



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLÁN

**DELIMITACIÓN DE LA ZONA FEDERAL
DE LOS PREDIOS SAN EPIGMENIO
Y EL CHILAR II, EN ZUMPANGO, MEX.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

I N G E N I E R O C I V I L

P R E S E N T A:

ROBERTO DANIEL GONZÁLEZ MARTÍNEZ



**ASESOR:
DR. RAÚL PINEDA OLMEDO**

Santa Cruz Acatlán, Naucalpan, Estado de México, Septiembre, 2016



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis 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

DELIMITACIÓN DE LA ZONA FEDERAL
DE LOS PREDIOS SAN EPIGMENIO
Y EL CHILAR II, EN ZUMPANGO, MEX.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLAN

CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	8
2	GENERALIDADES	11
2.1	<i>Antecedentes</i> urbanos de los predios de estudio.....	11
2.2	Objetivos hidrológicos e hidráulicos del estudio	11
2.2.1	Condiciones hidrológicas	12
2.2.2	Condiciones hidráulicas.....	12
2.3	<i>Localización de los predios</i> San Epigmenio y El Chilar II	12
2.3.1	Regional	12
2.3.2	Local	13
2.4	Geología.....	14
2.5	Descripción de los predios motivo de estudio.....	15
3	RÍO LAS AVENIDAS DE PACHUCA.....	17
3.1	Hidrología del río Las Avenidas de Pachuca	17
3.1.1	Hidrología superficial	17
3.1.2	Origen.....	17
3.1.3	Descripción del cauce	18
3.2	Características hidrológicas de las cuencas implicadas	18
3.2.1	Área de la cuenca.....	19
3.2.2	Longitud y pendiente del cauce	20
3.2.3	Tiempo de concentración	22
3.3	Precipitación dentro del área de estudio.....	23
3.3.1	Clima.....	23
3.3.2	Precipitación	25
3.4	Obra de control sobre el río Las Avenidas de Pachuca. Presa El Manantial.....	30
3.4.1	Capacidad.....	30
3.4.2	Gasto	31
3.5	Cauce en los predios	31
4	HIDROLOGÍA	33
4.1	Estudios previos en la zona	33
4.1.1	Presentación	33
4.1.2	Estudio El Chilar	33

4.2	Gastos máximos.....	41
4.2.1	Información hidrométrica.....	41
4.2.2	Método Racional.....	43
4.2.3	Método del Instituto de Ingeniería de la UNAM.....	48
4.3	Revisión hidráulica.....	51
5	DELIMITACIÓN DE ZONAS FEDERALES.....	54
5.1	Levantamiento topográfico.....	54
5.2	Normatividad de la CONAGUA - GRAVAMEX.....	54
5.3	Tránsito de avenidas.....	54
5.4	Perfil hidráulico y secciones.....	55
5.5	Delimitación de la zona federal.....	56

ANEXOS

CLIMATOLOGÍA

ESTUDIOS PREVIOS

HIDROMETRÍA

MÉTODO DEL INSTITUTO DE INGENIERÍA DE LA UNAM

SIMULACIÓN DEL TRÁNSITO DE AVENIDAS

TABLAS

- 1 Características de las cuencas
- 2 Estaciones climatológicas y observatorio pluviográfico
- 3 Precipitación total. San Marcos Jilotzingo
- 4 Precipitación máxima en 24 horas. San Marcos Jilotzingo
- 5 Características de la Presa El Manantial
- 6 Coeficiente de escurrimiento. Método INEGI
- 7 Intensidad de lluvia para diferentes periodos de retorno
- 8 Gasto máximo. Método de Dickens
- 9 Gasto máximo. Envolventes de Creager
- 10 Intensidad de lluvia para diferentes duraciones y periodos de retorno
- 11 Gasto máximo. Método Racional. Condiciones de proyecto
- 12 Gasto máximo. Criterio GRAVAMEX
- 13 Capacidad hidráulica de las alcantarillas
- 14 Superficies de la Zona Federal
- 15 Temperatura media. Km 46+930 Gran Canal
- 16 Evaporación total. Km 46+930 Gran Canal
- 17 Precipitación total. Km 46+930 Gran Canal
- 18 Precipitación total. San Marcos Jilotzingo
- 19 Precipitación total. San Mateo Acuitlapilco
- 20 Gasto máximo. Método Racional. Condiciones actuales
- 21 Gasto máximo. Método Racional. Condiciones de proyecto
- 22 Gasto máximo. Método Racional. Condiciones de proyecto
- 23 Volumen de escurrimiento. El Manantial
- 24 Gasto máximo. El Manantial
- 25 Datos hidrométricos anuales. El Manantial
- 26 Datos hidrométricos anuales. El Manantial MD

- 27 Datos hidrométricos anuales. El Manantial MI
- 28 Datos hidrométricos anuales. San Jerónimo
- 29 Datos hidrométricos anuales. Irolo
- 30 Datos hidrométricos anuales. Tepexpan
- 31 Volumen de escurrimiento. Tabla resumen
- 32 Gasto máximo. Método estadístico de Gumbel. El Manantial
- 33 Gasto máximo. Método estadístico de Gumbel. San Jerónimo
- 34 Gasto máximo. Método estadístico de Gumbel. Irolo
- 35 Gasto máximo. Método estadístico de Gumbel. Tepexpan
- 36 Método del Instituto de Ingeniería de la UNAM
- 37 Simulación del tránsito de avenida

FIGURAS

- 1 Localización regional
- 2 Zona de estudio
- 3 Sistema hidrológico
- 4 Estaciones climatológicas
- 5 Precipitación total anual. San Marcos Jilotzingo
- 6 Distribución de la precipitación. San Marcos Jilotzingo
- 7 Curvas de intensidad - duración - periodo de retorno. Estación San Marcos Jilotzingo
- 8 Distribución de la temperatura media. Km 46+930 Gran Canal
- 9 Distribución de la evaporación. Km 46+930 Gran Canal
- 10 Precipitación total anual. Km 46+930 Gran Canal
- 11 Distribución de la precipitación. Km 46+930 Gran Canal
- 12 Precipitación total anual. San Marcos Jilotzingo
- 13 Distribución de la precipitación. San Marcos Jilotzingo
- 14 Precipitación total anual. San Mateo Acuitlapilco
- 15 Distribución de la precipitación. San Mateo Acuitlapilco
- 16 Volumen de escurrimiento anual. El Manantial
- 17 Distribución del escurrimiento. El Manantial

PLANOS

DELIMITACIÓN DE ZONA FEDERAL 1/6
DELIMITACIÓN DE ZONA FEDERAL 2/6
DELIMITACIÓN DE ZONA FEDERAL 3/6
DELIMITACIÓN DE ZONA FEDERAL 4/6
DELIMITACIÓN DE ZONA FEDERAL 5/6
DELIMITACIÓN DE ZONA FEDERAL 6/6

1 INTRODUCCIÓN

1 INTRODUCCIÓN

La necesidad de contribuir a la seguridad de la población ribereña de los ríos, arroyos y cuerpos de agua de propiedad nacional, la CONAGUA es la entidad responsable de llevar a cabo la Administración de las Aguas Nacionales y sus "bienes inherentes", siendo éstos, los terrenos comprendidos en los cauces y zonas federales, así como los materiales pétreos en ellos existentes. Para cumplir esta misión, es condición necesaria delimitar esas áreas federales, pues no es posible cumplir y hacer cumplir esta Ley, si no se definen los bienes inherentes por administrar. En este sentido, establecer con claridad los límites de las zonas federales resulta fundamental para el otorgamiento de permisos y concesiones por uso y aprovechamiento; para el establecimiento de convenios de concertación con los estados y municipios y para otorgar seguridad jurídica a los usuarios de las áreas aledañas a los cauces.

Desde el punto de vista de la seguridad civil, los habitantes colindantes y sus bienes, así como los asentamientos irregulares en los cauces y zonas federales, están expuestos a un elevado riesgo, dependiendo de su cercanía al cauce y de las características de la corriente a cuyo lado se ubican, por la presencia de torrentes irregulares de agua, cuya fuerza y volumen, dependerá de las precipitaciones que ocurran en las cuencas de captación y de la singularidad de las precipitaciones ocurridas en su entorno o cuenca propia. Es pertinente aclarar que la "delimitación" e incluso, la "delimitación más la demarcación" de los cauces y zonas federales es una condición necesaria pero no suficiente para evitar riesgos y daños a la población colindante por las inundaciones, porque las precipitaciones torrenciales pueden ser tan fuertes e imprevistas que rebasen los niveles ordinarios. Sin embargo, tomando en cuenta que los límites de las zonas federales se determinan en función de los niveles de aguas máximas ordinarias ocurridas en periodos medios de 5 a 10 años, pueden considerarse como zonas relativamente seguras para escurrimientos normales en la historia hidrométrica de los periodos estudiados.

Desde el punto de vista social, la carencia de delimitación y demarcación de los límites físicos de los cauces y zonas federales, facilita que sean ocupadas irregularmente por personas que desconocen su carácter de propiedad nacional, o por aquellas que, aun conociendo la reglamentación vigente, ocupan los terrenos para construir viviendas, generalmente precarias, con los consiguientes riesgos de estar situados en los márgenes de los ríos. Cuando la ocupación se hace extensiva a un gran número de familias se convierte en un problema social relativamente serio por las dificultades para sacarlos de esas zonas.

Debido a que en el presente trabajo se analizaran dos predios en donde se proyecta la construcción de casa habitación por los que drena el río Las Avenidas de Pachuca, la desarrolladora inmobiliaria ha encomendado a la empresa consultora Estudios Multidisciplinarios y Construcción, la elaboración del presente estudio que incluye la definición de las condiciones hidrológicas y la delimitación de la zona federal de dicho cauce. En la empresa consultora colabore en el desarrollo de la delimitación de la zona federal mediante la recopilación de información cálculos, dibujo y delimitación de la ya mencionada zona.

2 GENERALIDADES

2 GENERALIDADES

2.1 Antecedentes urbanos de los predios de estudio

En el municipio de Zumpango se contempló el proyecto de la ciudad bicentenario, que tenía planeado la construcción de una nueva zona comercial y oficinas de gobierno la construcción de una zona industrial y un hospital, además del crecimiento de la Unidad Académica Profesional Zumpango.

El municipio de Zumpango cuenta con Plan Municipal de Desarrollo Urbano que entró en vigor en el año de 2006 y autorizado a través del diario oficial de la federación en el año 2005.

Un ramo que adquirió gran fuerza en el municipio es el de la construcción, ya que hay alrededor de cinco empresas desarrolladoras de vivienda en su mayoría enfocadas a la construcción de vivienda de interés social, de entre las que destacan Casas Geo y la constructora Homex, en un segundo plano está Hogares Unión, que además está construyendo uno de los centros comerciales más importantes de la región.

El proyecto de urbanización que se proyecta en los predios conocidos como San Epigmenio y El Chilar II, que es desarrollado por la inmobiliaria Casas Geo constructora enfocada al segmento de casa habitación, se asienta en dos terrenos de 101.9 y 143.6 Ha respectivamente, del municipio de Zumpango en el Estado de México.

2.2 Objetivos hidrológicos e hidráulicos del estudio

El objetivo de carácter hidrológico del estudio, es definir el comportamiento, usos y condiciones del agua, tanto en la cuenca de aportación como en los propios predios, con especial énfasis en aportar los datos necesarios para definir el NAMO del río.

De manera particular se pretende cumplir con los siguientes objetivos:

2.2.1 Condiciones hidrológicas

Utilizar la información pluviométrica e hidrométrica más completa y actualizada, que proporcionan los Estudios Hidrológicos previos de la cuenca del río Las Avenidas de Pachuca

Determinar el gasto asociado a un periodo de retorno de 5 años, que permita definir el funcionamiento de la corriente.

2.2.2 Condiciones hidráulicas

Conocer las condiciones hidráulicas particulares y las características del cauce del río Las Avenidas, que atraviesa los predios, con dirección a la carretera Zumpango-Tizayuca.

Realizar la simulación del tránsito de avenidas del río Las Avenidas de Pachuca, mediante la implementación del programa HEC-RAS, para determinar los niveles del agua y la longitud de la superficie libre de agua, para así delimitar la Zona Federal de este tramo del río.

2.3 Localización de los predios San Epigmenio y El Chilar II

2.3.1 Regional

El municipio de Zumpango es uno de los 125 municipios del Estado de México y uno de los 7 municipios que integran la Región Zumpango, la sede de esta región mexiquense se ubica en la cabecera municipal del municipio homónimo; limita al norte con Tequixquiac y Hueyboxtla, al oeste con el Teoloyucan, al sur con Jaltenco, Nextlalpan y Tecámac, al este con Tizayuca, Estado de Hidalgo, y al oeste con el Huehuetoca y Melchor Ocampo.

El municipio de Zumpango se localiza en la parte noreste del estado de México, en las coordenadas $19^{\circ}43'10''$ y los $19^{\circ}54'52''$ de latitud norte, los $98^{\circ}58'12''$ y los $99^{\circ}11'36''$ de longitud oeste del meridiano de Greenwich.

2.3.2 Local

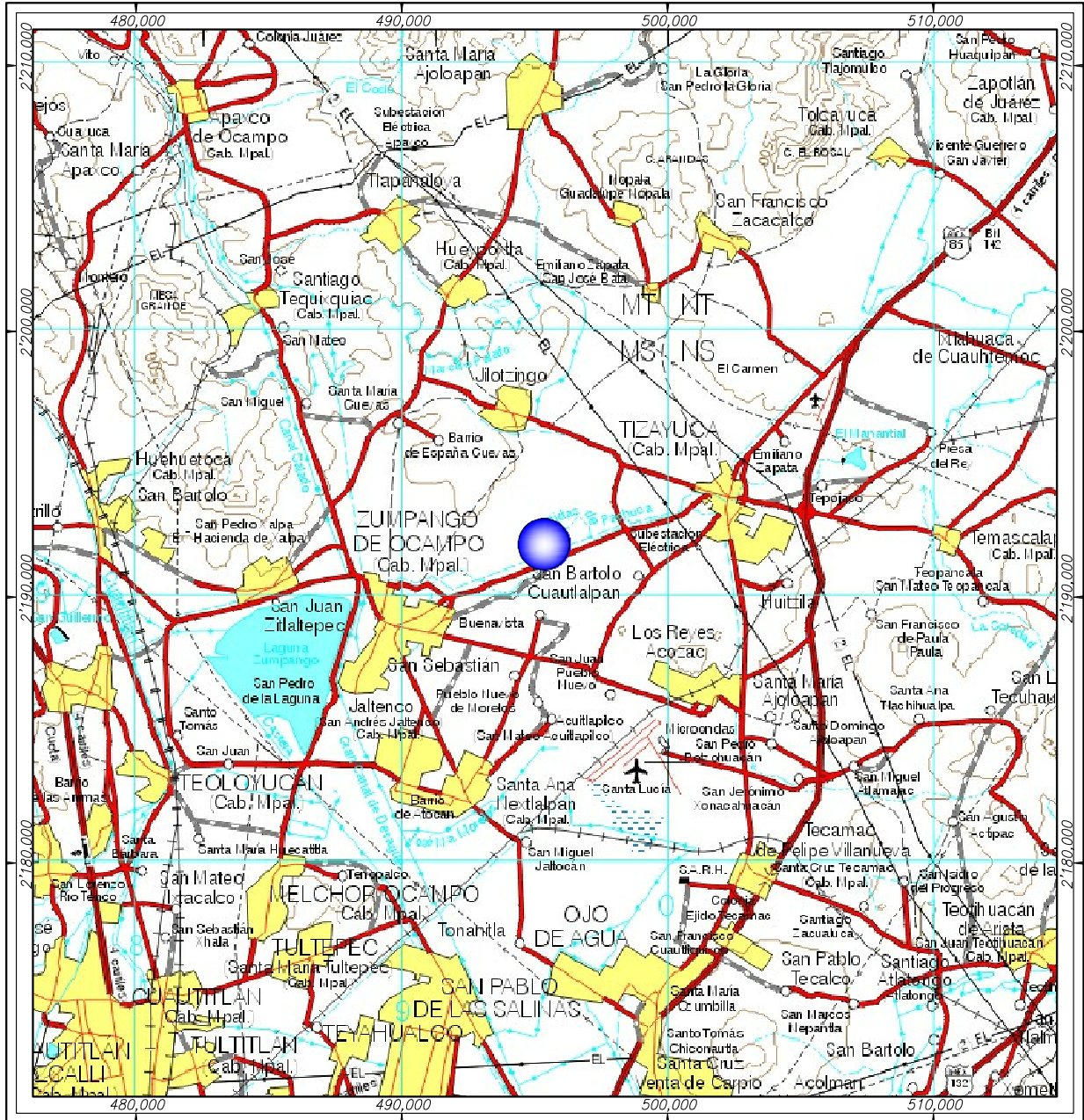
El municipio cuenta con unas vías estatales que cruzan todo el municipio, carreteras donde transita transporte de carga pesada y autobuses foráneos. También cuenta con una red local de transporte

Es importante resaltar el giro que se quiere dar al municipio, ya que se tiene planeado hacer de Zumpango una ciudad bicentenario y dotarla de mejores vías de comunicación, por ejemplo, una carretera que entronque directo con la autopista México Pachuca y otra que llegue al arco norte. Actualmente se tiene acceso al circuito exterior mexiquense.

