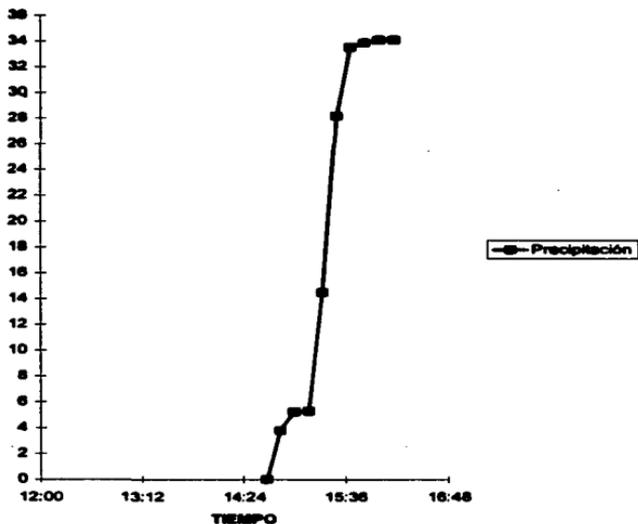
**El RÍO IMPAR 14 presenta derrames en su tramo 100, el colector se encuentra cargado en su totalidad**

**Los resultados que se observan a lo largo del sistema refieren que este trabaja en condiciones desfavorables sobre todo, debido a la intensidad de la tormenta y a las aportaciones del cerro de la Estrella que cuenta con tiempos de concentración pequeños que saturan rápidamente el sistema, derramando hacia las zonas bajas.**

Observese que muchos de los tramos reportan pequeños derrames, esto debido a las caídas en las interconexiones entre tramos o a las altas pendientes que tienen los colectores produciendo flujos críticos en ciertos momentos; lo anterior provoca inestabilidad en el sistema por lo cual al inicio de las corridas hubo la necesidad de disminuir la pendiente de algunos tramos del sistema para evitar estas inestabilidades.

A pesar de lo anterior se considera que el sistema proporciona resultados confiables, los volúmenes derramados son solamente una aproximación de los volúmenes reales que se derraman. Así, como se mencionó al principio, solamente se obtendrá una calibración cualitativa del modelo; si se observa el plano No. 1 se puede apreciar que algunos resultados que se presentan en el modelo concuerdan con los reales, considerando que muchos de los encharcamientos que se presentan en la realidad no se reportan a la DGCOH. Así también se sabe que las consideraciones realizadas a través de la teoría son aproximaciones; a pesar de lo anterior el modelo presenta buenos resultados, sin embargo para calibrarlo aún se requieren más mediciones tanto de encharcamientos como de datos lluvia-escurrimiento, aunado a lo anterior debe considerarse que los resultados obtenidos en el modelo son a nivel de red primaria y en ocasiones los problemas se presentan a nivel de red secundaria, la cual no se consideró en este caso.

EST. 30 Cerro de la Estrella



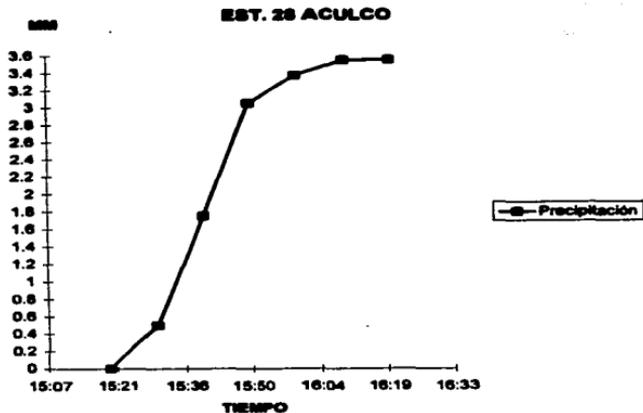
**ENEP**  
COMPLEJO ATACAMA



CURVA MASA DE LA ESTACION  
CERRO DE LA ESTRELLA

UNIDAD: mm  
PERIODO: 24  
MUESTRA: 15:36 - 16:48

ELABORO: RUBEN PINEDA M. OJEALES



	<b>INER</b> INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS ACUÁTICOS	
CURVA MASA DE LA ESTACION ACULCO		
		FECHA: _____
		MUESTRA: _____
ELABORÓ: RUBEN PINEDA MAQUELES		

TABLA 9.1

DATOS DEL COLECTOR ITZAPALAPA I

TRAMEN	COSTA DE MARTILLA I		COSTA DE TORREÓN		COSTA DE PLAZUELA I		COSTA DE TARRAGÓN		SERRANÍA I	SIERRA DE LOS RIOS I	COSTA DE	COSTA DE MARQUEN
	SEMA I	PRIMA I	SEMA I	PRIMA I	PRIMA I	PRIMA I	PRIMA I	PRIMA I				
1	243 21	242 35	248 81	248 45	243 78	247 13	153 12	0 76	244 54	247 14		
2	243 25	243 87	243 85	243 87	241 82	241 82	153 12	8 21	242 82	244 8		
3	241 82	240 28	241 85	242 95	240 89	242 275	174 01	0 76	241 85	244 08		
4	240 28	240 28	242 95	242 16	239 378	242 55	132 26	0 76	240 37	242 87		
5	239 29	239 01	241 15	241 49	238 16	241 82	163 3	0 81	238 08	240 02		
6	238 01	241 82	241 45	241 85	241 85	241 85	184 37	0 81	238 08	240 08		
7	237 95	238 81	241 13	241 07	237 389	241 1	188 95	0 81	238 295	241 09		
8	238 81	238 75	241 07	240 87	238 78	240 87	55 3	0 78	231 54	240 83		
9	238 16	237 87	240 18	238 85	238 85	240 87	102 1	0 76	238 08	240 08		
10	238 57	235 95	240 18	237 95	238 785	10 39685	133 04	0 78	237 026	238 16		
11	238 85	238 83	237 85	238 27	238 785	238 11	138 45	0 81	238 705	238 82		
12	238 63	238 87	238 27	238 86	238 78	238 485	131 01	0 81	238 88	237 83		
13	238 67	238 85	238 66	238 34	238 81	238 81	147 78	0 81	238 87	238 83		
14	238 85	238 16	238 34	238 91	238 055	238 025	113 18	0 81	238 985	238 31		
15	238 16	238 88	238 81	240 17	238 025	240 015	88 3	0 81	238 835	238 85		
16	238 88	238 08	240 13	238 87	238 878	238 73	161 8	1 07	238 545	238 83		
17	238 08	238 87	238 87	238 72	238 445	238 57	88 2	1 07	238 385	238 14		
18	238 57	238 31	238 72	238 85	238 44	238 885	82 1	1 07	238 31	238 22		
19	238 31	238 04	238 85	238 14	238 78	238 085	118 2	1 07	238 245	238 84		
20	238 04	238 31	238 54	238 89	238 175	238 815	183 45	1 07	238 245	238 29		
21	238 31	238 49	238 89	238 88	238 4	238 785	147 7	1 07	238 47	237 8		
22	238 49	238 85	238 88	238 12	238 82	237 8	118 4	1 07	238 89	238 8		
23	238 85	238 05	238 17	240 74	238 8	238 93	108 6	1 07	238 87	238 32		
24	238 05	238 11	240 74	237 89	238 58	238 318	84 3	1 22	238 8	241 43		
25	238 11	238 08	237 89	238 68	238 8	237 275	89 35	1 22	237 108	238 74		
26	238 08	238 87	238 85	238 12	238 805	237 28	238 4	1 22	237 01	238 07		
27	238 87	238 98	238 12	238 05	238 95	238 585	108 4	1 22	238 17	237 29		
28	238 98	238 04	238 05	238 26	238 01	238 155	88 2	1 22	238 23	238 85		
29	238 04	238 82	238 08	238 08	238 83	238 175	118 2	1 22	238 05	238 08		
30	238 82	233 87	238 09	238 22	238 285	138 9	138 9	1 22	238 916	238 03		
31	233 87	234 27	238 22	240 42	238 12	238 32	110 8	1 52 1 22	238 44 238 3	238 78		
32	234 27	238 21	240 42	238 12	238 24	238 24	164 4	1 82	238 81	238 57		
33	234 21	238 12	238 12	238 12	238 12	238 12	183 8	1 82	238 88	238 8		
34	238 12	233 24	237 77	237 59	238 88	237 48	80 3	1 82	238 3	237 48		
35	233 24	231 18	237 59	238 88	237 71	238 335	108 35	1 82	238 23	238 88		
36	231 18	231 8	238 88	238 82	231 88	231 88	108 3	1 82	238 81	238 82		
37	231 8	231 17	238 82	238 08	231 485	238 35	103 9	1 82	233 005	238 08		
38	231 17	230 68	238 08	238 4	230 825	234 94	114 15	1 82	232 448	234 49		
39	230 68	231 2	238 4	234 16	230 84	234 478	140 8	1 82	232 48	232 21		
40	231 2	230 71	238 4	238 81	230 818	238 7	183 7	1 82	232 478	238 5		
41	230 71	238 87	238 8	238 81	238 815	238 405	184 1	1 82	231 338	232 35		
42	238 87	238 28	238 81	232 72	238 88	233 118	204 1	1 82	230 11	232 92		
43	238 28	238 81	238 28	238 81	237 885	232 385	218 8	1 82	238 88	238 8		
44	238 81	238 98	238 01	231 72	237 235	231 885	78 78	1 82	238 738	231 88		
45	238 98	238 88	231 72	231 88	228 878	231 84	103	1 82	238 295	231 84		
46	238 88	238 87	231 88	231 38	228 225	228 225	88 8	1 82	238 88	238 88		
47	238 87	238 88	240 8	240 81	240 81	240 885	178 88	0 81	238 878	240 88		
48	237 88	238 83	241 03	238 87	241 185	240 35	78 88	0 81	237 805	238 81		
49	238 83	238 51	238 87	238 84	238 57	238 285	138 8	0 81	237 48	240 01		
50	238 51	238 88	240 8	240 81	240 335	240 335	128 88	0 81	237 885	240 81		
51	238 81	237 98	241 07	240 88	237 385	241 025	152 9	0 81	238 295	240 88		
52	237 98	237 83	240 88	240 84	237 785	240 88	111 8	0 81	238 705	240 88		
53	237 83	237 78	240 84	240 87	240 88	240 88	108 8	0 81	238 805	240 88		
54	237 78	238 88	240 81	240 81	240 815	240 815	188 38	0 81	237 785	240 88		
55	240 88	248 18	247 31	248 88	245 13	246 885	58	0 81	245 24	248 88		
56	248 18	242 88	248 88	244 78	244 235	245 235	88 45	0 81	244 845	244 78		
57	242 88	241 88	248 81	243 88	244 815	244 815	88 82	0 81	244 82	244 81		
58	241 88	248 48	243 88	243 88	238 885	243 1	48 72	0 81	241 305	242 37		
59	238 48	238 81	243 88	242 38	238 03	242 43	84 05	0 81	238 84	241 29		

TABLA B.1

DATOS DEL COLECTOR IZTAPALAPA I

TRAMO	CUTA DE PLANTILLA		CUTA DE TRAMADO		CUTA DE PLANTILLA	CUTA DE TRAMADO	LUMENES/CM	TRAMADO	CUTA DE PLANTILLA	CUTA DE TRAMADO
	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL						
60	238 61	238 8	242 27	240 68	238 608	241 489	88 8	0 81	242 078	241 8
61	238 8	237 88	240 68	240 83	238 18	240 845	108 2	0 81	241 245	240 8
62	237 88	237 88	240 68	240 3	237 67	240 845	78 8	0 81	238 24	240 18
63	237 28	237 88	240 31	240 78	237 488	240 85	80 34	0 78	237 885	240 14
64	237 83	238 31	240 78	238 88	238 67	240 215	144	0 81	237 08	238 8
65	238 04	238 38	238 8	238 87	233 218	238 81	128 18	0 78	233 878	238 18
66	238 71	238 04	237 64	238 8	234 378	238 87	118 7	0 78	238 135	238 68
67	238 31	238 71	238 68	237 44	238 01	238 845	108 8	0 78	238 77	238 01
68	246 52	243 88	247 74	245 88	244 78	248 8	48 28	0 81	248 38	247 2
69	243 88	238 63	248 88	248 04	241 705	243 88	108 8	0 81	242 218	243 07
70	238 63	238 88	247 04	241 84	238 48	241 84	112 88	0 81	240 1	241 48
71	238 88	238 82	241 84	247 28	238 04	242 045	84 81	0 81	238 88	241 47
72	238 82	238 48	242 28	238 88	237 01	240 808	188 8	0 81	237 87	238 64
73	238 44	232 77	237 38	238 84	233 808	238 8	227	1 22	234 828	238 58
74	238 48	234 44	238 88	237 38	234 885	238 12	125 4	1 22	238 188	238
75	238 1	238 24	237 14	238 8	238 178	238 87	88 7	0 81	238 788	237 08
76	238 28	238 63	238 8	237 78	238 34	237 018	80 88	0 81	238 88	238 4
77	238 42	238 4	237 24	237 68	238 42	237 88	42 8	0 81	238 03	238 24
78	238 41	238 82	237 88	238 08	238 018	238 42	122 17	0 81	238 828	237 88
79	238 31	238 88	241 37	240 88	238	241 18	118 42	0 81	238 88	241 14
80	238 88	238 18	240 88	241 34	238 42	241 165	82 02	0 81	238 03	240 88
81	238 18	237 21	241 34	240 88	237 73	241 185	18 18	0 81	238 34	241 22
82	237 21	238 14	240 88	240 32	238 228	240 48	84 4	0 81	238 338	240 88
83	238 13	238 88	241 88	238 44	238 08	240 388	118 08	0 81	238 87	241 88
84	238 88	238 88	238 44	238 88	238 88	238 08	131 8	0 81	237 848	238 81
85	238 88	238 07	238 88	238 74	238 478	238 21	220 84	0 81	237 088	238 78
86	238 07	238 08	238 74	237 68	238 68	238 68	128 02	0 81	238 17	237 88
87	238 08	238 47	237 88	237 88	234 88	237 87	187 88	0 81	235 47	238 78
88	238 47	233 88	237 88	238 87	234 11	237 418	183 88	0 78	234 87	238 18
89	233 88	233 34	237 88	237 88	233 88	237 23	108 17	0 78	233 188	238 4
90	233 84	236 28	238 82	238 71	234 088	238 885	101 88	0 81	234 878	238 82
91	234 28	233 24	238 71	237 48	233 788	237 18	108 28	0 81	234 378	238 23
92	234 72	238 83	238 83	238 07	238 828	238 38	88 17	0 81	238 438	238 07
93	233 84	233 88	238 07	238 17	238 178	238 17	83 8	0 81	238 388	238 07
94	233 88	232 8	238 27	238 27	233 08	238 18	78 8	0 78	233 7	234 84
95	232 8	232 88	238 28	238 63	238 68	238 23	148 34	0 78	232 88	238 68
96	232 88	231 17	238 81	238 08	231 408	234 888	124 18	0 78	232 188	234 81
97	232 83	233 11	238 07	238 08	233 82	238 88	158 8	0 81	234 13	238 8
98	233 11	233 03	238 08	234 83	233 07	234 888	200 88	0 81	233 88	234 81
100	233 03	233 8	238 82	234 8	233 788	238 18	188 7	0 48	233 118	234 42
101	232 8	231 88	234 8	234 03	233 04	234 88	184 17	0 81	232 88	234 07
102	231 88	231 21	234 02	233 88	231 388	232 84	134 4	0 81	232 088	233 72
103	231 21	230 71	233 88	233 8	233 8	232 88	178 28	0 81	231 87	233 42
104	241 12	238 88	244 34	243 88	240 48	242 84	87 4	0 81	241 4	238 07
105	238 88	238 3	242 72	241 8	238 34	242 18	88 8	0 81	240 88	233 72
106	238 3	237 83	241 8	240 84	238 488	241 27	78 8	0 81	238 378	233 42

Tabla 2

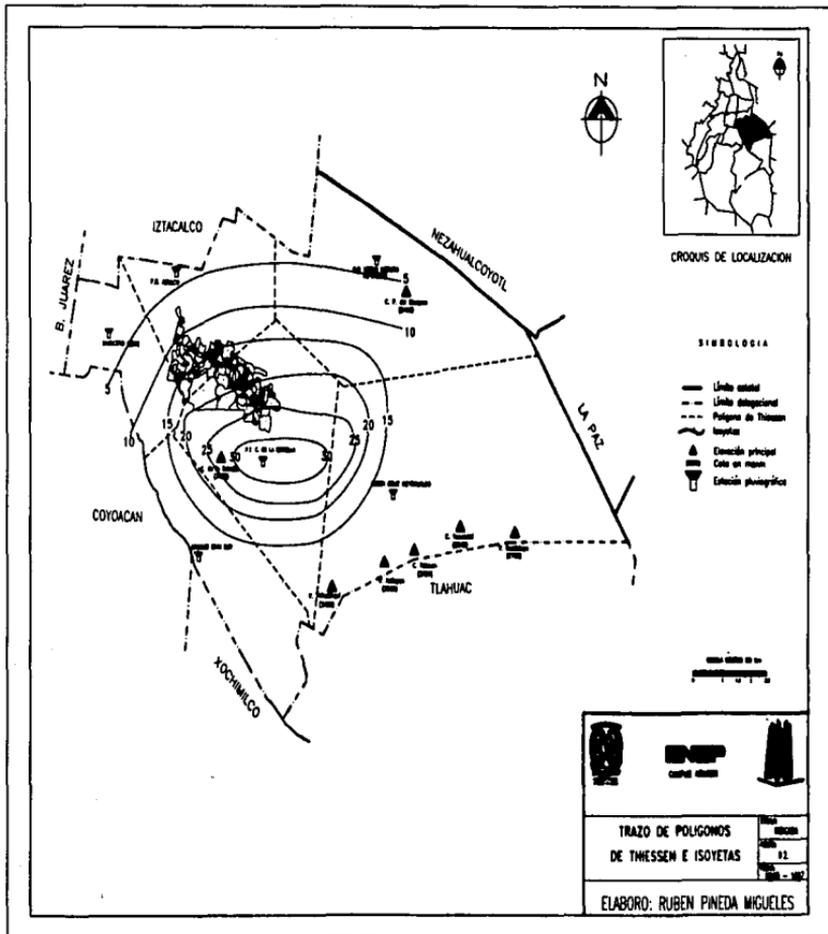
DATOS DE LA RED SECUNDARIA Y AREAS DE APORTACION

Tramo	Dchm.	Long. (km)	Desnivel (m)	Formación	Hq. (m)	Area (Km <sup>2</sup> )	Volumen (M <sup>3</sup> )	Ti (seg)	Tc (min)	Gasio base (m <sup>3</sup> /seg)	Geor. base (m <sup>3</sup> /seg)	VOLUMEN (M <sup>3</sup> )	Qm (m <sup>3</sup> /seg)
1	0.3	293.00	0.25	0.02717133	27.50	0.013040	0.000000	1.214212	19.4740	15	0.000000	122.40300	0.1148230
2	0.3	80.00	0.20	0.00465000	27.80	0.000000	0.000000	1.238838	16.238838	15	0.000000	133.10480	0.1260000
3	0.3	206.00	0.20	0.00465000	27.80	0.000000	0.000000	1.238838	16.238838	15	0.000000	133.10480	0.1260000
4	0.3	897.00	0.20	0.00317448	27.30	0.128750	0.501200	1.1524268	26.152426	20	0.0034083	1444.53775	0.3873350
5	0.3	218.00	0.20	0.00271242	27.40	0.000000	0.000000	1.248272	20.248272	15	0.000000	140.00000	0.1312500
6	0.3	168.00	0.20	0.01017229	23.30	0.007898	0.000000	1.1850018	16.580018	15	0.0001784	171.37185	0.0668581
7	0.3	168.00	0.20	0.01017229	23.30	0.007898	0.000000	1.1850018	16.580018	15	0.0001784	171.37185	0.0668581
8	0.3	86.00	0.18	0.010180	23.30	0.010180	0.000000	1.1610742	16.161074	15	0.0002384	88.07485	0.02801205
11	0.3	71.00	0.20	0.0042116	23.30	0.010180	0.000000	1.1610742	16.161074	15	0.0002384	88.07485	0.02801205
12	0.3	60.10	0.20	0.0274543	23.30	0.010180	0.000000	1.1610742	16.161074	15	0.0002384	88.07485	0.02801205
13	0.3	274.20	1.88	0.00688800	23.30	0.027450	1.201870	3.78434830	17.234078	20	0.00147385	582.80310	0.4383141
14	0.3	48.80	0.44	0.0007784	23.30	0.000000	0.000000	1.11137484	16.111374	15	0.000000	163.47180	0.1522500
16	0.3	174.40	0.27	0.0041130	23.30	0.027450	1.800772	7.4412833	17.441283	20	0.0001818	247.81809	0.18739008
17	0.3	160.00	0.00	0.000000	23.30	0.000000	0.000000	1.1610742	16.161074	15	0.000000	0.000000	0.000000
18	0.3	88.00	1.27	0.0182424	19.80	0.004280	1.887848	6.87844228	15.878442	20	0.0004721	39.57445	0.0156883
19	0.3	88.00	0.94	0.000000	19.80	0.000000	0.000000	1.1610742	16.161074	15	0.000000	0.000000	0.000000
20	0.3	88.00	0.94	0.000000	19.80	0.004280	1.887848	6.87844228	15.878442	20	0.0004721	39.57445	0.0156883
21	0.3	88.00	0.94	0.000000	19.80	0.004280	1.887848	6.87844228	15.878442	20	0.0004721	39.57445	0.0156883
22	0.3	88.00	0.94	0.000000	19.80	0.004280	1.887848	6.87844228	15.878442	20	0.0004721	39.57445	0.0156883
23	0.3	387.48	2.88	0.00704880	19.80	0.004280	1.887848	6.87844228	15.878442	20	0.0004721	39.57445	0.0156883
24	0.3	114.87	0.03	0.0001718	19.80	0.018870	0.208709	13.808710	28.808710	20	0.0008421	132.26880	0.01177267
25	0.3	307.13	3.22	0.0158441	19.80	0.028110	1.108128	2.0237478	17.023747	20	0.0008703	246.41034	0.18113848
26	0.3	243.37	1.80	0.0178188	19.80	0.037400	0.173900	0.84342505	15.843425	20	0.0002308	780.81251	0.1758888
27	0.3	83.01	1.48	0.0182448	19.80	0.010480	0.887838	3.81888000	12.818880	15	0.000000	0.000000	0.000000
28	0.3	847.80	1.19	0.0020885	19.80	0.128450	4.780300	18.7889354	34.788935	20	0.0030413	1700.28818	0.4192028
29	0.3	311.87	3.87	0.01118400	19.80	0.035730	1.273083	2.89327018	17.893270	20	0.00118427	631.09682	0.2348087
30	0.3	118.87	1.02	0.0082719	19.80	0.240000	2.087123	4.48113328	17.481133	20	0.0008388	184.23787	0.18423248
31	0.3	118.87	1.02	0.0082719	19.80	0.240000	2.087123	4.48113328	17.481133	20	0.0008388	184.23787	0.18423248
32	0.3	110.88	3.76	0.0338121	18.48	0.012820	3.301178	6.88828848	18.888288	20	0.0002018	88.78248	0.08515557
33	0.3	174.88	1.23	0.0087988	18.48	0.038770	0.871710	1.78742288	16.787422	20	0.0002200	74.38103	0.2481088
34	0.3	83.01	1.48	0.0182448	18.48	0.100180	1.878440	11.85844000	20.858440	20	0.0021032	248.51508	0.2884884
35	0.3	385.00	7.67	0.0088783	18.48	0.027370	0.500000	0.500000	5.588710	20	0.0002898	204.81548	0.1883680
36	0.3	88.00	0.88	0.000000	18.48	0.000000	0.000000	1.1610742	16.161074	15	0.000000	0.000000	0.000000
37	0.3	88.00	0.88	0.000000	18.48	0.000000	0.000000	1.1610742	16.161074	15	0.000000	0.000000	0.000000
38	0.3	181.00	0.88	0.0038824	18.48	0.028130	0.500000	0.500000	15.860818	20	0.0002988	88.72258	0.08168168
39	0.3	281.81	0.00	0.0038824	18.48	0.038820	0.888888	2.80374888	17.803749	20	0.00089347	88.72258	0.1488288
40	0.3	110.00	3.03	0.0088812	18.48	0.000000	0.000000	1.1610742	16.161074	15	0.000000	0.000000	0.000000
41	0.3	238.20	0.88	0.0088812	18.48	0.000000	0.000000	1.1610742	16.161074	15	0.000000	0.000000	0.000000
42	0.3	88.00	0.88	0.000000	18.48	0.018870	0.500000	0.500000	17.877320	20	0.0003274	102.28311	0.08470888
43	0.3	88.00	0.88	0.000000	18.48	0.018870	0.500000	0.500000	17.877320	20	0.0003274	102.28311	0.08470888
44	0.3	130.00	0.88	0.0001308	18.48	0.011710	1.081118	2.07890444	17.078904	20	0.00018238	83.31111	0.08892303
45	0.3	88.00	0.88	0.000000	18.48	0.018870	0.500000	0.500000	17.877320	20	0.0003274	102.28311	0.08470888
46	0.3	210.00	0.88	0.0013488	18.48	0.000000	0.000000	1.1610742	16.161074	15	0.000000	0.000000	0.000000
47	0.3	288.32	0.83	0.0026188	23.30	0.110880	0.787838	8.3032318	23.303231	20	0.0020847	1048.85888	0.30321887
48	0.3	288.32	0.83	0.0026188	23.30	0.110880	0.787838	8.3032318	23.303231	20	0.0020847	1048.85888	0.30321887
49	0.3	288.32	0.83	0.0026188	23.30	0.110880	0.787838	8.3032318	23.303231	20	0.0020847	1048.85888	0.30321887
50	0.3	288.32	0.83	0.0026188	23.30	0.110880	0.787838	8.3032318	23.303231	20	0.0020847	1048.85888	0.30321887
51	0.3	288.32	0.83	0.0026188	23.30	0.110880	0.787838	8.3032318	23.303231	20	0.0020847	1048.85888	0.30321887
52	0.3	288.32	0.83	0.0026188	23.30	0.110880	0.787838	8.3032318	23.303231	20	0.0020847	1048.85888	0.30321887
53	0.3	288.32	0.83	0.0026188	23.30	0.110880	0.787838	8.3032318	23.303231	20	0.0020847	1048.85888	0.30321887
54	0.3	288.32	0.83	0.0026188	23.30	0.110880	0.787838	8.3032318	23.303231	20	0.0020847	1048.85888	0.30321887
55	0.3	288.32	0.83	0.0026188	23.30	0.110880	0.787838	8.3032318	23.303231	20	0.0020847	1048.85888	0.30321887
56	0.3	288.32	0.83	0.0026188	23.30	0.110880	0.787838	8.3032318	23.303231	20	0.0020847	1048.85888	0.30321887
57	0.3	288.32	0.83	0.0026188	23.30	0.110880	0.787838	8.3032318	23.303231	20	0.0020847	1048.85888	0.30321887
58	0.3	288.32	0.83	0.0026188	23.30	0.110880	0.787838	8.3032318	23.303231	20	0.0020847	1048.85888	0.30321887
59	0.3	288.32	0.83	0.0026188	23.30	0.110880	0.787838	8.3032318	23.303231	20	0.0020847	1048.85888	0.30321887
60	0.3	288.32	0.83	0.0026188	23.30	0.110880	0.787838	8.3032318	23.303231	20	0.0020847	1048.85888	0.30321887
61	0.3	288.32	0.83	0.0026188	23.30	0.110880	0.787838	8.3032318	23.303231	20	0.0020847	1048.85888	0.30321887
62	0.3	288.32	0.83	0.0026188	23.30	0.110880	0.787838	8.3032318	23.303231	20	0.0020847	1048.85888	0.30321887
63	0.3	288.32	0.83	0.0026188	23.30	0.110880	0.787838	8.3032318	23.303231	20	0.0020847	1048.85888	0.30321887
64	0.3	288.32	0.83	0.0026188	23.30	0.110880	0.787838	8.3032318	23.303231	20	0.0020847	1048.85888	0.30321887
65	0.3	288.32	0.83	0.0026188	23.30	0.110880	0.787838	8.3032318	23.303231	20	0.0020847	1048.85888	0.30321887
66	0.3	288.32	0.83	0.0026188	23.30	0.110880	0.787838	8.3032318	23.303231	20	0.0020847	1048.85888	0.30321887
67	0.3	288.32	0.83	0.0026188	23.30	0.110880	0.787838	8.3032318	23.303231	20	0.0020847	1048.85888	0.30321887
68	0.3	288.32	0.83	0.0026188	23.30	0.110880	0.787838	8.3032318	23.303231	20	0.0020847	1048.85888	0.30321887

TABLA B.2

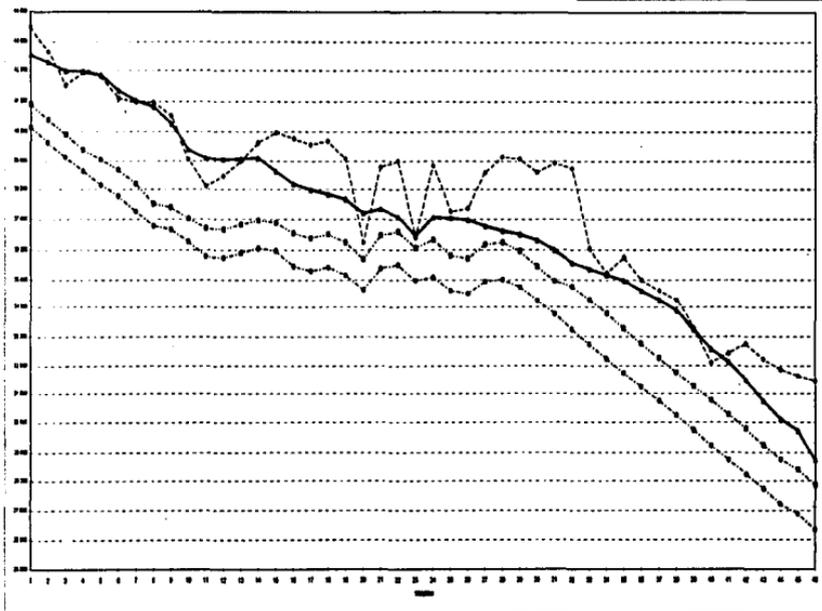
## DATOS DE LA RED SECUNDARIA Y ÁREAS DE APORTACION