Los predios motivo de estudio San Epigmenio y El Chilar II corresponde a un polígono irregular de 245.5 Ha de superficie total; se localiza al este del municipio, y a 45 Km al nornoreste del centro de la Ciudad de México.

Sus coordenadas geográficas al centro del polígono son: $19^{\circ} 49' 36''$ de latitud Norte y $99^{\circ} 02' 35''$ de longitud Oeste. La altura de la zona es de 2,265 metros sobre el nivel del mar. Figura 1.

Su acceso puede ser a través de las autopistas federales Nos. 570 y 85, México-Querétaro y México-Pachuca, respectivamente. En el primero de los casos se toma la desviación a Teoloyucan antes de la caseta de peaje de Tepotzotlán, se llega a esta localidad continuándose hacia el oriente hacia San Andrés Jaltenco, antes de llegar a ésta se encuentra la carretera con dirección norte hasta Zumpango de Ocampo, de esta población hacia el oriente se encuentra San Sebastián donde se encuentra la vialidad hacia el norte (Buenavista), próxima al rancho El Chilar. De la autopista a Pachuca se toma la salida a Zumpango, al llegar a San Sebastián. Figura 2.



ESCALA 1 : 250,000

SIMBOLOGÍA



ZONA DE ESTUDIO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

NOMBRE DEL PROYECTO:

ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DELIMITACIÓN
DE LA ZONA FEDERAL DE LOS PREDIOS SAN
EPIGENIO Y EL CHILAR II, ZUMPANGO, MEX.

NOMBRE DEL PLANO:

LOCALIZACIÓN REGIONAL

FIGURA:

1

ELABORÓ:

DANIEL GONZÁLEZ

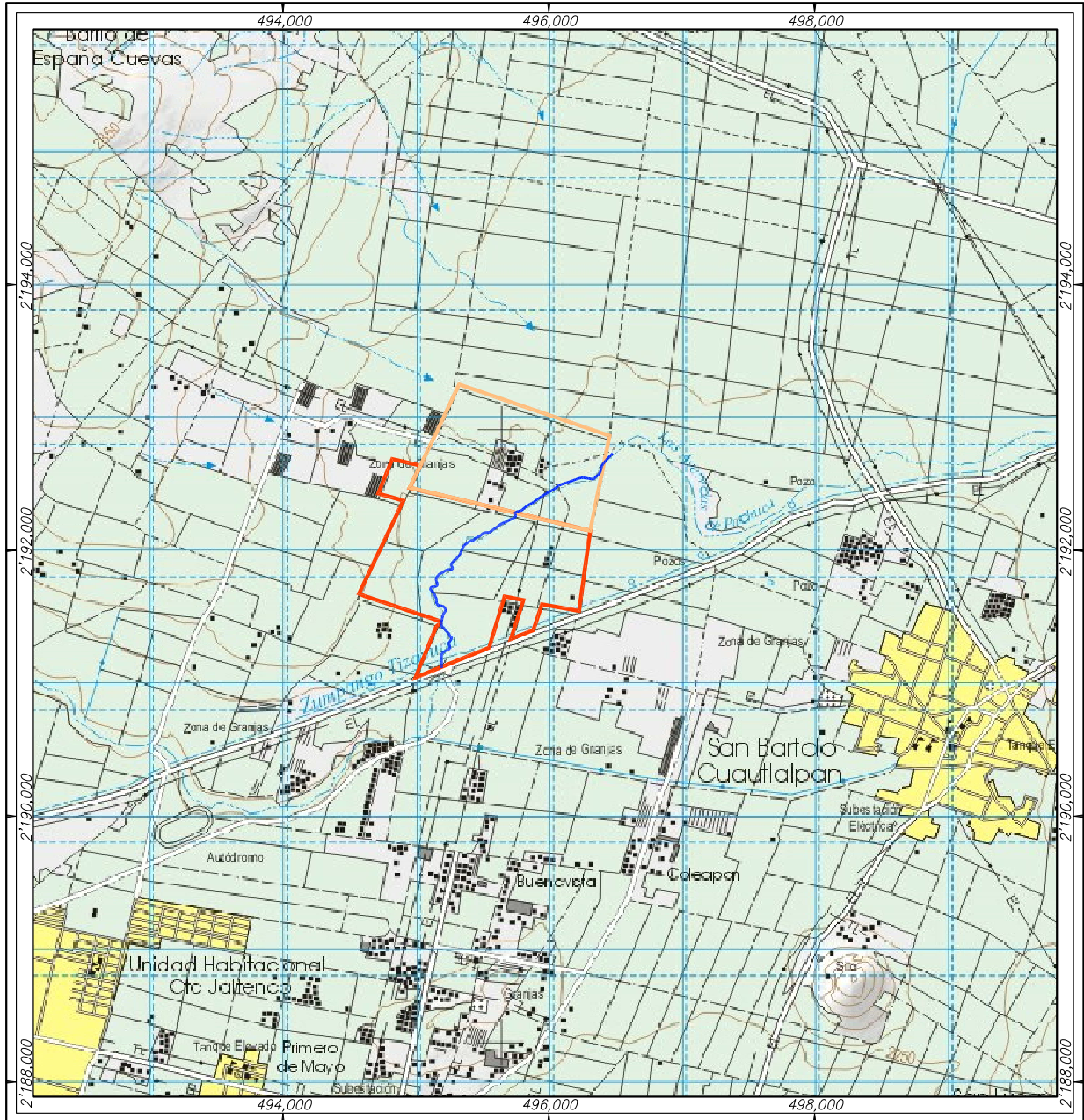
REVISÓ:

DR. RAUL PINEDA

FECHA:

SEPTIEMBRE 2010

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLAN



ESCALA 1 : 50,000

SIMBOLOGÍA

-  RÍO LAS AVENIDAS TRAMO EL CHILAR II
-  SAN EPIGMENIO
-  PREDIO EL CHILAR II

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

NOMBRE DEL PROYECTO:

ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DELIMITACIÓN DE LA ZONA FEDERAL DE LOS PREDIOS SAN EPIGMENIO Y EL CHILAR II, ZUMPANGO, MEX.

NOMBRE DEL PLANO:

ZONA DE ESTUDIO

FIGURA:

2

ELABORÓ:

DANIEL GONZÁLEZ

REVISÓ:

DR. RAUL PINEDA

FECHA:

SEPTIEMBRE 2010

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLAN

También es importante mencionar que por el sector poniente de los predios, se tienen escurrimientos con dirección al lindero de ambos predios, y que en la zona existen múltiples proyectos de urbanización, que en materia de drenaje pluvial representarán aportaciones más importantes a los colectores naturales, siendo menester por tanto, la planificación y atención a estos, así como el fomento de medidas de atenuación como pudiesen ser sistemas de infiltración, que permitan a la vez, incrementar la recarga de los acuíferos.

2.4 Geología

La historia geológica de la zona está definida por acontecimientos de origen volcánico y volcanosedimentario, controlados básicamente por la actividad volcánica generada desde el Plioceno hasta el Holoceno, épocas en que se formaron las estructuras volcánicas de la región. Las estructuras identificadas en el área, al norte y noreste, es de composición basáltica que corresponden a conos volcánicos con escorias y piroclastos.

De acuerdo al análisis de corridas sísmicas realizadas por autores diversos, pero reinterpretadas por Mooser, existen fuertes espesores de depósitos lacustres pliocénicos, intercalados con productos volcánicos que han de subyacer a la actividad volcánica pleistocénica y holocénica.

Los volcanes formados a finales del Terciario y principios del Cuaternario, generaron grandes volúmenes de piroclastos que permitieron, una vez que se interrumpía temporalmente la actividad volcánica, su intercalación con gravas y arenas fluviales producto de la erosión de todas aquellas estructuras formadas.

Por otra parte, el tipo de volcanismo dio origen a conos cineríticos por una parte, pero también a estratovolcanes coronados por domos. Así, la zona, de composición eminentemente volcánica y volcanosedimentaria, contiene una gran diversidad de material granular con texturas diversas, desde gravas de origen fluvial, hasta arenas y limos de origen tanto volcanosedimentario como volcánico. A profundidad y lateralmente, los materiales volcánicos se llegan a intercalar o incluso a suprayacer, a los depósitos arcillosos y limosos de origen lacustre.

2.5 Descripción de los predios motivo de estudio

Los predios motivo de estudio presentan una topografía sensiblemente plana con ligera pendiente en sentido norte-sur; tienen como característica especial la presencia del cauce del río Las Avenidas, corriente que ingresa a San Epigmenio por el noreste, y por la misma zona en El Chilar II, para salir en el centro del lindero sur. Como medidas de protección, los hombros de ambas márgenes del cauce se han levantado, en casi toda su extensión.

El uso actual de los predios es el agropecuario, por lo que existen obras para riego y drenaje de las parcelas donde se cultivan primordialmente forrajes; el suelo ha sido utilizado para el sustento de los cultivos, por lo que, en su estado actual, retiene gran cantidad del agua que por éste escurre.

Aguas abajo del predio El Chilar II se encuentra el puente alcantarilla que permite el paso del río hacia terrenos bajos, en este caso al vecino predio El Chilar. Es importante mencionar que el funcionamiento hidráulico de esta obra no es eficiente debido a que cuenta con área hidráulica limitada, lo que ocasiona remansos frecuentes, que podrán ser más relevantes en función de la situación de limpieza de los tubos que la conforman.

3 RÍO LAS AVENIDAS DE PACHUCA

3 RÍO LAS AVENIDAS DE PACHUCA

3.1 Hidrología del río Las Avenidas de Pachuca

3.1.1 Hidrología superficial

La zona se ubica dentro de la Región Hidrológica No. 26, Río Pánuco, correspondiente a la vertiente de Oriental o del Golfo de México. Más específicamente se encuentra en la cuenca del río Moctezuma y, a su vez, en el suroeste de la subcuenca Río Tezontepec, conocido aguas abajo como Las Avenidas de Pachuca.

3.1.2 Origen

El río Las Avenidas de Pachuca se origina en la sierra de Mineral del Monte que rodea el sector norte de la capital estatal; el escurrimiento de esta vertiente se integra al que se genera en la propia ciudad de Pachuca para drenar con dirección sur hasta el sitio de la presa del Rey que se encuentra completamente azolvada. Sigue su trayecto hasta su captación en la pequeña obra hidráulica El Manantial, donde se deriva agua por ambos márgenes para el riego del distrito de Tepojaco.

En este sitio se regulan las avenidas provenientes del dren descrito y de la unión de los arroyos Tecocomulco que permite la salida del agua acumulada en la laguna del mismo nombre, y Acopinalco que conduce las demasías de las zonas de lagunas temporales de Apan y San Antonio de Atocha. Cabe mencionar que dichos drenes permiten la conexión de sus respectivas cuencas con la del río Las Avenidas, sin embargo, éstas cuentan con suficiente capacidad de regulación.

3.1.3 Descripción del cauce

Esta corriente intermitente drena por la población de Villa Tezontepec y alcanza al dren de Las Avenidas en la zona de la mencionada presa del Rey, 4 Km aguas arriba de la presa El Manantial. Las descargas de esta presa escurren hacia Tizayuca donde reciben parte del drenaje de ésta y continúa con una trayectoria irregular hasta el nororiente de los predios donde es atravesado por el río La Avenidas de Pachuca, corriente de régimen intermitente o efímero, que como anteriormente se mencionó proviene de la zona alta de la ciudad de Pachuca hasta su paso por los predios San Epigmenio, El Chilar II y posteriormente su descarga tiene lugar en el Gran Canal del Desagüe, por margen derecha, al suroeste de Zumpango de Ocampo.

Cabe mencionar que desde su salida de la presa El Manantial, hasta los predios, no recibe aportaciones pluviales de relevancia, destacando únicamente el drenaje de la población de Tizayuca; dentro de los predios se localizan pequeños canales y drenes que tuvieron funciones de riego y drenaje.

Dentro del predio se localizan asimismo pequeños canales y drenes que tuvieron funciones de riego y drenaje. Los primeros se originan en los tres pozos de agua que contaba el predio con antelación, dos en la parte del casco y otro hacia el norte de aquéllos; el drenaje se dirige hacia la salida natural que es el río Las Avenidas.

3.2 Características hidrológicas de las cuencas implicadas

El análisis detallado de las condiciones hidrológicas de las diferentes cuencas implicadas, es base fundamental para el conocimiento del comportamiento del agua en la zona de interés, lo cual será más confiable en la medida que se cuente con más y mejores datos.

Estos datos son fundamentalmente de dos tipos: escurrimientos y precipitaciones. Un análisis del primer tipo de datos tendría como resultado directo un parámetro de diseño, que es el gasto máximo, mientras que el segundo proporcionaría datos con los cuales sería necesario alimentar un modelo de la relación lluvia-escurrimiento, para obtener una avenida de diseño.

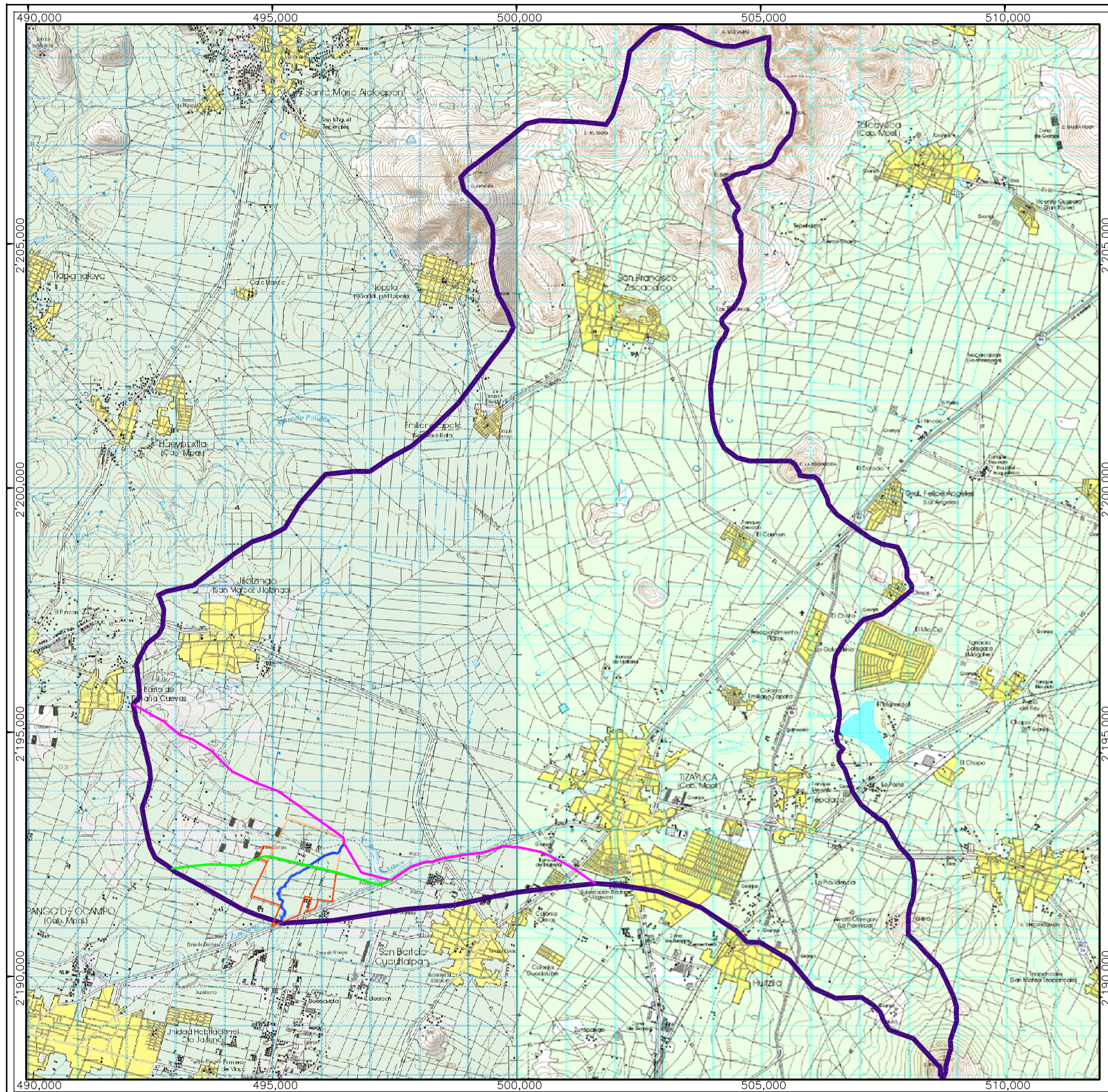
Para el caso que nos ocupa se tiene que por los predios San Epigmenio y El Chilar II fluye el río Las Avenidas de Pachuca, que tiene la particularidad de drenar una cuenca de gran superficie que se extiende hacia el oriente, que cuenta con buena capacidad de regulación en su zona intermedia, cuyos excedentes alcanzan la presa El Manantial, ubicada en las cercanías de la autopista México-Pachuca.

Para el presente dictamen se considera la subcuenca de aportación Baja, que se inicia en dicha presa, y concluye al ingresar a los predios en cuestión, como se podrá observar en la figura 3. Se definen a continuación, algunas características fisiográficas de las zonas de aportación, a considerar en las estimaciones hidrológicas que se incluyen en temas subsecuentes.

3.2.1 Área de la cuenca

El área drenada por la cuenca del río, así como de las subcuencas de interés para el estudio, fue delimitada con el apoyo de la cartografía del INEGI, escalas 1: 50,000 y 1: 250,000, para su medición realizada a la proyección horizontal, mediante el programa de dibujo AutoCAD.

Esta superficie resultó ser de 174.6 Km²; se inicia en la cortina de la presa El Manantial, y concluye en la alcantarilla, al sur del predio El Chilar II. En la Tabla No. 1 se pueden consultar las principales características de la cuenca, como son: área, longitud de la corriente principal, pendiente media de ésta, desnivel, tiempo de concentración por varios métodos y precipitación media.



ESCALA 1 : 100,000

CARACTERÍSTICAS DE LAS CUENCAS

Zona de aportación	Área (Km ²)	Longitud de la corriente (Km)	Longitud de la corriente (m)	Pendiente media corriente	Desnivel (m)
Subcuenca Alcantarilla	174.6	15.57	15,570.26	0.0023	36.00

Cuenca	Tiempo de concentración (horas)				Precipitación media anual (mm)
	Método de Rowe	Método de Kirpich	Método del SCS	Promedio	
Subcuenca Alcantarilla	5.68	4.32	5.50	5.17	596.3

SIMBOLOGÍA

- PREDIO SAN EPIGMENIO
- PREDIO EL CHILAR II
- SUBCUENCA ALCANTARILLA
- SUBCUENCA SAN EPIGMENIO
- SUBCUENCA EL CHILAR II
- RÍO DE LAS AVENIDAS TRAMO EL CHILAR II

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

NOMBRE DEL PROYECTO:
ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DELIMITACIÓN DE LA ZONA FEDERAL DE LOS PREDIOS SAN EPIGMENIO Y EL CHILAR II, ZUMPANGO, MEX.

NOMBRE DEL PLANO: SISTEMA HIDROLÓGICO		FIGURA: 3
ELABORÓ: DANIEL GONZÁLEZ	REVISÓ: DR. RAUL PINEDA	FECHA: SEPTIEMBRE 2010

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLAN

CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA

Zona de aportación	Área (Km ²)	Longitud de la corriente (Km)	Longitud de la corriente (m)	Pendiente media corriente	Desnivel (m)
Subcuenca Alcantarilla	174.6	15.57	15,570.26	0.0023	36.00

Cuenca	Tiempo de concentración (horas)				Precipitación media anual (mm)
	Método de Rowe	Método de Kirpich	Método del SCS	Promedio	
Subcuenca Alcantarilla	5.68	4.32	5.50	5.17	596.3

TABLA No. 1

3.2.2 Longitud y pendiente del cauce

La longitud de la trayectoria hipotética de la corriente que drena la subcuenca Alcantarilla, alcanza una distancia de 15.57 Km, que es el caso de la corriente principal proveniente de la presa; la pendiente media de ésta resultó de 0.0023 considerando un desnivel de 36 metros, estimada de acuerdo al criterio de Taylor-Schwarz.

El cálculo de la pendiente media es mediante la aplicación del criterio de Taylor-Schwarz, que propone calcular la pendiente media como la de un canal de sección transversal uniforme que tenga la misma longitud y tiempo de recorrido que la corriente en cuestión.

La velocidad de recorrido del agua en el tramo i puede calcularse:

$$V_i = k\sqrt{S_i}$$

Donde k es un factor que depende de la rugosidad y de la forma de la sección transversal y Si es la pendiente del tramo i, además tenemos que:

$$V_i = \frac{\Delta x}{t_i}$$

En donde Δx es la longitud del tramo i y t_i es el tiempo de recorrido en ese tramo, igualando ambas ecuaciones y despejando t_i , tenemos que:

$$t_i = \frac{\Delta x}{k\sqrt{S_i}}$$

Por otro lado, la velocidad media de recorrido en todo el cauce dividido en m tramos es:

$$V = \frac{L}{T} = k\sqrt{S}$$

Donde L es la longitud total del cauce, T es el tiempo total de recorrido y S la pendiente media buscada. El tiempo T será:

$$T = \sum_{i=1}^m t_i = \sum_{i=1}^m \frac{\Delta x}{k\sqrt{S_i}}$$

Y la longitud L :

$$L = \sum_{i=1}^m \Delta x = m\Delta x$$

Utilizando las tres últimas ecuaciones se obtiene:

$$S = \left[\frac{m}{\frac{1}{\sqrt{S_1}} + \frac{1}{\sqrt{S_2}} + \dots + \frac{1}{\sqrt{S_m}}} \right]^2$$

Mediante un razonamiento semejante, en caso de que los tramos no sean iguales se obtiene la siguiente ecuación:

$$S = \left[\frac{L_T}{\frac{l_1}{\sqrt{S_1}} + \frac{l_2}{\sqrt{S_2}} + \dots + \frac{l_m}{\sqrt{S_m}}} \right]^2$$

3.2.3 Tiempo de concentración

El cálculo del tiempo de concentración de una cuenca hidrográfica es uno de los aspectos básicos a determinar a la hora de gestionar los recursos agua y suelo, ya sea para su mejor aprovechamiento como para mejorar su manejo y conservación.

Su cálculo se realiza mediante la aplicación de algunos de las gráficas o ecuaciones determinadas empíricamente a partir de la toma de datos en campo.

Date cuenta de que las variables que intervienen en todos los métodos son exclusivamente de tipo topográfico, destacando la importancia de la inclinación y longitud del cauce principal. En ningún caso se consideran las características topográficas de las laderas vertientes.

La condición más desfavorable en cuanto al escurrimiento se presenta cuando la duración de la tormenta es igual al tiempo de concentración (T_c), el cual se determina a continuación mediante tres criterios: Rowe, Kirpich y SCS, cuyas fórmulas se expresan como sigue:

$$\text{Rowe} \quad T_c = \left(\frac{0.87L^3}{D} \right)^{0.385}$$

$$\text{Kirpich} \quad T_c = \left(\frac{0.86 \cdot L^3}{D} \right)^{0.325}$$

$$\text{SCS} \quad T_c = \frac{L^{1.15}}{3085 \cdot D^{0.38}}$$

Donde:

Tc: tiempo de concentración
L: longitud de la trayectoria
D: desnivel de la trayectoria

El cálculo del tiempo de concentración se integra en la mencionada Tabla No. 1. El valor obtenido para la cuenca estudiada es similar entre los diferentes criterios. Se estimó un tiempo promedio de 5.17 horas (310 minutos). Por otro lado, con la metodología del instituto de ingeniería de la UNAM con fines de cálculo se considera que los tiempos de concentración corresponden a la duración de la tormenta de diseño, en este caso de 360 minutos para el predio.

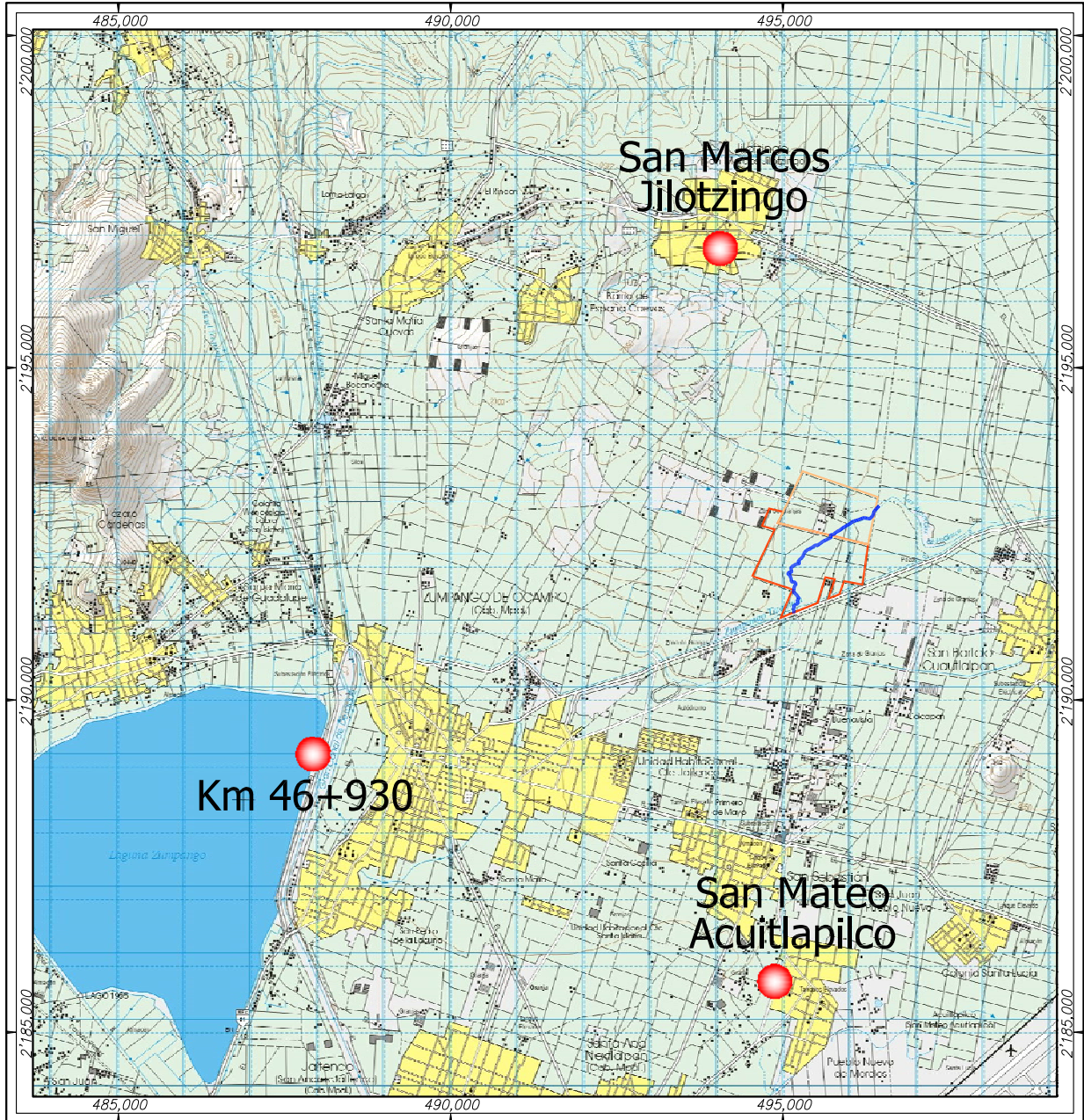
3.3 Precipitación dentro del área de estudio

3.3.1 Clima

El conocimiento del clima se basa en el análisis de datos obtenidos en estaciones de observación, denominadas climatológicas, las cuales operan según lineamientos previamente establecidos para dar homogeneidad a la información generada, y de acuerdo a parámetros dictaminados por las autoridades responsables, en este caso, la Coordinación del Servicio Meteorológico Nacional, perteneciente a la Comisión Nacional del Agua.



Como primera etapa se obtuvo la información procesada del Extractor Rápido de Información Climatológica (ERIC III del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), pertenecientes a la Comisión Nacional del Agua (CNA) y de los Boletines Hidrológicos de la misma CNA (Gerencia Regional de Aguas del Valle de México). Para su actualización se solicitó información al Servicio Meteorológico Nacional y la propia GRAVAMEX.

Las estaciones y observatorios seleccionados para los fines del estudio hidrológico, por su ubicación respecto a la cuenca, y la cantidad y calidad de sus datos, son el observatorio Km 46+930 Gran Canal (15-042), y las estaciones San Marcos Jilotzingo (15-096) y San Mateo Acuitlapilco (15-099), cuya localización y período de registro, se indica en la Tabla No. 2. Su ubicación se puede observar en la figura 4.



ESCALA 1 : 100,000

SIMBOLOGÍA

-  TRAMO DEL RÍO LAS AVENIDAS
-  ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

NOMBRE DEL PROYECTO:

ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DELIMITACIÓN
DE LA ZONA FEDERAL DE LOS PREDIOS SAN
EPIGENIO Y EL CHILAR II, ZUMPANGO, MEX.

NOMBRE DEL PLANO:

ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS

FIGURA:

4

ELABORÓ:

DANIEL GONZÁLEZ

REVISÓ:

DR. RAUL PINEDA

FECHA:

SEPTIEMBRE 2010

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLAN

ESTACIONES CLIMATOLÓGICAS

Clave	Nombre	Localización		Periodo de registro	Precipitación media (mm)
		Latitud	Longitud		
15 - 042	Km 46+930 (Gran Canal)	19° 48'	99° 06'	1961 - 1993	609.4
15 - 096	San Marcos Jilotzingo	19° 52'	99° 03'	1961 - 1988	576.7
15 - 099	San Mateo Acuitlapilco	19° 41'	99° 02'	1961 - 2004	602.9

OBSERVATORIO PLUVIOGRÁFICO

Clave	Nombre	Localización		Estado	Periodo de registro
		Latitud	Longitud		
15 - 042	Km 46+930 (Gran Canal)	19° 48'	99° 06'	México	1978 - 1991

TABLA No. 2

La temperatura media anual registrada en la estación KM 46 + 930, que es la que reporta un período más amplio, es de 9.6 °C, siendo los meses más cálidos junio, mayo y julio con 14.2, 13.3 y 13.2 °C, respectivamente, y los más fríos enero, febrero y diciembre con medias de 3.4, 4.6 y 4.9 °C. (Ver tabla No. 15 y figura 8, en el Anexo Climatológico).

Como elemento relevante dentro del ciclo hidrológico, consignamos los datos de evaporación en la zona obtenidos de misma estación Km 46 + 930 (Gran Canal), ubicada 12 Km al oeste del predio, donde se tiene una evaporación media anual de 1,547.7 mm, presentándose las máximas láminas de pérdida de agua en los meses de marzo, abril y mayo, en los cuales se registran alturas que superan los 175 mm mensuales. (Tabla No. 16 y Figura 9).

En resumen la temperatura media anual registrada en la zona es de 9.6 °C, siendo los meses más cálidos junio y mayo con 14.2 y 13.3 °C, respectivamente, y los más fríos enero y febrero con medias de 3.4 y 4.6 °C; la evaporación en la zona es del orden de los 1,500 mm.

Por la característica del estudio, la información de la precipitación será analizada y evaluada en el capítulo siguiente, donde se describen las condiciones hidrológicas de la cuenca y los alrededores del predio, además de definir con mayor detalle algunas de sus propiedades en la región, para determinar la duración de las tormentas y su intensidad máxima. Tablas y figuras que ilustran este elemento del clima se integran en el Anexo, con los números 17 a 19 (tablas), y 10 a 15 (figuras).

El clima en esta zona del municipio de Zumpango del Estado de México es uniforme, pertenece al tipo BS₁hw, de acuerdo a la clasificación de Köeppen, modificada por Enriqueta García para las condiciones de México. Se caracteriza por ser templado de acuerdo a su temperatura, y semiseco en cuanto a su grado de humedad; presenta lluvias en verano y un porcentaje de precipitaciones en invierno entre el 5 y el 10.2 %.

3.3.2 Precipitación

La precipitación es el principal elemento del ciclo hidrológico y se encuentra íntimamente ligada con el proceso del escurrimiento, puesto que en la medida que la descarga pluvial satura el suelo, se inicia la esorrentía directa.

La precipitación media anual en el predio de interés se estimó con base de los datos registrados en tres estaciones climatológicas seleccionadas, cuyas láminas medias anuales de lluvia varían entre 576.7 mm en San Marcos (tabla No. 3 y figura 5) en Km 46 + 930.

ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DELIMITACIÓN DE LA ZONA FEDERAL DE LOS PREDIOS
SAN EPIGMENIO Y EL CHILAR II, EN ZUMPANGO, MEX.