TRAMO	Dist.	Long. [km]	Déficit [m³/s]	Perdidas [m³/s]	H <sub>0</sub> [m]	Área [m²]	Velocidad [m/s]	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	Caudal Base [m³/s]	Caudal Base [m³/s]	VOLUMEN [m³]	C <sub>0</sub> [m³/s]
70	0.3	147.72	1.50	0.006800	18.80	0.008750	7.18543	2.1082249	11.132688	17387.16	0.000270	70.7472	0.0577048	
71	0.4	443.16	18.12	0.083127	18.80	0.107571	7.23450	1.8923237	16.8833237	21232.98	0.0021628	688.48626	0.7088174	
72	0.4	277.84	2.38	0.009000	18.80	0.019000	0.000000	0.000000	13	2.718763	0.0001618	108.43144	0.1007880	
73	0.4	341.48	1.81	0.0074884	18.80	0.048830	1.832082	2.5923289	17.8927329	89048.58	0.00110014	378.84388	0.28818334	
74	0.4	277.84	2.38	0.009000	18.80	0.019000	0.000000	0.000000	13	1451.10	0.0001424	72.78815	0.08832180	
75	0.3	131.25	0.32	0.0024385	18.80	0.008010	0.878848	3.23742067	18.2376207	17687.18	0.00020868	86.63962	0.20011538	
76	0.3	83.88	1.38	0.0182178	18.80	0.008100	8.81818	0.83801882	18.8380188	10361.18	0.00018861	26.10888	0.03397816	
77	0.4	176.88	0.78	0.0089218	18.80	0.013100	6.88461	1.2492682	18.249268	7862.88	0.00030871	50.93482	0.06373818	
78	0.3	41.88	0.98	0.0331387	18.80	0.008000	2.80227	0.8078629	18.8078629	18.2807842	0.00018874	80.81120	0.08818208	
79	0.4	277.84	2.06	0.0088811	18.80	0.018100	1.68868	2.2388853	17.2388853	188971.98	0.00148823	589.8488	0.68823872	
80	0.3	184.80	2.35	0.013488	18.80	0.008010	1.828781	1.88470034	18.8847003	18206.88	0.00011888	12.8888	0.08108788	
81	0.3	99.12	0.71	0.0074883	18.80	0.018100	1.81827	1.2421212	18.242121	8888.8	0.00023888	38.11074	0.12813008	
82	0.4	341.48	1.81	0.007488	18.80	0.018100	0.000000	0.000000	15	5023.88	0.00013880	12.08893	0.01118383	
83	0.4	878.07	36.85	0.037897	18.80	0.888310	2.88863	4.88887128	19.8888712	138888.38	0.01872903	8418.88888	8.82873788	
84	0.3	103.78	1.6	0.007380	18.80	0.007380	0.000000	0.000000	15	1377.82	0.0001101	88.08888	0.08811888	
85	0.3	328.07	1.48	0.0086704	18.80	0.018500	1.082721	8.0183751	20.0183751	20.0183751	0.00120883	418.22878	0.28888188	
86	0.3	103.78	1.6	0.0110818	18.80	0.013783	4.400813	1.8888378	18.1888378	18.1888378	0.00022887	11.84003	0.08811888	
87	0.5	128.34	0.74	0.0073818	18.80	0.030380	0.183881	4.78082328	18.7808232	8180.82	0.00013230	248.81008	0.17240807	
88	0.3	287.81	1.88	0.0080118	18.80	0.008280	7.21788	2.212128	18.212128	12088.08	0.00011028	88.38078	0.08817718	
89	0.3	22.10	4.81	0.010011	18.80	0.028240	1.88288	2.8327453	18.8327453	1814.08	0.00018888	28.28888	0.22235338	
90	0.3	83.20	0.77	0.0187810	18.80	0.018610	1.881272	0.2288489	18.2288489	28840.84	0.00030887	108.42738	0.08810088	
91	0.4	288.07	4.00	0.0034222	18.80	0.031110	0.688748	7.8820182	22.8820182	62288.84	0.00013232	221.81003	0.14323788	
92	0.4	777.74	12.71	0.0184184	18.80	0.148880	8.88408217	20.8840821	28.8840821	283287.80	0.00338868	1188.80223	0.7889222	
93	0.3	103.78	1.6	0.000000	18.80	0.000000	0.000000	0.000000	18	81.38	0.00010874	23.83880	0.031418	
94	0.4	288.08	0.82	0.0018282	18.80	0.081000	0.188888	6.20003424	21.2000342	103812.82	0.00118807	381.08818	0.24888204	
95	0.3	118.00	2.38	0.0278828	18.80	0.018210	1.27288	0.87888882	18.8788888	32118.88	0.00037888	120.8788	0.10874380	
96	0.4	877.83	8.82	0.0078888	18.80	0.181800	1.82088	8.1870823	20.1870823	20.1870823	0.0008788	188.88818	0.1881888	
97	0.3	802.37	1.48	0.0038878	18.80	0.037880	0.888888	7.0087128	22.0087128	78822.38	0.00088118	282.82888	0.78872184	
98	0.3	88.83	0.48	0.0080388	18.80	0.018830	0.000000	0.000000	18	10883.88	0.00018888	108.21888	0.10212188	
99	0.3	88.83	0.48	0.0080388	18.80	0.027230	1.008820	1.47221128	18.4722112	18820.88	0.00084202	208.21888	0.17218888	
100	0.3	880.14	1.44	0.0024778	18.80	0.018830	0.81277	11.802112	28.802112	18180.10	0.00148888	488.18873	0.2883880	
101	0.3	88.83	0.48	0.000000	18.80	0.024480	0.000000	0.000000	18	88881.8	0.00018808	242.38878	0.24844238	
102	0.3	340.80	1.88	0.008880	18.80	0.088830	1.220887	8.8889777	18.8889777	188081.87	0.00182010	818.78832	0.28888800	
103	0.3	143.18	1.04	0.0071484	18.80	0.038880	1.188808	2.08738388	17.0873838	22871.72	0.00802788	182.88182	0.18748018	
104	0.4	872.88	10.18	0.0178884	18.80	0.088880	2.388778	8.00888883	18.0088888	218878.37	0.00018880	1028.88888	0.78838888	
105	0.3	112.18	1.11	0.008838	18.80	0.018210	1.380888	1.37810838	18.3781083	28818.88	0.00028218	112.88888	0.18788888	
106	0.3	82.11	1.18	0.0183710	22.33	0.008710	1.838887	8.8388871	18.8388871	18.8388871	0.00018880	82.38774	0.07188880	
						4.823877					0.11823807	80880.88022	28.8723808	



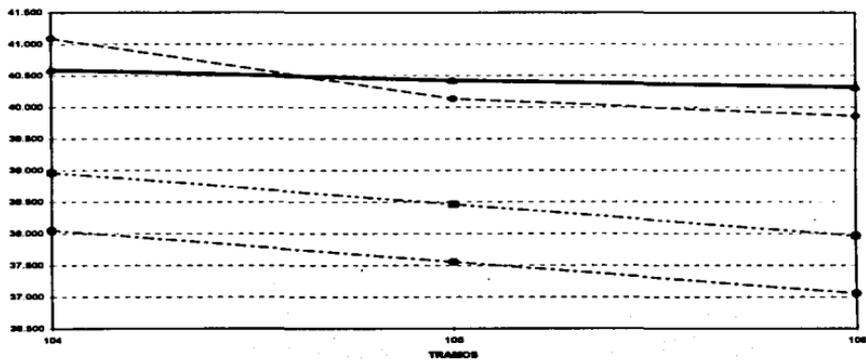
NOV 1981

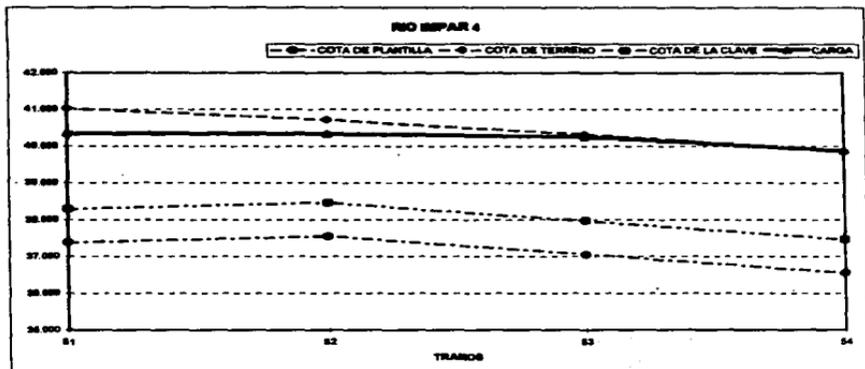
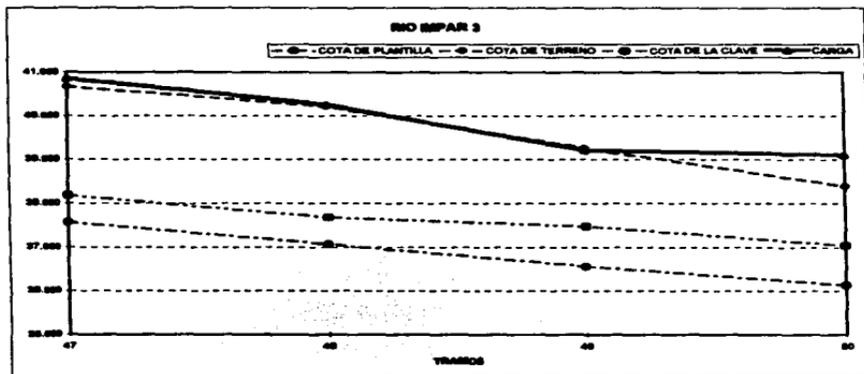
● COPA DE RAMILLA ● DTA DE TIBORO ● ○ DTA DE LILAS ● ◆ COPA DE



RIO PAR 2

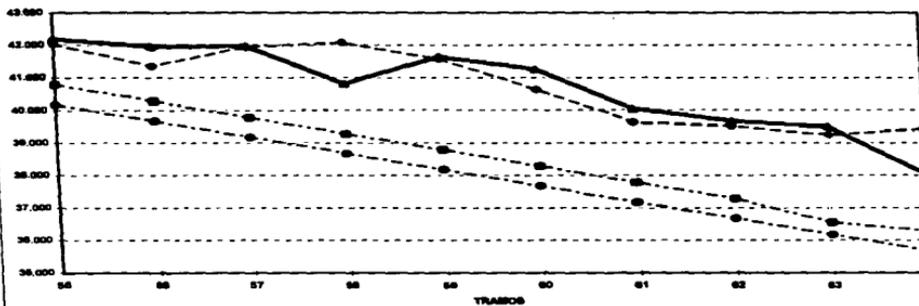
—●— COTA DE PLANTILLA —●— COTA DE TERRENO —●— COTA DE LA CLAVE —●— CARGA





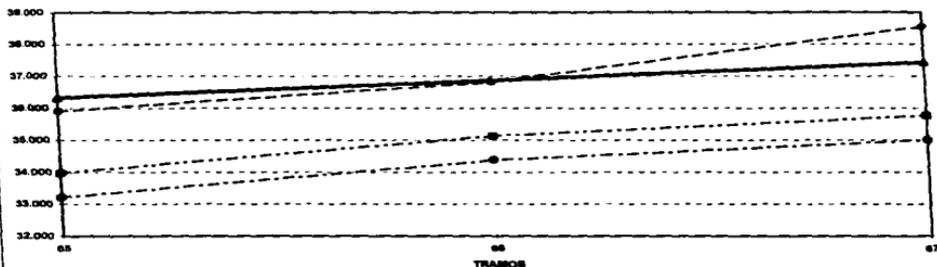
**RIO IMPAR 6**

—●— COTA DE PLANTILLA —●— COTA DE TERRENO —●— COTA DE LA CLAVE —●— CARGA

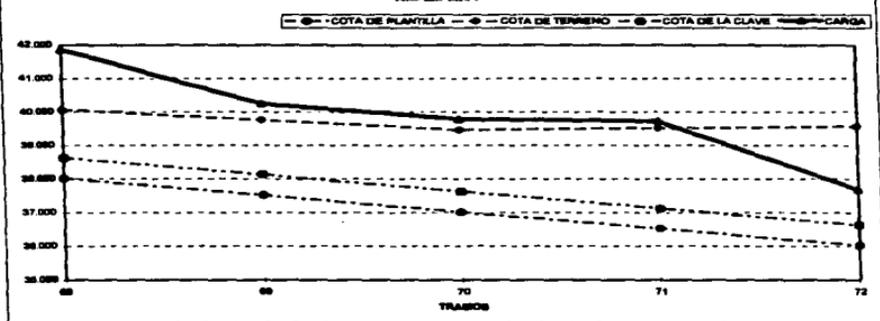


**RIO IMPAR 6**

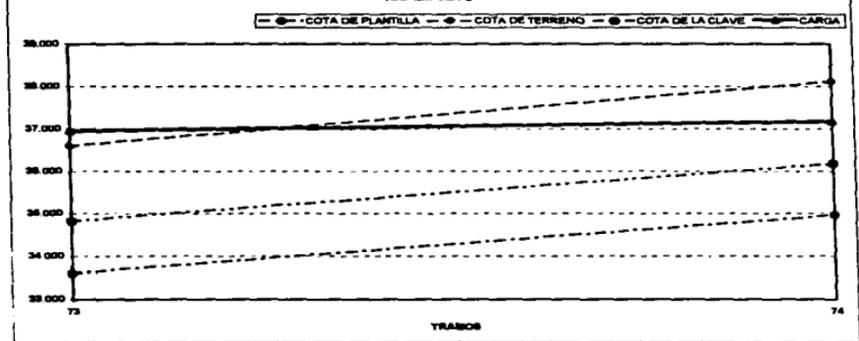
—●— COTA DE PLANTILLA —●— COTA DE TERRENO —●— COTA DE LA CLAVE —●— CARGA

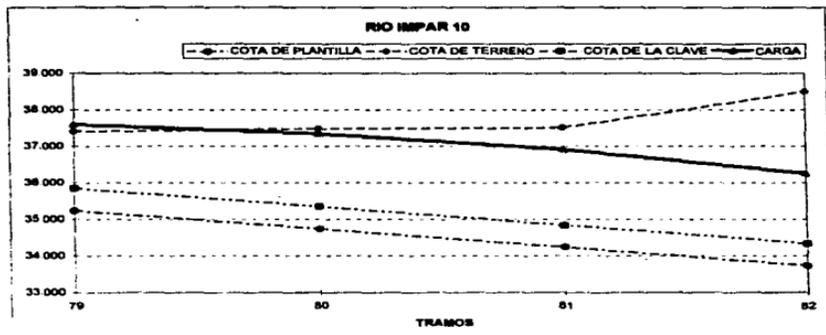
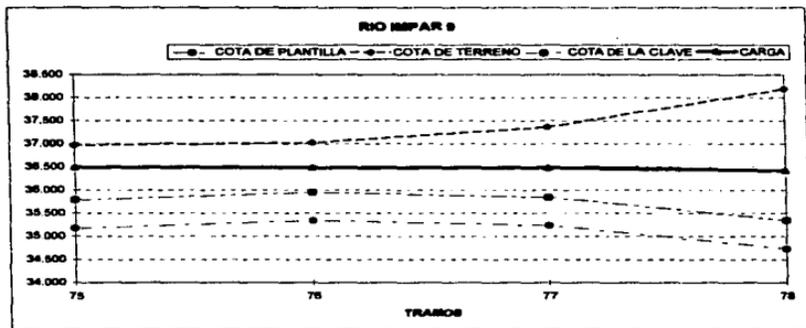


RIO IMPAR 7

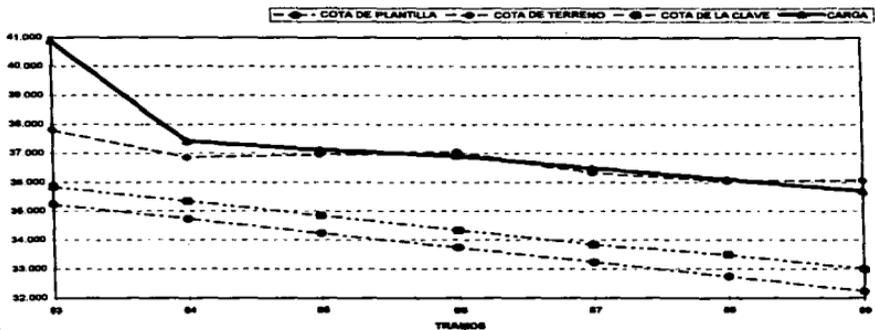


RIO IMPAR 8

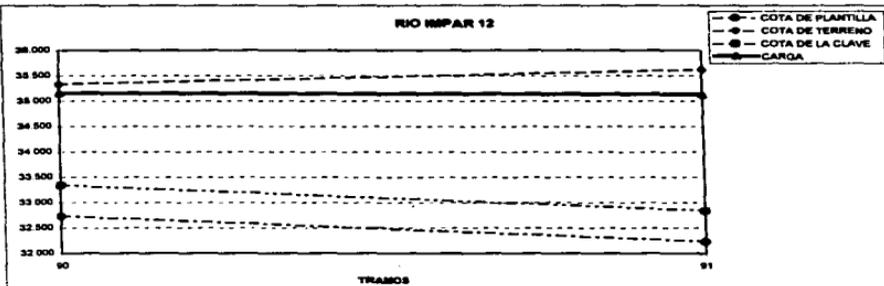




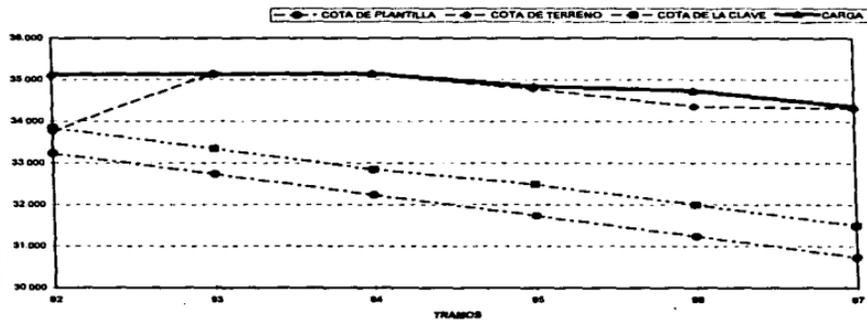
RIO IMPAR 11



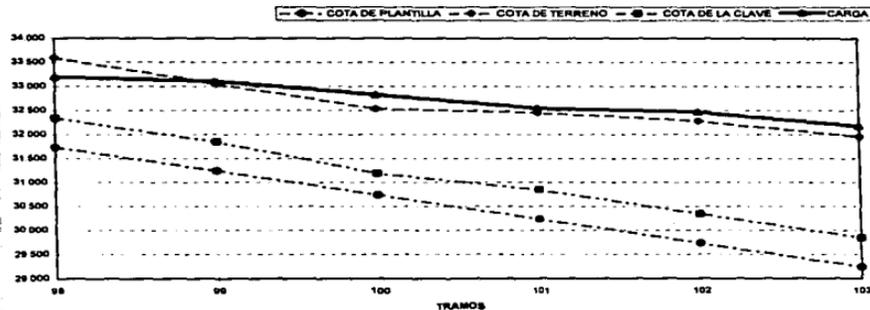
RIO IMPAR 12



RIO IMPAR 13



RIO IMPAR 14



## **X. ALTERNATIVAS DE SOLUCION**

Como se comentó anteriormente el colector se simuló siendo aliviado hacia otros dos colectores; esta solución se propuso inicialmente por lo que se alteraron las condiciones de descarga bajando las cotas de terreno, con la finalidad de que el colector derramara por estos dos tramos y así observar si por medio de estas alternativas se solucionaban los problemas del colector, pero no fue posible ya que las condiciones siguieron prevaleciendo en la mayor parte del sistema (los resultados se pueden ver en los anexos), con esta alternativa sólo se logró aliviar en parte a los tramos contiguos a las descargas.

Por lo anterior se propuso otra solución que consiste en lo siguiente: disminuir la cuenca de aportación más desfavorable por medio de un colector que captará a ésta. El colector propuesto pasa por la calzada Ermita y capta las aportaciones de la cuenca del cerro de la Estrella para conducir las al Interceptor Oriente y al Interceptor Oriente - Sur ya que en esta zona se presenta el parteaguas del cerro. Se simuló nuevamente el sistema en estudio considerando que las áreas de aportación aguas arriba de la avenida de Ermita Iztapalapa ya no aportan hacia el sistema, por lo cual se propusieron dos colectores de alivio que inician su recorrido a la altura del cerro de la Estrella con rumbos diferentes, al primero de estos se le denominó "Colector Alternativo Cerro de la Estrella I", cuyo recorrido inicia en el cerro de la Estrella con dirección al poniente que deberá ser aliviado en el Interceptor Oriente, sus características se pueden consultar en la tabla 10.1.

El otro colector se denominó "Colector Ermita Alternativo II"; que inicia su recorrido en el cerro de la Estrella con dirección poniente hacia el Interceptor Oriente-Sur, que será el que lo captará, sus características hidráulicas se pueden consultar en la misma tabla.

Después de varias simulaciones se logró determinar las características (diámetros y pendientes) de dichos colectores, con los cuales es posible captar en su totalidad los escurrimientos, con esta solución los encharcamientos disminuyeron notablemente principalmente en los tramos que captan las aguas del cerro de la Estrella como se observa en los perfiles de los ríos que llegan a este sitio (ver gráficas), así tenemos que, en el río par 1 los primeros tramos se alivian notablemente, e incluso los volúmenes de agua derramados por este río disminuyen, de igual forma el río par 2 disminuyó sus cargas, el río 3 prácticamente quedó igual, mientras que el río impar 4 quedó aliviado completamente, del mismo modo los ríos impares 5, 7, 11. En general los ríos que no fueron aliviados o que fueron parcialmente aliviados son los que no reciben agua directamente del cerro de la Estrella como son los ríos impares 3, 6, 8, 10, 12, 13, 14, estos dos últimos se aliviaron parcialmente.

Con esta solución los volúmenes derramados disminuyen de 35,439 m<sup>3</sup>, que derramaron funcionando normalmente, a 8,768 m<sup>3</sup> que derramó el sistema al ser aliviado por el colector; disminuyendo 26, 671 m<sup>3</sup> el derrame, lo que mejora notablemente el funcionamiento del sistema.

Es importante observar que el derrame en el sistema antes de la solución planteada es de 35, 439 m<sup>3</sup>, en comparación con el volumen escurrido que es de

40, 509 m<sup>3</sup>, esto significa que sólo 5, 070 m<sup>3</sup> fueron los que el conducto transitó hasta su descarga, lo que representó que la mayor parte del agua que ingresó al sistema salió del mismo (35, 439 m<sup>3</sup>) ya que este es insuficiente para conducir dicho volumen, debido a que se pudo haber saturado el sistema rápidamente o a que las velocidades alcanzadas en los conductos hacen que el agua se concentre rápidamente e incluso obtenga resultados fuera de la realidad, por eso se tienen derrames pequeños en algunos tramos. De los perfiles se observa que no salió agua del sistema, esto se puede deber a las fuertes pendientes de los conductos, a pesar de haberlas suavizado siguen siendo fuertes, pero el suavizarlas más representaría obligar al modelo a no derramar y los resultados no serían reales, por lo que se decidió interpretar los resultados obtenidos considerando la solución antes mencionada con la cual el sistema mejora notablemente.

TABLA 10.1

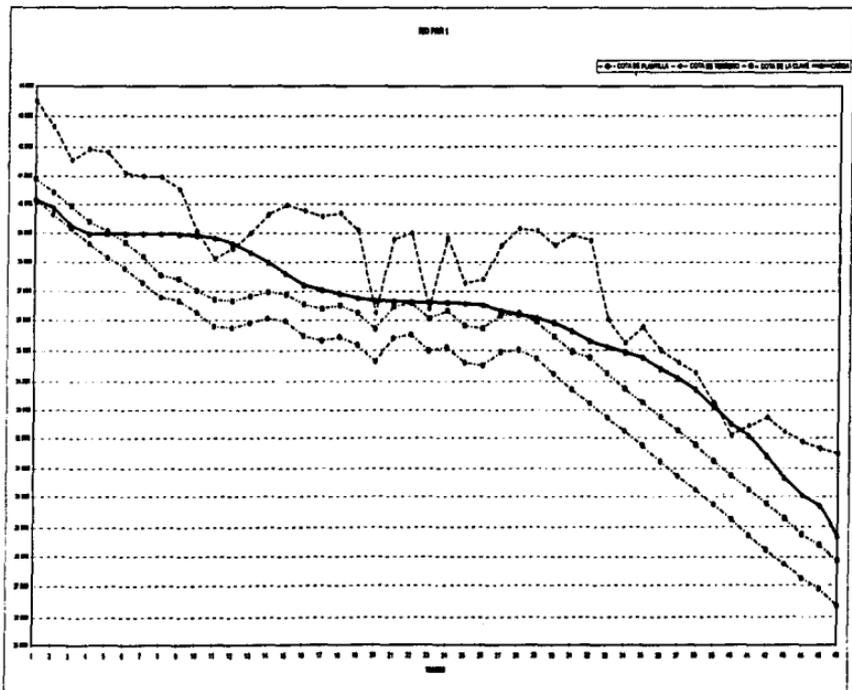
DATOS GEOMETRICOS DE LOS COLECTORES ALTERNATIVOS IZTAPALAPA I Y II .