PRECIPITACIÓN TOTAL

ESTACIÓN: SAN MARCOS JILOTZINGO

LATITUD: 19° 52'

UNIDAD: mm

CLAVE: 15 - 096

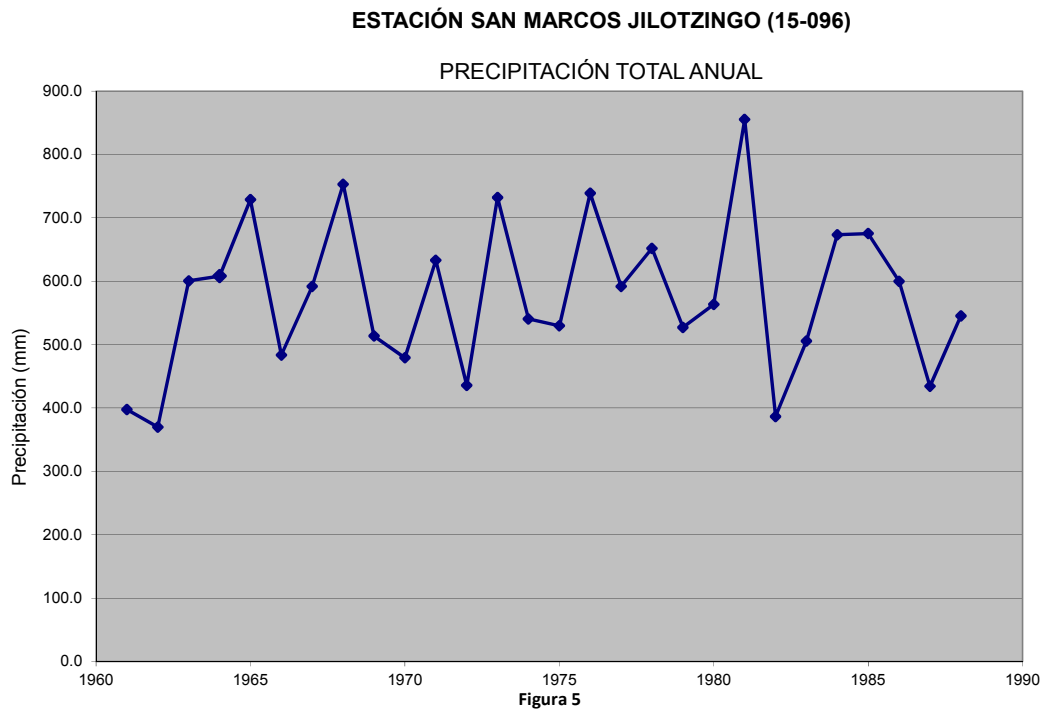
LONGITUD: 99° 03'

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
1961	13.1	0.0	3.2	9.9	16.7	150.7	109.6	29.7	42.9	18.3	1.6	1.8	397.5
1962	0.0	0.0	0.0	69.6	51.2	104.5	20.0	47.2	34.9	42.5	0.0	0.0	369.9
1963	0.0	0.0	35.9	21.3	41.8	90.3	150.9	78.2	119.7	31.7	22.2	8.6	600.6
1964	26.6	2.5	10.4	17.9	95.2	101.2	166.4	65.1	66.3	2.4	47.6	7.7	609.3
1965	0.0	20.7	14.1	64.1	60.0	103.3	139.8	167.4	90.4	61.6	6.4	1.2	729.0
1966	0.0	12.3	45.6	69.0	17.7	66.0	120.5	71.1	42.9	21.4	8.8	8.3	483.6
1967	9.1	0.0	23.4	25.8	50.1	63.9	35.9	116.0	174.4	87.5	0.0	5.9	592.0
1968	8.6	11.0	0.0	94.3	79.3	199.3	151.8	87.2	71.0	34.4	8.1	8.2	753.2
1969	25.6	3.7	11.9	4.5	0.0	46.6	191.0	175.2	11.9	36.7	6.5	0.0	513.6
1970	0.0	24.5	0.0	7.9	42.0	131.7	81.9	84.0	75.9	25.9	5.5	0.0	479.3
1971	3.5	0.0	22.6	0.0	46.8	119.4	99.7	103.9	158.9	53.1	2.5	22.7	633.1
1972	5.3	0.0	5.5	16.8	91.0	63.0	75.8	27.9	100.7	27.2	22.5	0.0	435.7
1973	0.0	0.0	3.5	21.7	62.5	138.9	167.3	155.2	109.6	60.8	12.8	0.0	732.3
1974	0.0	7.4	7.2	12.0	35.1	65.5	155.8	122.7	87.3	33.1	13.3	1.2	540.6
1975	25.4	1.5	6.4	0.0	101.2	135.3	133.1	55.6	66.2	5.1	0.0	0.0	529.8
1976	0.0	0.0	26.5	37.3	72.5	58.8	136.8	131.3	145.4	113.4	9.9	7.0	738.9
1977	3.5	1.2	0.0	13.0	51.2	48.8	125.9	146.9	75.6	112.8	8.2	4.8	591.9
1978	8.1	7.4	44.0	15.8	23.9	91.1	198.2	53.8	80.9	79.1	30.5	19.1	651.9
1979	0.0	16.4	13.8	36.6	61.3	89.0	77.1	112.1	80.3	4.5	21.2	14.9	527.2
1980	48.3	0.0	3.8	26.9	35.2	59.7	80.8	153.2	105.1	36.7	13.8	0.0	563.5
1981	26.5	10.1	44.4	104.2	57.1	223.0	92.3	127.8	37.1	121.6	11.3	0.0	855.4
1982	0.0	14.9	12.9	18.3	90.7	64.5	58.8	22.7	8.8	86.5	0.0	8.5	386.6
1983	30.6	0.0	5.6	0.0	63.7	30.1	169.6	64.9	64.9	49.5	26.6	0.0	505.5
1984	12.7	13.6	5.3	0.0	26.1	76.4	255.7	120.2	124.4	16.5	4.5	18.0	673.4
1985	0.0	3.5	51.0	93.4	113.9	168.9	48.3	65.2	83.4	46.6	1.2	0.0	675.4
1986	0.0	0.0	0.0	21.8	36.5	159.0	141.7	79.2	106.7	22.0	33.0	0.0	599.9
1987	0.0	0.0	3.1	28.9	35.7	84.2	106.8	72.6	98.5	0.0	4.5	0.0	434.3

Promedio	9.1	5.6	14.8	30.8	54.0	101.2	121.9	93.9	83.9	45.6	11.9	5.1	577.9
----------	-----	-----	------	------	------	-------	-------	------	------	------	------	-----	--------------

NOTA: Los números en azul corresponden a datos calculados con fines estadísticos

TABLA No. 3



Las precipitaciones anuales máximas, registradas en cada estación, son: 797.2 mm (1965) en Km 46 + 930, 855.4 mm (1986) en San Marcos, y 954.5 mm (1967) en San Mateo. El menor registro de lluvia anual en esta región tuvo lugar en la estación climatológica Km 46 + 930 con una altura de 299.6 (1982).

La distribución anual de la precipitación presenta una temporada de lluvias muy bien definida de junio a septiembre, donde las lluvias alcanzan medias mensuales del orden de los 100 mm. El periodo más seco es generalmente de noviembre a marzo, con láminas de lluvia inferiores a los 20 mm, que es la temporada recomendada para la ejecución de obras hidráulicas. Figura 6.

ESTACIÓN SAN MARCOS JILOTZINGO (15-096)

DISTRIBUCIÓN DE LA PRECIPITACIÓN

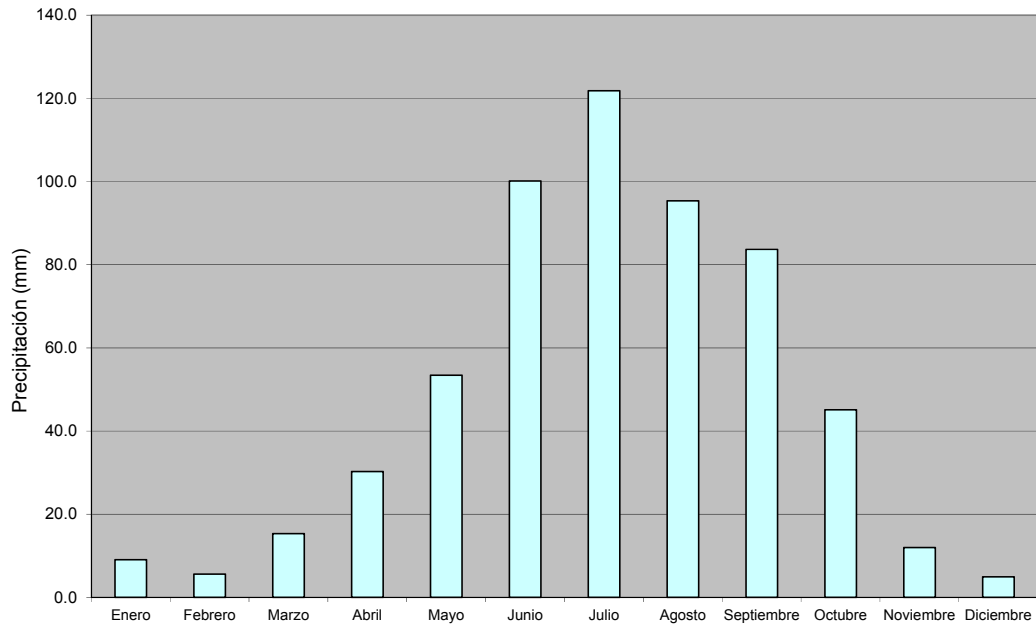


Figura 6

La máxima lluvia en 24 horas en la estación más representativa de la zona, que es San Marcos Jilotzingo, fue de 70.0 mm (julio de 1968). Tabla No. 4.

Como se mencionó en el apartado de Clima, en el Anexo Climatológico se pueden consultar las tablas de datos mensuales y anuales de la precipitación de las estaciones.

ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DELIMITACIÓN DE LA ZONA FEDERAL DE LOS PREDIOS
SAN EPIGMENIO Y EL CHILAR II, EN ZUMPANGO, MEX.

PRECIPITACIÓN MÁXIMA 24 HORAS

ESTACIÓN: SAN MARCOS JILOTZINGO
CLAVE: 15 - 096

LATITUD: 19° 52'
LONGITUD: 99° 03'

UNIDAD: mm

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Máxima
1961	10.1	0.0	2.0	5.5	6.1	30.7	22.7	8.3	9.6	15.8	1.6	1.8	30.7
1962	0.0	0.0	0.0	22.2	30.2	20.5	7.1	30.2	12.6	23.3	0.0	0.0	30.2
1963	0.0	0.0	20.2	14.8	15.3	20.5	30.5	14.3	35.5	11.8	19.7	5.4	35.5
1964	10.8	2.5	6.9	9.8	18.8		37.7	19.8	15.8	2.4	23.8	4.5	37.7
1965	0.0	18.5	14.1	34.5	19.2	29.7	28.5	27.3	15.8	28.7	3.2	1.2	34.5
1966	0.0	9.8	20.2	14.5	7.5	21.7	20.2	42.5	26.0	20.2	8.8	6.1	42.5
1967		0.0	11.8	25.8	36.5	16.7	8.8	29.5	34.5	24.5	0.0	3.5	36.5
1968	8.6	3.9	0.0	21.7	16.8	30.7	70.0	46.2	25.2	14.8	8.1	5.1	70.0
1969	16.2	3.7	10.3	4.5	0.0	20.5	51.4	32.4	4.0	19.7	6.5	0.0	51.4
1970	0.0	10.8	0.0	7.9	20.1	42.5	20.5	28.8	17.8	21.1	5.5	0.0	42.5
1971	3.5	0.0	11.6	0.0	16.5	22.5	19.5	27.8	22.3	24.6	2.5	15.8	27.8
1972	5.3	0.0	5.5	13.6	18.2	21.2	30.7	13.8	30.3	13.5	8.1	0.0	30.7
1973	0.0	0.0	3.5	10.6	16.3	35.4	24.2	40.9	29.5	27.2	11.1	0.0	40.9
1974	0.0	7.4	3.7	6.3	19.8	19.3	39.2	28.2	25.2	28.2	13.3	1.2	39.2
1975	13.1	1.5	6.4	0.0	23.7	32.2	23.8	17.2	23.5	5.1	0.0	0.0	32.2
1976	0.0	0.0	15.8	18.6	27.5	36.5	57.2	30.2	52.7	41.2	6.9	5.5	57.2
1977	3.5	1.2	0.0	7.3	28.5	22.8	40.0	39.5	18.5	62.7	4.9	3.7	62.7
1978	8.1	7.4	23.2	6.1	12.3	25.8	66.3	10.1	27.3	31.2	15.8	9.5	66.3
1979	0.0	14.3	10.3	18.5	51.7	23.8	14.5	21.7	27.5	4.5	20.1	10.5	51.7
1980	26.2	0.0	2.0	18.5	10.3	21.3	22.2	42.0	31.8	27.7	10.3	0.0	42.0
1981	25.2	5.5	16.2	43.2	34.2	52.9	20.2	25.0	6.1	30.8	11.3	0.0	52.9
1982	0.0	11.0	6.5	7.5	18.0	35.5	15.1	7.9	6.6	24.2	0.0	6.5	35.5
1983	23.6	0.0	5.6	0.0	50.2	8.5	66.1	25.2	22.7	35.2	10.6	0.0	66.1
1984	6.4	5.4	4.3	0.0	5.8	16.5	66.0	54.7	43.7	9.1	4.5	18.0	66.0
1985	0.0	3.5	30.7	40.5	40.5	37.4	10.6	38.5	18.0	40.2	1.2	0.0	40.5
1986	0.0	0.0	0.0	5.1	13.5	21.0	52.5	27.2	55.5	9.0	20.5	0.0	55.5
1987	0.0	0.0	1.8	19.2	7.3	15.0	32.5	25.2	24.7	0.0	3.0	0.0	32.5

Máxima	26.2	18.5	30.7	43.2	51.7	52.9	70.0	54.7	55.5	62.7	23.8	18.0	70.0
--------	------	------	------	------	------	------	-------------	------	------	------	------	------	-------------

TABLA No. 4

3.4 Obra de control sobre el río Las Avenidas de Pachuca. Presa El Manantial

3.4.1 Capacidad

La presa El Manantial cuya superficie de captación comprende el 90 % de la cuenca del río Las Avenidas. Dicha presa construida en 1962 cuenta con una capacidad total de 2 millones de m³; su vertedor de demasías está diseñado para una avenida de 30 m³/seg, que ha trabajado eventualmente. La obra hidráulica representa una importante obra de control de avenidas, y aunque sus dimensiones no son las apropiadas, una operación eficiente de su obra de toma, que es donde actualmente se registran los caudales que drenan hacia aguas abajo, puede ayudar a regular los volúmenes que alcancen su vaso. A continuación se presenta la Tabla No. 5, con los datos técnicos de dicha obra hidráulica.

CARACTERÍSTICAS DE LA PRESA EL MANANTIAL	
Altura	10.0 m
Longitud de la cortina	333.2 m
Gasto máximo en el vertedor	30.0 m ³ /seg
Gasto máximo de la obra de toma	5.5 m ³ /seg
Capacidad	1,750,000.0 m ³
Capacidad de azolves	250,000.0 m ³
Capacidad total	2,000,000.0 m ³

TABLA No. 5

Una forma de control del gasto extraído es mediante la estación hidrométrica El Manantial que anteriormente medía los volúmenes de agua extraídos de la presa, y que cuenta con sitios donde también se afora y controla el agua que se utiliza para la irrigación del distrito de Tepojaco, por medio de sendos canales ubicados en ambos márgenes. La estación hidrométrica funciona actualmente utilizando la obra de toma de la presa, que permite el control de las avenidas, además de la distribución para el riego.

3.4.2 Gasto

En esta obra hidráulica opera la ya mencionada estación hidrométrica El Manantial, que aporta información de las cantidades de agua extraídas de la presa, que alcanzan un gasto de hasta $5.5 \text{ m}^3/\text{seg}$, que es la capacidad de la obra de toma.

3.5 Cauce en los predios

El cauce del río Las Avenidas de Pachuca, en su trayecto por los predios San Epigmenio y El Chilar II, presenta condiciones uniformes en cuanto a sección, altura de bordos longitudinales y pendiente. El tramo de referencia tiene una longitud de 2,580 m, en el que se tiene un desnivel de solamente 0.75 m, lo que representa una pendiente media de 0.0002, que es sumamente escasa.

Las secciones representativas, entrada a San Epigmenio, entrada a El Chilar II y salida de El Chilar II, tienen áreas hidráulicas de 10.6, 11.24 y 16.69 m^2 , respectivamente, para un promedio del orden de los 12.84 m^2 .

Estos elementos de su geometría indican por sí solos, que la capacidad del cauce es reducida, inclusive se puede comparar con la del predio inmediato inferior, El Chilar, donde la pendiente es más importante, además que el río presenta secciones de mayor magnitud.

4 HIDROLOGÍA

4 HIDROLOGÍA

4.1 Estudios previos en la zona

4.1.1 *Presentación*

El análisis detallado de las condiciones hidrológicas de las diferentes cuencas implicadas, es base fundamental para el conocimiento del comportamiento del agua en la zona de interés, lo cual será más confiable en la medida que se cuente con más y mejores datos.

En este caso, se presenta una breve explicación del estudio previo (El Chilar), y se procede a determinar datos de gastos máximos a utilizar para la revisión hidráulica que se pretende para el cauce del río Las Avenidas, en los predios San Epigmenio y El Chilar II. Para esto se comenta la información hidrométrica, tanto de la presa El Manantial como de la estación Tepexpan, y se desarrolla el método del Instituto de Ingeniería de la UNAM-GRAVAMEX, para evaluar la subcuenca Alcantarilla, y el método Racional Americano para evaluar los caudales máximos que se podrán generar.

4.1.2 *Estudio El Chilar*

En octubre de 2005 se realizó el estudio denominado "Estudio Hidrológico para el Proyecto Viveros de los Ángeles (predio El Chilar), en el municipio de Zumpango, Mex.", que permitió conocer la situación del predio y la influencia que en éste tiene el río Las Avenidas de Pachuca, así como el llamado entonces canal Insurgentes, que confluye en el río dentro de dicho predio.

Durante este trabajo se analizó con detalle el comportamiento del río, por lo que se procedió a estudiar su cuenca completa para conocer su funcionamiento y se describe en lo consecuente.

La condición más desfavorable en cuanto al escurrimiento se presenta cuando la duración de la tormenta es igual al tiempo de concentración, los valores obtenidos para la cuenca y predio son similares entre los diferentes criterios. Para la cuenca se estimó un tiempo promedio de 10.71 horas; para el predio de 0.94 horas (56 minutos). Con fines de cálculo se considera que los tiempos de concentración corresponden a la duración de la tormenta de diseño, en este caso de 60 minutos.

La precipitación media anual en el predio de interés se estimó con base de los datos registrados en tres estaciones climatológicas seleccionadas, cuyas láminas medias anuales de lluvia varían entre 576.7 y 609.4 mm.

Las precipitaciones anuales máximas, registradas son: 797.2, 855.4, y 954.5 mm en las estaciones Km 46 + 930, San Marcos, y San Mateo, respectivamente. El menor registro de lluvia anual en esta región tuvo lugar en la estación climatológica Km 46 + 930 con una altura de 299.6 mm.

La distribución anual de la precipitación presenta una temporada de lluvias muy bien definida de junio a septiembre, donde las lluvias alcanzan medias mensuales del orden de los 100 mm. El período más seco es generalmente de noviembre a marzo, con láminas inferiores a los 20 mm

La máxima lluvia en 24 horas en la zona tuvo lugar en San Mateo Acuitlapilco, con registro de 93 mm, ocurrida en octubre de 1981, seguida por otra de 90.0 mm en este mismo sitio en junio de 1986. En San Marcos Jilotzingo la altura diaria más relevante es de 70.0 mm (julio de 1968), mientras que en el Km 46 del Gran Canal, la precipitación más alta en un día fue de 68.0 mm (septiembre de 1967).

En virtud de las condiciones particulares y la gran extensión de la cuenca de interés, se estima la precipitación media de la cuenca hidrológica completa y de la cuenca correspondiente al río Las Avenidas de Pachuca, para lo cual se han considerado los datos uniformes del ERIC de diez y nueve estaciones climatológicas distribuidas en toda su superficie, para el primer caso y de diez para el segundo. Con estos datos fue posible implementar el método de polígonos de Thiessen para evaluar la precipitación media.

De acuerdo a la cartografía hidrológica del INEGI, la superficie comprendida por la cuenca en estudio, se clasificó en las unidades de escurrimiento cuyo coeficiente se encuentra en los rangos menores de 5 %, de 5 a 10 % y de 10 a 20 %.

La evaluación de estos coeficientes se obtiene mediante un método de tipo indirecto que toma en cuenta la permeabilidad de las distintas unidades de roca y suelo que conforman el relieve, la densidad de la cubierta vegetal, la precipitación media anual y las características de la topografía.

Otro factor determinante de la proporción de escorrentía que se genera en el terreno es la densidad de la cubierta vegetal ya que en la medida que ésta es más abundante, el agua de lluvia es retenida en mayor grado, además de una parte que es absorbida por ésta. En el predio se tienen igualmente dos condiciones: zona agrícola de riego, que actualmente se encuentra parcialmente desprovista de cultivos, y una vegetación escasa de matorrales, con algunos árboles de pirul, mezquite y huizache. Para fines de su clasificación, se considera en general como una cubierta vegetal de baja-media densidad.

La precipitación en la zona de estudio es del orden de los 600 mm, de acuerdo a la evaluación de la precipitación media mediante el método de Polígonos de Thiessen, que resultó ser de 563.74 mm. La estación más próxima al predio, San Mateo Acuitlapilco tiene un promedio de lluvia anual de 602.86 mm

En base a las características descritas, y con el apoyo de la fuente cartográfica, se ha seleccionado un coeficiente de escurrimiento para el predio del 7 % y para la cuenca de 8.6 %. Tabla No. 6

COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO
MÉTODO INEGI

Cuenca Las Avenidas de Pachuca - Tecomomulco - Acopinalco				
Coeficiente	Área (Km ²)	Porcentaje (%)	Coeficiente (%)	(Ai * Ci)
0% a 5%	249.40	6%	2.00	498.80
5% a 10%	2,211.41	57%	6.50	14,374.16
10% a 20%	1,429.70	37%	13.00	18,586.13
Σ =	3,890.51	100%	Σ =	33,459.09

Coeficiente de escurrimiento = 8.6 %

TABLA No. 6

El volumen de escurrimiento anual en el predio estudiado, obtenido mediante esta fuente de información, es de 40 mil m³, que corresponde a un gasto medio anual de 1.3 l/seg, cantidad que se obtiene de la siguiente manera:

$$V_p = A \times P$$

$$V_e = V_p \times C_e$$

Donde:

- V_e : Volumen de escurrimiento (millones de m³)
- V_p : Volumen de precipitación (millones de m³)
- C_e : Coeficiente de escurrimiento (adimensional)
- A : Área de la cuenca (Km²)
- P : Precipitación media anual (m)

Resultando:

$$V_p = 0.96 \times 0.600 = 0.576 \text{ millones de m}^3$$

$$V_e = 0.576 \times 0.07 = 0.040 \text{ millones de m}^3$$

Procediendo de la misma forma para la cuenca de captación del predio cuya superficie es del orden de los 3,900 Km², tenemos

Cuenca	A (Km ²)	V_p (m ³ x 10 ⁶)	V_e (m ³ x 10 ⁶)
Predio El Chilar	3,900	2,340	201.240

El método racional es el método más utilizado, sin embargo algunos autores limitan su aplicabilidad en función del tamaño de la cuenca. Se considera que el gasto máximo es alcanzado cuando la precipitación se mantiene con una intensidad constante durante un tiempo igual al tiempo de concentración.

A manera de resumen se elaboró la tabla No. 7, que integra los datos obtenidos de intensidad de lluvia para diferentes períodos de retorno, 5, 15, 25 y 50 años.

INTENSIDAD DE LLUVIA
DIFERENTES PERÍODOS DE RETORNO

Subcuenca	Duración (min)	Periodo de retorno de 5 años			Periodo de retorno de 15 años		
		Intensidad calculada	Factor de ajuste	Intensidad corregida	Intensidad calculada	Factor de ajuste	Intensidad corregida
Predio El Chilar	60	49	0.957	47	59	1.029	61

Subcuenca	Duración (min)	Periodo de retorno de 25 años			Periodo de retorno de 50 años		
		Intensidad calculada	Factor de ajuste	Intensidad corregida	Intensidad calculada	Factor de ajuste	Intensidad corregida
Predio El Chilar	60	64	1.041	67	72	1.043	75

TABLA No. 7

Se consideran para el estudio períodos de retorno de 5 y 50 años, aunque se consideran otras frecuencias por si se llegaran a requerir.

La aplicación del método racional descrito, con la utilización de los datos previamente analizados, permitió desglosar la información de caudales máximos en el predio, partiendo de dos escenarios: condiciones actuales y condiciones de proyecto para el predio El Chilar. Tablas No. 20 y 21.

Considerando la construcción del fraccionamiento Viveros de los Ángeles, el gasto máximo evaluado por este método, para la superficie total del predio, es de 5.65 m³/seg, considerando una frecuencia de 5 años. A manera de comparación se elaboró la tabla No. 22 en la que la intensidad fue obtenida de los datos del observatorio Km 46 + 930 del Gran Canal.

Con el objeto de definir con mayor precisión los caudales que podremos esperar en el predio, se desarrolla otro método el de Dickens, enfocado al cálculo del gasto máximo producido en una alcantarilla, en base a su clase de terreno y características de la intensidad de la lluvia, recomendada para cuencas desde 0.25 a 250 Km². En la tabla respectiva se pueden consultar los resultados obtenidos en este método para las diferentes subcuencas estudiadas y los datos que los propiciaron.

Dicha fórmula es:

$$Q = 0.01386 C A^{3/4}$$

Donde:

Q = gasto en la alcantarilla, en m³/seg

C = coeficiente que depende de la clase de terreno y la altura de lluvia estimada en 24 horas; en nuestro caso se consideró de 250 para la superficie urbanizada, con lluvia de intensidades bajas)

A = área tributaria en Km²

El resultado obtenido presenta un caudal máximo de 3.36 m³/seg para el proyecto Viveros de los Ángeles; valor un poco menor con respecto al método Racional para el polígono que conforma el predio, sin embargo estos son del mismo orden de gasto, por lo que corroboran los resultados obtenidos, presentado en la Tabla No. 8.

GASTO MÁXIMO			
MÉTODO DE DICKENS			
Cuenca	Área (Km ²)	Coficiente Dickens	Gasto máximo (m ³ /seg)
Predio El Chilar	0.96	250.0	3.36

TABLA No. 8

Por ultimo con fines comparativos se desarrolla el método de Creager constituye un caso particular de los llamados métodos empíricos. Se utiliza para determinar el pico de la avenida de diseño, cuando no se dispone de información hidrométrica. Se procede a seleccionar la curva envolvente regional o mundial, que proporciona coeficientes unitarios para cada unidad de área. El producto de ese coeficiente por el área de la cuenca dará como resultado el gasto buscado.

La fórmula de Creager es:

$$q = 1.303 [C(0.386A)^\alpha] A^{-1} \qquad \alpha = \frac{0.936}{A^{0.048}}$$

Donde:

- q: gasto, en m³/seg
- A: área de la cuenca, en Km²
- C: valor de la envolvente

Para la Región Hidrológica No. 26, Río Pánuco, la CNA ha determinado que C = 19.

Por su condición de envolvente de gastos máximos, los resultados obtenidos mediante este método resultan generalmente elevados. El resultado obtenido para el predio se consigna en la Tabla No. 9, y ha sido de 9.7 m³/seg.

GASTO MÁXIMO					
ENVOLVENTES DE CREAGER					
Cuenca	Área (Km ²)	Coefficiente (a)	Coefficiente de Creager	Gasto unitario (q) (m ³ /seg/Km ²)	Gasto máximo (m ³ /seg)
Predio El Chilar	0.96	0.938	19	10.17	9.7

TABLA No. 9

Durante los trámites correspondientes a la delimitación de la franja de zona federal se concertaron varias reuniones con el personal técnico del Organismo de Cuenca del Valle de México, para definir los caudales que se deberían adoptar como los máximos, ya que la cuenca completa, dada su magnitud, aporta datos resultantes, por todos los métodos de cálculo, demasiado altos, lo cual no es la realidad.

Se definió que la presencia de la presa, aunque es pequeña, permite regular las avenidas que ingresan, por lo que **se consideró que el gasto máximo sería la capacidad de su vertedor**, el cual se proyectó para un gasto de **30 m³/seg**; a este caudal habría que incrementar aquel que se genere entre dicha obra y el sitio de interés, recomendándose que sea por el método del Instituto de Ingeniería de la UNAM.

4.2 Gastos máximos

En función de las características especiales de la cuenca de aportación, y atendiendo a los comentarios y acuerdos que se tuvieron en ocasión con la delimitación de la zona federal del predio El Chilar, con autoridades del organismo de Cuenca del Valle de México, se deberá considerar como gasto máximo, la capacidad del vertedor de demasías de la presa El Manantial, que es de 30 m³/seg, más el que se genere en la cuenca entre dicha obra y el sitio de interés, que en este caso es la salida del predio El Chilar II.

4.2.1 Información hidrométrica

La cuenca de los predios San Epigmenio y El Chilar II cuenta con información hidrométrica, que se ha generado en los sitios conocidos como El Manantial, San Jerónimo e Irolo. Por otro lado, las condiciones y características de la cuenca adyacente, al sureste, que corresponde al río San Juan Teotihuacan, aforado en el sitio Tepexpan, aporta información valiosa para conocer la potencialidad hidrológica de la zona correspondiente a los alrededores del predio.

El volumen de escurrimiento medio registrado en la estación El Manantial en el período 1966-1994, es de 3.488.97 millones de m³, que corresponde a un gasto medio de 0.110 m³/seg. El gasto máximo que tuvo lugar en la ya mencionada estación fue de 5.5 m³/seg, ocurrido en septiembre de 1998. En las tablas No. 23 (volúmenes) y 24 (gastos máximos) se presentan los datos de la estación, mismos que se grafican en las figuras 16 (historial) y 17 (distribución anual), ver Anexo Hidrométrico.

Cabe mencionar que en dichas figuras se puede observar un escurrimiento con tendencia a incrementarse, debido seguramente a la operación de la presa, lo que se puede corroborar con la gráfica anual donde es notorio que por cuestiones de control y seguridad, se extraen los mayores volúmenes posibles de agua antes de la temporada de máximas lluvias.

Con la finalidad de conocer con mayor detalle el funcionamiento de la cuenca completa que aporta agua al río Las Avenidas de Pachuca, se incluyen los datos hidrométricos anuales de las estaciones de aforo El Manantial, El Manantial M.D., El Manantial M.I., San Jerónimo, Irolo y Tepexpan. Tablas No. 25 a 30. (Anexo).

El escurrimiento reportado por las estaciones San Jerónimo e Irolo, constituyen la aportación de las subcuencas de Tecocomulco y Acopinalco a la corriente principal de la cuenca, aunque eventualmente llegan a integrarse; los volúmenes anuales medios reportados por éstas son: 5.579 y 4.411 millones de m³, respectivamente. Los gastos máximos registrados son de 40.580 m³/seg en San Jerónimo, y de 14.130 m³/seg en Irolo.

La información analizada con anterioridad, no permite la estimación de avenidas de diseño para los predios debido a su ubicación, sin embargo, la información de El Manantial se complementará con la que se obtuvo de la cuenca vecina mediante la estación Tepexpan, que reporta un volumen medio de 1.508.44 millones de m³, y un caudal máximo de 21.233 m³/seg.

La utilización de estos datos para evaluar el escurrimiento en la zona de la cuenca del predio ubicada debajo de la presa El Manantial, en virtud de las grandes similitudes entre las características físicas del terreno, cantidad de lluvia y superficie drenada.

Analizando a mayor detalle el comportamiento de la escorrentía en las cuencas de interés, se realizó la tabla No. 31 donde se relaciona el escurrimiento generado y la superficie de captación, observando que se tienen relaciones sumamente bajas, incluso en San Jerónimo donde es superior a 10 mil m³ por kilómetro cuadrado. En las demás se tiene valores entre 1.99 y 3.26 miles de m³/Km². Estos valores representan coeficientes de escurrimiento menores del 1 %, que se explican por la conjunción de factores como son: precipitaciones bajas (entre 550 y 700 mm), terrenos planos y permeables en su mayor parte, histórico uso del escurrimiento para la irrigación mediante redes de canales y pequeñas obras de riego, entre otros.

La información hidrométrica descrita fue procesada mediante el método estadístico de Gumbel para obtener, en cada caso, los gastos máximos que se pueden esperar para diferentes períodos de retorno; de esta manera se realiza el cálculo correspondiente para cada una de las estaciones: El Manantial, San Jerónimo, Irolo y Tepexpan, obteniendo caudales máximos para 5, 10, 15, 25 y 50 años. (Tablas No. 32 a 35).

4.2.2 Método Racional

Este método, basado en las características de la cuenca y en la intensidad de lluvia correspondiente, permite cuantificar la fracción de la precipitación que escurre por la superficie del suelo, desde un punto de vista racional. Esta es el método más utilizado, sin embargo algunos autores limitan su aplicabilidad en función del tamaño de la cuenca.

Se considera que el gasto máximo es alcanzado cuando la precipitación se mantiene con una intensidad constante durante un tiempo igual al tiempo de concentración.

La fórmula Racional es:

$$Q = 0.278 \cdot C \cdot i \cdot A$$

Donde:

- Q: gasto máximo o de pico, en m³/seg
- C: coeficiente de escurrimiento, variable de acuerdo a la condición
- i : intensidad media de la lluvia para una duración igual al tiempo de concentración, en mm/hora
- A: área de la cuenca, en Km²

Intensidad de lluvia

Cercana a la zona de estudio se tiene localizada una estación climatológica que cuenta con registros pluviográficos, el observatorio Km 46 + 930 del Gran Canal, cuyo periodo de registro es del año de 1978 a 1991, año en el que dejó de funcionar el pluviógrafo. En estudios previos se utilizó esta información como base para determinar los valores de intensidad en estaciones más cercanas, de las cuales se utiliza ahora la correspondiente a San Marcos Jilotzingo, que se encuentra dentro de la cuenca estudiada, y a poca distancia de los predios.

Dicho cálculo para la intensidad permitió obtener la siguiente ecuación i-d-Tr:

$$i = \frac{K \cdot Tr^m}{d^n} = \frac{437.976 \cdot Tr^{0.153}}{d^{0.621}}$$

Obtenida la ecuación, sustituimos los valores del periodo de retorno y duración con que se inició el procedimiento de obtención de la ecuación, obteniendo los resultados que se muestran en la Tabla No. 10, y figura 7.