COLECTOR ALTERNATIVO IZTAPALAPA I

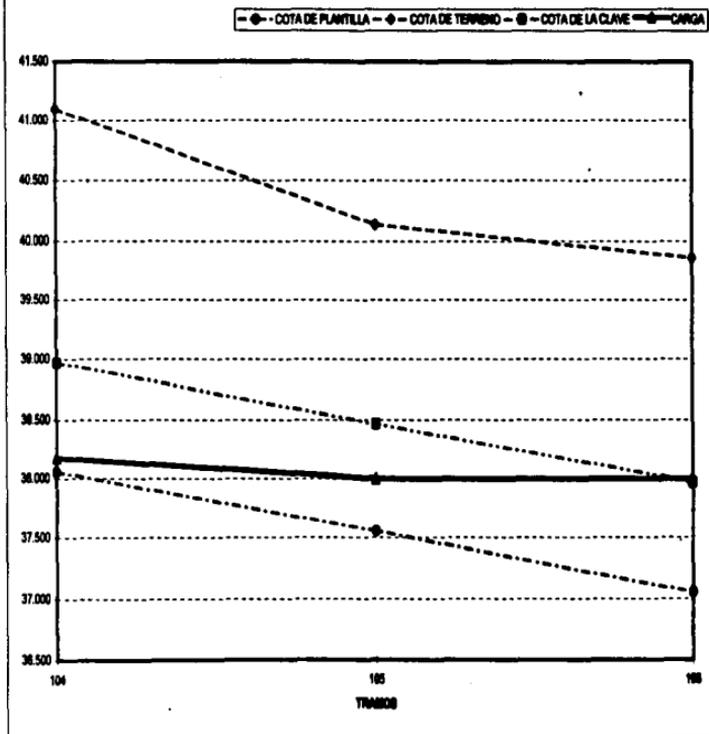
TRAMO	Diám.	Long. (Mts)	Desnivel (Mts)	Pendiente	Area (Km2)	Area del Tubo	Volumen del Tramo	Capacidad de Regulación
1	0.91	233.55	0.70	0.0029972	0.035935	0.65036822	151.698189	1.61943779
2	1.22	165	0.50	0.0032258	0.035935	1.16896663	181.192927	1.36994711
3	1.22	293.22	0.90	0.0030694	0.44620666	1.16896663	342.770259	8.01059585
4	1.52	365.02	1.15	0.0031505	0.2303833	1.81458392	662.369421	2.2869331
5	1.52	261.51	0.85	0.0032504	0.14454	1.81458392	474.53184	2.02756987
6	1.52	357.9	0.65	0.0018181	0.0185	1.81458392	649.439584	0.37091659
7	1.52	201.47	0.40	0.0019854	0.0176	1.81458392	365.584222	0.46885273
8	1.52	224.24	0.40	0.0017838	0.0146	1.81458392	406.902297	0.4152851

COLECTOR ALTERNATIVO IZTAPALAPA II

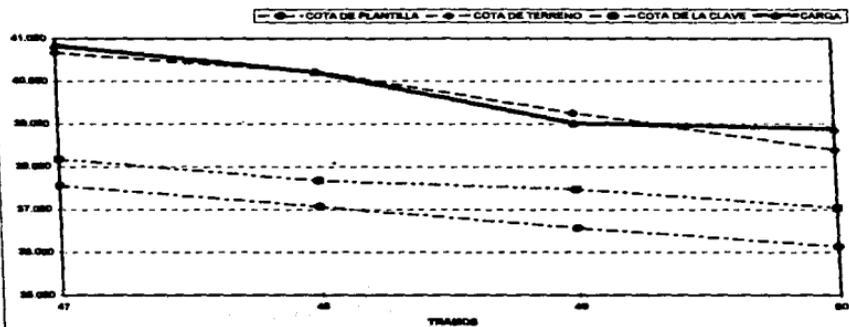
TRAMO	Diám.	Long. (Mts)	Desnivel (Mts)	Pendiente	Area (Km2)	Area del Tubo	Volumen del Tramo	Capacidad de Regulación
2	1.83	183.24	0.30	0.0016372	0.107677	2.63021991	481.981498	1.5330152
3	1.83	134	0.20	0.0014925	0.32405	2.63021991	352.449468	5.7165355
4	1.83	290.26	0.50	0.0017228	0.0177067	2.63021991	763.447831	0.33915846
5	1.83	166.96	0.10	0.0005989	0.452331	2.63021991	439.141516	6.3802082
6	1.83	317.81	0.10	0.0003147	0.02843	2.63021991	835.910189	0.40406498
7	1.83	259.46	0.10	0.0003854	0.18031	2.63021991	662.436856	1.78528952
8	1.83	175.7	0.10	0.0005692	0.267246	2.63021991	462.129638	3.66975365
9	1.83	338.77	0.15	0.0004428	0.01985	2.63021991	891.039559	0.33231735



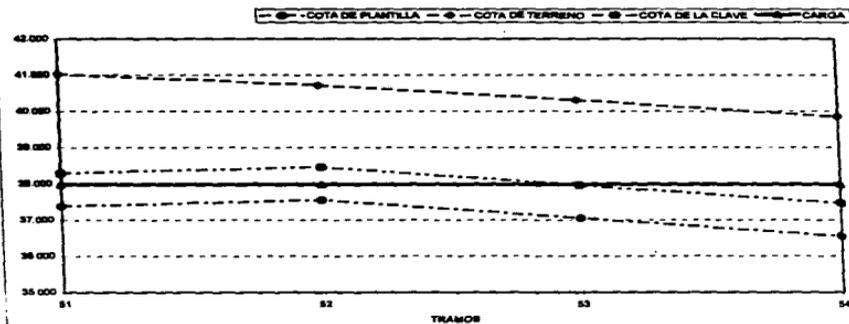
RIO PAR 2



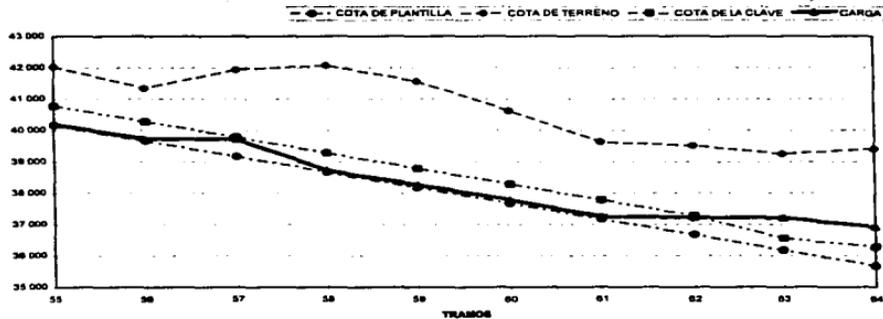
### RIO ESPAR 3



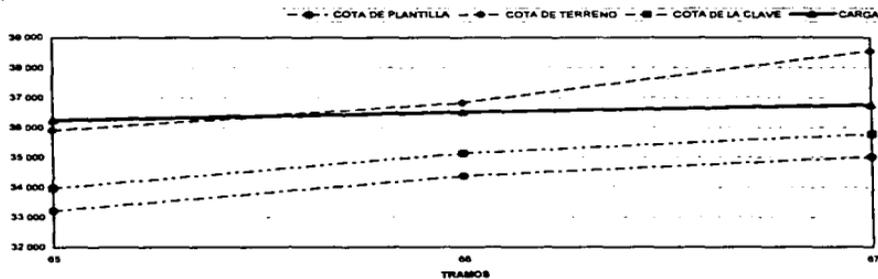
### RIO ESPAR 4

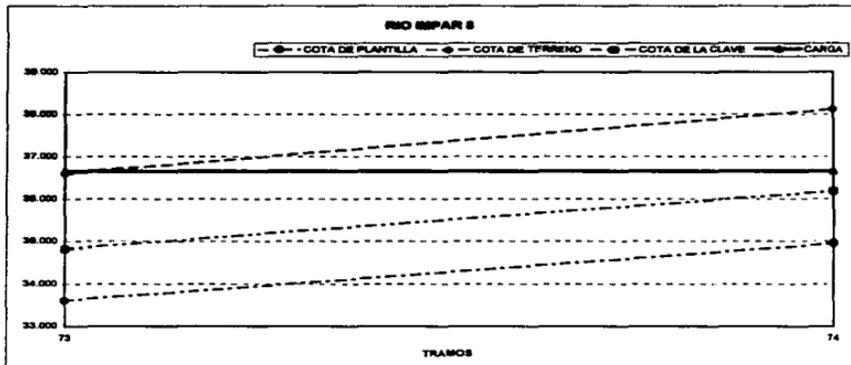
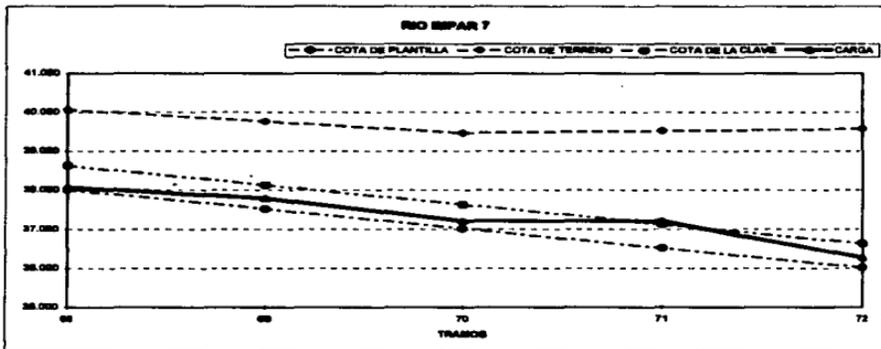


**RIO IMPAR 8**

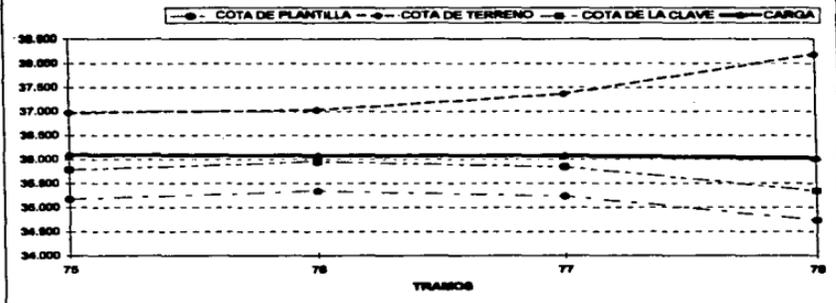


**RIO IMPAR 8**

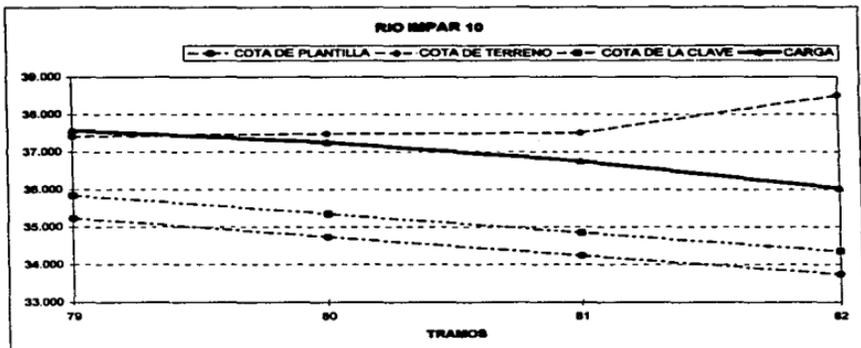




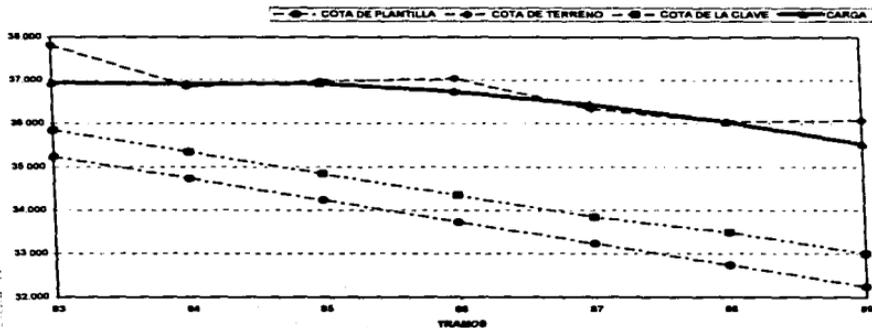
RIO IMPAR 9



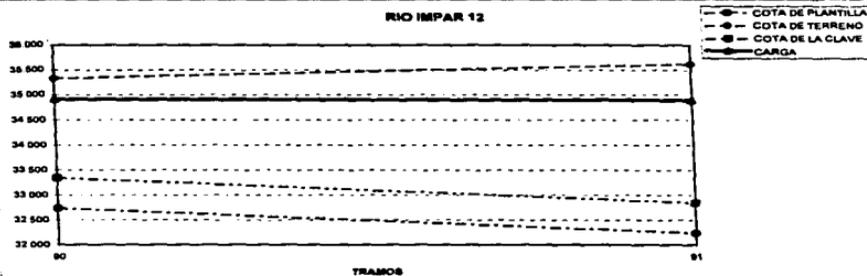
RIO IMPAR 10



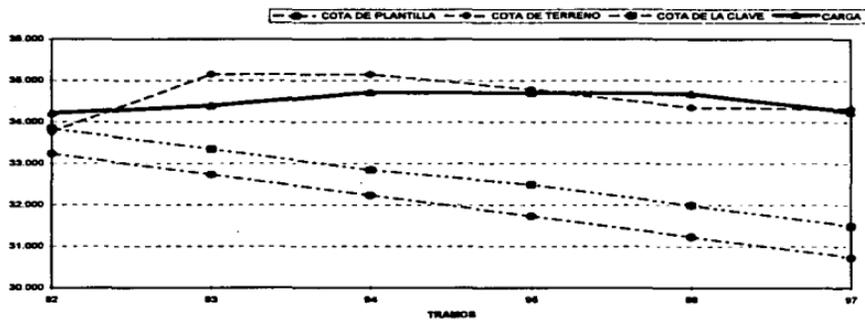
**RIO IMPAR 11**



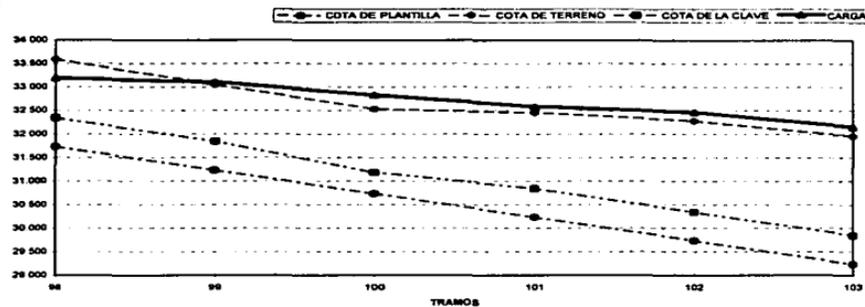
**RIO IMPAR 12**



**RIO IMPAR 13**



**RIO IMPAR 14**



## ***XI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES***

### ***XII.1 Conclusiones.***

1.- Los resultados obtenidos de las simulaciones se pueden considerar como confiables a pesar de que muchos de los tramos presentan derrames; esto no quiere decir que en la realidad sea así, pues como se puede apreciar en la tabla de resultados generales (ver anexo), 53 tramos derraman menos de 500 m<sup>3</sup>, lo que representa que en estos casos los resultados se pueden deber a alteraciones del modelo por las fuertes pendientes manejadas en los tramos.

2.- Los tiempos de traslado de las zonas de influencia del colector ubicadas en el cerro de la Estrella son cortos, menores a cinco minutos, debido a las fuertes pendientes del terreno en la zona del cerro de la Estrella, lo cual provoca que los gastos se concentren rápidamente saturando a la infraestructura ubicada en la zona de influencia del cerro siendo esta la que presenta mayores problemas, esto se comprobó al seccionar el área de aportación del colector.

3.- En algunas zonas donde derramó el modelo son congruentes los encharcamientos del sistema real aunque el número de tramos que presentan derrames no es el mismo pues resultan más derrames en el modelo que en la realidad. Lo anterior se debe considerar ya que no todos los encharcamientos son reportados por los usuarios a pesar de que éstos se presenten en la realidad, en las partes altas del cerro el agua escurre hacia las partes bajas encharcando otras zonas.

Por otra parte, hay que considerar que el volumen derramado es cualitativo respecto a los reportes de encharcamiento analizados, por lo que se estima como aproximación respecto de las condiciones reales; cabe mencionar que el agua que se simula derramada por el modelo, no ingresa al sistema en ningún otro momento, lo que debe considerarse para la correcta interpretación de los resultados.

4.- Los resultados pueden ser muy variables debido a otros factores como son el estado real de los colectores (contenido de azolve) y el deterioro físico de las tuberías(erosión), etc., ya que esto puede cambiar el funcionamiento real del sistema.

5.- El modelo se encuentra limitado para realizar el tránsito real de las avenidas como es este caso, por lo que los criterios para cambiar el flujo crítico a subcrítico dependen mucho del analista, él cual debe considerar los cambios adecuados para no influenciar de alguna forma los resultados.

6.- Es conveniente no eliminar los tramos de 60 cm. con la finalidad de determinar con más precisión cuales de estos son los conflictivos; ya que como se vio en la simulación son los que presentan más problemas.

7.- La solución propuesta para el alivio del colector es necesaria si se quisiera que ya no hubiera encharcamientos, considerando que estos se presentan en la realidad y sólo por algún tiempo, ya que una vez que se alivia el sistema el agua entra nuevamente a este y se termina los problemas.

### ***XI.11 Recomendaciones***

1.- Para lograr que el modelo obtenga mejores resultados es necesario contar con información topográfica e hidráulica a detalle del sistema que se piensa simular, para poder determinar con precisión los tramos en donde se presentan problemas.

2.- El criterio para la elección de la tormenta de simulación debe efectuarse en base a la consideración de los encharcamientos que produce una tormenta real desfavorable, con la finalidad de comparar los resultados que se obtienen con la simulación contra los reales.

3.- Sería conveniente que el modelo se calibrará con datos de lluvia medidos y aforo de conductos lo que nos daría una certeza en los resultados obtenidos.

4.- Es necesario realizar más investigaciones al respecto para resolver los problemas que se presentan en flujo crítico y supercrítico, así como el reingreso de los gastos desalojados.

5.- El problema de no contar con gente especialista en estos casos para el análisis correcto de una simulación, radica en que el analista carece de la teoría general para resolver los problemas reales, y el personal que desarrolla la teoría no cuenta con acceso a la información o el apoyo necesario de las instituciones para calibrar los modelos. Por lo anterior, es conveniente que se capacite al personal para que el uso de estos modelos sea más conocido.

**XII. BIBLIOGRAFIA.**

- 1.- Colector Semiprofundo Iztapalapa. Manuel López Portillo Verdugo. Subgerente de Construcción de SOLUM, S.A. DE C.V. México, febrero 1987.
- 2.- Actualización de los Coeficientes de Ecurrimiento para Diferentes Cuencas, en el Área Metropolitana de la Ciudad de México. Sistemas Hidráulicos y Ambientales S.A. C.V. para DGCOH. Septiembre 1994.
- 3.- Manual Para el Uso del Programa Tuave, IDESA S.A. Elaborado para Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica del D.D.F.
- 4.- Instructivo para el Uso del Programa " Tuave " Transito de Avenidas en Colectores. DIRAC para DGCOH.
- 5.- Hidrograma de Ingreso para el Tránsito de Avenidas en Redes de Drenaje. Tesis Profesional Ing. Adamastor Hiram Diaz Becraft. México, 1981. UNAM.
- 6.- Cálculo de Ingresos Pluviales y Sanitarios de las Redes de Alcantarillado AL-100-85. Criterios Y Recomendaciones para Proyecto de Aproveccionamiento de Agua y Alcantarillado. Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica.
- 7.- Estudio para el Drenaje de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México "Simulación Hidrológica e Hidráulica del Área Metropolitana de la Ciudad de México Zonas Oriente y Poniente". Instituto de Ingeniería de la UNAM EFE Asesores para DGCOH. 1994.

8.- Sistema Hidráulico del Distrito Federal (cronología). Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica, México D.F. 1994.

9.- Memorias de las Obras del Sistema de Drenaje Profundo del Distrito Federal. Tomos I, II, III Y IV México 1975. Editado por la Secretaría General de Obras y Servicios del Departamento del Distrito Federal.

10.- Método Alternativo Para la Evaluación de Efectos Transitorios en Canales, José Luis Sánchez Briebesca y Oscar A. Fuentes Mariles. Para Comisión Federal de Electricidad México 1986.

11.- Plan Maestro de Drenaje de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica México 1994.

12.- Curso de Hidrología. Ing. Teodolfo Martínez Toledano. Centro de Actualización Profesional Alfonso Olvera López, Colegio de Ingenieros Civiles de México, D.F. s/n fecha.

13.- Método Alternativo Para Transitar Avenidas en Colectores Urbanos. Tesis de Maestría, Instituto de Ingeniería UNAM.

14.- Manual de Hidráulica Urbana, Tomo I, II Y III. Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica, septiembre 1982.

15.- Hidráulica General Tomo I (Fundamentos), Ing. Gilberto Sotelo Avila. México, 1982.

- 16.- Apuntes de Hidráulica II, Gilberto Sotelo Avila, Universidad Nacional Autónoma de México Facultad de Ingeniería.**
- 17.- Sistema de Drenaje Profundo Secretaria de Obras y Servicio, Dirección General de Obras Hidráulicas.**
- 18.- Plan Hidráulico de la Delegación Iztapalapa, obra en proceso. Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica.**
- 19.- Apuntes de Hidrología Aplicada a la Ingeniería, División de Educación Continua UNAM, junio 1988.**
- 20.- Transito de Avenidas en Ríos (Informe de Trabajo) Dr. Ernesto Vázquez F. Universidad Autónoma de Tabasco, octubre 1983.**
- 21.- Criterios y Recomendaciones para Proyecto de Aprovechamiento de Agua y Alcantarillado DGCOH al 600-86 Diseño Hidrológico y Transito de Avenidas en Red Primaria y Sistema General de Desagüe.**
- 22.- Sistema Hidrológico del Distrito Federal un Servicio Público en Transición. Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica del DDF, septiembre 1982.**
- 23.- Aplicaciones del Método de Diferencias Finitas en Algunos Transitorios Hidráulicos. División Académica de Ingeniería y Tecnología Unidad Chantelpa, Juárez Autónoma de Tabasco. Documento del Dr. Ernesto Vázquez F.**

**24.- Demostración de la Efectividad de un Programa para el Tránsito de Avenidas en un Sistema de Colectores con datos Medidos. Tesis Profesional María Telma Lúz Carioz García 1981, Facultad de Ingeniería UNAM.**

## **XIII. ANEXOS**

*PROGRAMA "TUAVE"*



```
do 370 ktpo=1,ntins
adtpo=adtpo+deltp
nvue=nvue+1
ktk=ktk+1
```

000

Rios Impares

```
if(nricoi)180,180,10
do 20 i=111,jjj
n=ntini(i)
nf=nunim(i)
call facto
20 continue
do 30 i=111,jjj
n=ntini(i)
nf=nunim(i)-1
call pqtw
continue
30 do 90 i=111,jjj
n=ntfi(i)
nt=nunim(i)-1
j=m(n,1)
do 33 jl=1,nump(i)
x1(jl)=tpo(i,jl)
33 y1(jl)=qaven(i,jl)
call inter(adtpo,x1,nump(i),y1,e)
gasto(i)=e
```

000

Tirantes y Velocidades

```
y(n)=q(n)+(fac2(n)*gasto(i))/(1.+fac2(n)*t(n)*ar00(n))
if(nticon(n).ge.0)go to 35
nfro=-nticon(n)
y(n)=y(nfro)
35 v(n)=w(n)-(t(n)*y(n))
do 80 k=1,nt
y(j)=q(j)-(p(j)*v(n))
if(nt-k)40,40,60
40 go to (50,60,50)ntipo(i)
50 v(j)=0.
go to 70
60 v(j)=w(j)-(t(j)*y(j))
70 n=j
j=m(n,1)
80 continue
90 continue
do 110 i=111,jjj
n=ntini(i)
k=nunim(i)-1
velin(n)=v(n)
tirin(n)=y(n)
if(y(n).gt.tmax(n))tmax(n)=y(n)
do 100 ll=1,k
j=m(n,2)
tirin(j)=y(j)
if(y(j).gt.tmax(j))tmax(j)=y(j)
velin(j)=v(j)
n=j
100 continue
110 continue
```



```

160 write(6,550)n,tirin(n),veli,ar00(n),ga,gy2(n),qr(n)
n=j
170 continue

000 Rios Pares
180 if(nrlop)350,350,190
190 do 200 i=1,nriop
n=ntinp(i)
nf=nunpa(i)
call facto
200 continue
do 210 i=1,nriop
n=ntinp(i)
nf=nunpa(i)-1
call pqtw
210 continue
do 260 i=1,nriop
n=ntfip(i)
nt=nunpa(i)-1
j=m(n,1)
do 213 j1=1,nump(i)
x1(j1)=tpo(i,j1)
213 y1(j1)=qaven(i,j1)
call inter(adtpo,x1,nump(i),y1,gasto(i))

000 Tirantes y Velocidades
y(n)=q(n)+(fac2(n)*gasto(i))/(1.+fac2(n)*t(n)*ar00(n))
if(nticon(n).ge.0)go to 215
nfro=-nticon(n)
y(n)=y(nfro)
215 v(n)=w(n)-(t(n)*y(n))
do 260 k=1,nt
y(j)=q(j)-(p(j)*v(n))
if(nt-k)220,220,240
220 go to (230,240,230)ntipo(i)
230 v(j)=0.
go to 250
240 v(j)=w(j)-(t(j)*y(j))
250 n=j
j=m(n,1)
260 continue
do 280 i=1,nriop
n=ntinp(i)
k=nunpa(i)-1
velin(n)=v(n)
tirin(n)=y(n)
if(y(n).gt.tmax(n))tmax(n)=y(n)
do 280 ll=1,k
j=m(n,2)
tirin(j)=y(j)
velin(j)=v(j)
if(y(j).gt.tmax(j))tmax(j)=y(j)
n=j
280 continue

000 imprime rios pares
l=0

```

```

do 290 i=1,nriop
n=ntfip(i)
nt=nunpa(i)
vel=-velin(n)
gav=ar00(n)*vel
if(abs(gav).gt.qmax(n)) qmax(n)=abs(gav)
if(ktpo.ne.nintc) go to 282
yn=tirin(n)
if(yn.lt.0) yn=-yn
if(yn.ge.d(n,4)) go to 282
yn=d(n,4)-yn
282 volco=volco+0.9*yn**1.3*d(n,4)**0.7*d(n,2)
n=m(n,1)
do 288 kt=2,nt
j=m(n,1)
veli=-velin(n)
ga=ar00(n)*veli
if(abs(ga).gt.qmax(n)) qmax(n)=abs(ga)
if(ktpo.ne.nintc) go to 284
yn=tirin(n)
if(yn.lt.0) yn=-yn
if(yn.ge.d(n,4)) go to 284
yn=d(n,4)-yn
284 volco=volco+0.9*yn**1.3*d(n,4)**0.7*d(n,2)
n=j
288 continue
290 continue
if(ktpo.lt.impre)go to 350
if(nvue-ninc)350,300,300
300 do 340 i=1,nriop
n=ntfip(i)
nt=nunpa(i)
l=1+1
ll=l+nrioi
write(6,530)ll,(tit(i,ll),ll=1,5)
write(6,540)
vel=-velin(n)
gav=ar00(n)*vel
write(6,550)n,tirin(n),vel,ar00(n),gav,qy2(n),gasto(i)
n=m(n,1)
do 340 kt=2,nt
j=m(n,1)
veli=-velin(n)
ga=ar00(n)*veli
if(nt-kt)310,310,330
310 go to (320,330,320)ntipo(i)
320 ga=qfro(i)
330 write(6,550)n,tirin(n),veli,ar00(n),ga,qy2(n),qr(n)
n=j
340 continue
350 if(nvue-ninc)370,360,360
360 nvue=0
370 continue

do 375 il=1,ntotr
if(m(il,3).eq.0) go to 375
ml=m(il,3)
vsal=vsal+volin(ml)
if(volin(ml).gt.cap(ml,2)) vder=vder+(volin(ml)-cap(ml,2))

```

```

375 continue
c
c Imprime Tirantes Maximos
c
write(6,555)comen
write(6,560)
if(nrioi)410,410,380
380 do 390 i=111,jjj
n=ntfi(i)
nt=nunim(i)
do 390 kt=1,nt
j=m(n,1)
write(6,570)n,tmax(n),qmax(n)
n=j
390 continue
410 if(nriop)440,440,420
420 do 430 i=1,nriop
n=ntfi(i)
nt=nunpa(i)
do 430 kt=1,nt
j=m(n,1)
write(6,570)n,tmax(n),qmax(n)
n=j
430 continue
440 continue
verss=vsal-vder
valtm=verss+volco
write(6,580) volpo,verss,volco,vder,valtm
write(6,555) comen
write(6,590)
do 450 il=1,ntotr
if(m(il,3).eq.0) go to 450
ml=m(il,3)
if(volin(ml).le.cap(ml,2)) go to 450
voderec=volin(ml)-cap(ml,2)
porde=(voderec)*100./vder
write(6,595) ml,porde,voderec
450 continue
500 format(//,34x,'AREA ASOCIADA DER.',5x,'VOLUMEN ACUMULADO',5x,
'ELEVACION',/)
510 format(41x,13,12x,F13.3,7x,F13.3)
515 format(//,18x,20a4)
520 format(///,45x,'TIEMPO',2x,F10.2,2x,'HORAS')
530 format(///,47x,'RIO',13,4x,5A4)
540 format(/,5x,'TRAMO',5x,'TIRANTE',5x,'VELOCIDAD',5x,'AREA',5x,
'GASTO SALIDA',5x,'GASTO SALIDA AREA',5x,'GASTO AVENIDA',/,17x,
'(M)',9x,'(M/S)',7x,'(M2)',8x,'(M3/S)',8x,'INUNDACION (M3/S)',
9x,'(M3/S)',/)
550 format(5x,i3,3x,f10.3,3x,f10.3,2x,f10.3,2x,f10.3,10x,f10.3,10x,
f10.3)
555 format(///,18x,20a4)
560 format(//,38x,'C A R G A S Y G A S T O S M A X I M O S',
///,41x,'TRAMO No',7x,'CARGA (M)',5x,'GASTO (M3/SEG)',/)
570 format(44x,i3,10x,f7.2,10x,f7.3)
580 format(//,39x,'DISTRIBUCION DE VOLUMENES EN EL SISTEMA. EN M3'
///,2x,'REG. NOMINAL SIST. SEC.',4x,'REG. EFECTIVA SIST. SEC.'
3x,'REG. COLEC. PPALES.',10x,'D E R R A M E',7x,
'VOL. ALMAC. TEMPORALM.',/,4(f12.2,14x),f12.2)
590 format(//,40x,'DISTRIBUCION DE DERRAMES EN EL SISTEMA',/,34x,
'TRAMO No',5x,'PORC. C/R DERR. TOTAL',4x,'VOLUMEN (M3)',/)

```

```

595 format (36x, i4, 14x, f7.3, 11x, f12.2)
close (6)
stop
end
subroutine areas
common/todo/d(150,4),m(150,3),an(150),ar00(150),tirin(150),
      velin(150),deltp,i,n
common/earl/elev1(150),elevi(150)
common/arce/nar,qy
common/arel/ele,gasta
common/area/gasto(101)
common/pgal/qy2(150),qfro(101),ntipo(101)
common/pags/qr(150)
common/ecle/el(150,3),cap(150,3),npun(150),volin(150),altu
dimension x1(150),y1(150)
qy=0.
nar=m(n,3)
if(nar)190,190,10
10 ele=elev1(n)-d(n,1)
ev=elevi(nar)-d(n,1)
if(tirin(n)-ele)190,190,30
30 if(ev-ele)110,110,40
40 if(tirin(n)-ev)190,190,110
110 k=m(n,2)
if(k)160,160,120
120 qf=0.
qnet=qr(n)-ar00(k)*velin(k)+ar00(n)*velin(n)
if(ntipo(i).eq.3.and.m(n,1).eq.0)go to 170
125 qf=qf-qnet
130 if(qf.gt.0.)qf=0.
qy=qf
gasta=-qy*deltp
volu=volin(nar)+gasta
do 5 j1=1,npun(nar)
x1(j1)=cap(nar,j1)
5 y1(j1)=el(nar,j1)
call inter(volu,x1,npun(nar),y1,e)
altu=e-d(n,1)
volin(nar)=volu
altu=altu+d(n,1)
elevi(nar)=altu
go to 190
160 qf=- (gasto(i)+ar00(n)*velin(n))
go to 130
170 qnet=qnet+qfro(i)
go to 125
190 qy2(n)=qy
return
end
subroutine gas
common/todo/d(150,4),m(150,3),an(150),ar00(150),tirin(150),
      velin(150),deltp,i,n
common/gahl/tpq(150,11),qqa(150,11),ngp(150),nu(150),nticon(150),
      nul(150),adtpo
common/pags/qr(150)
common/sega/num
common/fags/mm
dimension x1(150),y1(150)
qmien=0.
qr(n)=0.

```

```

    if(nticon(n)) 20,20,10
10 num=nticon(n)
    do 15 j1=1,nqp(num)
    x1(j1)=tpq(num,j1)
15 y1(j1)=qqa(num,j1)
    call inter(adtpo,x1,nqp(num),y1,qr(n))
    qmien=qr(n)
20 if(nu(n)) 30,50,40
30 mm=-nu(n)
    num=mm
    call sec
    qr(n)=qr(n)+qmien
    qmien=qr(n)
    go to 50
40 mm=nu(n)/1000
    num=mm
    call sec
    qmien=qmien+qr(n)
    mm=nu(n)-1000*mm
    num=mm
    call sec
    qr(n)=qr(n)+qmien
    qmien=qr(n)
50 if(nul(n)) 60,80,70
60 mm=-nul(n)
    num=mm
    call sec
    qr(n)=qmien-qr(n)
    qmien=qr(n)
    go to 80
70 mm=nul(n)/1000
    num=mm
    call sec
    qmien=qmien-qr(n)
    mm=nul(n)-1000*mm
    num=mm
    call sec
    qr(n)=qmien-qr(n)
80 continue
    mm=0
    return
end
subroutine facto
common/todo/d(150,4),m(150,3),an(150),ar00(150),tirin(150),
    velin(150),deltpl,i,n
    common/pqfl/c(150),fac1(150),fac2(150),r(150),radi(150),nf
    common/pqfs/b,j
    common/Eags/mm
    nesp=n
    do 60 jj=1,nf
    k=m(n,2)
    j=n(n,1)
    if(k) 40,40,10
10 if(j) 30,30,20
20 c(n)=(velin(k)-velin(j))*deltpl/(d(j,2)+d(n,2))
    go to 40
30 c(n)=0.
    go to 50
40 mm=0
    call sec

```

```

radi(n)=ar00(n)/b
fac1(n)=19.62*deltp/(d(j,2)+d(n,2))
r(n)=d(n,3)*d(n,3)*9.81*deltp*abs(velin(n))/radi(n)**1.333
50 n=k
60 continue
n=nesp
k=m(n,2)
fac2(n)=deltp/(d(n,2)*an(k))
nf=nf-1
do 90 jj=1,nf
n=k
k=m(n,2)
if(jj-nf)70,80,80
70 anr=(an(n)+an(k))*0.5
fac2(n)=deltp/(d(n,2)*anr)
go to 90
80 fac2(n)=deltp/(d(n,2)*an(n))
90 continue
return
end
subroutine sec
common/todo/d(150,4),m(150,3),an(150),ar00(150),tirin(150),
velin(150),deltp,i,n
common/pqfs/b,j
common/pags/qr(150)
common/sega/num
common/fags/mm
if(mm-1)10,60,60
10 ti=tirin(n)+(tirin(j)-tirin(n))*d(n,2)/(d(n,2)+d(j,2))
radio=d(n,4)/2.
diam=1.98*radio
if(ti-diam)20,40,40
20 if(ti)30,30,25
25 dyy=ti-radio
if(dyy.eq.-radio)go to 30
an(n)=2.*sqrt(radio**2-dyy**2)
teta=3.1416-2.*atan(2.*dyy/an(n))
ar00(n)=0.5*(radio**2)*(teta-sin(teta))
b=0.5*radio*(1.-sin(teta)/teta)
b=ar00(n)/b
go to 50
30 ar00(n)=0.00031416*radio**2.
b=0.01*radio
an(n)=0.01*radio
go to 50
40 ar00(n)=3.1416*radio**2.
an(n)=0.35*radio
b=radio/2.
b=ar00(n)/b
50 if(mm-n)80,70,80
60 kjl=n
ljk=j
j=n
n=num
go to 10
70 n=kjl
j=ljk
qr(n)=-ar00(num)*velin(num)
80 continue
return

```

```

end
subroutine inter(a,x,i,y,e)
dimension x(150),y(150)
if(a-x(1))30,30,10
10 do 20 1-2,1
if(a-x(1))40,20,20
20 continue
l=1
go to 40
30 l=2
40 j=l-1
IF(L.EQ.0) GO TO 50
f=(y(l)-y(j))/(x(l)-x(j))
GO TO 60
50 E=0.0
GO TO 70
60 e=y(j)+f*(a-x(j))
70 CONTINUE
return
end
subroutine pqtw
common/todo/d(150,4),m(150,3),an(150),ar00(150),tirin(150),
velin(150),deltpl,i,n
common/pqt1/t1(150,11),vol(150,11),q1(150,11),n1(150),vinic(150),
p(150),q(150),t(150),w(150),yefro(150),zfro(150)
common/pqf1/c(150),fac1(150),fac2(150),r(150),radi(150),nf
common/pqal/qy2(150),qfro(101),ntipo(101)
common/pqfs/b,j
common/pqas/qr(150)
k=m(n,2)
j=m(n,1)
go to (10,60,140,150)ntipo(i)
10 p(n)=fac2(n)*ar00(k)
call gas
call areas
q(n)=tirin(n)+(fac2(n)*qfro(i))+(fac2(n)*(qy2(n)+qr(n)))
20 do 50 kk=1,nf
n=k
k=m(n,2)
j=m(n,1)
t(n)=fac1(n)/(1.+r(n)+c(n)+p(j)*fac1(n))
w(n)=t(n)*(q(j)+d(j,1)-d(n,1)+velin(n)/fac1(n))
if(nf-kk)40,40,30
30 p(n)=fac2(n)*ar00(k)/(1.+fac2(n)*ar00(n)*t(n))
40 call gas
call areas
q(n)=fac2(n)*(ar00(n)*w(n)+qy2(n)+qr(n))+tirin(n)
q(n)=q(n)/(1.+fac2(n)*ar00(n)*t(n))
50 continue
go to 160
60 if(j)80,80,70
70 yefro(i)=tirin(j)+d(j,1)-zfro(i)
go to 130
80 fac1(n)=19.62*deltpl/d(n,2)
radio=d(n,4)/2.
diam=1.98*radio
if(yefro(i)-diam)90,90,110
90 dyy=yefro(i)-radio
if(dyy.eq.-radio)go to 100
ar=2.*sqrt(radio**2-dyy**2)

```

```

teta=3.1416+2.*atan(2.*dyy/ar)
ar00(n)=0.5*(radio**2)*(teta-sin(teta))
b=0.5*radio*(1.-sin(teta)/teta)
b=ar00(n)/b
go to 120
100 ar00(n)=0.00031416*(radio**2)
b=0.01*radio
ar=b
go to 120
110 ar00(n)=3.1416*(radio**2)
ar=0.35*radio
b=radio/2.
b=ar00(n)/b
120 anr=(an(k)+ar)*0.5
fac2(n)=deltpl/(d(n,2)*anr)
radi(n)=ar00(n)/b
r(n)=d(n,3)*d(n,3)*9.81*deltpl*abs(velin(n))/radi(n)**1.333
130 t(n)=fac1(n)/(1.+r(n))
w(n)=t(n)*(yefro(i)+zfro(i)-d(n,1)+velin(n)/fac1(n))
p(n)=fac2(n)*ar00(k)/(1.+fac2(n)*ar00(n)*t(n))
call gas
call areas
q(n)=fac2(n)*(ar00(n)*w(n)+qy2(n)+qr(n))+tirin(n)
q(n)=q(n)/(1.+fac2(n)*ar00(n)*t(n))
go to 20
140 a=tirin(n)
cap=vinic(i)
do 142 kin=1,n1(i)
if(vol(i,kin).gt.cap)go to 143
142 continue
nsup=n1(i)
go to 144
143 nsup=kin
144 ninf=nsup-1
fac=(vol(i,nsup)-cap)/(vol(i,nsup)-vol(i,ninf))
tir=t1(i,nsup)-fac*(t1(i,nsup)-t1(i,ninf))-zfro(i)
qfue=q1(i,nsup)-fac*(q1(i,nsup)-q1(i,ninf))
if(tirin(n).gt.d(n,4))go to 147
radio=d(n,4)/2.
dyy=tirin(n)-radio
ar=2.*sqrt(radio**2-dyy**2)
if(ar.eq.0.0) ar=0.001
teta=3.1416+2.*atan(2.*dyy/ar)
ar00(n)=0.5*(radio**2)*(teta-sin(teta))
if(tirin(n).lt.tir)go to 148
compa=0.7859*d(n,4)**1.5871
if(tirin(n).gt.compa)go to 145
zfro(i)=(tirin(n)*d(n,4)**0.26/0.5718)**1.9837
go to 146
145 qfro(i)=6.8776*(alog(tirin(n))+0.5027)*d(n,4)**2.5
146 qfro(i)=-qfro(i)
go to 149
147 ar00(n)=3.1416*d(n,4)*d(n,4)/4.
148 dicar=tirin(n)-tir
if(tir.lt.0.)dicar=tirin(n)
qfro(i)=-4.43*ar00(n)*dicar/(sqrt(abs(dicar)))
149 vinic(i)=vinic(i)-deltpl*(qfro(i)+qfue)
go to 10
150 yefro(i)=0.
go to 80

```

```
160 return
end
subroutine lectu
```

Lectura e Impresion de Datos de Entrada

```
character tit*4,comen*4,menos*1
common/todo/d(150,4),m(150,3),an(150),ar00(150),tirin(150),
  velin(150),deltp,i,n
common/lech/tpo(150,11),qaven(150,11),nump(101),ntini(101)
  ,ntinp(101),nurim(101),nunpa(101),ntfii(101),ntfip(101)
  ,tmax(150),tit(101,5),comen(11),ntins,ninc,ntotr,nriop,
  nrloi,111,jjj,impre,tcal,ivac,volpo
common/pqtl/t1(150,11),vol(150,11),q1(150,11),n1(150),vinic(150),
  p(150),q(150),t(150),w(150),yefro(150),zfro(150)
common/gahl/tpq(150,11),qga(150,11),ngp(150),nu(150),nticon(150),
  nul(150),adtpo
common/pqfl/c(150),fac1(150),fac2(150),x(150),radi(150),nf
common/earl/elev1(150),elevi(150)
common/ecle/el(150,3),cap(150,3),npun(150),volin(150),altu
common/pqal/qy2(150),qfro(101),ntipo(101)
dimension ntra(150),menos(120)
data menos/120*'-'/'
```

Comen Titulo o comentario de le Corrida

```
read(5,710)comen
write(6,720)comen
write(6,490)
```

```
read(5,500)ntins,ninc,ntotr,nriop,nrloi,nadin,ngas,deltp,tcal,
  imdat,ingax,impre,ivac
write(6,510)ntins,ninc,ntotr,nriop,nrloi,nadin,ngas,deltp,tcal
volpo=0
if(imdat.ne.0)then
  write(6,480)
  write(6,520)
endif
do 10 i=1,ntotr
read(5,1530)n,(m(n,k),k=1,3),nu(n),nul(n),nticon(n),
  (d(n,j),j=1,4),tirin(n),velin(n)
ntra(i)=n
elev1(n)=d(n,1)+d(n,4)
if(imdat.ne.0)write(6,550)n,(m(n,k),k=1,3),nu(n),nul(n),
  (d(n,j),j=1,4)
```

```
10 continue
if(imdat.ne.0)then
  write(6,470)
  write(6,560)
endif
do 20 n2=1,ntotr
if(imdat.ne.0)then
  n=ntra(n2)
  write(6,570)n,nticon(n),tirin(n),velin(n),elev1(n)
endif
20 velin(n)=-velin(n)
if(imdat.ne.0)write(6,580)
if(nrloi.eq.0)go to 100
111=nriop+1
jjj=nrloi+nriop
```

do 90 i=111,jj

Condiciones de Frontera para Rios Impares

```

read(5,590)ntini(i),ntipo(i),zfro(i),yefro(i),(tit(i,1),1-1,5)
if(imdat.ne.0)write(6,620)ntini(i),ntipo(i),zfro(i),yefro(i),
(tit(i,1),1-1,5)
if(ntipo(i).ne.3)go to 50
read(5,600)n1(i)
read(5,610)(t1(i,j),vol(i,j),q1(i,j),j=1,n1(i))
vnic(i)=vol(i,1)+0.1
if(imdat.eq.0)go to 50
write(6,630)n1(i)
write(6,645)
write(6,640)(t1(i,j),vol(i,j),q1(i,j),j=1,n1(i))
50 n=ntini(i)
nunim(i)=1
60 if(m(n,2).eq.0)go to 80
nunim(i)=nunim(i)+1
n=m(n,2)
go to 60
80 ntfi(i)=n
read(5,540)nump(i),qbas
qpico=0
itith=0
read(5,610)(tpo(i,j),qaven(i,j),j=1,nump(i))
if(imdat.eq.0)go to 85
write(6,650)nump(i),qbas,qpico,itith
write(6,655)
write(6,635)(tpo(i,j),qaven(i,j),j=1,nump(i))
85 write(6,'(120a1)')(menos(im),im=1,120)
do 90 j=1,nump(i)
tpo(i,j)=tpo(i,j)*60.
if(j.gt.1)tpo(i,j)=tpo(i,j)+tcal*60.
if(qaven(i,j).lt.qbas)qaven(i,j)=qbas
90 continue
100 if(nrriop.eq.0)go to 180
do 170 i=1,nrriop
read(5,590)ntinp(i),ntipo(i),zfro(i),yefro(i),(tit(i,1),1-1,5)
if(imdat.eq.0)go to 115
write(6,660)ntinp(i),ntipo(i),zfro(i),yefro(i),(tit(i,1),1-1,5)
115 if((ntipo(i)-3).ne.0)go to 130
read(5,600)n1(i)
read(5,610)(t1(i,j),vol(i,j),q1(i,j),j=1,n1(i))
vnic(i)=vol(i,j)+0.1
if(imdat.eq.0)go to 130
write(6,630)n1(i)
write(6,645)
write(6,640)(t1(i,j),vol(i,j),q1(i,j),j=1,n1(i))
130 n=ntinp(i)
nunpa(i)=1
140 if(m(n,2).eq.0)go to 160
nunpa(i)=nunpa(i)+1
n=m(n,2)
go to 140
160 ntftp(i)=n
read(5,540)nump(i),qbas
qpico=0
itith=0
read(5,610)(tpo(i,j),qaven(i,j),j=1,nump(i))

```

```

    if(imdat.eq.0)go to 169
    write(6,650)nump(i),qbas,qpico,itith
    write(6,655)
    write(6,635)(tpo(i,j),qaven(i,j),j=1,nump(i))
169  write(6,*(120a1,*) (menos(im),im=1,120)
    do 170 j=1,nump(i)
        tpo(i,j)=tpo(i,j)*60.
        if(j.gt.1)tpo(i,j)=tpo(i,j)+tcal*60.
        if(qaven(i,j).lt.qbas)qaven(i,j)=qbas
170  continue

Areas de Inundacion

180  if(nadin.eq.0)go to 205
    if(imdat.eq.0)go to 195
    write(6,460)
    write(6,465)
195  do 200 n=1,nadin
        if(ingar.eq.0)go to 197
        read(5,1690)l,npun(1),zt,porc
        el(1,1)=elevi(1)
        cap(1,1)=0.0
        el(1,2)=zt
    C   cap(1,2)=porc*0.7854*(d(n,4)**2)*d(n,2)
        cap(1,2)=porc
        el(1,3)=zt+1.
        cap(1,3)=1.0e6
        go to 199
197  read(5,690)l,npun(1)
        zt=0.
        porc=0.
        read(5,610)(el(1,j),cap(1,j),j=1,npun(1))
199  volin(1)=0.
        volpo=volpo+cap(1,2)
        elevi(1)=el(1,1)
        if(imdat.eq.0)go to 200
        write(6,670)l,npun(1),zt,porc,elevi(1),volin(1),
            (el(1,j),cap(1,j),j=1,npun(1))
200  continue

Gastos Laterales

205  if(ngas.le.0)go to 230
    if(imdat.eq.0)go to 211
    write(6,450)
    write(6,455)
211  do 220 j=1,ngas
        read(5,700)nq,nqp(nq),qbas
        qbas=qbas/4.
        itith=0
        qpico=0.
        read(5,610)(tpq(nq,k),qqa(nq,k),k=1,nqp(nq))
        if(imdat.eq.0)go to 217
        write(6,680)nq,nqp(nq),qbas,qpico,itith
        write(6,681)(tpq(nq,k),qqa(nq,k),k=1,nqp(nq))
217  do 220 k=1,nqp(nq)
        tpq(nq,k)=tpq(nq,k)*60.
        if(k.ne.1)tpq(nq,k)=tpq(nq,k)+tcal*60.
        if(qqa(nq,k).lt.qbas)qqa(nq,k)=qbas
220  continue

```

```

230 return
450 format(//,21x,'GASTOS DE AVENIDAS LATERALES',/)
455 format(2X,'Q LAT.',2X,'N.PUNTS',2X,'Q BASE',2X,'Q PICO',2X,
'ITIH',31X,'PUNTOS HIDROGRAMA',/,39X,5(6X,'TPQ',6X,'QQA'))
460 format(//,26X,'AREAS DE INUNDACION',/)
465 format(2X,'N.AREA',2X,'N.PUNTS',2X,'ZT',2X,'PORC',2X,
'ELEV.',4X,'VOLIN.',28X,'PUNTOS HIDROGRAMA',/,53X,3(8X,'EL',8X,
'CAP'))
470 format(//,40X,'CARACTERISTICAS HIDRAULICAS',/)
480 format(33X,'CARACTERISTICAS GEOMETRICAS',/)
490 format(//,37X,'DATOS DE ENTRADA',/)
500 format(715,2F10.0,213.15,13)
510 format(27X,'DATOS GENERALES',/,2X,'INT-',2X,'FRECUENCIA',2X,
'TRAMOS',2X,'RIO',3X,'RIO',4X,'AREAS',3X,'ENTRADAS',2X,'INTER-',/
,'VALOS',3X,'DE IMPRES.',10X,'PAR',2X,'IMPAR',2X,'INUNDAC.',3X,
'LAT',2X,'VALO(S)',/,1X,I4,5X,I4,7X,I3,4X,I3,3X,I3,5X,I3,6X,I3,
5X,FG.0,2X,F4.0,/)
520 format(4X,'# TRAMO',6X,'SUCEOR',2X,'ANTECES',2X,'AREA DE',5X,
'TRAMO',5X,'TRAMO',5X,'COTA',5X,'LONGITUD',9X,'N DE',6X,
'DIAMETRO',/,33X,'INUNDACION',3X,'ENTRADA',4X,'SALIDA',2X,
'PLANTILLA',16X,'MANNING',6X,'TRAMO(M)',/)
530 format(414,316,6F6.0)
1530 format(413,316,3F8.0,3F6.0)
540 format(18,2F9.0,18)
550 format(4(6X,I4),2110,2F12.2,2F12.3)
560 format(5X,'TRAMO',5X,'TIPO CONEKLON',5X,'TIRANTE INICIAL',5X,
'VELOCIDAD INICIAL',5X,'ELEVACION CLAVE(M)',/,33X,'CENTRO TRAMO (M
)',5X,'AGUAS ABAJO (M/S)',/)
570 format(5X,I3,12X,I3,9X,F12.3,9X,F14.3,9X,F15.2)
580 format(//,50X,'CONDICIONES DE FRONTERA',/)
590 format(215,2F10.0,5a4)
600 format(1614)
610 format(12F8.0)
620 format(2X,'T.FINAL IMPAR=' ,I3,2X,'FRONTERA AGUAS ABAJO',I3,2X,
'COTA SALIDA (ZFRO)=' ,F9.3,' (M)',2X,'T. CONSTANTE (YEFR0)=' ,F9.3,
2X,5A4)
630 format(28X,'RELACION TIRANTE-GASTO-VOLUMEN PARA N TIPO=3 NUM PUN
TOS=' ,I5)
635 format(2X,6(f8.3,2X,f5.2,2X),/,2X)
640 format(10X,4(f9.2,f9.0,f9.2))
645 format(10X,4(5X,'T',5X,'VOL',4X,'Q'))
650 format(10X,'HIDROGRAMA DE ENTRADA NUM. PUNTOS NUMP(I)=' ,I5,
3X,'GASTO BASE=' ,F9.2,3X,'QPICO',F9.2,3X,'ITIH=' ,I3)
655 format(7X,7('TPC',2X,'QAVEN',7X))
660 format(2X,'T.FINAL PAR =' ,I3,2X,'FRONTERA AGUAS ABAJO',I3,2X,
'COTA SALIDA (ZFRO)=' ,F9.3,' (M)',2X,'T. CONSTANTE (YEFR0)=' ,F9.3,
2X,5A4)
670 format(2(3X,I3),3X,4F10.3,6F11.2)
680 format(3X,I3,5X,I3,3X,2F8.2,2X,I3,1X,10F9.2,/,39X,10F9.2)
681 format(39X,10F9.2)
690 format(215,6F10.0)
1690 format(218,2F8.0)
700 format(218,2F8.0,18)
710 format(15a4)
720 format(//,30X,15a4,/)
end
subroutine init
character*4 tit,comen
common/todo/d(150,4),m(150,3),an(150),ar00(150),tirin(150),
velin(150),deltP,i,n

```

```

common/lech/tpo(150,11),qaven(150,11),nump(101),ntini(101)
,ntinp(101),nunim(101),nunpa(101),ntfi(101),ntfip(101)
,tmx(150),tit(101,5),comen(11),ntins,ninc,ntotr,nriop,
nrict,111,111,impre,tcal,ivac,volpo
common/pqtl/ti(150,11),vol(150,11),q1(150,11),n1(150),vinic(150),
p(150),q(150),t(150),w(150),yefro(150),zfro(150)
common/gahl/tpq(150,11),qqa(150,11),nqp(150),nu(150),nticon(150),
nul(150),adtpo
common/pqfl/c(150),fac1(150),fac2(150),r(150),radi(150),nf
common/earl/elev1(150),elevi(150)
common/ecle/el(150,3),cap(150,3),npun(150),volin(150),altu
common/pqal/qy2(150),qfro(101),ntipo(101)
common/area/gasto(101)
common/pags/qr(150)
data 11,12,13,14/101,101,11,11/
do 20 i1=1,11
an(i1)=0.0
ar00(i1)=0.0
tirin(i1)=0.0
velin(i1)=0.0
tmax(i1)=0.0
p(i1)=0.0
q(i1)=0.0
t(i1)=0.0
w(i1)=0.0
nqp(i1)=0
nu(i1)=0
nticon(i1)=0
nul(i1)=0
c(i1)=0.0
fac1(i1)=0.0
fac2(i1)=0.0
r(i1)=0.0
radi(i1)=0.0
elev1(i1)=0.0
elevi(i1)=0.0
npun(i1)=0
volin(i1)=0.0
qy2(i1)=0.0
gasto(i1)=0.0
qr(i1)=0.0
do 10 i2=1,3
m(i1,i2)=0
el(i1,i2)=0.0
10 cap(i1,i2)=0.0
do 20 i2=1,4
20 d(i1,i2)=0.0
do 40 i1=1,12
nump(i1)=0
ntini(i1)=0
ntinp(i1)=0
nunim(i1)=0
nunpa(i1)=0
ntfi(i1)=0
ntfip(i1)=0
n1(i1)=0
vinic(i1)=0.0
yefro(i1)=0.0
zfro(i1)=0.0
qfro(i1)=0.0

```

```
ntipo(i1)=0
do 30 i2=1,13
  t1(i1,i2)=0.0
  q1(i1,i2)=0.0
30 vol(i1,i2)=0.0
  do 40 i2=1,14
    tpo(i1,i2)=0.0
    qaven(i1,i2)=0.0
    tpg(i1,i2)=0.0
40 qqa(i1,i2)=0.0
return
end
```

*LISTADO DE RESULTADOS  
CONDICIONES ACTUALES*

COLECTOR IXTAPALAPA I

DATOS DE ENTRADA

DATOS GENERALES

INT- VALOC	FRECUENCIA DE INGRES.	TRAMOS	RIO PAR	RIO INFR	AREAS INUNDAC.	ENTRADAS LAT.	INTER- VALOC(S)
720	120	106	2	12	95	81	15. 0.

CARACTERISTICAS GEOMETRICAS

# TRAMO	SUCESOR	ANTECES	AREA DE INUNDACION	TRAMO ENTRADA	TRAMO SALIDA	COTA PLANTILLA	LONGITUD	H DE MARMING	DIAMETRO TRAMO(S)
1	2	0	1	0	0	40.15	151.12	.016	.760
2	3	1	2	0	0	39.65	97.23	.016	.760
3	4	2	3	0	0	39.15	124.61	.016	.760
4	5	3	4	0	0	38.65	132.25	.016	.760
5	6	4	5	0	0	38.15	165.30	.016	.910
6	7	5	6	0	0	37.78	164.63	.016	.910
7	8	6	7	0	0	37.28	169.95	.016	.910
8	9	7	8	0	0	36.78	55.30	.016	.760
9	10	8	9	0	0	36.69	102.10	.016	.760
10	11	9	10	0	0	36.26	133.66	.016	.760
11	12	10	11	0	0	35.79	125.83	.016	.760
12	13	11	12	0	0	35.75	131.65	.016	.910
13	14	12	13	0	0	35.91	147.75	.016	.910
14	15	13	0	54	0	36.06	113.15	.016	.910
15	16	14	15	0	0	35.97	88.30	.016	.910
16	17	15	16	0	0	35.47	261.80	.016	1.070
17	18	16	17	0	0	35.31	66.20	.016	1.070
18	19	17	18	0	0	35.44	62.10	.016	1.070
19	20	18	0	64067	0	35.17	114.20	.016	1.070
20	21	19	20	0	0	35.00	163.45	.016	1.070
21	22	20	21	0	0	35.40	147.70	.016	1.070
22	23	21	0	72074	0	35.52	115.40	.016	1.070
23	24	22	23	0	0	35.60	105.60	.016	1.070
24	25	23	24	0	0	35.10	94.50	.016	1.220
25	26	24	25	0	0	34.60	59.35	.016	1.220
26	27	25	26	0	0	34.61	74.40	.016	1.220

27	28	26	27	0	0	34.95	109.00	.016	1.220
29	29	27	25	0	0	35.01	65.20	.016	1.220
30	30	25	27	0	0	34.74	51.00	.016	1.220
31	31	29	0	72	0	34.24	136.50	.016	1.220
32	32	31	31	0	0	33.74	110.50	.016	1.520
33	33	31	0	82	0	33.24	164.40	.016	1.520
34	34	32	33	0	0	32.74	155.47	.016	1.520
35	35	33	34	0	0	32.24	80.00	.016	1.520
36	36	34	0	91089	0	31.74	109.35	.016	1.520
37	37	35	36	0	0	31.24	104.00	.016	1.520
38	38	36	37	0	0	30.74	103.90	.016	1.520
39	39	37	0	97	0	30.24	114.15	.016	1.520
40	40	38	39	0	0	29.74	140.50	.016	1.520
41	41	39	40	0	0	29.24	134.70	.016	1.520
42	42	40	0	103	0	28.74	173.15	.016	1.520
43	43	41	42	0	0	28.24	204.10	.016	1.520
44	44	42	43	0	0	27.74	225.60	.016	1.520
45	45	43	44	0	0	27.24	78.75	.016	1.520
46	46	44	45	0	0	26.88	103.00	.016	1.520
47	47	45	46	0	0	26.33	246.00	.016	1.520
48	48	0	47	0	0	37.57	175.95	.016	.610
49	49	47	48	0	0	37.07	79.95	.016	.610
50	50	48	49	0	0	36.57	135.60	.016	.910
51	51	49	50	0	0	36.13	120.80	.016	.910
52	52	51	52	0	0	37.38	152.90	.016	.910
53	53	52	0	106	0	37.58	111.80	.016	.910
54	54	53	54	0	0	36.56	189.55	.016	.910
55	55	0	55	0	0	40.17	58.00	.016	.610
56	56	55	56	0	0	39.67	85.45	.016	.610
57	57	56	57	0	0	39.17	41.82	.016	.610
58	58	57	58	0	0	39.67	46.72	.016	.610
59	59	58	59	0	0	38.17	54.05	.016	.610
60	60	59	60	0	0	37.67	56.50	.016	.610
61	61	60	61	0	0	37.17	106.20	.016	.610
62	62	61	62	0	0	36.67	79.10	.016	.610
63	63	62	63	0	0	36.17	50.24	.016	.380
64	64	63	64	0	0	35.67	144.00	.016	.610
65	65	64	65	0	0	33.22	139.15	.016	.760
66	66	65	66	0	0	34.38	116.70	.016	.760
67	67	66	67	0	0	35.01	105.50	.016	.760
68	68	67	68	0	0	38.02	49.25	.016	.610
69	69	68	69	0	0	37.52	104.50	.016	.610
70	70	69	70	0	0	37.02	112.95	.016	.610
71	71	70	71	0	0	36.52	84.91	.016	.610
72	72	71	72	0	0	37.02	192.90	.016	.610
73	73	72	73	0	0	33.60	222.00	.016	1.220
74	74	73	74	0	0	34.97	125.40	.016	1.220
75	75	74	75	0	0	35.17	88.70	.016	.610
76	76	75	76	0	0	35.34	50.56	.016	.610
77	77	76	77	0	0	35.24	52.80	.016	.610
78	78	77	78	0	0	34.74	122.17	.016	.610
79	79	78	79	0	0	35.24	116.43	.016	.610
80	80	79	80	0	0	34.74	82.03	.016	.610
81	81	80	81	0	0	34.41	156.18	.016	.610
82	82	81	82	0	0	35.14	54.40	.016	.610
83	83	82	83	0	0	34.74	116.04	.016	.610
84	84	83	84	0	0	34.74	131.90	.016	.610
85	85	84	85	0	0	34.24	220.54	.016	.610
86	86	85	86	0	0	33.74	125.02	.016	.610
87	87	86	87	0	0	33.24	167.55	.016	.610
88	88	87	88	0	0	32.74	163.66	.016	.760
89	89	88	89	0	0	32.24	109.17	.016	.760
90	90	89	90	0	0	32.74	101.93	.016	.610
91	91	90	91	0	0	32.24	100.28	.016	.610
92	92	91	92	0	0	32.74	100.28	.016	.610