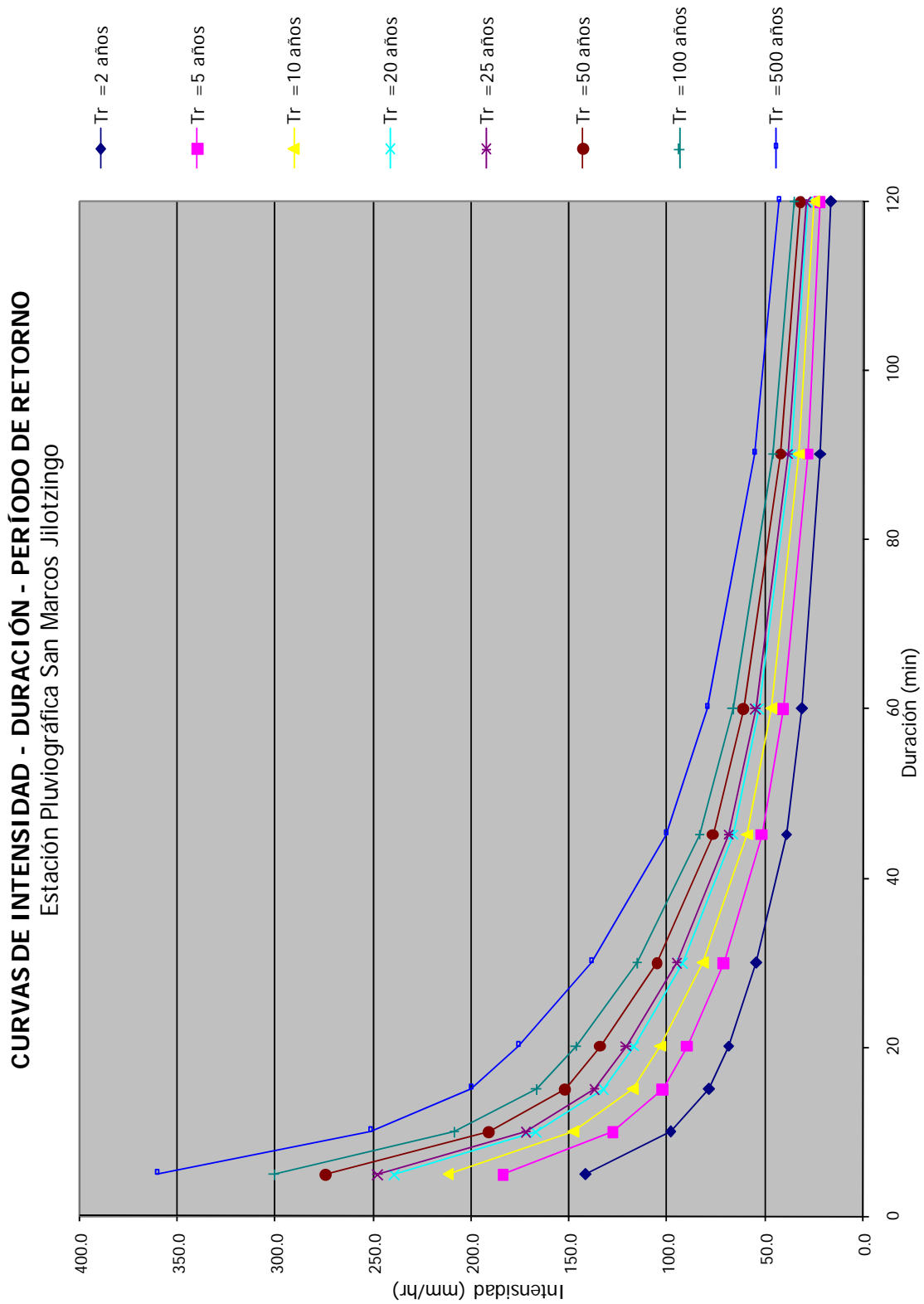


Figura 7

ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DELIMITACIÓN DE LA ZONA FEDERAL DE LOS PREDIOS
SAN EPIGMENIO Y EL CHILAR II, EN ZUMPANGO, MEX.

INTENSIDADES DE LLUVIA PARA DIFERENTES DURACIONES Y PERÍODOS DE RETORNO

OBTENIDAS DE LA ECUACIÓN $i - d - T_r$ Y SUS FACTORES DE AJUSTE

ESTACIÓN PLUVIOMÉTRICA SAN MARCOS JILOTZINGO

Periodo de retorno (años)	Duración en minutos										
	5	10	15	20	30	45	60	70	150	360	1440
2	141.7	98.7	78.7	69.2	54.6	39.6	31.4	27.5	14.2	6.8	1.8
3	161.8	112.7	89.8	79.0	62.4	45.2	35.9	31.4	16.2	7.8	2.0
4	174.7	121.7	97.0	85.3	67.4	48.8	38.7	33.9	17.5	8.4	2.2
5	184.2	128.3	102.2	89.9	71.0	51.4	40.8	35.7	18.5	8.8	2.3
6	191.8	133.6	106.4	93.6	73.9	53.5	42.5	37.2	19.3	9.2	2.4
7	198.1	138.0	109.9	96.7	76.4	55.3	43.9	38.4	19.9	9.5	2.5
8	203.5	141.7	112.9	99.3	78.4	56.8	45.1	39.5	20.4	9.8	2.6
9	208.2	145.0	115.5	101.6	80.3	58.1	46.1	40.4	20.9	10.0	2.6
10	212.4	147.9	117.9	103.7	81.9	59.3	47.1	41.2	21.3	10.2	2.7
15	228.2	159.0	126.7	111.4	88.0	63.7	50.6	44.3	22.9	10.9	2.9
20	239.4	166.7	132.8	116.8	92.3	66.8	53.0	46.4	24.0	11.5	3.0
25	247.9	172.7	137.6	121.0	95.6	69.2	54.9	48.1	24.9	11.9	3.1
30	254.9	177.5	141.4	124.4	98.3	71.1	56.5	49.4	25.6	12.2	3.2
40	265.8	185.1	147.5	129.7	102.5	74.2	58.9	51.5	26.7	12.7	3.4
50	274.3	191.0	152.2	133.9	105.7	76.6	60.8	53.2	27.5	13.2	3.5
75	289.6	201.7	160.7	141.4	111.6	80.8	64.2	56.2	29.1	13.9	3.7
100	300.5	209.3	166.7	146.6	115.8	83.9	66.6	58.3	30.2	14.4	3.8
500	361.0	251.4	200.3	176.2	139.1	100.8	80.0	70.0	36.2	17.3	4.6

TABLA No. 10

Periodos de retorno

El estudio que nos ocupa, relativo al análisis hidrológico, en función con las posibles obras hidráulicas involucradas, requiere asignar un periodo de retorno a la avenida de diseño, por lo que se integran a continuación los tipos de obra y la recomendación, de acuerdo a la información proporcionada por la Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos de la Comisión Nacional del Agua.

TIPO DE OBRA HIDRÁULICA	Tr (AÑOS)
Drenaje pluvial	
Zona urbana. Poblados pequeños con menos de 100,000 habitantes	2-5
Zona agrícola	5
Encauzamiento de corrientes	
Corrientes libres en zona agrícola de extensión mediana, de 1,000 a 10,000 Ha	25-50
Delimitación de Zona Federal	5

En atención a las recomendaciones anteriores, se consideran para el presente estudio periodos de retorno de 5 años y 1,000 años **a solicitud de la dependencia reguladora.**

Resultados obtenidos

La aplicación del método descrito, con la utilización de los datos previamente analizados, permitió desglosar la información de caudales máximos, con aplicación directa a las condiciones de proyecto para los predios San Epigmenio y El Chilar II. Tabla No. 11.

GASTO MÁXIMO
MÉTODO RACIONAL
Condiciones de proyecto

Subcuenca	Área (Km ²)	Tiempo de concentración (min)	Periodo de retorno (años)	Intensidad (mm/hora)	Coefficiente de escurrimiento	Gasto máximo (m ³ /seg)
San Epigmenio	1.019	70	5	36	0.45	4.55
	1.019	70	10	41	0.45	5.25
	1.019	70	25	48	0.45	6.13
	1.019	70	50	53	0.45	6.78
El Chilar II	1.437	150	5	18	0.45	3.32
	1.437	150	10	21	0.45	3.83
	1.437	150	25	25	0.45	4.47
	1.437	150	50	28	0.45	4.95

TABLA No. 11

4.2.3 Método del Instituto de Ingeniería de la UNAM

El método utilizado, para determinar los gastos máximos fue elaborado por el Instituto de Ingeniería de la UNAM, con el aval de GRAVAMEX para la determinación de las avenidas de diseño, y proporciona una guía que explica el método para su correcta aplicación; dicha guía se muestra a continuación:

Guía para la determinación de tormentas y avenidas de diseño para las cuencas del valle de México (estudio hidrológico simplificado).

(Instituto de Ingeniería, *Gerencia* Técnica de GRAVAMEX, 1996)

1. Definir el valor de la precipitación "P(24,10)" de duración 24 hr y periodo de retorno de 10 años, que le corresponda.
2. Calcular el tiempo de concentración (tc) según Kirpich.
3. Según el valor obtenido de "tc", redondear éste a la media hora exacta superior

En lo subsecuente se utilizará "tcr" para designar al tiempo de concentración redondeado. Aquí se supondrá que el "tcr" es igual que la duración de la tormenta "dt".

4. Determinar el coeficiente de escurrimiento ("Ce") para la cuenca, de acuerdo con la fórmula especificada por el Instituto de Ingeniería, tal como se muestra:

$$C_e = \left(\frac{C_{nu} * A_{nu}}{A_t} \right) + \left(\frac{0.45 I_u * A_u}{A_t} \right)$$

Donde:

- A_t = Área Total de la Cuenca de Aportación (km²).
- A_{nu} = Área de Zona No Urbanizada (km²).
- A_u = Área de Zona Urbanizada (km²).
- I_u = índice de Urbanización.
- C_{nu} = Coeficiente de Escurrimiento en Anu.

5. Con el tiempo de concentración redondeado (tcr) del "inciso 3" y el valor inicial de la precipitación de 24 hrs asociada a un período de retorno de $Tr=10$ años ("P(24hr,10)") dado en el "inciso 1", calcular mediante los factores de ajuste "Fd" la precipitación equivalente de la altura de precipitación para una duración de 1 hora y el mismo período de retorno de 10 años P(1hr,10). Después obtener la tormenta con *duración* "dt" para obtener el factor de ajuste correspondiente "Fd(dt)" y multiplicarlo por P(1hr, 10).
6. Multiplicar el valor de la precipitación obtenida en el "inciso 5" por el valor del coeficiente de escurrimiento (Ce) calculado en el "inciso 4", para obtener el valor de la precipitación efectiva (Pe).

Se presentan diversos factores de ajuste por concepto del área de la cuenca (Fa) los cuales permitirán convertir la precipitación efectiva (Pe) calculada en el inciso anterior, por una precipitación ajustada por el concepto de área de la cuenca, la cual se denominará "Pea" (cuando el área es menor de 1 Km², el factor Fa=1).

7. Calcular el volumen de la avenida (V_a) con la siguiente relación:

$$V_a = C_e * A_c * P(t_{cr}, 10)$$

ó

$$V_a = P_e * A_c$$

Donde:

" C_e " es adimensional, " A_c " es el área de la cuenca en metros cuadrados (m^2); " t_{cr} " tiempo de concentración redondeado; " $P(t_{cr}, 10)$ " ó la " P_e " en metros (m) y el " V_a " (volumen de la avenida) resulta en m^3 .

8. El Gasto pico para el periodo de retorno deseado se calcula con la siguiente expresión $Q_p = q_p \times P_{ea}$.

Los factores de ajuste para diferentes períodos de retorno (F_{tr}) se emplean para modificar la precipitación " P_{ea} " por éste concepto (En el caso de zonas federales, el $Tr=5$ años).

A continuación se presenta la tabla de cálculo del método mencionado del Instituto de Ingeniería, para la subcuenca Alcantarilla, que corresponde desde la presa El Manantial hasta dicha obra, en este caso al lindero bajo de El Chilar II, calculados en la tabla No. 36 (Anexo). Los resultados obtenidos se resumen en la tabla No. 12.

GASTO MÁXIMO
CRITERIO GRAVAMEX

Periodo de retorno (años)	Vertedor (m ³ /seg)	Subcuenca Alcantarilla I.I. U.N.A.M. (m ³ /seg)	Total (m ³ /seg)
2		27.04	27.0
5	30.0	35.51	65.5
10	30.0	40.35	70.4
20	30.0	44.39	74.4
50	30.0	50.44	80.4
100	30.0	55.69	85.7
500	30.0	66.18	96.2
1000	30.0	70.62	100.6

TABLA No. 12

4.3 Revisión hidráulica

Se revisa la capacidad de las alcantarillas ubicadas arriba del predio y en la carretera Zumpango-Tizayuca; la primera consta de un área hidráulica de 14.26 m², la segunda también dentro del predio de San Epigmenio con un área de 14.22 m², la tercera dentro de El Chilar II cuenta con un área de 14.60 m² y la última sobre la carretera tiene cuatro ductos de 1.52 cm de diámetro, cuya capacidad hidráulica unitaria es de 2.33 m³/seg, por lo que su capacidad total es de 9.33 m³/seg. Esta capacidad ha sido insuficiente cuando se ha presentado una avenida, y regula el flujo aguas abajo. Tabla No. 13.

CAPACIDAD HIDRÁULICA DE LAS ALCANTARILLAS

Cadenamiento	Coefficiente de Manning	Pendiente	Número de pasos	Área (m ²)	Velocidad (m/seg)	Caudal total (m ³ /seg)
2+310.00	0.013	0.0010	1	14.260	3.69	52.62
2+074.00	0.013	0.0010	1	14.220	3.70	52.61
1+632.00	0.013	0.0010	1	14.600	3.78	55.19
0+000.00	0.013	0.0010	4	1.824	1.28	9.33

TABLA No. 13

5 DELIMITACIÓN DE ZONA FEDERAL

5 DELIMITACIÓN DE ZONAS FEDERALES

5.1 Levantamiento topográfico

Esta actividad fue realizada por Geo Hogares Ideales, consistiendo en el levantamiento topográfico del predio, y el seccionamiento del río, con un total de 130 secciones transversales al cauce, a cada 20 m, y con 40 m de longitud, a partir del sitio donde se inicia el predio San Epigmenio, y todas ellas dentro de los polígonos, hasta la alcantarilla de la carretera Zumpango Tizayuca, lo que representa una longitud de 2,580 m.

5.2 Normatividad de la CONAGUA - GRAVAMEX

La Comisión Nacional del Agua, a través de la Gerencia Regional de Aguas del Valle de México, ha publicado la "Guía para levantamientos topográficos con fines de delimitar Zona Federal de cauces de propiedad nacional", donde se incluye lo relativo al Estudio Hidrológico por realizar, a los trabajos de topografía, y al informe final, por lo que se ha dado seguimiento a dicha Guía para la elaboración del presente documento.

De esa forma, se elaboran los planos de acuerdo a esta Guía, dibujado en el programa AutoCAD, que se pueden consultar al final del presente estudio.

5.3 Tránsito de avenidas

Con el objeto de definir el comportamiento hidráulico del río denominado como Las Avenidas de Pachuca, al ocurrir un fenómeno hidrometeorológico ordinario, es necesario determinar la variación de los niveles del agua en sus respectivos cauces.

A través de este proceso, se puede estimar la capacidad de regulación del cauce, la elevación de los tirantes de agua en cada sección, en este caso del NAMO ($Tr = 5$ años), y las velocidades del flujo para los caudales de interés, siendo estos parámetros los que nos permiten determinar las condiciones del flujo del agua en el tramo de interés, y así poder efectuar el trazo de la Zona Federal.

El gasto máximo asociado a una frecuencia de 5 años, fue el obtenido mediante el método de Instituto de Ingeniería - Gravamex, de acuerdo al presente Estudio Hidrológico.

Con estos resultados, que considera el valor estimado del gasto máximo, de acuerdo a la zona de captación, se aplica el programa de cómputo HEC-RAS, para evaluar el perfil del flujo de agua en los trayectos mencionados.

Dicho programa requiere las secciones transversales a lo largo del cauce, así como el dato del gasto asociado a un periodo de retorno, para simular la acción de la avenida en un río, y así, estar en disponibilidad de establecer los tirantes correspondientes al caudal máximo ordinario de la corriente (NAMO), lo que nos permite el trazo de su respectiva Zona Federal. Se incluye la tabla No. 37, donde se puede consultar los resultados obtenidos de las simulaciones del tránsito de avenidas.

5.4 Perfil hidráulico y secciones

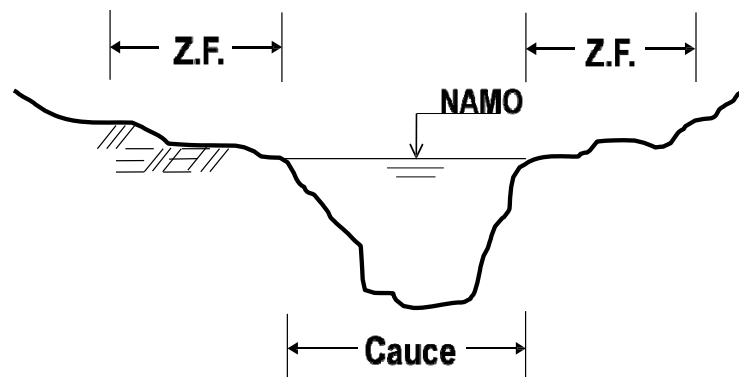
En función de la geometría del cauce, y de la simulación del tránsito de la avenida, anteriormente referido, se ha obtenido un perfil hidráulico de cada arroyo para una avenida máxima ordinaria, el cual presenta diferentes tirantes dentro de los cinco cauces que se ha analizado. En los Planos de Delimitación de Zona Federal, se puede observar el nivel del tirante para cada una de las secciones.

Los resultados obtenidos nos permiten conocer el nivel del agua para cada sección, lo cual nos indica cual es la superficie libre del agua para cada una de éstas. En función de ésta para cada una de las 130 secciones, es posible definir el ancho de la zona federal.