93	94	92	93	0	0	32.74	63.50	.016	.610
94	95	93	94	0	0	32.24	230.18	.016	.610
95	96	94	95	0	0	31.74	78.90	.016	.760
96	97	95	96	0	0	31.24	159.35	.016	.760
97	98	96	97	0	0	30.74	124.15	.016	.610
98	99	0	98	0	0	31.74	155.60	.016	.610
99	100	98	99	0	0	31.24	200.55	.016	.610
100	101	99	100	0	0	30.74	165.70	.016	.450
101	102	100	101	0	0	30.24	194.17	.016	.610
102	103	101	102	0	0	29.74	134.40	.016	.610
103	41	102	103	0	0	29.24	175.35	.016	.610
104	105	0	104	0	0	30.06	67.40	.016	.910
105	106	104	105	0	0	37.56	68.50	.016	.910
106	53	105	106	0	0	37.06	75.00	.016	.910

CARACTERISTICAS HIDRAULICAS

TRAMO	TIPO CONEXION	TIRANTE INICIAL CENTRO TRAMO (M)	VELOCIDAD INICIAL AGUAS ABAJO (M/S)	ELEVACION CLAVE(M)
1	0	.000	.210	60.91
2	2	.003	.221	60.91
3	3	.007	.230	59.91
4	4	.010	.239	59.91
5	5	.014	.247	59.00
6	6	.017	.250	58.09
7	7	.020	.259	58.19
8	8	.024	.264	57.24
9	9	.027	.267	57.42
10	10	.031	.268	57.02
11	0	.034	.265	56.70
12	12	.037	.260	56.00
13	13	.041	.255	56.02
14	0	.044	.245	56.91
15	15	.048	.240	56.00
16	16	.052	.230	56.50
17	17	.057	.220	56.20
18	18	.062	.209	56.51
19	0	.067	.203	56.24
20	20	.071	.201	56.01
21	21	.076	.190	56.41
22	0	.081	.182	56.59
23	23	.085	.171	56.67
24	24	.091	.160	56.32
25	25	.097	.151	55.02
26	26	.103	.145	55.13
27	27	.109	.130	56.17
28	28	.116	.120	56.23
29	29	.123	.100	55.98
30	0	.130	.110	55.60
31	31	.137	.109	56.90
32	0	.144	.107	56.70
33	33	.150	.107	56.20
34	34	.157	.100	55.70
35	0	.164	.090	55.20
36	36	.171	.110	56.70
37	37	.178	.099	56.20
38	0	.186	.094	56.70
39	39	.193	.083	56.70
40	40	.200	.074	56.70
41	0	.207	.077	56.20
42	42	.214	.080	55.70
43	43	.221	.081	56.70
44	44	.228	.089	56.20
45	45	.235	.096	56.70

47	U	.195	.110	27.85
48	U	.195	.400	28.10
49	U	.191	.420	27.80
49	U	.000	.254	27.40
50	U	.110	.113	27.04
51	U	.192	.090	26.29
52	U	.110	.192	26.47
53	U	.102	.411	27.97
54	U	.110	.205	27.47
55	U	.017	.229	40.10
56	U	.034	.000	40.20
57	U	.234	.010	29.70
58	U	.033	.001	40.20
59	U	.014	.470	26.70
60	U	.062	.502	26.20
61	U	.016	.590	27.70
62	U	.013	.014	27.20
63	U	.004	.511	26.50
64	U	.180	.000	26.20
65	0	2.407	.000	33.87
66	66	1.447	.000	35.13
67	67	.012	.001	35.77
68	0	.020	.391	30.63
69	69	.273	.609	30.13
70	70	.187	.227	37.63
71	71	.221	.234	37.23
72	72	.280	.597	37.63
73	0	2.215	.000	34.03
74	74	.055	.001	36.19
75	0	.155	.018	35.70
76	76	.010	.099	35.95
77	77	.053	.262	35.85
78	78	.066	.197	35.35
79	0	.074	.338	35.85
80	80	.003	.285	35.35
81	81	.104	.360	34.85
82	82	.009	.313	34.35
83	0	.085	.579	35.85
84	84	.099	.519	35.35
85	85	.101	.525	34.85
86	86	.100	.563	34.35
87	87	.092	.540	33.85
88	88	.113	.075	33.40
89	89	.613	.095	32.99
90	0	.110	.206	33.35
91	91	.092	.210	32.85
92	92	.075	.454	33.85
93	93	.011	.290	33.35
94	94	.208	.419	32.85
95	95	.003	.350	32.49
96	96	.171	.517	32.00
97	97	.010	.429	31.50
98	0	.082	.171	32.35
99	99	.056	.177	31.85
100	100	.124	.344	31.19
101	101	.053	.285	30.85
102	102	.125	.422	30.35
103	103	.044	.308	29.85
104	0	.132	.440	28.97
105	105	.078	.318	28.47
106	106	.163	.010	27.97

T.FINAL IMPAR: 50 FRONTERA AGUAS ABAJO 2 COTA SALIDA (IFRO)= 35.960 (M) T. CONSTANTE (YEFRO)= .000 RIO 5 IMPAR  
 HIDROGRAMA DE ENTRADA NUM. PUNTOS NUMP(1)= 6 GACTO BACE= .00 QPICO= .00 ITIM= 0  
 TFC QAVEN  
 .000 .00 .000 .00 23.130 .63 30.000 .83 62.382 .00 70.000 .00

T.FINAL IMPAR: 54 FRONTERA AGUAS ABAJO 2 COTA SALIDA (IFRO)= 35.650 (M) T. CONSTANTE (YEFRO)= .000 RIO 4 IMPAR  
 HIDROGRAMA DE ENTRADA NUM. PUNTOS NUMP(1)= 6 GACTO BACE= .00 QPICO= .00 ITIM= 0  
 TFC QAVEN  
 .000 .00 .000 .00 13.600 .07 30.000 .07 51.000 .00 60.000 .00

T.FINAL IMPAR: 64 FRONTERA AGUAS ABAJO 2 COTA SALIDA (IFRO)= 34.505 (M) T. CONSTANTE (YEFRO)= .000 RIO 5 IMPAR  
 HIDROGRAMA DE ENTRADA NUM. PUNTOS NUMP(1)= 6 GACTO BACE= .00 QPICO= .00 ITIM= 0  
 TFC QAVEN  
 .000 .00 .000 .00 16.670 .40 30.000 .40 53.338 .00 60.000 .00

T.FINAL IMPAR: 67 FRONTERA AGUAS ABAJO 2 COTA SALIDA (IFRO)= 34.710 (M) T. CONSTANTE (YEFRO)= .000 RIO 6 IMPAR  
 HIDROGRAMA DE ENTRADA NUM. PUNTOS NUMP(1)= 6 GACTO BACE= .00 QPICO= .00 ITIM= 0  
 TFC QAVEN  
 .000 .00 .000 .00 28.450 .00 30.000 .00 69.830 .00 75.000 .00

T.FINAL IMPAR: 71 FRONTERA AGUAS ABAJO 2 COTA SALIDA (IFRO)= 32.970 (M) T. CONSTANTE (YEFRO)= .000 RIO 7 IMPAR  
 HIDROGRAMA DE ENTRADA NUM. PUNTOS NUMP(1)= 6 GACTO BACE= .01 QPICO= .00 ITIM= 0  
 TFC QAVEN  
 .000 .01 .000 .01 17.430 1.94 30.000 1.94 54.886 .01 65.000 .01

T.FINAL IMPAR: 74 FRONTERA AGUAS ABAJO 2 COTA SALIDA (IFRO)= 34.440 (M) T. CONSTANTE (YEFRO)= .000 RIO 8 IMPAR  
 HIDROGRAMA DE ENTRADA NUM. PUNTOS NUMP(1)= 6 GACTO BACE= .00 QPICO= .00 ITIM= 0  
 TFC QAVEN  
 .000 .00 .000 .00 17.590 .00 30.000 .00 54.876 .00 60.000 .00

T.FINAL IMPAR: 78 FRONTERA AGUAS ABAJO 2 COTA SALIDA (IFRO)= 34.010 (M) T. CONSTANTE (YEFRO)= .000 RIO 9 IMPAR  
 HIDROGRAMA DE ENTRADA NUM. PUNTOS NUMP(1)= 6 GACTO BACE= .00 QPICO= .00 ITIM= 0  
 TFC QAVEN  
 .000 .00 .000 .00 18.230 .05 30.000 .05 55.522 .00 65.000 .00

T.FINAL IMPAR: 82 FRONTERA AGUAS ABAJO 2 COTA SALIDA (IFRO)= 32.150 (M) T. CONSTANTE (YEFRO)= .000 RIO 10 IMPAR  
 HIDROGRAMA DE ENTRADA NUM. PUNTOS NUMP(1)= 6 GACTO BACE= .00 QPICO= .00 ITIM= 0  
 TFC QAVEN  
 .000 .00 .000 .00 17.270 .47 30.000 .47 54.136 .00 65.000 .00

T.FINAL IMPAR: 89 FRONTERA AGUAS ABAJO 2 COTA SALIDA (IFRO)= 31.550 (M) T. CONSTANTE (YEFRO)= .000 RIO 11 IMPAR  
 HIDROGRAMA DE ENTRADA NUM. PUNTOS NUMP(1)= 6 GACTO BACE= .02 QPICO= .00 ITIM= 0  
 TFC QAVEN  
 .000 .02 .000 .02 19.660 3.63 30.000 3.63 57.574 .02 70.000 .02

T.FINAL IMPAR: 91 FRONTERA AGUAS ABAJO 2 COTA SALIDA (IFRO)= 32.180 (M) T. CONSTANTE (YEFRO)= .000 RIO 12 IMPAR  
 HIDROGRAMA DE ENTRADA NUM. PUNTOS NUMP(1)= 6 GACTO BACE= .00 QPICO= .00 ITIM= 0  
 TFC QAVEN  
 .000 .00 .000 .00 15.520 .10 30.000 .10 51.720 .00 60.000 .00

T.FINAL IMPAR: 97 FRONTERA AGUAS ABAJO 2 COTA SALIDA (IFRO)= 30.250 (M) T. CONSTANTE (YEFRO)= .000 RIO 13 IMPAR  
 HIDROGRAMA DE ENTRADA NUM. PUNTOS NUMP(1)= 6 GACTO BACE= .00 QPICO= .00 ITIM= 0  
 TFC QAVEN  
 .000 .00 .000 .00 20.640 .79 30.000 .79 58.894 .00 70.000 .00

T.FINAL IIRAR=103		FRONTERA AGUAS ABAJO		2 COTA SALIDA (ZFRO)=		28.485 (H)		T. CONSTANTE (YFRO)=		.000		RIO 14 IMPAR	
HIDROGRAMA DE ENTRADA		MUM. PUNTOS MUMF(1)=		6		GACTO BASE=		.00		OPICO=		.00	
TFC	QAVEN	TFC	QAVEN	TFC	QAVEN	TFC	QAVEN	TFC	QAVEN	TFC	QAVEN	ITIM=	TFC
.000	.00	.000	.00	15.000	.10	30.000	10	51.000	.00	60.000	.00		

T.FINAL PAR = 66		FRONTERA AGUAS ABAJO		2 COTA SALIDA (ZFRO)=		25.880 (H)		T. CONSTANTE (YFRO)=		.760		RIO 1 PAR	
HIDROGRAMA DE ENTRADA		MUM. PUNTOS MUMF(1)=		6		GACTO BASE=		.00		OPICO=		.00	
TFC	QAVEN	TFC	QAVEN	TFC	QAVEN	TFC	QAVEN	TFC	QAVEN	TFC	QAVEN	ITIM=	TFC
.000	.00	.000	.00	17.140	.41	30.000	41	51.996	.00	65.000	.00		

T.FINAL PAR = 106		FRONTERA AGUAS ABAJO		2 COTA SALIDA (ZFRO)=		36.220 (H)		T. CONSTANTE (YFRO)=		.000		RIO 2 PAR	
HIDROGRAMA DE ENTRADA		MUM. PUNTOS MUMF(1)=		6		GACTO BASE=		.00		OPICO=		.00	
TFC	QAVEN	TFC	QAVEN	TFC	QAVEN	TFC	QAVEN	TFC	QAVEN	TFC	QAVEN	ITIM=	TFC
.000	.00	.000	.00	19.000	.75	30.000	75	56.600	.00	65.000	.00		

AREAS DE INUNDACION

N.AREA	M.PUNTS	IT	PORC	ELEV1.	VOLIM.	PUNTOS HIDROGRAMA					
						EL	CAP	EL	CAP	EL	CAP
1	3	43.500	4.100	40.910	.000	40.91	.00	43.50	4.10	41.50	1000000.00
2	3	42.650	1.700	40.410	.000	40.41	.00	42.65	1.70	43.65	1000000.00
3	3	41.535	1.100	39.910	.000	39.91	.00	41.53	1.10	42.53	1000000.00
4	3	41.925	2.600	39.410	.000	39.41	.00	41.92	2.60	42.92	1000000.00
5	3	41.810	7.400	39.060	.000	39.06	.00	41.82	7.40	42.82	1000000.00
6	3	41.105	3.100	38.690	.000	38.69	.00	41.10	3.10	42.10	1000000.00
7	3	40.995	.600	38.190	.000	38.19	.00	40.99	.60	41.99	1000000.00
9	3	40.525	1.500	37.420	.000	37.42	.00	40.53	1.50	41.53	1000000.00
10	3	39.065	1.400	37.025	.000	37.02	.00	39.06	1.40	40.06	1000000.00
12	3	38.465	4.600	36.660	.000	36.66	.00	38.47	4.60	39.47	1000000.00
13	3	39.000	1.400	36.820	.000	36.82	.00	39.00	1.40	40.00	1000000.00
15	3	39.965	.700	36.895	.000	36.89	.00	39.97	.70	40.97	1000000.00
16	3	39.770	.900	36.545	.000	36.54	.00	39.77	.90	40.77	1000000.00
17	3	39.380	.700	36.385	.000	36.38	.00	39.37	.70	40.37	1000000.00
18	3	39.485	.700	36.510	.000	36.51	.00	39.49	.70	40.49	1000000.00
20	3	37.990	1.300	36.070	.000	36.07	.00	37.99	1.30	38.99	1000000.00
21	3	38.785	2.900	36.470	.000	36.47	.00	38.78	2.90	39.78	1000000.00
23	3	36.390	2.000	36.670	.000	36.67	.00	36.39	2.00	37.39	1000000.00
24	3	38.835	5.300	36.320	.000	36.32	.00	38.83	5.30	39.83	1000000.00
25	3	37.275	.800	35.820	.000	35.82	.00	37.28	.80	38.28	1000000.00
26	3	37.390	3.000	35.725	.000	35.73	.00	37.39	3.00	38.39	1000000.00
27	3	38.585	2.700	36.170	.000	36.17	.00	38.58	2.70	39.58	1000000.00
28	3	39.155	2.100	36.210	.000	36.21	.00	39.15	2.10	40.15	1000000.00
29	3	39.050	.800	35.955	.000	35.96	.00	39.05	.80	40.05	1000000.00
31	3	38.935	1.900	34.955	.000	34.96	.00	38.94	1.90	39.94	1000000.00
33	3	36.040	.500	34.255	.000	34.26	.00	36.04	.50	37.04	1000000.00
34	3	35.235	1.100	33.755	.000	33.76	.00	35.24	1.10	36.24	1000000.00
36	3	34.995	.500	32.755	.000	32.76	.00	34.99	.50	35.99	1000000.00
37	3	34.600	.500	32.255	.000	32.26	.00	34.60	.50	35.60	1000000.00
39	3	33.270	1.500	31.255	.000	31.26	.00	33.27	1.50	34.27	1000000.00
40	3	32.105	1.300	30.755	.000	30.76	.00	32.10	1.30	33.10	1000000.00
42	3	32.760	.400	29.755	.000	29.76	.00	32.76	.40	33.76	1000000.00
43	3	32.215	1.000	29.255	.000	29.26	.00	32.22	1.00	33.22	1000000.00
44	3	31.865	.760	29.755	.000	29.76	.00	31.86	.70	32.86	1000000.00
45	3	31.640	.700	28.395	.000	28.40	.00	31.64	.70	32.64	1000000.00
46	3	31.460	.700	27.855	.000	27.85	.00	31.46	.70	32.46	1000000.00
47	3	40.670	13.200	30.180	.000	30.18	.00	40.67	13.20	41.67	1000000.00
48	3	40.275	7.500	37.660	.000	37.68	.00	40.27	7.50	41.27	1000000.00
49	3	39.255	.800	37.480	.000	37.48	.00	39.26	.80	40.26	1000000.00
50	3	38.395	4.000	37.045	.000	37.04	.00	38.40	4.00	39.40	1000000.00
51	3	41.025	.700	38.295	.000	38.29	.00	41.03	.70	42.03	1000000.00
52	3	40.720	3.300	38.465	.000	38.47	.00	40.72	3.30	41.72	1000000.00

55	3	42.000	18.200	40.785	.000	40.78	.00	42.04	18.20	63.04	1000000.00
56	3	41.355	1.100	40.285	.000	40.28	.00	41.35	1.10	42.35	1000000.00
57	3	41.940	23.500	39.705	.000	39.78	.00	41.94	23.50	42.94	1000000.00
58	3	42.080	.700	40.285	.000	40.28	.00	42.08	.70	43.08	1000000.00
59	3	41.575	14.400	38.785	.000	38.78	.00	41.58	14.40	42.58	1000000.00
60	3	40.435	110.300	38.285	.000	38.28	.00	40.43	110.30	41.43	1000000.00
61	3	39.630	5.300	37.785	.000	37.78	.00	39.63	5.30	40.63	1000000.00
62	3	39.515	2.100	37.285	.000	37.28	.00	39.51	2.10	40.51	1000000.00
63	3	39.255	4.500	36.555	.000	36.56	.00	39.26	4.50	40.26	1000000.00
64	3	39.410	2.000	36.285	.000	36.28	.00	39.41	2.00	40.41	1000000.00
65	3	35.910	11.600	33.975	.000	33.97	.00	35.91	11.60	36.91	1000000.00
66	3	38.820	2.600	35.135	.000	35.13	.00	38.82	2.60	37.82	1000000.00
67	3	38.545	6.700	35.770	.000	35.77	.00	38.54	6.70	39.54	1000000.00
68	3	40.070	126.200	38.630	.000	38.63	.00	40.07	126.20	41.07	1000000.00
69	3	39.765	2.800	38.130	.000	38.13	.00	39.76	2.80	40.76	1000000.00
70	3	39.470	1.800	37.630	.000	37.63	.00	39.47	1.80	40.47	1000000.00
71	3	39.525	34.100	37.130	.000	37.13	.00	39.53	34.10	40.53	1000000.00
72	3	39.575	1.700	37.630	.000	37.63	.00	39.58	1.70	40.58	1000000.00
73	3	38.400	1.300	34.825	.000	34.83	.00	38.40	1.30	39.12	1000000.00
74	3	38.120	.600	36.185	.000	36.19	.00	38.12	.60	37.97	1000000.00
75	3	38.970	2.200	35.785	.000	35.78	.00	38.97	2.20	39.03	1000000.00
76	3	37.025	2.300	35.950	.000	35.95	.00	37.03	2.30	38.03	1000000.00
77	3	37.365	5.300	35.845	.000	35.85	.00	37.37	5.30	38.37	1000000.00
78	3	38.190	1.300	35.345	.000	35.35	.00	38.19	1.30	39.19	1000000.00
79	3	37.409	12.800	35.845	.000	35.85	.00	37.41	12.80	38.41	1000000.00
80	3	37.480	2.500	35.345	.000	35.35	.00	37.48	2.50	38.48	1000000.00
81	3	37.505	2.600	34.845	.000	34.85	.00	37.51	2.60	38.51	1000000.00
82	3	38.500	.800	34.345	.000	34.35	.00	38.50	.80	39.50	1000000.00
83	3	37.610	118.600	35.845	.000	35.85	.00	37.61	118.60	38.61	1000000.00
84	3	36.860	1.300	35.345	.000	35.35	.00	36.86	1.30	37.86	1000000.00
85	3	36.970	5.000	34.845	.000	34.85	.00	36.97	5.00	37.97	1000000.00
86	3	37.035	2.500	34.345	.000	34.35	.00	37.03	2.50	38.03	1000000.00
87	3	36.345	3.900	33.845	.000	33.85	.00	36.35	3.90	37.35	1000000.00
88	3	36.040	5.400	33.495	.000	33.49	.00	36.04	5.40	37.04	1000000.00
89	3	36.070	5.000	32.995	.000	32.99	.00	36.07	5.00	37.07	1000000.00
90	3	35.335	3.100	33.345	.000	33.35	.00	35.33	3.10	36.33	1000000.00
91	3	35.620	6.100	32.845	.000	32.85	.00	35.62	6.10	36.62	1000000.00
92	3	33.760	33.900	33.845	.000	33.85	.00	33.76	33.90	34.76	1000000.00
93	3	35.150	1.700	33.345	.000	33.35	.00	35.15	1.70	36.15	1000000.00
94	3	35.145	4.600	32.845	.000	32.85	.00	35.15	4.60	36.15	1000000.00
95	3	34.785	2.900	32.495	.000	32.49	.00	34.78	2.90	35.78	1000000.00
96	3	34.355	15.300	31.995	.000	32.00	.00	34.35	15.30	35.35	1000000.00
97	3	34.325	4.200	31.495	.000	31.50	.00	34.33	4.20	35.33	1000000.00
98	3	33.595	2.100	32.315	.000	32.35	.00	33.60	2.10	34.60	1000000.00
99	3	33.050	3.000	31.845	.000	31.85	.00	33.05	3.00	34.05	1000000.00
100	3	32.530	7.100	31.185	.000	31.19	.00	32.53	7.10	33.53	1000000.00
101	3	32.455	3.600	30.845	.000	30.85	.00	32.46	3.60	33.46	1000000.00
102	3	32.280	10.800	30.345	.000	30.35	.00	32.28	10.80	33.28	1000000.00
103	3	31.955	3.200	29.845	.000	29.85	.00	31.95	3.20	32.96	1000000.00
104	3	41.955	15.000	38.955	.000	38.97	.00	41.10	15.00	42.10	1000000.00
105	3	40.135	2.700	38.465	.000	38.47	.00	40.13	2.70	41.13	1000000.00
106	3	39.860	1.300	37.965	.000	37.97	.00	39.86	1.30	40.86	1000000.00

GAZTOS DE AVENIDAS LATERALES

Q LAT.	N.PUNTS	Q BAZE	Q PICO	ITIH	PUNTOS HIDROGRANA								
					TPQ	OGA	TPQ	OGA	TPQ	OGA			
2	6	.00	.00	0	.00	.00	.00	15.00	.11	30.00	.11	51.00	.00
3	6	.00	.00	0	.00	.00	.00	16.73	.08	30.00	.08	53.42	.00
4	6	.00	.00	0	nn	nn	nn	17.44	.21	30.00	.23	54.70	.00

5	5	.00	.00	0	.00	.00	.00	.60	34.12	.59	77.77	.00	85.00	.00
6	6	.00	.00	0	.00	.00	.00	.00	20.57	.44	30.00	.44	50.00	.00
7	6	.00	.00	0	.00	.00	.00	.00	15.00	.07	30.00	.07	51.00	.00
8	6	.00	.00	0	.00	.00	.00	.00	16.95	.12	30.00	.12	53.73	.00
9	6	.00	.00	0	.00	.00	.00	.00	15.00	.09	30.00	.09	51.00	.00
10	6	.00	.00	0	.00	.00	.00	.00	16.19	.10	30.00	.10	52.57	.00
12	6	.00	.00	0	.00	.00	.00	.00	10.78	.44	30.00	.44	56.29	.00
13	6	.00	.00	0	.00	.00	.00	.00	16.13	.16	30.00	.16	52.36	.00
15	6	.00	.00	0	.00	.00	.00	.00	15.00	.06	30.00	.06	51.00	.00
16	6	.00	.00	0	.00	.00	.00	.00	13.38	.03	30.00	.03	51.81	.00
17	6	.00	.00	0	.00	.00	.00	.00	15.00	.05	30.00	.05	51.00	.00
18	6	.00	.00	0	.00	.00	.00	.00	15.00	.08	30.00	.08	51.00	.00
20	6	.00	.00	0	.00	.00	.00	.00	15.00	.20	30.00	.20	51.00	.00
21	6	.00	.00	0	.00	.00	.00	.00	20.33	.33	30.00	.33	50.66	.00
23	6	.00	.00	0	.00	.00	.00	.00	17.02	.20	30.00	.20	51.83	.00
24	6	.00	.00	0	.00	.00	.00	.00	15.00	.67	30.00	.67	51.92	.00
25	6	.00	.00	0	.00	.00	.00	.00	15.62	.07	30.00	.07	52.15	.00
26	5	.00	.00	0	.00	.00	.00	.00	16.79	.42	83.49	.00	95.00	.00
27	6	.00	.00	0	.00	.00	.00	.00	17.99	.33	30.00	.33	55.19	.00
28	6	.00	.00	0	.00	.00	.00	.00	17.46	.15	30.00	.15	56.47	.00
29	6	.00	.00	0	.00	.00	.00	.00	15.00	.08	30.00	.08	51.00	.00
31	6	.00	.00	0	.00	.00	.00	.00	16.00	.25	30.00	.25	55.52	.00

24	b	.00	.00	0	.00	.00	.00	.00	19.58	.12	30.00	.12	57.13	.00
26	b	.00	.00	0	.00	.00	.00	.00	15.00	.06	30.00	.06	51.00	.00
27	b	.00	.00	0	.00	.00	.00	.00	15.00	.06	30.00	.06	51.00	.00
29	b	.00	.00	0	.00	.00	.00	.00	21.13	.28	30.00	.28	59.58	.00
40	b	.00	.00	0	.00	.00	.00	.00	23.06	.21	30.00	.21	62.28	.00
42	b	.00	.00	0	.00	.00	.00	.00	15.00	.09	30.00	.09	51.00	.00
63	6	.00	.00	0	.00	.00	.00	.00	15.00	.35	30.00	.35	51.00	.00
64	6	.00	.00	0	.00	.00	.00	.00	17.08	.07	30.00	.07	53.91	.00
45	6	.00	.00	0	.00	.00	.00	.00	15.00	.10	30.00	.10	51.00	.00
48	6	.00	.00	0	.00	.00	.00	.00	19.41	.19	30.00	.19	57.17	.00
49	6	.00	.00	0	.00	.00	.00	.00	15.00	.07	30.00	.07	51.00	.00
50	6	.00	.00	0	.00	.00	.00	.00	18.08	.36	30.00	.36	55.31	.00
52	6	.00	.00	0	.00	.00	.00	.00	20.00	.24	30.00	.24	58.00	.00
54	6	.00	.00	0	.00	.00	.00	.00	17.89	.42	30.00	.42	55.05	.00
56	6	.00	.00	0	.00	.00	.00	.00	15.00	.03	30.00	.03	51.00	.00
57	6	.00	.00	0	.00	.00	.00	.00	16.91	.37	30.00	.37	53.67	.00
58	6	.00	.00	0	.00	.00	.00	.00	15.00	.01	30.00	.01	51.00	.00
59	6	.00	.00	0	.00	.00	.00	.00	20.22	.24	30.00	.24	58.31	.00
60	6	.00	.00	0	.00	.01	.00	.01	21.64	1.84	30.00	1.84	60.30	.01
61	6	.00	.00	0	.00	.00	.00	.00	18.90	.16	30.00	.16	58.46	.00
62	6	.00	.00	0	.00	.00	.00	.00	15.00	.06	30.00	.06	51.00	.00
63	6	.00	.00	0	.00	.00	.00	.00						



					60.00	.00								
94	6	.00	.00	0	.00	.00	.00	.00	21.20	.25	30.00	.25	59.68	.00
					70.00	.00								
95	6	.00	.00	0	.00	.00	.00	.00	15.97	.10	30.00	.10	52.36	.00
					60.00	.00								
96	6	.00	.00	0	.00	.00	.00	.00	20.62	.91	30.00	.91	58.87	.00
					70.00	.00								
97	6	.00	.00	0	.00	.00	.00	.00	22.01	.18	30.00	.18	60.81	.00
					70.00	.00								
99	6	.00	.00	0	.00	.00	.00	.00	16.47	.17	30.00	.17	53.06	.00
					60.00	.00								
100	6	.00	.00	0	.00	.00	.00	.00	26.19	.29	30.00	.29	66.67	.00
					75.00	.00								
101	6	.00	.00	0	.00	.00	.00	.00	15.00	.22	30.00	.22	51.00	.00
					60.00	.00								
102	6	.00	.00	0	.00	.00	.00	.00	19.65	.37	30.00	.37	57.91	.00
					70.00	.00								
103	6	.00	.00	0	.00	.00	.00	.00	17.06	.16	30.00	.16	53.00	.00
					65.00	.00								
105	6	.00	.00	0	.00	.00	.00	.00	16.37	.15	30.00	.15	52.92	.00
					60.00	.00								
106	6	.00	.00	0	.00	.00	.00	.00	15.83	.07	30.00	.07	52.16	.00
					60.00	.00								

COLECTOR IITAFALAPA I

TIEMPO .50 HORAS

RIO 1 RIO 3 IMPAR

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M <sup>2</sup> )	GACTO SALIDA (M <sup>3</sup> /S)	GACTO SALIDA AREA INUNDACION (M <sup>3</sup> /S)	GACTO AVENIDA (M <sup>3</sup> /S)
47	3.290	1.222	.292	.357	-.273	.630
48	3.189	1.787	.292	.522	-.025	.190
49	2.637	.911	.650	.592	.000	.070
50	2.967	-.166	.650	-.108	-1.060	.360