5.5 Delimitación de la zona federal

En el artículo 3, fracción XLVII, de la Ley de Aguas Nacionales (LAN), se define como "Ribera o Zona Federal" a:

Las fajas de diez metros de anchura contiguas al cauce de las corrientes o al vaso de los depósitos de propiedad nacional, medidas horizontalmente a partir del nivel de aguas máximas ordinarias. La amplitud de la ribera o zona federal será de cinco metros en los cauces con una anchura no mayor de cinco metros. El nivel de aguas máximas ordinarias se calculará a partir de la creciente máxima ordinaria. En los cauces con anchura no mayor de cinco metros, el nivel de aguas máximas ordinarias se calculará a partir de la media de los gastos máximos anuales producidos durante diez años consecutivos. En los orígenes de cualquier corriente, se considera como cauce propiamente definido, el escurrimiento que se concentre hacia una depresión topográfica y forme una cárcava o canal, como resultado de la acción del agua fluyendo sobre el terreno. La magnitud de la cárcava o cauce incipiente deberá ser de, cuando menos, 2.0 metros de ancho por 0.75 metros de profundidad.



Esquema de delimitación de cauce y fajas de zona federal.

Por otra parte, en el artículo 4, fracción I, del Reglamento de la LAN, dice:

El nivel de aguas máximas ordinarias a que se refiere la fracción VIII, del artículo 3o. de la "Ley", se entiende como el que resulta de la corriente ocasionada por la creciente máxima ordinaria dentro de un cauce sin que en este se produzca desbordamiento. La creciente máxima ordinaria estará asociada a un período de retorno de cinco años.

Mientras tanto la Gerencia Regional de Aguas del Valle de México define la Zona Federal como las fajas de diez metros de anchura contiguas al cauce de las corrientes o al vaso de los depósitos de propiedad nacional, medidas horizontalmente a partir del nivel de aguas máxima ordinarias. La amplitud de la ribera o zona federal será de cinco metros en los cauces con una anchura no mayor de cinco metros

Aplicando la ley de aguas nacionales y las consideraciones del organismo local, con los datos obtenidos en la simulación del tránsito de la avenida estimada para un periodo de retorno de 5 años, y de acuerdo a la guía consultada, se trazó la zona federal de los tramos de interés, correspondientes al cauce que atraviesa los predios San Epigmenio y El Chilar II, que representa la franja de terreno propiedad de la nación, conocida como Zona Federal. Su definición en planta puede observarse en los planos referidos, que constan de un plano de la planta, y cinco de secciones.

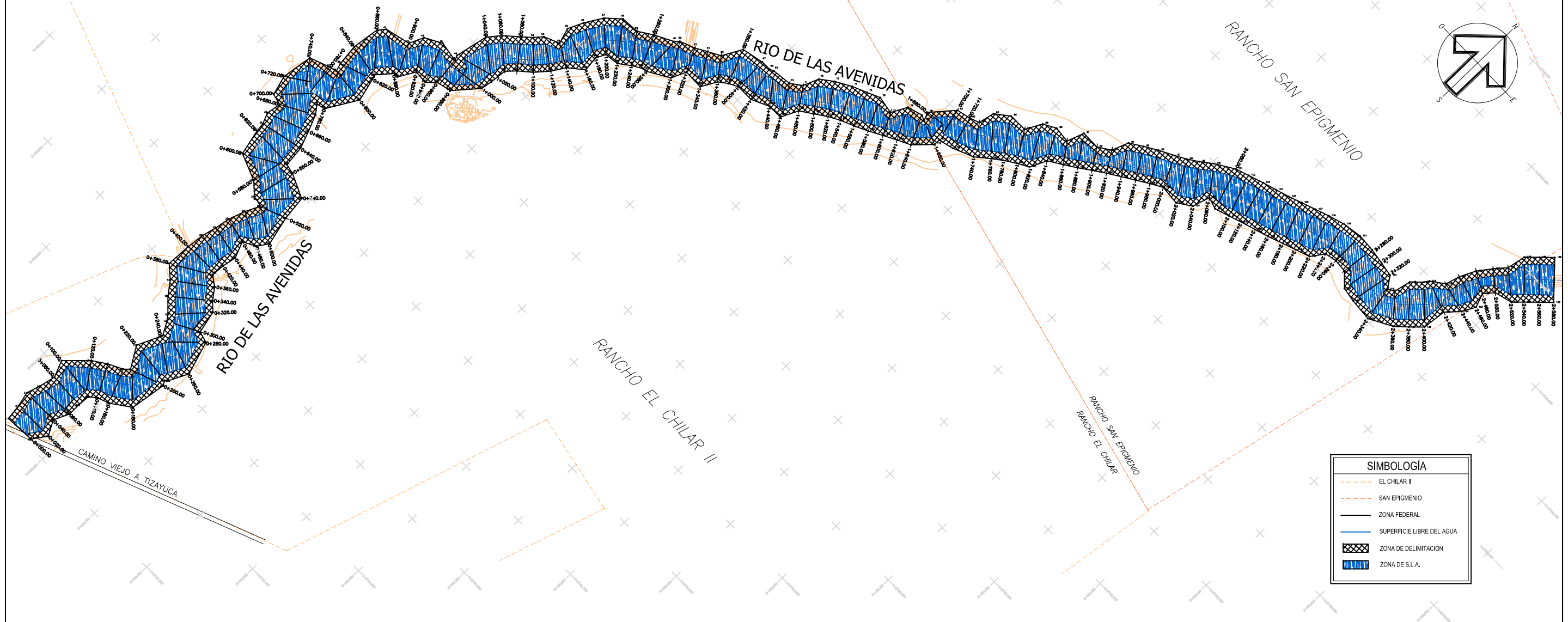
Para conocer con mayor detalle esta franja, en los planos de las secciones levantadas en orden de cadenamamiento, se señalan los tirantes de agua correspondiente al gasto máximo ordinario, y se indica la longitud de la zona federal, para cada una de ellas.

Las superficies ocupadas por las franjas delimitadas como Zona Federal del cauce del río Las Avenidas de Pachuca, se muestran en la tabla No. 14.

SUPERFICIES DE LA ZONA FEDERAL

PREDIO	ZONA FEDERAL (m ²)		
	MARGEN DERECHA	MARGEN IZQUIERDA	TOTAL
San Epigmenio	9,211.74	9,183.63	18,395.37
El Chilar II	15,883.80	15,159.75	31,043.55
		TOTAL	49,438.91

TABLA No. 14



SIMBOLOGÍA

- EL CHILAR II
- SAN EPIGENIO
- ZONA FEDERAL
- ▬▬▬▬ SUPERFICIE LIBRE DEL AGUA
- ZONA DE DELIMITACIÓN
- ZONA DE S.L.A.

CUADRO DE CONSTRUCCION

LADO EST-PU	AZMUT	DISTANCIA (MTRS)	COORDENADAS UTM ESTE (X)	COORDENADAS UTM NORTE (Y)
1-2	352°24'33"	21.48	495,128.56	2,191,355.55
2-3	346°40'53.68"	19.84	495,128.72	2,191,326.82
3-4	167°28'52"	19.87	495,129.92	2,191,347.10
4-5	121°22'10"	22.48	495,127.68	2,191,366.11
5-6	339°43'18"	23.90	495,132.47	2,191,388.07
6-7	43°05'18"	36.70	495,123.17	2,191,410.08
7-8	52°34'46.36"	22.25	495,150.63	2,191,438.77
8-9	62°27'36.97"	21.94	495,169.00	2,191,451.32
9-10	46°44'6.17"	33.23	495,168.48	2,191,461.47
10-11	327°52'24.96"	33.23	495,193.48	2,191,468.21
11-12	247°12'42"	34.39	495,177.81	2,191,496.35
12-13	267°24'24"	2.86	495,191.80	2,191,527.78
13-14	332°26'42"	20.11	495,183.07	2,191,530.33
14-15	322°49'27.30"	9.02	495,182.02	2,191,547.75
15-16	319°42'42.72"	24.59	495,177.57	2,191,554.83
16-17	322°16'36.96"	21.51	495,195.85	2,191,571.97
17-18	312°39'14.80"	22.33	495,168.08	2,191,588.98
18-19	02°02'15.17"	34.49	495,128.74	2,191,613.53
19-20	06°02'09.97"	23.65	495,135.33	2,191,637.98
20-21	147°10'29"	20.48	495,133.97	2,191,661.50
21-22	09°42'36.96"	20.41	495,138.83	2,191,681.57
22-23	197°14.43"	24.17	495,142.27	2,191,701.49
23-24	251°22'46"	21.38	495,155.15	2,191,724.34
24-25	64°34'53.99"	0.74	495,159.25	2,191,743.85
25-26	284°35'12.37"	10.66	495,159.92	2,191,743.97
26-27	270°10'45"	4.39	495,149.60	2,191,746.66
27-28	311°29'56.07"	20.34	495,143.21	2,191,746.67
28-29	297°24'33.27"	36.98	495,139.48	2,191,761.47
29-30	346°40'53.68"	35.91	495,129.19	2,191,775.70
30-31	352°45'26.64"	12.42	495,083.97	2,191,813.97
31-32	337°45'30"	15.35	495,082.40	2,191,822.98
32-33	08°50'23.47"	19.85	495,078.41	2,191,837.11
33-34	287°49'50.74"	15.55	495,073.48	2,191,856.83
34-35	343°53'48.89"	22.67	495,064.38	2,191,880.55
35-36	06°14'45.18"	42.36	495,059.70	2,191,907.13
36-37	68°54'16.07"	29.23	495,062.78	2,191,929.06
37-38	75°22'24.89"	18.91	495,090.05	2,191,939.58
38-39	343°51'51.15"	11.73	495,100.03	2,191,942.18

CUADRO DE CONSTRUCCION

LADO EST-PU	AZMUT	DISTANCIA (MTRS)	COORDENADAS UTM ESTE (X)	COORDENADAS UTM NORTE (Y)
39-40	352°24'33"	21.48	495,098.60	2,192,053.40
40-41	07°04'48.90"	37.69	495,093.33	2,192,082.03
41-42	49°12'59.17"	12.51	495,098.42	2,192,019.38
42-43	75°44'29.31"	35.36	495,108.38	2,192,029.02
43-44	237°24'14"	21.47	495,140.65	2,192,037.73
44-45	40°29'27.70"	26.03	495,148.27	2,192,057.38
45-46	98°27'58.57"	27.65	495,171.95	2,192,070.15
46-47	78°21'36.29"	0.43	495,199.31	2,192,067.17
47-48	336°10'49.57"	6.93	495,199.31	2,192,066.26
48-49	11°57'11.19"	45.70	495,198.93	2,192,072.60
49-50	38°41'25.25"	20.98	495,208.27	2,192,117.24
50-51	47°24'14.07"	23.82	495,219.32	2,192,133.77
51-52	46°51'27.63"	16.94	495,238.38	2,192,151.10
52-53	40°28'16.05"	13.78	495,250.74	2,192,162.78
53-54	66°22'02.27"	22.71	495,258.61	2,192,173.33
54-55	342°27'35.11"	22.04	495,280.41	2,192,182.43
55-56	247°12'42"	34.39	495,273.74	2,192,203.44
56-57	32°02'44.47"	28.13	495,283.06	2,192,234.06
57-58	46°34'42.42"	25.59	495,297.35	2,192,248.28
58-59	85°11'13.70"	24.53	495,315.94	2,192,265.86
59-60	56°29'41.81"	23.40	495,340.41	2,192,267.64
60-61	61°53'59.28"	29.15	495,359.83	2,192,280.56
61-62	40°29'27.70"	4.77	495,388.64	2,192,294.29
62-63	68°21'40.57"	21.95	495,390.00	2,192,299.48
63-64	59°20'51.27"	17.73	495,410.35	2,192,307.69
64-65	61°25'14.74"	18.82	495,425.64	2,192,316.66
65-66	287°22'37"	30.58	495,442.12	2,192,325.76
66-67	77°14'22.22"	35.51	495,459.58	2,192,352.72
67-68	86°24'16.87"	13.96	495,486.31	2,192,359.43
68-69	65°29'50.39"	0.31	495,500.26	2,192,359.76
69-70	82°31'45.58"	26.22	495,508.03	2,192,362.33
70-71	52°45'10.78"	18.46	495,532.03	2,192,365.74
71-72	21°24'21.71"	22.66	495,546.73	2,192,376.91
72-73	52°45'10.78"	25.87	495,555.14	2,192,397.55
73-74	28°24'22.28"	24.66	495,571.75	2,192,410.59
74-75	68°24'48.07"	21.44	495,583.01	2,192,423.08
75-76	75°22'24.89"	18.96	495,616.66	2,192,431.68
76-77	89°50'21.70"	24.18	495,628.83	2,192,439.70

CUADRO DE CONSTRUCCION

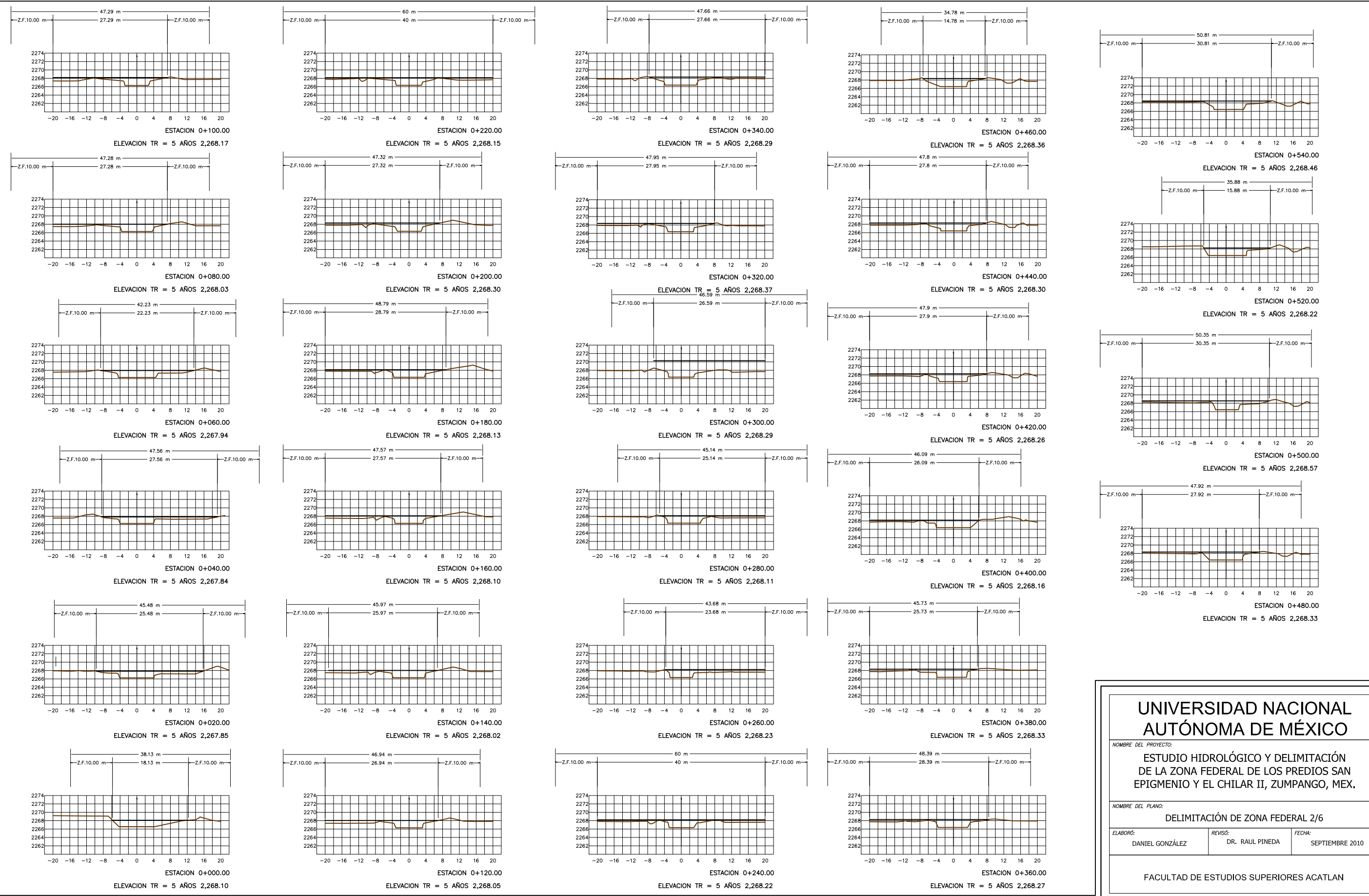
LADO EST-PU	AZMUT	DISTANCIA (MTRS)	COORDENADAS UTM ESTE (X)	COORDENADAS UTM NORTE (Y)
77-78	27°45'40.07"	24.31	495,653.64	2,192,455.24
78-79	72°02'21.27"	21.17	495,664.74	2,192,457.17
79-80	111°58'21.97"	8.05	495,688.98	2,192,460.37
80-81	338°42'45.59"	11.95	495,692.45	2,192,460.37
81-82	39°54'42.12"	39.69	495,688.11	2,192,471.51
82-83	76°29'29.31"	18.29	495,713.56	2,192,501.98
83-84	68°26'8.97"	14.23	495,732.31	2,192,508.49
84-85	12°31'59.65"	22.14	495,745.53	2,192,508.49
85-86	12°31'59.65"	22.14	495,750.27	2,192,533.38
86-87	88°45'30.62"	25.16	495,768.89	2,192,548.13
87-88	274°28'29.27"	25.30	495,794.05	2,192,548.69
88-89	62°46'35.00"	19.51	495,805.81	2,192,571.07
89-90	90°41'21.67"	21.90	495,822.84	2,192,585.89
90-91	19°20'44.00"	25.02	495,844.62	2,192,578.41
91-92	80°25'58.18"	25.03	495,853.02	2,192,601.98
92-93	56°18'55.05"	20.30	495,878.04	2,192,601.79
93-94	247°12'42"	34.39	495,894.93	2,192,613.50
94-95	37°21'48.07"	20.58	495,933.54	2,192,635.94
95-96	46°34'42.42"	20.66	495,920.84	2,192,647.10
96-97	62°17'36.97"	22.59	495,938.42	2,192,679.39
97-98	62°17'36.97"	22.59	495,958.01	2,192,668.47
98-99	50°23'53.67"	17.09	495,973.32	2,192,676.96
99-100	52°50'39"	19.45	495,987.34	2,192,686.78
100-101	57°41'53.33"	30.28	496,002.70	2,192,688.69
101-102	71°31'9.96"	18.77	496,028.29	2,192,710.79
102-103	70°31'42.98"	17.43	496,046.05	2,192,720.94
103-104	72°43'55.67"	21.49	496,066.54	2,192,728.25
104-105	71°24'35.64"	20.00	496,095.14	2,192,733.97
105-106	89°12'48.97"	18.28	496,104.15	2,192,754.93
106-107	70°29'58.97"	20.95	496,121.31	2,192,744.77
107-108	70°43'41.41"	19.47	496,141.00	2,192,753.83
108-109	72°15'15.75"	23.05	496,158.31	2,192,761.53
109-110	80°25'58.18"	26.60	496,181.25	2,192,767.60
110-111	97°10'11.37"	24.24	496,207.51	2,192,771.82
111-112	98°51'53"	21.31	496,231.77	2,192,770.48
112-113	89°23'48.84"	20.34	496,252.82	2,192,767.91
113-114	143°24'20.27"	18.96	496,272.87	2,192,764.19
114-115	58°24'58.83"	10.13	496,283.92	2,192,749.03