RIO 2 RIO 4 IMPAR

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M <sup>2</sup> )	GACTO SALIDA (M <sup>3</sup> /S)	GACTO SALIDA AREA INUNDACION (M <sup>3</sup> /S)	GACTO AVENIDA (M <sup>3</sup> /S)
51	2.940	.108	.650	.070	.000	.070
52	2.767	.477	.650	.310	.000	.240
53	3.198	1.076	.650	.699	.000	.389
54	3.320	1.652	.650	1.076	-.044	.420

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M <sup>2</sup> )	GASTO SALIDA (M <sup>3</sup> /S)	GASTO SALIDA AREA INUNDACION (M <sup>3</sup> /S)	GASTO AVENIDA (M <sup>3</sup> /S)
55	2.013	1.021	.292	.298	-.102	.400
56	2.278	-.243	.292	-.071	-.399	.030
57	2.789	-.891	.292	.260	-.038	.370
58	2.125	-.925	.292	.270	-.000	.010
59	3.470	1.321	.292	.388	-.124	.240
60	3.582	2.189	.292	.640	-1.586	1.840
61	2.864	1.261	.292	.349	-.431	.160
62	2.985	-.887	.292	-.259	-.169	.060
63	3.311	1.582	.113	-.179	-.110	.030
64	2.371	.954	.292	.279	.000	.100

RIO 4 RIO 6 IMPAR

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M <sup>2</sup> )	GASTO SALIDA (M <sup>3</sup> /S)	GASTO SALIDA AREA INUNDACION (M <sup>3</sup> /S)	GASTO AVENIDA (M <sup>3</sup> /S)
65	3.105	-1.352	.454	-.613	-.614	.001
66	2.493	-1.462	.454	-.663	-.051	.001
67	2.406	-1.461	.454	-.663	.000	.001

RIO 5 RIO 7 IMPAR

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M <sup>2</sup> )	GASTO SALIDA (M <sup>3</sup> /S)	GASTO SALIDA AREA INUNDACION (M <sup>3</sup> /S)	GASTO AVENIDA (M <sup>3</sup> /S)
68	3.859	2.599	.292	.760	-1.180	1.840
69	2.728	1.333	.292	.390	-.460	.090
70	2.768	-.431	.292	.126	-.324	.060
71	3.212	1.553	.292	.454	-.382	.710
72	1.658	1.887	.292	.551	.000	.100

RIO 6 RIO 8 IMPAR

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M <sup>2</sup> )	GASTO SALIDA (M <sup>3</sup> /S)	GASTO SALIDA AREA INUNDACION (M <sup>3</sup> /S)	GASTO AVENIDA (M <sup>3</sup> /S)
73	3.337	-.993	1.169	-1.160	-1.159	.001
74	2.193	-.996	1.169	-1.164	.000	.001

RIO 7 RIO 9 IMPAR

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M <sup>2</sup> )	GASTO SALIDA (M <sup>3</sup> /S)	GASTO SALIDA AREA INUNDACION (M <sup>3</sup> /S)	GASTO AVENIDA (M <sup>3</sup> /S)
75	.633	-.464	.278	-.129	-.158	.050
76	.536	-.435	.285	-.124	.000	.030
77	.673	-.232	.292	-.068	.000	.080
78	1.195	-.133	.292	-.039	.000	.050

RIO 8 RIO 10 IMPAR

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M <sup>2</sup> )	GASTO SALIDA (M <sup>3</sup> /S)	GASTO SALIDA AREA INUNDACION (M <sup>3</sup> /S)	GASTO AVENIDA (M <sup>3</sup> /S)
79	2.358	.919	.292	.269	-.198	.470
80	1.596	1.104	.292	.421	.000	.060

82	2.355	1.492	.292	.436	.000	.010
----	-------	-------	------	------	------	------

RIO 9 RIO 11 IMPAR

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M <sup>2</sup> )	GASTO SALIDA (M <sup>3</sup> /S)	GASTO SALIDA AREA IMUNUACION (M <sup>3</sup> /S)	GASTO AVENIDA (M <sup>3</sup> /S)
83	5.452	2.981	.292	.871	-2.959	3.830
84	2.693	.858	.292	.251	-.670	.050
85	2.890	.612	.292	.179	-.362	.100
86	3.184	.953	.292	.278	.000	.170
87	3.254	.880	.292	.257	-.190	.360
88	3.343	1.188	.454	.539	-.072	.220
89	3.361	1.637	.454	.743	.000	

RIO 10 RIO 12 IMPAR

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M <sup>2</sup> )	GASTO SALIDA (M <sup>3</sup> /S)	GASTO SALIDA AREA IMUNUACION (M <sup>3</sup> /S)	GASTO AVENIDA (M <sup>3</sup> /S)
90	2.236	.287	.292	.084	.000	.100
91	2.708	.687	.292	.195	.000	.180

RIO 11 RIO 13 IMPAR

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M <sup>2</sup> )	GASTO SALIDA (M <sup>3</sup> /S)	GASTO SALIDA AREA IMUNUACION (M <sup>3</sup> /S)	GASTO AVENIDA (M <sup>3</sup> /S)
92	1.892	-.205	.292	-.060	-.830	.190
93	2.402	-.103	.292	-.030	.000	.030
94	2.912	.741	.292	.216	-.003	.230
95	3.113	.810	.454	.277	-.039	.100
96	3.500	1.264	.454	.483	-.701	.910
97	3.584	1.440	.454	.653	.000	.160

RIO 12 RIO 14 IMPAR

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M <sup>2</sup> )	GASTO SALIDA (M <sup>3</sup> /S)	GASTO SALIDA AREA IMUNUACION (M <sup>3</sup> /S)	GASTO AVENIDA (M <sup>3</sup> /S)
98	1.427	.342	.292	.100	.000	.100
99	1.881	.483	.292	.200	-.070	.170
100	2.085	.581	.159	.092	-.397	.290
101	2.308	.400	.292	.117	-.195	.220
102	2.722	.797	.292	.233	-.253	.570
103	2.911	.489	.292	.137	-.292	.160

RIO 13 RIO 1 PAR

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M <sup>2</sup> )	GASTO SALIDA (M <sup>3</sup> /S)	GASTO SALIDA AREA IMUNUACION (M <sup>3</sup> /S)	GASTO AVENIDA (M <sup>3</sup> /S)
1	2.510	.902	.454	.409	.000	.410
2	2.632	1.114	.454	.519	.000	.520
3	2.832	.225	.454	-.101	-.498	.000
4	3.323	.594	.454	.209	-.082	.319
5	3.672	1.174	.630	.708	-.023	.680
6	3.572	1.005	.630	.654	-.530	.120
7	2.784	.943	.630	.614	-.110	.570
8	4.081	1.817	.454	.754	.000	.760

10	3.145	1.001	.650	.490	-.622	.100
11	3.315	.900	.650	.382	.000	-.108
12	3.315	-.497	.650	-.193	-1.015	.440
13	3.100	-.207	.650	-.276	-.241	-.190
14	3.000	1.305	.650	.901	.000	1.034
15	2.903	1.446	.650	.940	.000	.040
16	2.700	1.070	.699	.909	.000	.030
17	2.600	1.332	.699	1.010	.000	.050
18	2.390	1.170	.699	1.057	.000	.040
19	2.500	-.707	.699	-.071	.000	-.386
20	2.570	.963	.699	.866	.000	.200
21	1.950	1.320	.699	1.107	.000	.330
22	1.499	.625	.699	.502	.000	-.612
23	1.395	.275	.699	.280	-.696	.200
24	1.901	-.700	1.169	.696	.000	.610
25	4.327	-.801	1.169	.911	.000	.070
26	2.303	1.026	1.169	1.199	.000	.383
27	1.617	1.273	1.169	1.400	.000	.330
28	1.360	1.392	1.169	1.615	.000	.150
29	1.400	1.400	1.169	1.637	.000	.040
30	1.761	1.325	1.169	1.549	.000	-.039
31	1.904	1.400	1.169	1.739	.000	.230
32	2.116	1.103	1.615	2.111	.000	.436
33	2.420	1.232	1.615	2.236	.000	.190
34	2.751	1.202	1.615	2.326	.000	.130
35	3.000	1.770	1.615	3.223	.000	.938
36	3.200	1.781	1.615	3.240	.000	.060
37	3.300	1.600	1.615	3.280	.000	.060
38	3.522	2.153	1.615	3.906	.000	.653
39	3.616	2.293	1.615	4.161	.000	.280
40	3.272	1.857	1.615	3.370	-.982	.210
41	3.315	1.916	1.615	3.476	.000	.137
42	3.167	1.910	1.615	3.520	.000	.090
43	2.900	2.101	1.615	3.613	.000	.350
44	2.756	2.129	1.615	3.663	.000	.070
45	2.726	2.170	1.615	3.938	.000	.100
46	2.279	0.169	.907	3.765	.000	.000

RIO 14 RIO 2 PAR

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M2)	GACTO SALIDA (M3/S)	GACTO SALIDA AREA INUNDACION (M3/S)	GACTO AVENIDA (M3/S)
104	2.539	1.153	.650	.750	.000	.750
105	2.872	1.045	.650	.680	-.220	.150
106	3.250	.590	.650	.380	-.361	.070

COLECTOR ISTAPALAPA I

TIEMPO 1.00 HORAS

RIO 1 RIO 3 IMPAR

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M2)	GACTO SALIDA (M3/S)	GACTO SALIDA AREA INUNDACION (M3/S)	GACTO AVENIDA (M3/S)
47	1.074	.220	.292	.067	.000	.049
48	1.569	.250	.292	.073	.000	.001
49	2.063	.175	.650	.081	.000	.000
50	2.504	-.039	.650	-.025	-.116	.001

## RIO 2 RIO 4 INPAR

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M2)	GASTO SALIDA (M3/S)	GASTO SALIDA AREA IMUNDACION (M3/S)	GASTO AVENIDA (M3/S)
51	.777	.201	.528	.106	.000	.000
52	.602	.245	.638	.156	.000	.001
53	1.089	.407	.650	.265	.000	.088
54	1.542	.438	.650	.285	.000	.001

## RIO 3 RIO 5 INPAR

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M2)	GASTO SALIDA (M3/S)	GASTO SALIDA AREA IMUNDACION (M3/S)	GASTO AVENIDA (M3/S)
55	-.025	.588	.041	.024	.000	.001
56	-.270	.372	.292	.109	.000	.000
57	.760	.400	.276	.135	.000	.001
58	.231	.552	.292	.181	.000	.000
59	1.878	.604	.292	.178	.000	.001
60	2.165	.781	.292	.217	.000	.015
61	2.472	.799	.292	.234	.000	.001
62	2.780	.827	.292	.242	.000	.000
63	3.106	1.952	.113	.221	-.023	.000
64	1.628	.769	.292	.225	.000	.000

## RIO 4 RIO 6 INPAR

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M2)	GASTO SALIDA (M3/S)	GASTO SALIDA AREA IMUNDACION (M3/S)	GASTO AVENIDA (M3/S)
65	2.985	-1.026	.454	-.446	-.467	.000
66	2.139	-1.020	.454	-.463	.000	.000
67	1.774	-1.012	.454	-.459	.000	.000

## RIO 5 RIO 7 INPAR

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M2)	GASTO SALIDA (M3/S)	GASTO SALIDA AREA IMUNDACION (M3/S)	GASTO AVENIDA (M3/S)
68	.049	.617	.006	.003	.000	.007
69	.009	.489	.021	.010	.000	.000
70	.117	.507	.219	.111	.000	.000
71	.570	.827	.203	.168	.000	.002
72	-.156	1.009	.275	.278	.000	.000

## RIO 6 RIO 8 INPAR

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M2)	GASTO SALIDA (M3/S)	GASTO SALIDA AREA IMUNDACION (M3/S)	GASTO AVENIDA (M3/S)
73	3.021	-.140	1.169	-.163	-.169	.000
74	1.660	-.137	1.169	-.160	.000	.000

## RIO 7 RIO 9 INPAR

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M2)	GASTO SALIDA (M3/S)	GASTO SALIDA AREA IMUNDACION (M3/S)	GASTO AVENIDA (M3/S)
-------	-------------	-----------------	-----------	---------------------	-------------------------------------	----------------------

76	.104	.446	.010	.009	.000	.000
77	.042	.502	.014	.007	.000	.000
78	.099	.068	.169	.011	.000	.000

RIO 8 RIO 10 IMPAR

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M2)	GACTO SALIDA (M3/S)	GACTO SALIDA AREA INUNDACION (M3/S)	GACTO AVENIDA (M3/S)
79	.064	.357	.006	.002	.000	.002
80	.013	.252	.000	.000	.000	.000
81	-.076	.508	.070	.049	.000	.000
82	.279	.492	.209	.103	.000	.000

RIO 9 RIO 11 IMPAR

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M2)	GACTO SALIDA (M3/S)	GACTO SALIDA AREA INUNDACION (M3/S)	GACTO AVENIDA (M3/S)
83	.505	.260	.292	.076	.000	.016
84	.982	.493	.292	.146	.000	.000
85	1.339	.865	.292	.253	.000	.001
86	1.419	1.034	.292	.302	.000	.000
87	1.418	1.209	.292	.353	.000	.001
88	1.174	.867	.454	.393	.000	.001
89	1.453	.926	.454	.420	.000	.001

RIO 10 RIO 12 IMPAR

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M2)	GACTO SALIDA (M3/S)	GACTO SALIDA AREA INUNDACION (M3/S)	GACTO AVENIDA (M3/S)
90	.715	.076	.292	.022	.000	.000
91	1.210	.183	.292	.053	.000	.000

RIO 11 RIO 13 IMPAR

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M2)	GACTO SALIDA (M3/S)	GACTO SALIDA AREA INUNDACION (M3/S)	GACTO AVENIDA (M3/S)
92	.062	.471	.170	.080	.000	.003
93	.499	.434	.292	.127	.000	.000
94	.903	.607	.292	.178	.000	.001
95	1.221	.430	.454	.195	.000	.000
96	1.472	.522	.454	.237	.000	.004
97	2.080	.599	.454	.272	.000	.006

RIO 12 RIO 14 IMPAR

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M2)	GACTO SALIDA (M3/S)	GACTO SALIDA AREA INUNDACION (M3/S)	GACTO AVENIDA (M3/S)
98	.659	.065	.292	.019	.000	.000
99	1.155	.148	.292	.043	.000	.001
100	1.633	.723	.159	.115	.000	.054
101	1.679	.454	.292	.133	.000	.001
102	2.078	.506	.292	.140	.000	.002
103	2.450	.571	.292	.167	.000	.001

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M2)	GASTO SALIDA (M3/S)	GASTO SALIDA AREA INUNDACION (M3/S)	GASTO AVENIDA (M3/S)
1	.373	.162	.429	.070	.000	.001
2	.049	.232	.454	.105	.000	.000
3	1.310	.204	.454	.129	.000	.001
4	1.703	.352	.454	.160	.000	.242
5	2.226	.691	.450	.449	.000	.001
6	2.432	.776	.450	.504	.000	.000
7	2.736	.842	.450	.549	.000	.000
8	3.074	1.232	.454	.559	.000	.000
9	2.892	1.261	.454	.572	.000	.000
10	2.852	1.279	.454	.580	.000	.000
11	2.835	.866	.650	.583	.000	-.025
12	2.711	.885	.650	.575	.000	.002
13	2.347	.905	.650	.589	.000	.285
14	1.902	1.359	.450	.604	.000	.000
15	1.487	1.349	.450	.691	.000	.000
16	1.702	1.603	.899	.902	.000	.000
17	1.777	1.609	.899	.907	.000	.000
18	1.540	1.612	.899	.910	.000	-.235
19	1.686	.757	.899	.681	.000	.001
20	1.754	.765	.899	.688	.000	.001
21	1.221	.772	.899	.694	.000	.116
22	.875	1.062	.771	.610	.000	.001
23	.739	.981	.848	.832	.000	.002
24	1.141	.719	1.169	.840	.000	.000
25	1.582	.721	1.169	.843	.000	.204
26	1.573	.931	1.137	1.059	.000	.001
27	.942	1.441	.740	1.066	.000	.001
28	.615	1.914	.559	1.070	.000	.000
29	.567	1.959	.548	1.073	.000	.011
30	.610	1.795	.621	1.114	.000	.001
31	.654	1.733	.679	1.177	.000	.097
32	.709	1.495	1.937	1.550	.000	.001
33	.926	1.293	1.539	1.990	.000	.001
34	1.295	1.187	1.803	2.141	.000	.474
35	1.672	1.475	1.815	2.677	.000	.000
36	1.932	1.502	1.815	2.726	.000	.000
37	2.211	1.529	1.815	2.775	.000	.272
38	2.460	1.707	1.815	3.097	.000	.001
39	2.601	1.739	1.815	3.155	.000	.016
40	2.712	1.774	1.815	3.210	.000	.167
41	2.753	1.894	1.815	3.437	.000	.000
42	2.615	1.920	1.815	3.484	.000	.001
43	2.379	1.942	1.815	3.524	.000	.000
44	2.346	1.848	1.815	3.535	.000	.000
45	2.385	1.955	1.815	3.547	.000	.000
46	2.107	3.071	.907	3.603	.000	.000

RIO 14 RIO 2 PAB

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M2)	GASTO SALIDA (M3/S)	GASTO SALIDA AREA INUNDACION (M3/S)	GASTO AVENIDA (M3/S)
104	.093	.151	.230	.035	.000	.002
105	.591	.101	.627	.064	.000	.000
106	1.092	.134	.650	.067	.000	.000

COLECTOR ISTAPALAPA I

TIEMPO 1.50 HORAS

RIO 1 RIO 3 IMPAR

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M <sup>2</sup> )	GASTO SALIDA (M <sup>3</sup> /S)	GASTO SALIDA AREA INUNDACION (M <sup>3</sup> /S)	GASTO AYUDA (M <sup>3</sup> /S)
67	-.029	.431	.120	.052	.000	.003
68	-.379	.291	.284	.083	.000	.001
69	-.859	.165	.650	.108	.000	.000
50	1.284	.192	.650	.125	.000	.001

RIO 2 RIO 4 IMPAR

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M <sup>2</sup> )	GASTO SALIDA (M <sup>3</sup> /S)	GASTO SALIDA AREA INUNDACION (M <sup>3</sup> /S)	GASTO AYUDA (M <sup>3</sup> /S)
51	-.231	.220	.019	.004	.000	.000
52	-.000	.237	.000	.000	.000	.001
53	-.007	.254	.078	.029	.000	.000
54	-.437	.240	.512	.157	.000	.001

RIO 3 RIO 5 IMPAR

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M <sup>2</sup> )	GASTO SALIDA (M <sup>3</sup> /S)	GASTO SALIDA AREA INUNDACION (M <sup>3</sup> /S)	GASTO AYUDA (M <sup>3</sup> /S)
55	-.088	.359	.003	.001	.000	.001
56	-.073	-.012	.119	-.001	.000	.000
57	-.625	-.008	.011	-.001	.000	.001
58	-.075	.471	.000	.000	.000	.000
59	-.015	.173	.001	.000	.000	.001
60	-.001	.419	.022	.010	.000	.001
61	-.227	.287	.000	.000	.000	.001
62	-.224	.147	.003	.000	.000	.000
63	-.175	.026	.998	.004	.000	.000
64	-.677	.041	.292	.012	.000	.000

RIO 4 RIO 6 IMPAR

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M <sup>2</sup> )	GASTO SALIDA (M <sup>3</sup> /S)	GASTO SALIDA AREA INUNDACION (M <sup>3</sup> /S)	GASTO AYUDA (M <sup>3</sup> /S)
65	2.836	-.676	.454	-.307	-.308	.000
66	1.811	-.612	.454	-.305	-.000	.000
67	1.313	-.667	.454	-.303	.000	.000

RIO 5 RIO 7 IMPAR

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M <sup>2</sup> )	GASTO SALIDA (M <sup>3</sup> /S)	GASTO SALIDA AREA INUNDACION (M <sup>3</sup> /S)	GASTO AYUDA (M <sup>3</sup> /S)
68	-.016	.419	.010	.007	.000	.007
69	-.253	.008	.015	.008	.000	.000
70	-.130	.106	.071	.008	.000	.000
71	-.359	.520	.018	.010	.000	.002
72	-.751	.254	.039	.010	.000	.000

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M <sup>2</sup> )	GASTO SALIDA (M <sup>3</sup> /S)	GASTO SALIDA AREA INUNDACION (M <sup>3</sup> /S)	GASTO AVENIDA (M <sup>3</sup> /S)
75	2.609	.005	1.109	.006	.000	.000
76	1.301	.000	1.111	.009	.000	.000

RIO 7 RIO 9 IMPAR

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M <sup>2</sup> )	GASTO SALIDA (M <sup>3</sup> /S)	GASTO SALIDA AREA INUNDACION (M <sup>3</sup> /S)	GASTO AVENIDA (M <sup>3</sup> /S)
75	.191	.050	.014	.001	.000	.000
76	.023	.197	.009	.002	.000	.000
77	.066	.357	.004	.002	.000	.000
78	-.065	.071	.066	.005	.000	.000

RIO 8 RIO 10 IMPAR

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M <sup>2</sup> )	GASTO SALIDA (M <sup>3</sup> /S)	GASTO SALIDA AREA INUNDACION (M <sup>3</sup> /S)	GASTO AVENIDA (M <sup>3</sup> /S)
79	-.003	.145	.001	.000	.000	.002
80	.018	.358	.004	.001	.000	.000
81	.040	.212	.000	.000	.000	.000
82	-.051	.003	.020	.000	.000	.000

RIO 9 RIO 11 IMPAR

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M <sup>2</sup> )	GASTO SALIDA (M <sup>3</sup> /S)	GASTO SALIDA AREA INUNDACION (M <sup>3</sup> /S)	GASTO AVENIDA (M <sup>3</sup> /S)
83	.085	.577	.027	.016	.000	.016
84	.097	.529	.035	.019	.000	.000
85	.126	.493	.023	.011	.000	-.001
86	.056	.401	.025	.012	.000	.000
87	.125	.522	.024	.013	.000	.001
88	.051	-.144	.209	-.030	.000	.001
89	.563	-.314	.191	-.060	.000	.001

RIO 10 RIO 12 IMPAR

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M <sup>2</sup> )	GASTO SALIDA (M <sup>3</sup> /S)	GASTO SALIDA AREA INUNDACION (M <sup>3</sup> /S)	GASTO AVENIDA (M <sup>3</sup> /S)
90	.114	.107	.001	.000	.000	.000
91	-.103	.017	.053	.001	.000	.001

RIO 11 RIO 13 IMPAR

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M <sup>2</sup> )	GASTO SALIDA (M <sup>3</sup> /S)	GASTO SALIDA AREA INUNDACION (M <sup>3</sup> /S)	GASTO AVENIDA (M <sup>3</sup> /S)
92	.026	.393	.006	.003	.000	.003
93	.040	.318	.008	.003	.000	.000
94	.016	.356	.012	.004	.000	.001
95	.052	.426	.014	.006	.000	.000
96	.058	.006	.000	.000	.000	.004
97	-.041	.014	.107	.001	.000	.001

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M <sup>2</sup> )	GASTO SALIDA (M <sup>3</sup> /S)	GASTO SALIDA AREA INUNDACION (M <sup>3</sup> /S)	GASTO AVERIADA (M <sup>3</sup> /S)
98	.044	.035	.000	.000	.000	.000
99	-.077	.166	.004	.001	.000	.001
100	-.106	.510	.017	.014	.000	.002
101	-.093	.515	.028	.014	.000	.001
102	-.085	.599	.002	.049	-.000	.002
103	.317	.675	.251	.170	.000	.001

RIO 13 RIO 1 PAR

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M <sup>2</sup> )	GASTO SALIDA (M <sup>3</sup> /S)	GASTO SALIDA AREA INUNDACION (M <sup>3</sup> /S)	GASTO AVERIADA (M <sup>3</sup> /S)
1	.104	.499	.018	.009	.000	.001
2	.039	.402	.011	.005	.000	.000
3	.059	.724	.003	.001	.000	.000
4	-.023	.180	.000	.000	.000	.001
5	.015	.323	.018	.009	.000	.003
6	.138	.561	.223	.125	.000	.001
7	.496	.610	.640	.260	.000	.000
8	.967	.620	.454	.285	.000	.000
9	1.007	.663	.454	.301	.000	.000
10	1.282	.705	.454	.320	.000	.000
11	1.598	.711	.650	.462	.000	.115
12	1.518	.742	.650	.483	.000	.002
13	1.215	.774	.650	.504	.000	.001
14	.815	1.037	.640	.663	.000	.116
15	.815	1.030	.650	.675	.000	.000
16	1.083	.761	.899	.685	.000	.000
17	1.149	.772	.894	.690	.000	.000
18	.966	.770	.893	.695	.000	.000
19	1.175	.455	.899	.409	.000	-.191
20	1.316	.460	.899	.414	.000	.001
21	.865	.620	.674	.424	.000	.001
22	.663	1.124	.405	.456	.000	.018
23	.331	1.096	.433	.475	.000	.001
24	.678	.521	.962	.501	.000	.002
25	1.173	.843	1.162	.515	.000	.000
26	1.233	.607	.896	.544	.000	.003
27	.706	1.123	.499	.560	.000	.001
28	.438	1.606	.354	.580	.000	.000
29	.400	1.667	.344	.574	.000	.000
30	.429	1.528	.389	.595	.000	.005
31	.460	1.527	.399	.610	.000	.001
32	.447	1.404	.449	.630	.000	.000
33	.449	1.616	.408	.659	.000	.001
34	.403	1.742	.380	.682	.000	.901
35	.388	1.613	.380	.614	.000	-.094
36	.401	1.654	.395	.654	.000	.000
37	.411	1.627	.427	.695	.000	.000
38	.450	1.589	.469	.745	.000	.001
39	.472	1.583	.505	.800	.000	.001
40	.499	1.486	.612	.861	.000	.167
41	.635	1.467	.778	1.141	.000	.000
42	.700	1.582	.793	1.253	.000	.001
43	.647	1.726	.793	1.369	.000	.000
44	.682	1.608	.970	1.480	.000	.000
45	.844	1.484	1.133	1.681	.000	.000
46	.996	2.497	.907	2.266	.000	.000

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M <sup>2</sup> )	GACTO SALIDA (M <sup>3</sup> /S)	GACTO SALIDA AREA INUNDACION (M <sup>3</sup> /S)	GACTO AVENIDA (M <sup>3</sup> /S)
104	.170	.669	.014	.009	.000	.001
105	-.065	.279	.000	.000	.000	.000
106	-.035	.064	.003	.000	.000	.000

COLECTOR IITAPALAMA I

TIEMPO 2.00 HORAS

RIO 1 RIO 3 IMPAR

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M <sup>2</sup> )	GACTO SALIDA (M <sup>3</sup> /S)	GACTO SALIDA AREA INUNDACION (M <sup>3</sup> /S)	GACTO AVENIDA (M <sup>3</sup> /S)
47	-.010	.546	.042	.023	.000	.003
48	.177	.850	.040	.034	.000	.001
49	.012	.470	.091	.043	.000	.000
50	.325	.162	.352	.057	.000	.001

RIO 2 RIO 4 IMPAR

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M <sup>2</sup> )	GACTO SALIDA (M <sup>3</sup> /S)	GACTO SALIDA AREA INUNDACION (M <sup>3</sup> /S)	GACTO AVENIDA (M <sup>3</sup> /S)
51	.182	.121	.021	.003	.000	.000
52	-.022	.420	.022	.009	.000	.001
53	.153	.464	.014	.006	.000	.002
54	-.136	.146	.081	.012	.000	.001

RIO 3 RIO 5 IMPAR

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M <sup>2</sup> )	GACTO SALIDA (M <sup>3</sup> /S)	GACTO SALIDA AREA INUNDACION (M <sup>3</sup> /S)	GACTO AVENIDA (M <sup>3</sup> /S)
55	.051	.363	.004	.002	.000	.001
56	-.012	.002	.150	.000	.000	.000
57	-.009	.004	.114	.000	.000	.001
58	-.012	.492	.000	.000	.000	.000
59	-.050	.244	.002	.001	.000	.000
60	.093	.619	.017	.011	.000	.001
61	.034	.267	.003	.001	.000	.007
62	.016	.001	.000	.000	.000	.000
63	-.020	.331	.016	.005	.000	.000
64	.314	.043	.291	.013	.000	.000

RIO 4 RIO 6 IMPAR

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M <sup>2</sup> )	GACTO SALIDA (M <sup>3</sup> /S)	GACTO SALIDA AREA INUNDACION (M <sup>3</sup> /S)	GACTO AVENIDA (M <sup>3</sup> /S)
65	2.726	-.324	.454	-.147	-.149	.000
66	1.595	-.320	.454	-.145	.000	.000
67	.984	-.319	.446	-.142	.000	.000

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M2)	GASTO SALIDA (M3/S)	GASTO SALIDA AREA INUNDACION (M3/S)	GASTO AVENIDA (M3/S)
66	-.016	.419	.017	.007	.000	.007
69	-.243	.578	.011	.007	.000	.000
70	-.158	.143	.057	.008	.000	.000
71	.330	.514	.013	.013	.000	.002
72	-.421	.278	.007	.002	.000	.000

RIO 6 RIO 8 IMPAR

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M2)	GASTO SALIDA (M3/S)	GASTO SALIDA AREA INUNDACION (M3/S)	GASTO AVENIDA (M3/S)
73	2.399	.007	1.169	.008	.000	.000
74	1.036	.015	.858	.013	.000	.000

RIO 7 RIO 9 IMPAR

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M2)	GASTO SALIDA (M3/S)	GASTO SALIDA AREA INUNDACION (M3/S)	GASTO AVENIDA (M3/S)
75	-.142	.026	.013	.000	.000	.000
76	-.004	.051	.010	.001	.000	.000
77	-.096	.302	.002	.001	.000	.000
78	-.164	.119	.012	.001	.000	.000

RIO 8 RIO 10 IMPAR

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M2)	GASTO SALIDA (M3/S)	GASTO SALIDA AREA INUNDACION (M3/S)	GASTO AVENIDA (M3/S)
79	-.103	.241	.002	.000	.000	.002
80	-.046	.233	.006	.001	.000	.000
81	-.186	.243	.000	.000	.000	.000
82	-.091	.058	.001	.000	.000	.000

RIO 9 RIO 11 IMPAR

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M2)	GASTO SALIDA (M3/S)	GASTO SALIDA AREA INUNDACION (M3/S)	GASTO AVENIDA (M3/S)
83	.071	.566	.029	.016	.000	.016
84	-.121	.547	.031	.017	.000	.000
85	.062	.477	.028	.013	.000	-.003
86	-.131	.543	.024	.013	.000	.000
87	-.046	.499	.036	.018	.000	.001
88	-.132	.035	.298	.011	.000	.001
89	.672	.006	.259	.002	.000	.001

RIO 10 RIO 12 IMPAR

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M2)	GASTO SALIDA (M3/S)	GASTO SALIDA AREA INUNDACION (M3/S)	GASTO AVENIDA (M3/S)
90	-.197	.111	.000	.000	.000	.000
91	-.197	.058	.012	.001	.000	.001

TRAMO	TIBANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M2)	GASTO SALIDA (M3/S)	GASTO SALIDA AREA INUNDACION (M3/S)	GASTO AVENIDA (M3/S)
92	.073	.424	.006	.003	.000	.003
93	.006	.277	.011	.003	.000	.000
94	.217	.202	.000	.000	.000	.001
95	-.092	.140	.004	.001	.000	.000
96	.260	.417	.008	.003	.000	.004
97	-.137	.174	.039	.007	.000	.001

RIO 12 RIO 14 INPAR

TRAMO	TIBANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M2)	GASTO SALIDA (M3/S)	GASTO SALIDA AREA INUNDACION (M3/S)	GASTO AVENIDA (M3/S)
98	.056	.199	.003	.001	.000	.000
99	-.027	.267	.010	.003	.000	.001
100	.108	.167	.002	.000	.000	.002
101	-.091	.248	.011	.003	.000	.001
102	.166	.401	.009	.004	.000	.002
103	-.089	.137	.058	.008	.000	.001

RIO 13 RIO 1 PAR

TRAMO	TIBANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M2)	GASTO SALIDA (M3/S)	GASTO SALIDA AREA INUNDACION (M3/S)	GASTO AVENIDA (M3/S)
1	.031	.311	.007	.002	.000	.001
2	.038	.321	.007	.002	.000	.000
3	-.018	.317	.008	.003	.000	.000
4	.047	.208	.003	.001	.000	.001
5	-.016	.244	.040	.011	.000	.003
6	.232	.555	.026	.014	.000	.001
7	-.067	.343	.013	.004	.000	.000
8	.088	.226	.003	.001	.000	.000
9	-.098	.130	.005	.001	.000	.000
10	.189	.034	.280	.009	.000	.000
11	.659	.150	.542	.018	.000	.000
12	.689	.193	.474	.091	.000	.001
13	.530	.349	.399	.194	.000	.001
14	.344	.832	.148	.123	.000	.012
15	.180	.671	.198	.153	.000	.000
16	.551	.279	.575	.160	.000	.000
17	.703	.325	.547	.178	.000	.000
18	.546	.329	.582	.192	.000	.000
19	.822	.100	.806	.081	.000	.134
20	1.001	.155	.714	.111	.000	.001
21	.999	.319	.432	.158	.000	.001
22	.452	.038	.193	.162	.000	.013
23	.127	.919	.186	.171	.000	.001
24	.406	.287	.654	.189	.000	.002
25	.909	.211	.962	.203	.000	.000
26	.998	.371	.658	.244	.000	.003
27	.516	.036	.311	.260	.000	.001
28	.297	1.291	.207	.187	.000	.001
29	.274	1.355	.200	.211	.000	.000
30	.289	1.240	.230	.285	.000	.001
31	-.214	1.241	.239	.297	.000	.001
32	.308	1.135	.273	.310	.000	.000
33	.321	1.324	.289	.328	.000	.001
34	.280	1.293	.241	.336	.000	.001
35	.000	1.114	.287	.344	.000	.001

ST	TIEMPO	VELOCIDAD	AREA	GACTO CALIDA	GACTO CALIDA AREA	GACTO AVENIDA
	(M)	(M/S)	(M <sup>2</sup> )	(M <sup>3</sup> /S)	INUNDACION (M <sup>3</sup> /S)	(M <sup>3</sup> /S)
37	.302	1.312	.473	.375	.000	.000
38	.320	1.329	.297	.394	.000	.001
39	.281	1.509	.317	.415	.000	.001
40	.350	1.267	.387	.639	.000	.001
41	.391	1.203	.387	.608	.000	.001
42	.418	1.183	.402	.608	.000	.008
43	.413	1.225	.387	.470	.000	.001
44	.360	1.389	.386	.678	.000	.000
45	.380	1.295	.386	.662	.000	.000
46	.335	.538	.907	.488	.000	.000

RIO 14 RIO 2 #AB

TRAMO	TIRANTE	VELOCIDAD	AREA	GACTO CALIDA	GACTO CALIDA AREA	GACTO AVENIDA
	(M)	(M/S)	(M <sup>2</sup> )	(M <sup>3</sup> /S)	INUNDACION (M <sup>3</sup> /S)	(M <sup>3</sup> /S)
104	.085	.282	.002	.001	.000	.002
105	-.060	.386	.011	.004	.000	.000
106	.133	.023	.072	.002	.000	.000

COLECTOR ISTAPALAPA 1

TIEMPO 2.30 HORAS

RIO 1 RIO 3 #FAR

TRAMO	TIRANTE	VELOCIDAD	AREA	GACTO CALIDA	GACTO CALIDA AREA	GACTO AVENIDA
	(M)	(M/S)	(M <sup>2</sup> )	(M <sup>3</sup> /S)	INUNDACION (M <sup>3</sup> /S)	(M <sup>3</sup> /S)
47	-.113	.280	.011	.003	.000	.003
48	-.121	.473	.010	.005	.000	.001
49	-.086	.253	.017	.004	.000	.000
50	.184	.033	.226	.007	.000	.001

RIO 2 RIO 4 #FAR

TRAMO	TIRANTE	VELOCIDAD	AREA	GACTO CALIDA	GACTO CALIDA AREA	GACTO AVENIDA
	(M)	(M/S)	(M <sup>2</sup> )	(M <sup>3</sup> /S)	INUNDACION (M <sup>3</sup> /S)	(M <sup>3</sup> /S)
51	.172	.048	.001	.000	.000	.000
52	-.115	.203	.007	.001	.000	.001
53	.167	.427	.011	.004	.000	.003
54	-.184	.189	.033	.006	.000	.001

RIO 3 RIO 5 #FAR

TRAMO	TIRANTE	VELOCIDAD	AREA	GACTO CALIDA	GACTO CALIDA AREA	GACTO AVENIDA
	(M)	(M/S)	(M <sup>2</sup> )	(M <sup>3</sup> /S)	INUNDACION (M <sup>3</sup> /S)	(M <sup>3</sup> /S)
55	.011	.336	.004	.001	.000	.001
56	.048	.004	.194	.001	.000	.000
57	.548	.010	.150	.001	.000	.001
58	-.048	.563	.002	.001	.000	.000
59	-.016	.202	.001	.000	.000	.001
60	.039	.526	.016	.008	.000	.007
61	.107	.586	.016	.010	.000	.001
62	.042	.271	.000	.000	.000	.000
63	-.046	.181	.001	.001	.000	.000

## RIO 4 RIO 6 IMPAR

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M <sup>2</sup> )	GASTO SALIDA (M <sup>3</sup> /S)	GASTO SALIDA AREA INUNDACION (M <sup>3</sup> /S)	GASTO AVENIDA (M <sup>3</sup> /S)
65	2.689	.001	.456	.001	.000	.000
66	1.530	.002	.456	.001	.000	.000
67	.896	.004	.400	.001	.000	.000

## RIO 5 RIO 7 IMPAR

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M <sup>2</sup> )	GASTO SALIDA (M <sup>3</sup> /S)	GASTO SALIDA AREA INUNDACION (M <sup>3</sup> /S)	GASTO AVENIDA (M <sup>3</sup> /S)
68	-.028	.391	.018	.007	.000	.007
69	-.272	.607	.012	.007	.000	.000
70	-.186	.214	.035	.007	.000	.000
71	-.277	.372	.028	.010	.000	.002
72	-.429	.673	.016	.007	.000	.000

## RIO 6 RIO 8 IMPAR

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M <sup>2</sup> )	GASTO SALIDA (M <sup>3</sup> /S)	GASTO SALIDA AREA INUNDACION (M <sup>3</sup> /S)	GASTO AVENIDA (M <sup>3</sup> /S)
73	2.291	.002	1.189	.002	.000	.000
74	.932	.004	.736	.003	.000	.000

## RIO 7 RIO 9 IMPAR

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M <sup>2</sup> )	GASTO SALIDA (M <sup>3</sup> /S)	GASTO SALIDA AREA INUNDACION (M <sup>3</sup> /S)	GASTO AVENIDA (M <sup>3</sup> /S)
75	.157	.028	.012	.000	.000	.000
76	-.010	.067	.007	.000	.000	.000
77	-.085	.319	.003	.001	.000	.000
78	-.130	.128	.003	.000	.000	.000

## RIO 8 RIO 10 IMPAR

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M <sup>2</sup> )	GASTO SALIDA (M <sup>3</sup> /S)	GASTO SALIDA AREA INUNDACION (M <sup>3</sup> /S)	GASTO AVENIDA (M <sup>3</sup> /S)
79	.173	.424	.006	.003	.000	.001
80	-.062	.143	.002	.000	.000	.000
81	.143	.678	.026	.018	.000	.000
82	.062	.547	.030	.016	.000	.000

## RIO 9 RIO 11 IMPAR

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M <sup>2</sup> )	GASTO SALIDA (M <sup>3</sup> /S)	GASTO SALIDA AREA INUNDACION (M <sup>3</sup> /S)	GASTO AVENIDA (M <sup>3</sup> /S)
83	.054	.547	.030	.016	.000	.016
84	-.144	.568	.029	.017	.000	.000
85	.013	.420	.025	.011	.000	-.006
86	-.127	.537	.021	.011	.000	.000
87	.009	.430	.029	.013	.000	.001

89	.482	.078	.283	.020	.000	.001
----	------	------	------	------	------	------

RIO 10 RIO 12 INPAR

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M2)	CACTO SALIDA (M3/S)	CACTO SALIDA AREA INUNDACION (M3/S)	CACTO AVENIDA (M3/S)
90	.182	.317	.003	.001	.000	.000
91	-.152	.151	.004	.001	.000	.001

RIO 11 RIO 13 INPAR

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M2)	CACTO SALIDA (M3/S)	CACTO SALIDA AREA INUNDACION (M3/S)	CACTO AVENIDA (M3/S)
92	.111	.466	.007	.003	.000	.003
93	-.018	.197	.017	.003	.000	.000
94	.381	.294	.003	.001	.000	.001
95	-.096	.123	.003	.000	.000	.000
96	.254	.528	.015	.008	.000	.004
97	-.098	.305	.022	.007	.000	.001

RIO 12 RIO 14 INPAR

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M2)	CACTO SALIDA (M3/S)	CACTO SALIDA AREA INUNDACION (M3/S)	CACTO AVENIDA (M3/S)
98	.101	.054	.000	.000	.000	.000
99	-.125	.181	.008	.002	.000	.001
100	.177	.399	.009	.004	.000	.002
101	-.104	.272	.018	.005	.000	.001
102	.186	.513	.015	.008	.000	.002
103	-.101	.240	.013	.005	.000	.001

RIO 13 RIO 1 PAR

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M2)	CACTO SALIDA (M3/S)	CACTO SALIDA AREA INUNDACION (M3/S)	CACTO AVENIDA (M3/S)
1	-.029	.301	.009	.003	.000	.001
2	.082	.399	.009	.004	.000	.006
3	-.014	.304	.009	.003	.000	.000
4	.099	.398	.012	.005	.000	.001
5	-.016	.233	.015	.003	.000	.003
6	.126	.487	.027	.013	.000	.001
7	.030	.624	.046	.029	.000	.000
8	.141	.531	.039	.021	.000	.000
9	.056	.390	.014	.005	.000	.000
10	.055	.043	.157	.007	.000	.000
11	.523	.044	.408	.018	.000	.007
12	.568	.066	.360	.024	.000	.002
13	.407	.143	.204	.029	.000	.001
14	.252	.630	.060	.038	.000	.006
15	.043	.453	.091	.041	.000	.000
16	.429	.118	.451	.053	.000	.000
17	.592	.132	.433	.057	.000	.000
18	.467	.124	.477	.059	.000	.000
19	.731	.095	.723	.069	.000	.006
20	.904	.108	.615	.066	.000	.001
21	.500	.208	.331	.069	.000	.001
22	.363	.425	.144	.090	.000	.006

24	.246	.209	.456	.095	.000	.002
25	.748	.126	.761	.098	.000	.000
26	.840	.227	.677	.109	.000	.003
27	.376	.607	.166	.113	.000	.001
28	.196	1.008	.114	.115	.000	.001
29	.180	1.061	.109	.116	.000	.000
30	.186	.952	.123	.118	.000	.000
31	.204	.950	.130	.123	.000	.001
32	.206	.894	.157	.140	.000	.017
33	.125	1.029	.131	.135	.000	.001
34	.173	1.049	.127	.133	.000	.001
35	.204	1.087	.149	.162	.000	.022
36	.210	1.119	.151	.169	.000	.000
37	.208	1.100	.161	.177	.000	.000
38	.239	1.069	.173	.184	.000	.007
39	.231	1.035	.175	.181	.000	.001
40	.232	.986	.189	.186	.000	.001
41	.250	.949	.210	.207	.000	.005
42	.282	.927	.241	.223	.000	.000
43	.296	1.102	.216	.238	.000	.001
44	.258	1.152	.210	.242	.000	.000
45	.260	1.077	.232	.248	.000	.000
46	.312	.276	.907	.250	.000	.000

RIO 14 RIO 2 PAR

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M2)	GACTO CALIDA (M3/S)	GACTO SALIDA AREA INUNDACION (M3/S)	GACTO AVENIDA (M3/S)
104	.133	.431	.005	.002	.000	.002
105	-.081	.316	.009	.003	.000	.000
106	.167	.038	.082	.003	.000	.000

COLECTOR IITAPALAPA I

TIEMPO 3.00 HORAS

RIO 1 RIO 3 IMPAR

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M2)	GACTO CALIDA (M3/S)	GACTO SALIDA AREA INUNDACION (M3/S)	GACTO AVENIDA (M3/S)
47	-.108	.264	.009	.002	.000	.003
48	-.110	.430	.000	.003	.000	.001
49	-.081	.233	.012	.003	.000	.000
50	.156	.022	.201	.004	.000	.001

RIO 2 RIO 4 IMPAR

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M2)	GACTO CALIDA (M3/S)	GACTO SALIDA AREA INUNDACION (M3/S)	GACTO AVENIDA (M3/S)
51	-.186	.059	.001	.000	.000	.000
52	-.173	.180	.005	.001	.000	.001
53	-.165	.418	.010	.004	.000	.003
54	-.185	.195	.025	.005	.000	.001

RIO 3 RIO 5 IMPAR

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M <sup>2</sup> )	GASTO SALIDA (M <sup>3</sup> /S)	GASTO SALIDA AREA INUNDACION (M <sup>3</sup> /S)	GASTO AVENIDA (M <sup>3</sup> /S)
55	.012	.301	.003	.001	.000	.001
56	.037	.014	.108	.003	.000	.000
57	.538	.032	.144	.005	.000	.001
58	.037	.021	.006	.005	.000	.000
59	.026	.629	.015	.009	.000	.001
60	.098	.626	.016	.010	.000	.001
61	.003	.575	.019	.017	.000	.001
62	.150	1.032	.047	.049	.000	.000
63	.128	.746	.037	.028	.000	.000
64	.206	.084	.244	.020	.000	.000

RIO 4 RIO 6 IMPAR

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M <sup>2</sup> )	GASTO SALIDA (M <sup>3</sup> /S)	GASTO SALIDA AREA INUNDACION (M <sup>3</sup> /S)	GASTO AVENIDA (M <sup>3</sup> /S)
65	2.466	.000	.454	.000	.000	.000
66	1.487	.000	.454	.000	.000	.000
67	.853	.001	.373	.000	.000	.000

RIO 5 RIO 7 IMPAR

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M <sup>2</sup> )	GASTO SALIDA (M <sup>3</sup> /S)	GASTO SALIDA AREA INUNDACION (M <sup>3</sup> /S)	GASTO AVENIDA (M <sup>3</sup> /S)
68	-.028	.391	.018	.007	.000	.007
69	.272	.608	.032	.007	.000	.000
70	-.186	.236	.032	.007	.000	.000
71	.267	.313	.032	.010	.000	.002
72	-.362	.526	.015	.008	.000	.000

RIO 6 RIO 8 IMPAR

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M <sup>2</sup> )	GASTO SALIDA (M <sup>3</sup> /S)	GASTO SALIDA AREA INUNDACION (M <sup>3</sup> /S)	GASTO AVENIDA (M <sup>3</sup> /S)
73	2.256	.003	1.169	.003	.000	.000
74	.696	.007	.690	.005	.000	.000

RIO 7 RIO 9 IMPAR

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M <sup>2</sup> )	GASTO SALIDA (M <sup>3</sup> /S)	GASTO SALIDA AREA INUNDACION (M <sup>3</sup> /S)	GASTO AVENIDA (M <sup>3</sup> /S)
75	.151	.024	.010	.000	.000	.000
76	-.015	.083	.001	.000	.000	.000
77	-.009	.285	.002	.001	.000	.000
78	-.095	.175	.004	.001	.000	.000

RIO 8 RIO 10 IMPAR

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M <sup>2</sup> )	GASTO SALIDA (M <sup>3</sup> /S)	GASTO SALIDA AREA INUNDACION (M <sup>3</sup> /S)	GASTO AVENIDA (M <sup>3</sup> /S)
79	.103	.142	.005	.002	.000	.002
80	-.023	.182	.002	.000	.000	.000
81	.100	.338	.006	.002	.000	.000

## RIO 9 RIO 11 INFAR

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M2)	GASTO SALIDA (M3/S)	GASTO SALIDA AREA INUNDACION (M3/S)	GASTO AVENIDA (M3/S)
83	.094	.545	.029	.010	.000	.016
84	.182	.568	.029	.016	.000	.000
85	.010	.390	.020	.000	.000	-.008
86	.104	.484	.019	.009	.000	.000
87	.019	.610	.022	.009	.000	.001
88	.137	.641	.274	.011	.000	.000
89	.638	.000	.230	.014	.000	.001

## RIO 10 RIO 12 INFAR

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M2)	GASTO SALIDA (M3/S)	GASTO SALIDA AREA INUNDACION (M3/S)	GASTO AVENIDA (M3/S)
90	.137	.266	.002	.001	.000	.000
91	-.111	.206	.006	.001	.000	.001

## RIO 11 RIO 13 INFAR

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M2)	GASTO SALIDA (M3/S)	GASTO SALIDA AREA INUNDACION (M3/S)	GASTO AVENIDA (M3/S)
92	.075	.467	.008	.004	.000	.003
93	.014	.302	.013	.004	.000	.000
94	.210	.529	.020	.011	.000	.001
95	.029	.447	.022	.010	.000	.000
96	.161	.584	.027	.015	.000	.004
97	.019	.557	.044	.025	.000	.001

## RIO 12 RIO 14 INFAR

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M2)	GASTO SALIDA (M3/S)	GASTO SALIDA AREA INUNDACION (M3/S)	GASTO AVENIDA (M3/S)
98	.124	.159	.001	.000	.000	.000
99	-.133	.131	.004	.000	.000	.001
100	.152	.360	.006	.003	.000	.002
101	-.086	.264	.013	.003	.000	.001
102	.151	.428	.011	.005	.000	.002
103	-.084	.267	.022	.006	.000	.001

## RIO 13 RIO 1 FAR

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M2)	GASTO SALIDA (M3/S)	GASTO SALIDA AREA INUNDACION (M3/S)	GASTO AVENIDA (M3/S)
1	-.018	.169	.003	.001	.000	.001
2	.040	.237	.003	.001	.000	.000
3	-.008	.232	.004	.001	.000	.000
4	.059	.312	.005	.002	.000	.001
5	.007	.228	.010	.002	.000	.003
6	.076	.428	.024	.010	.000	.001
7	.061	.713	.063	.045	.000	.000
8	.168	.598	.055	.033	.000	.000
9	.691	.460	.017	.008	.000	.000

11	.496	.028	.383	.011	.000	.008
12	.540	.040	.334	.013	.000	.002
13	.379	.085	.183	.016	.000	.001
14	.230	.546	.039	.021	.000	.005
15	.001	.376	.061	.013	.000	.000
16	.387	.041	.404	.025	.000	.000
17	.548	.085	.387	.025	.000	.000
18	.424	.060	.431	.026	.000	.000
19	.690	.067	.684	.046	.000	.021
20	.883	.088	.574	.050	.000	.001
21	.461	.192	.293	.056	.000	.001
22	.329	.538	.126	.068	.000	.012
23	.102	.844	.082	.069	.000	.001
24	.204	.178	.406	.072	.000	.002
25	.787	.101	.733	.074	.000	.000
26	.800	.192	.434	.083	.000	.003
27	.342	.546	.159	.086	.000	.001
28	.172	.932	.094	.088	.000	.001
29	.158	.978	.090	.088	.000	.000
30	.264	.888	.101	.090	.000	.001
31	.179	.873	.104	.091	.000	.001
32	.172	.803	.121	.097	.000	.003
33	.187	.932	.109	.102	.000	.001
34	.138	.987	.106	.105	.000	.001
35	.173	.990	.123	.122	.000	.016
36	.181	1.037	.121	.125	.000	.000
37	.168	.974	.126	.123	.000	.000
38	.205	.996	.149	.148	.000	.024
39	.210	.981	.157	.154	.000	.001
40	.219	.953	.171	.163	.000	.001
41	.239	.903	.188	.170	.000	.006
42	.250	.860	.190	.164	.000	.000
43	.241	.975	.167	.163	.000	.001
44	.219	1.047	.156	.163	.000	.000
45	.207	.911	.181	.165	.000	.000
46	.308	.181	.907	.164	.000	.000

RIO 14 RIO 2 PAR

TRAMO	TIEMPO (H)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M2)	GASTO SALIDA (M3/S)	GASTO SALIDA AREA IMUNDACION (M3/S)	GASTO AVENIDA (M3/S)
104	.133	.440	.006	.003	.000	.002
105	.080	.317	.009	.003	.000	.000
106	.166	.039	.081	.003	.000	.000

COLECTOR IITAPALAPA I

CARGAS Y GASTOS MAXIMOS

TRAMO No	CARGA (H)	GASTO (M3/SEG)
47	3.29	.380
48	3.19	.534
49	2.44	.592
50	2.97	.350
51	2.96	.559
52	2.78	.463
53	3.20	.791
54	3.37	1.075

56	2.18	1.74
57	2.79	2.43
58	2.13	2.87
59	3.47	2.86
60	3.58	4.10
61	2.48	4.17
62	3.31	3.55
63	2.37	2.57
64	3.11	6.14
65	2.49	4.65
66	2.41	6.64
67	3.64	7.60
68	2.73	3.91
69	2.77	3.73
70	3.11	3.73
71	1.64	5.64
72	3.35	1.193
73	2.31	1.191
74	1.32	1.129
75	1.15	1.125
76	1.69	1.03
77	1.25	1.153
78	2.14	1.06
79	2.48	4.10
80	2.44	5.12
81	2.64	5.22
82	2.52	8.72
83	5.65	8.72
84	2.69	4.85
85	2.89	4.32
86	3.18	4.07
87	3.26	4.45
88	3.37	4.83
89	2.43	1.09
90	2.90	2.04
91	1.69	3.45
92	2.40	3.32
93	2.40	3.75
94	2.91	3.90
95	3.11	4.23
96	3.50	1.926
97	3.42	1.926
98	1.85	1.926
99	1.87	2.01
100	2.09	1.144
101	2.31	2.25
102	2.73	2.84
103	2.91	4.000
1	2.37	4.009
2	2.43	3.19
3	2.83	4.50
4	3.76	7.76
5	3.76	8.19
6	3.58	4.19
7	3.25	7.17
8	4.04	7.49
9	3.61	6.23
10	3.14	5.91
11	3.31	5.72
12	3.31	5.84
13	3.07	5.85
14	2.66	5.95
15	2.71	1.016
16	2.71	1.016
17	2.71	1.016

19	2.51	0.741
20	2.58	0.78
21	1.96	1.207
22	1.28	0.833
23	1.48	1.054
24	1.97	1.271
25	2.44	1.251
26	2.47	1.433
27	1.82	1.757
28	1.60	1.899
29	1.76	1.928
30	2.07	2.070
31	2.25	2.287
32	2.42	2.797
33	2.64	2.968
34	2.94	2.793
35	3.24	3.736
36	3.36	3.450
37	3.52	3.427
38	3.62	4.011
39	3.49	4.262
40	3.33	3.702
41	3.25	3.900
42	3.25	3.874
43	2.99	3.874
44	2.86	3.863
45	2.84	3.939
46	2.40	3.880
104	2.54	2.750
105	2.87	2.726
106	3.26	2.672

DISTRIBUCION DE VOLUMEN EN EL SISTEMA. EN RD

REG. MANTAL SIST. SEC. REG. EFECTIVO SIST. SEC. REG. COLEC. FINALEZ. D E R R A N E VOL. ALMAC. TEMPORAL.

740.80

739.59

.00

35439.82

739.59

COLECTOR ITAPALAPA I

DISTRIBUCION DE DEBAYES EN EL SISTEMA

TIPO MO	POIC.	C/R DEER.	TOTAL	VOLUMEN (RS)
3	.013		4.70	
4	1.141		609.94	
5	.052		27.07	
6	1.831		480.63	
7	.752		103.45	
9	.006		2.09	
10	2.218		785.91	
11	4.773		1691.44	
15	.318		123.45	
16	.015		2.04	
17	.005		1.14	
18	.001		.41	
20	.001		.41	
23	2.135		756.67	
25	.003		1.00	
26	.004		1.44	

31	.005	1.87
33	.025	8.90
34	.016	5.65
36	.030	10.66
37	.033	11.77
39	.016	5.69
40	3.961	1403.98
42	.005	1.78
43	.007	2.46
44	.004	1.46
45	.009	3.30
46	.021	7.52
47	.792	280.63
48	.041	14.63
49	.007	2.53
50	5.760	2044.30
51	.025	8.74
54	.051	20.81
55	.343	121.73
56	1.994	700.45
57	.098	34.74
58	.001	.11
59	.418	148.15
60	7.425	2702.44
61	2.075	7410.94
62	1.083	383.67
63	.713	252.83
65	8.100	2812.87
66	.158	55.87
68	5.840	2069.82
69	2.168	790.88
70	1.692	599.59
71	1.430	500.70
73	6.944	2453.84
74	.000	.00
75	.000	.10
79	.458	162.17
83	15.354	5440.57
84	4.059	1438.85
85	1.445	512.94
87	.469	159.35
88	.077	27.94
92	4.138	1400.63
94	.001	.46
95	.046	16.20
96	4.089	133.34
97	.010	3.49
98	.002	.87
99	.174	61.74
100	1.713	607.12
102	.891	244.99
103	.007	307.38
104	.888	318.55
105	.510	182.85
106	1.055	374.92

*LISTADO DE RESULTADOS  
ALTERNATIVA DE  
SOLUCION.*

83	-.160	.003	.070	.000	.000	.000
84	.240	1.289	.000	.000	.000	.000
85	-34.458	-1.258	.000	.000	.000	-.008
86	.004	.206	.002	.000	.000	.000
87	-.074	.152	.003	.000	.000	.001
88	.112	.007	.254	.002	.000	.000
89	.612	.018	.210	.004	.000	.001

BIO 10 BIO 12 INVAR

TRAMO	TIBANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M2)	GACTO SALIDA (M3/S)	GACTO SALIDA AREA INUNDACION (M3/S)	GACTO AVENIDA (M3/S)
90	.111	.240	.003	.001	.000	.000
91	-.081	.214	.004	.001	.000	.001

BIO 11 BIO 13 INVAR

TRAMO	TIBANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M2)	GACTO SALIDA (M3/S)	GACTO SALIDA AREA INUNDACION (M3/S)	GACTO AVENIDA (M3/S)
92	-.094	.180	.001	.000	.000	.000
93	-.056	.071	.001	.000	.000	.000
94	.240	.676	.014	.007	.000	.001
95	-.001	.367	.017	.006	.000	.000
96	.186	.593	.021	.011	.000	.004
97	-.021	.613	.021	.009	.000	.001

BIO 12 BIO 14 INVAR

TRAMO	TIBANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M2)	GACTO SALIDA (M3/S)	GACTO SALIDA AREA INUNDACION (M3/S)	GACTO AVENIDA (M3/S)
98	.122	.189	.002	.000	.000	.000
99	-.122	.135	.003	.000	.000	.001
100	.137	.350	.007	.003	.000	.002
101	-.070	.243	.011	.003	.000	.001
102	.130	.616	.011	.005	.000	.002
103	-.055	.282	.015	.004	.000	.001

BIO 13 BIO 15 INVAR

TRAMO	TIBANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M2)	GACTO SALIDA (M3/S)	GACTO SALIDA AREA INUNDACION (M3/S)	GACTO AVENIDA (M3/S)
1	-.108	.187	.000	.000	.000	.000
2	-.018	.074	.000	.000	.000	.000
3	.031	.102	.001	.000	.000	.000
4	-.021	.189	.000	.000	.000	.000
5	-.018	.123	.003	.000	.000	.000
6	.053	.229	.000	.000	.000	.000
7	-.134	.288	.000	.000	.000	.000
8	.007	.112	.003	.000	.000	.000
9	.041	.182	.002	.000	.000	.000
10	-.013	.069	.106	.001	.000	.000
11	.452	.015	.344	.005	.000	.004
12	.497	.024	.295	.007	.000	.002
13	.337	.056	.149	.008	.000	.001
14	.190	.435	.024	.011	.000	.003
15	-.014	.041	.024	.011	.000	.000

17	.417	.059	.250	.015	.000	.000
18	.292	.055	.291	.016	.000	.000
19	.256	.029	.699	.020	.000	.002
20	1.091	.037	.115	.023	.000	.001
21	.330	.480	.054	.026	.000	.001
22	-.047	.492	.055	.027	.000	.001
23	.275	.248	.118	.029	.000	.001
24	.139	.103	.378	.034	.000	.002
25	.638	.056	.651	.036	.000	.000
26	.735	.120	.360	.046	.000	.003
27	-.209	.414	.114	.050	.000	.001
28	.132	.791	.064	.051	.000	.001
29	.122	.835	.062	.052	.000	.000
30	.125	.758	.070	.053	.000	.001
31	.143	.753	.074	.056	.000	.001
32	.134	.641	.085	.059	.000	.001
33	.149	.798	.077	.061	.000	.001
34	.125	.846	.073	.062	.000	.001
35	.134	.840	.082	.068	.000	.005
36	.141	.883	.092	.071	.000	.000
37	.134	.847	.088	.075	.000	.000
38	.157	.843	.100	.084	.000	.009
39	.160	.822	.103	.095	.000	.001
40	.163	.794	.110	.098	.000	.001
41	.176	.758	.130	.099	.000	.000
42	.204	.757	.139	.105	.000	.000
43	.190	.662	.131	.113	.000	.001
44	.190	.954	.120	.114	.000	.000
45	.164	.792	.148	.117	.000	.000
46	.107	.129	.907	.117	.000	.000

RIO 14 RIO 2 PAR

TRAMO	TIRANTE (M)	VELOCIDAD (M/S)	AREA (M2)	GACTO CALIDA (M3/S)	GACTO CALIDA AREA INUNDACION (M3/S)	GACTO AHEHIDA (M3/S)
104	-.123	.253	.000	.000	.000	.000
105	-.144	.187	.000	.000	.000	.000
106	.153	.001	.072	.000	.000	.000

COLECTOR ISTAPALAPA 1

CARGAS Y GASTOS HAKINOS

TRAMO No	CARGA (M)	GACTO (M3/SEG)
47	3.27	.404
48	3.14	.545
49	2.45	.631
50	2.75	.716
51	.60	.123
52	.43	.150
53	.93	.252
54	1.43	.296
55	.02	.011
56	.05	.004
57	.55	.010
58	.05	.016
59	.08	.016
60	.11	.013

62	.35	.084
63	1.04	.056
64	1.24	.178
65	3.01	.425
66	2.13	.424
67	1.73	.474
68	.05	.020
69	.27	.103
70	.19	.162
71	.69	.105
72	.25	.324
73	1.98	.173
74	1.69	.230
75	.92	.075
76	.74	.060
77	.64	.157
78	1.29	.208
79	2.33	.396
80	2.52	.417
81	2.52	.518
82	2.29	.518
83	1.70	.161
84	2.18	.172
85	2.69	.248
86	3.00	.288
87	3.20	.348
88	3.30	.671
89	3.29	.671
90	2.18	.112
91	2.66	.105
92	.98	.253
93	1.66	.224
94	2.48	.214
95	2.97	.256
96	3.45	.812
97	3.51	.912
98	1.46	.107
99	1.67	.201
100	2.09	.151
101	2.35	.235
102	2.73	.390
103	2.92	.490
1	.00	.014
2	.22	.019
3	.11	.024
4	.33	.087
5	.83	.253
6	1.20	.383
7	1.70	.436
8	2.19	.344
9	2.30	.307
10	2.65	.326
11	3.04	.575
12	2.90	.800
13	2.43	.942
14	1.92	.918
15	1.63	.930
16	1.73	.947
17	1.72	.967
18	1.47	.892
19	1.54	.745
20	2.02	.535
21	1.26	.551
22	1.10	.611
23	1.62	.642

27	1.24	1.24
28	1.24	1.24
29	1.24	1.24
30	1.24	1.24
31	1.24	1.24
32	1.24	1.24
33	1.24	1.24
34	1.24	1.24
35	1.24	1.24
36	1.24	1.24
37	1.24	1.24
38	1.24	1.24
39	1.24	1.24
40	1.24	1.24
41	1.24	1.24
42	1.24	1.24
43	1.24	1.24
44	1.24	1.24
45	1.24	1.24
46	1.24	1.24
47	1.24	1.24
48	1.24	1.24
49	1.24	1.24
50	1.24	1.24

DISTRIBUCION DE VOLUMENOS EN EL SISTEMA. EN HS

REG. MUNICIPAL SIST. SEC.	REG. ELECTIVA SIST. SEC.	REG. COLEG. PPAALES.	D E N H A M E	VOL. ALMAC. TEMPORALM.
180.00	294.77	.00	0/20.00	294.77

COLECTOR IGTAPALAPA I

DISTRIBUCION DE DEMERAS EN EL SISTEMA

TRAMO NO	PUNC. C/M DEMR. TOTAL	VOLUMEN (HS)
1	.005	.41
2	2.022	117.32
3	.008	.39
4	.026	2.31
5	.010	.80
6	11.920	1571.20
7	.002	.15
8	0.070	521.70
9	.011	.92
10	.080	3.52
11	.090	0.42
12	.071	0.20
13	.129	11.29
14	.129	11.29
15	.074	0.40
16	12.008	1192.09
17	.010	1.30
18	.025	3.01
19	.032	4.70
20	.025	3.00
21	.020	0.81
22	2.181	280.95
23	.008	.40
24	9.470	030.33

73	2.089	183.19
74	.002	.16
79	1.531	134.26
84	.289	25.35
85	.000	.01
87	.628	55.03
88	.002	.17
92	4.072	357.04
95	.002	.17
96	4.250	372.69
98	.008	.66
99	.705	61.78
100	7.062	619.21
101	2.158	189.23
102	3.802	333.37
103	3.009	263.81

***LISTADO DE RESULTADOS  
DE COLECTORES  
PROPUESTOS***

COLECTOR ALTERNATIVO EMBITA I

CARGAS Y GASTOS MAXIMOS

TRAMO No	CARGA (M)	GASTO (M3/SEG)
1	4.74	.356
2	5.25	.798
3	5.79	3.006
4	4.33	4.349
5	3.84	4.999
6	2.32	5.127
7	2.15	4.972
8	1.83	4.674

DISTRIBUCION DE VOLUMENES EN EL SISTEMA. EN M3

REG. NOMINAL SIST. SEC.	REG. EFECTIVA SIST. SEC.	REG. COLEC. PPALES.	D E R R A M E	VOL. ALMAC. TEMPORALM.
16.60	16.60	.00	633.59	16.60

COLECTOR ALTERNATIVO EMBITA I

DISTRIBUCION DE DERRAMES EN EL SISTEMA

TRAMO No	PORC. C/R DERR. TOTAL	VOLUMEN (M3)
1	1.084	6.87
2	.859	5.44
3	67.850	429.94
4	.952	6.03
5	.848	5.38
6	.785	4.98
7	22.369	141.73
8	5.245	33.23

COLECTOR ALTERNATIVO ERMITA II

CARGAS Y GASTOS MAXIMOS

TRAMO NO	CARGA (M)	GASTO (M <sup>3</sup> /SEG)
1	1.10	.509
2	1.55	.688
3	1.70	2.550
4	2.02	2.145
5	2.21	2.347
6	2.10	2.013
7	2.03	3.101
8	1.09	3.578
9	1.03	3.300

DISTRIBUCION DE VOLUMENES EN EL SISTEMA. EN M<sup>3</sup>

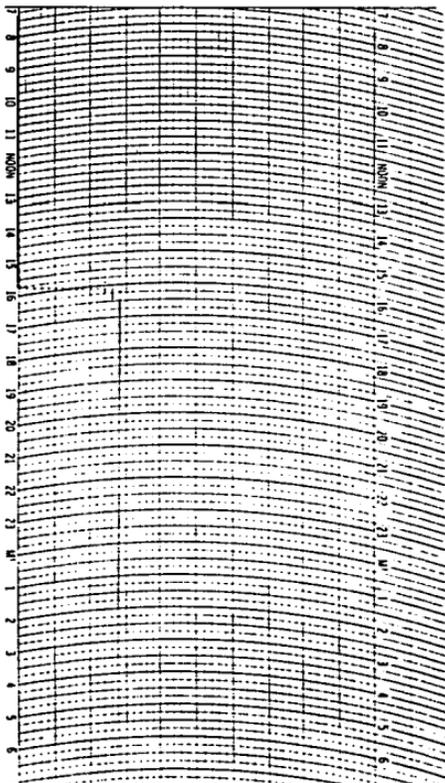
REG. MUNICIPAL SIST. SEC.	REG. ELECTIVA SIST. SEC.	REG. COLECT. PPALES.	DERRAME	VOL. ALMAC. TEMPORALM.
20.00	5.02	.00	3.01	5.02

COLECTOR ALTERNATIVO ERMITA II

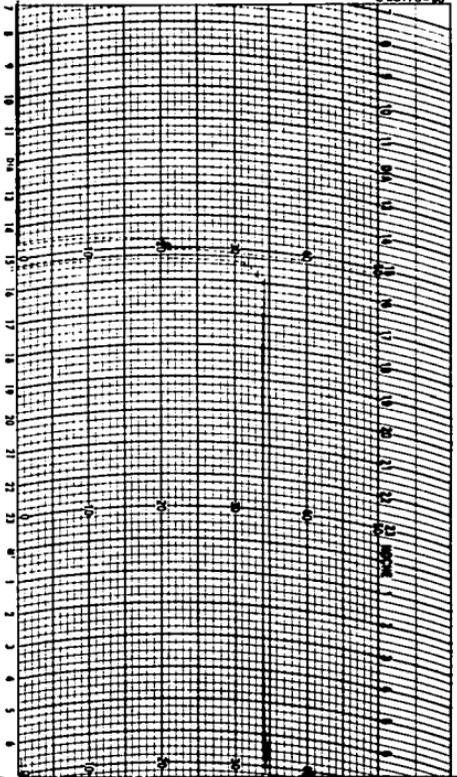
DISTRIBUCION DE DERRAMES EN EL SISTEMA

TRAMO No	FORC. C/R DERR. TOTAL	VOLUMEN (M <sup>3</sup> )
4	60.200	2.17
6	39.800	1.44

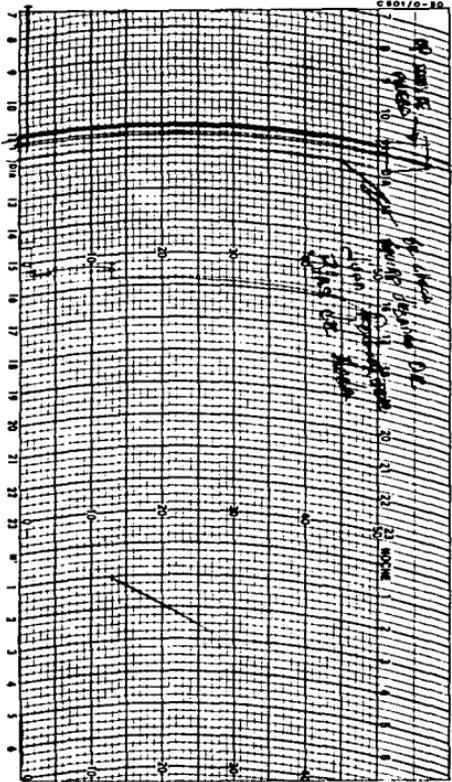
*PLUVIOGRAMAS*



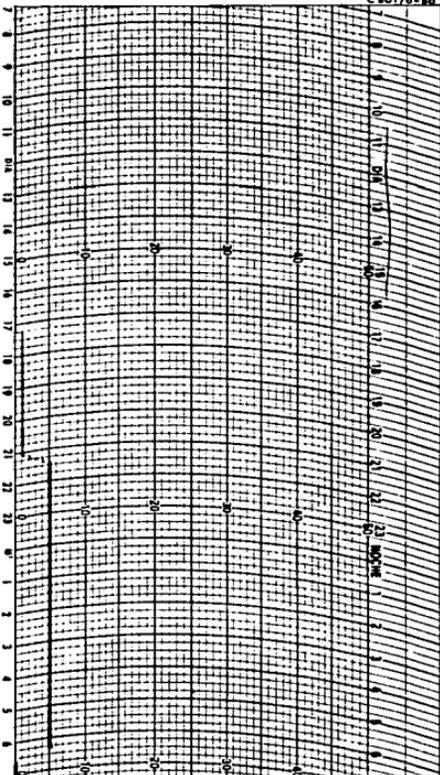
15. ~~15~~ ESTACIONES  
 ESTACIONES  
 DOCOM 15  
 ESTACIONES  
 DOCA  
 8-54-99



D.D.P. **REGISTRO DE PRECIPITACIONES** ATACAMA  
 D.C.C.M. **ESTACION** FINAL 2/1/84  
**30** 11 de 1984  
 OFICINA DE OPERADOR 11 de 1984



D.D.F. **REGISTRO DE PRECIPITACIONES** Est. Cruz Verde  
 D.D.C.M. ESTACION FINAL 23/2/21  
 OFICINA DE OPERADOR Vicente



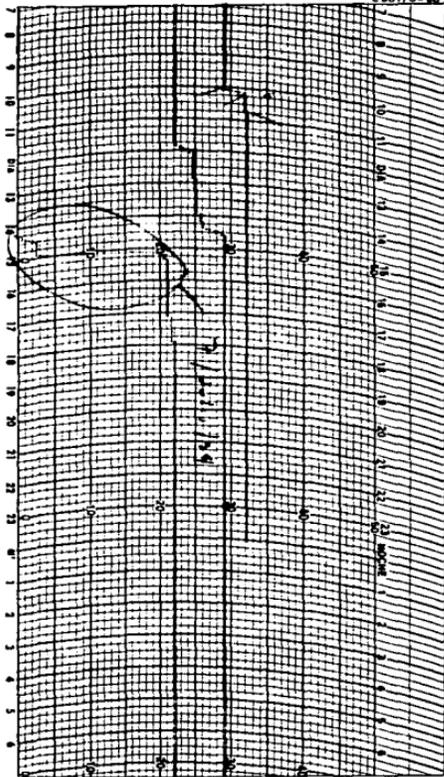
DDP

REGISTRO DE PRECIPITACIONES

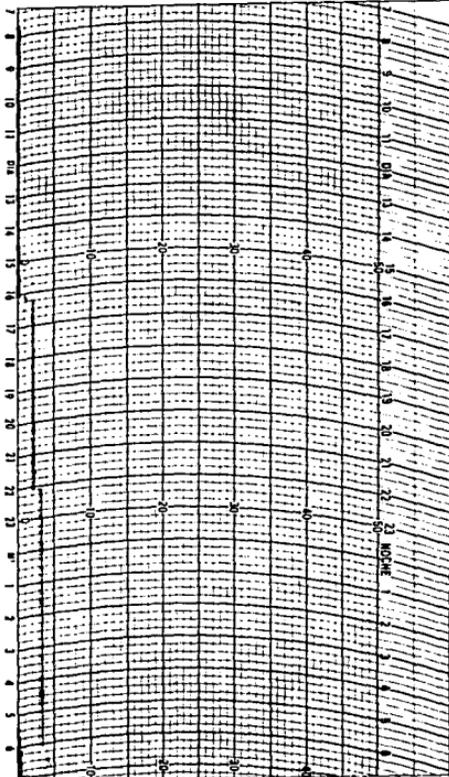
ESTACION *MARLA DE LOS*  
*7 FINCA CAJON*

20

OFICINA DE OPERADOR *A. TORRES*



D.D.P.  REGISTRO DE PRECIPITACIONES  
 D.G.C.O.M. ESTACION CHILIS  
 OFICINA DE 40 OPERADOR PIRELLA



DDF

D.G.C.O.N

OFICINA DE

REGISTRO DE PRECIPITACIONES

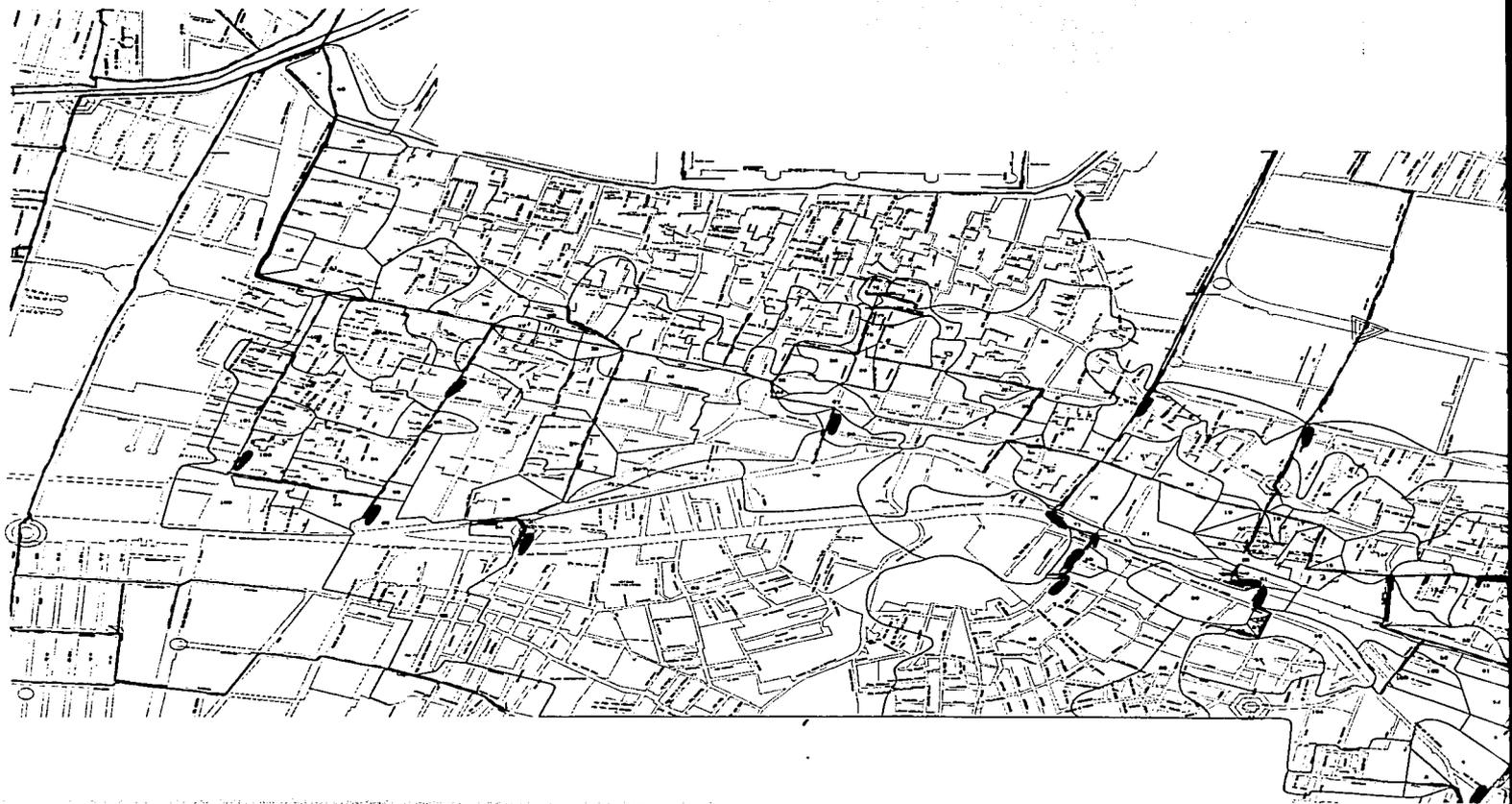
ESTACION

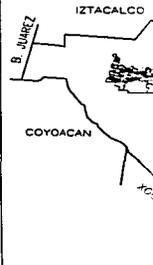
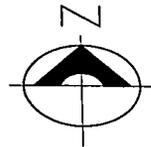
7 Julio

OPERADOR

FINAL

Julio

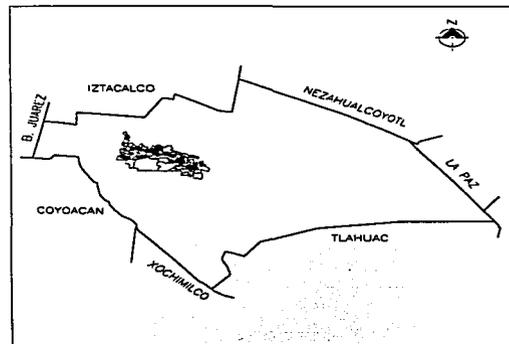
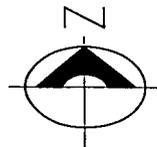




CROQUI



- 0 - 20
- 21 - 50
- 51 - 200
- 201 - 1000



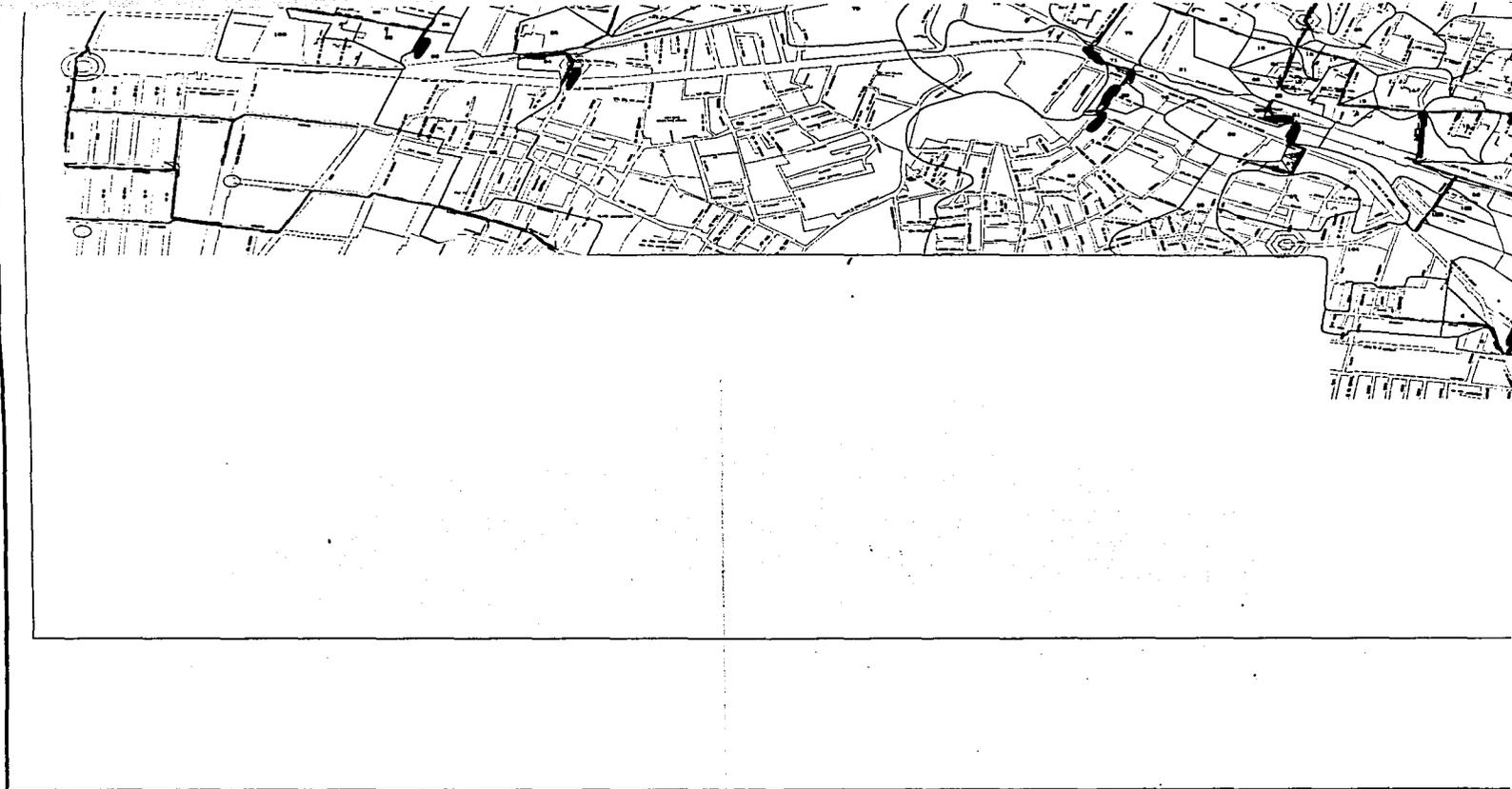
CROQUIS DE LOCALIZACION

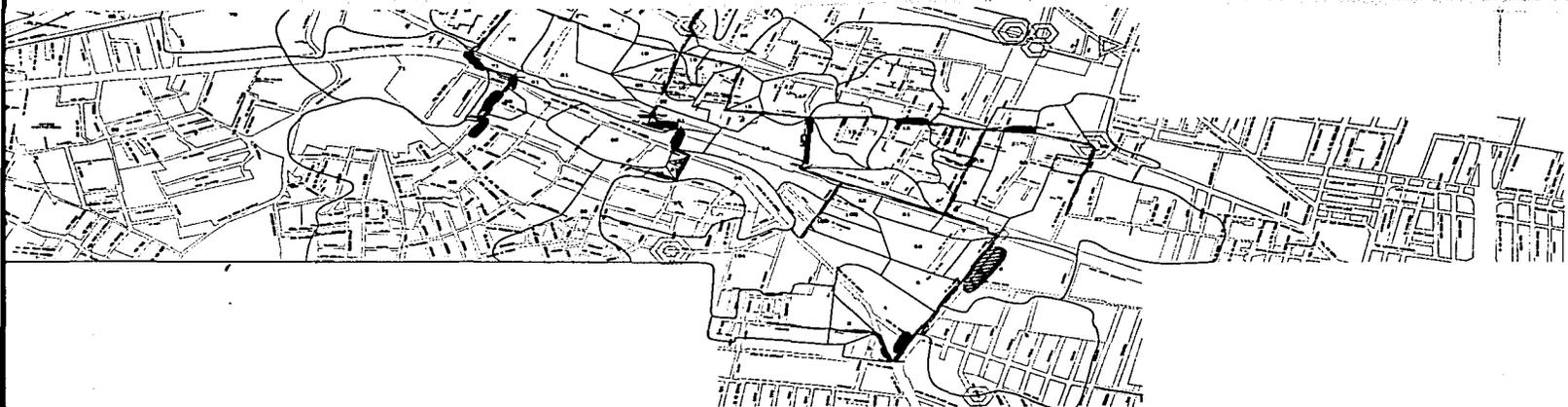
SIMBOLOGIA

-  Colector
-  Area de Aportación
-  Derrames Colector

NIVELES DE ENCHARCAMIENTO

	1993	1994	1995
0 - 20 m <sup>3</sup>			
21 - 50 m <sup>3</sup>			
51 - 200 m <sup>3</sup>			
201 - 1000 m <sup>3</sup>			



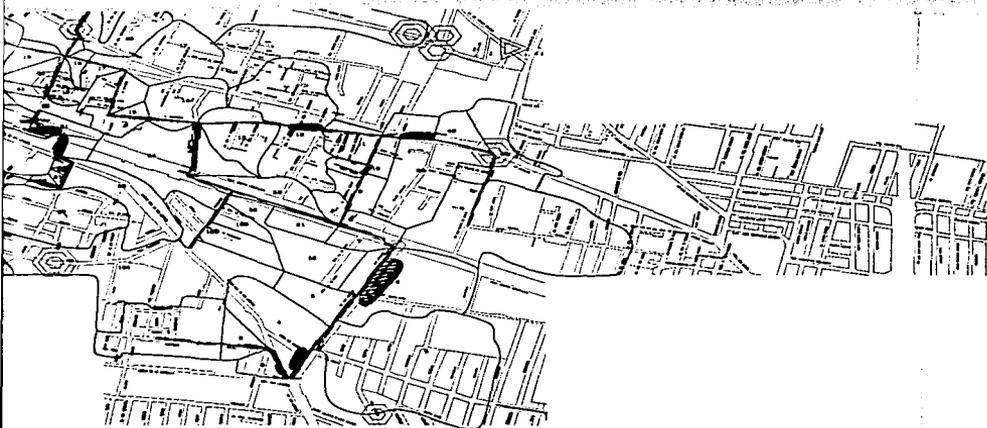


0 —  
21 —  
51 —  
201 — 1



AREA  
DERR

ELAB



NIVELES DE ENCHARCAMIENTO

	1993	1994	1995
0 - 20 m <sup>3</sup>	○	○	▷
21 - 50 m <sup>3</sup>	⊙	⊕	▷
51 - 200 m <sup>3</sup>	⊗	⊕	▷
201 - 1000 m <sup>3</sup>	⊗	⊕	▷



**SNBP**  
CAMPUS ARAGON



AREAS DE APORTACION Y  
DERRAMES DEL COLECTOR  
IZTAPALAPA 1

ESCALA:  
1:6000  
PLANO  
1  
FECHA:  
MAYO - 1997

ELABORO: RUBEN PINEDA MIGUELES