CUADRO DE CONSTRUCCION

LADO EST-PU	AZMUT	DISTANCIA (MTRS)	COORDENADAS UTM ESTE (X)	COORDENADAS UTM NORTE (Y)
115-116	197°27'33.28"	23.24	496,292.64	2,192,754.20
116-117	442°27'14.97"	19.03	496,297.75	2,192,776.87
117-118	32°40'16.68"	22.44	496,311.08	2,192,796.55
118-119	53°36'46.56"	7.24	496,314.99	2,192,796.55
119-120	159°44'14"	20.33	496,333.05	2,192,809.86
120-121	292°24'56"	23.87	496,338.63	2,192,829.42
121-122	38°22'48.47"	22.82	496,346.77	2,192,850.80
122-123	39°21'39.18"	20.00	496,362.31	2,192,867.17
123-124	11°40'24"	25.98	496,375.13	2,192,884.52
124-125	44°21'44"	19.94	496,380.15	2,192,910.02
125-126	45°18'50.27"	20.50	496,394.15	2,192,924.21
126-127	132°14'48.07"	60.00	496,408.45	2,192,938.70
127-128	225°15'10.77"	19.50	496,450.69	2,192,958.89
128-129	224°37'1.58"	20.06	496,436.80	2,192,982.11
129-130	232°31'13.41"	16.86	496,422.81	2,192,967.83
130-131	254°37'15.07"	24.69	496,411.20	2,192,956.60
131-132	240°23'28"	17.25	496,397.39	2,192,949.20
132-133	159°12'48.47"	19.94	496,378.22	2,192,935.78
133-134	206°48'8.88"	19.87	496,363.30	2,192,917.13
134-135	32°17'41.41"	24.13	496,384.57	2,192,799.39
135-136	186°18'00.07"	32.53	496,356.17	2,192,781.50
136-137	224°27'14"	20.93	496,354.61	2,192,749.16
137-138	240°32'58.97"	20.52	496,339.83	2,192,734.19
138-139	241°35'40.47"	35.39	496,324.96	2,192,719.82
139-140	274°10'44"	31.27	496,298.29	2,192,702.79
140-141	279°27'40.57"	19.67	496,282.78	2,192,705.05
141-142	314°34'55.67"	23.44	496,264.37	2,192,708.25
142-143	274°17'47.63"	17.63	496,236.43	2,192,724.48
143-144	255°12'56.97"	18.22	496,208.84	2,192,754.93
144-145	201°14'48.91"	22.11	496,192.96	2,192,722.36
145-146	250°17'32.04"	20.53	496,180.21	2,192,704.29
146-147	250°17'32.04"	20.53	496,160.90	2,192,697.53
147-148	249°12'55.07"	21.62	496,143.00	2,192,680.82
148-149	251°24'56.84"	20.00	496,122.78	2,192,681.70
149-150	252°23'42.49"	20.51	496,103.77	2,192,676.94
150-151	250°23'42.57"	18.28	496,084.19	2,192,670.84
151-152	351°18'59.97"	21.22	496,066.19	2,192,673.92
152-153	287°28'13.95"	16.60	496,046.91	2,192,657.84

CUADRO DE CONSTRUCCION

LADO EST-PU	AZMUT	DISTANCIA (MTRS)	COORDENADAS UTM ESTE (X)	COORDENADAS UTM NORTE (Y)
153-154	197°27'33.28"	24.91	496,031.08	2,192,628.83
154-155	235°16'59.57"	22.86	496,023.70	2,192,625.03
155-156				



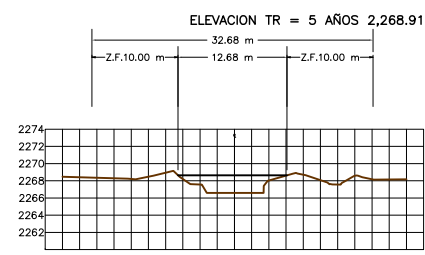
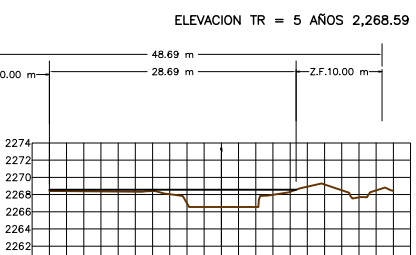
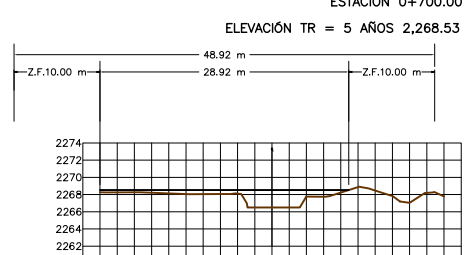
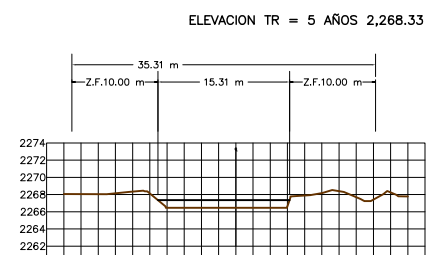
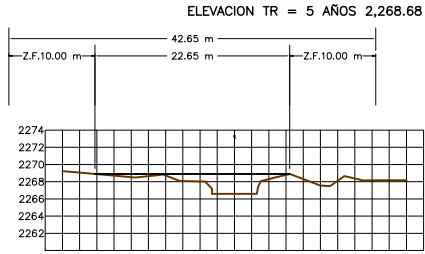
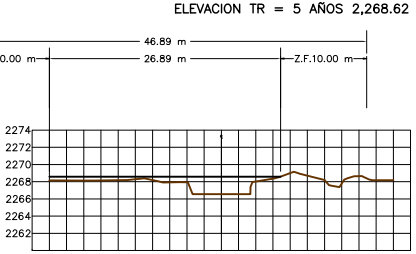
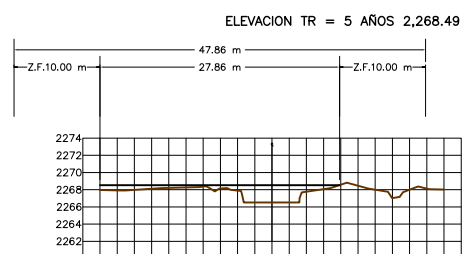
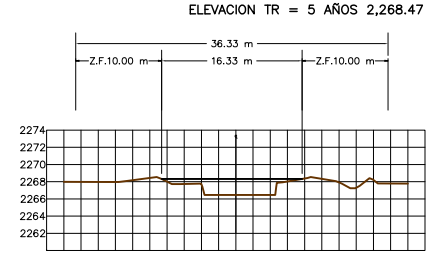
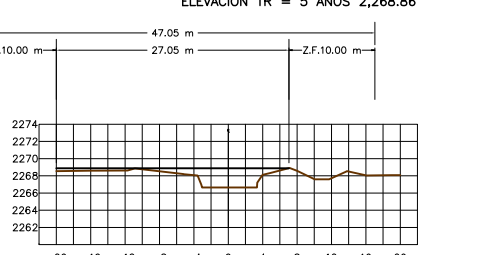
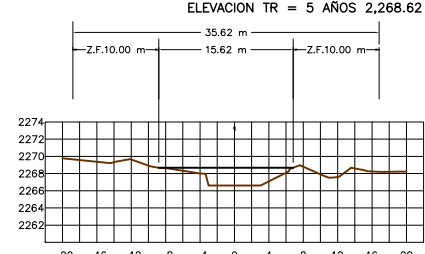
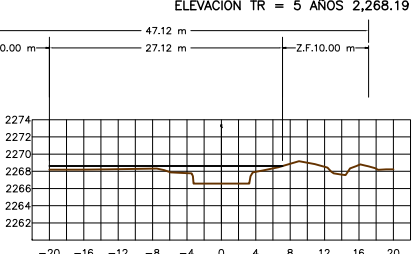
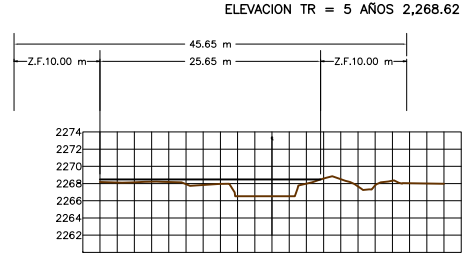
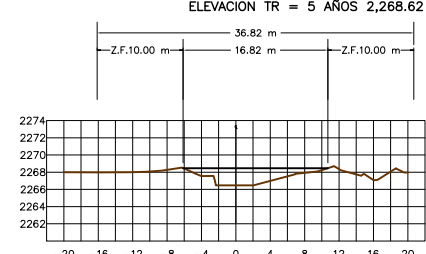
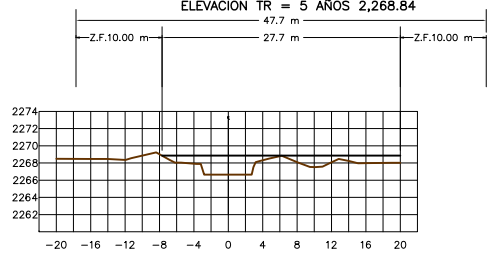
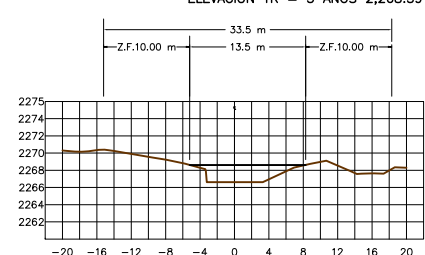
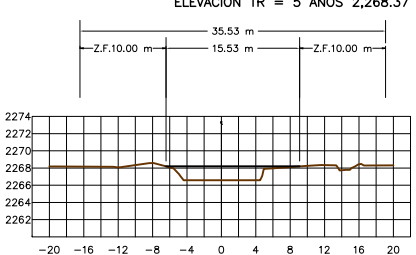
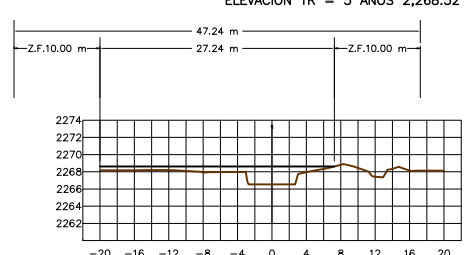
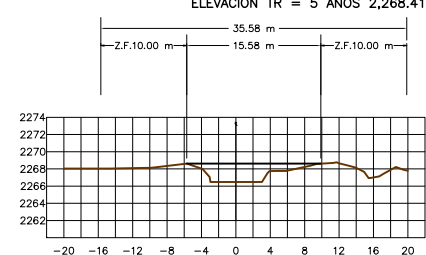
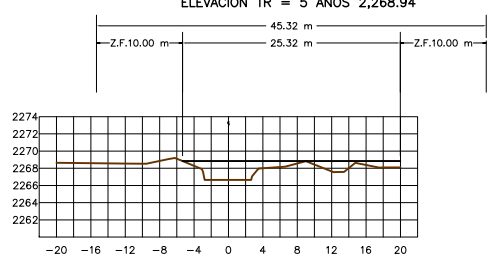
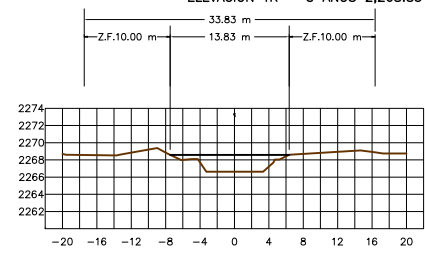
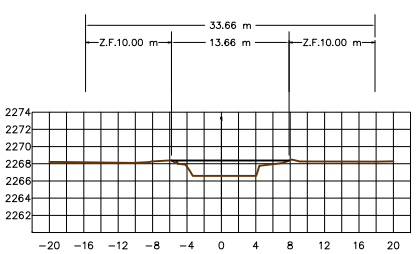
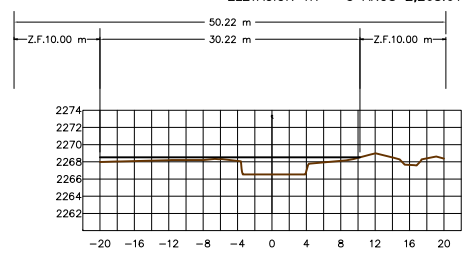
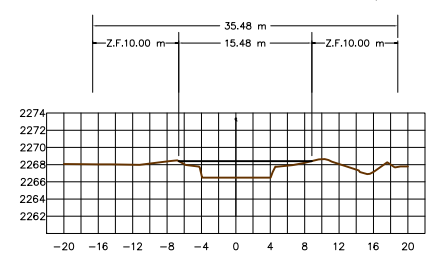
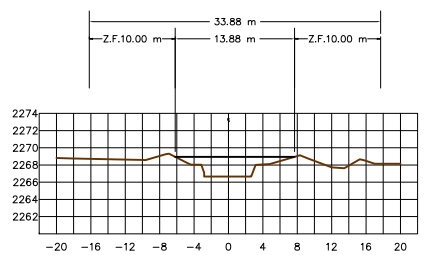
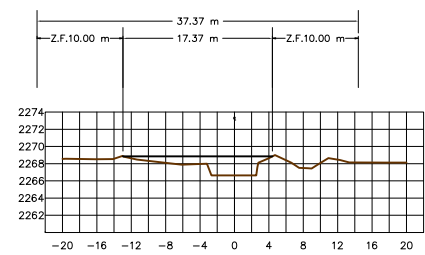
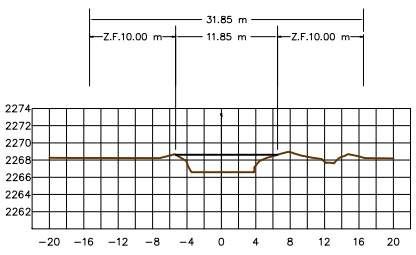
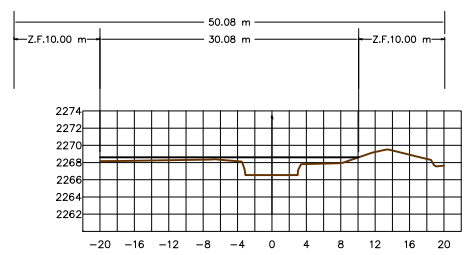
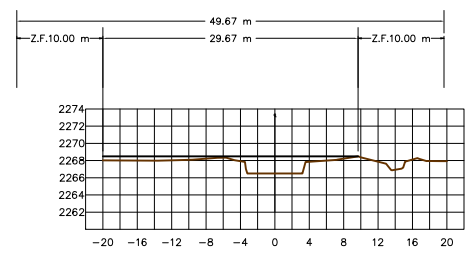
**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

NOMBRE DEL PROYECTO:
**ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DELIMITACIÓN
 DE LA ZONA FEDERAL DE LOS PREDIOS SAN
 EPIGENIO Y EL CHILAR II, ZUMPANGO, MEX.**

NOMBRE DEL PLANO:
DELIMITACIÓN DE ZONA FEDERAL 2/6

ELABORÓ: DANIEL GONZÁLEZ REVISÓ: DR. RAUL PINEDA FECHA: SEPTIEMBRE 2010

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLAN



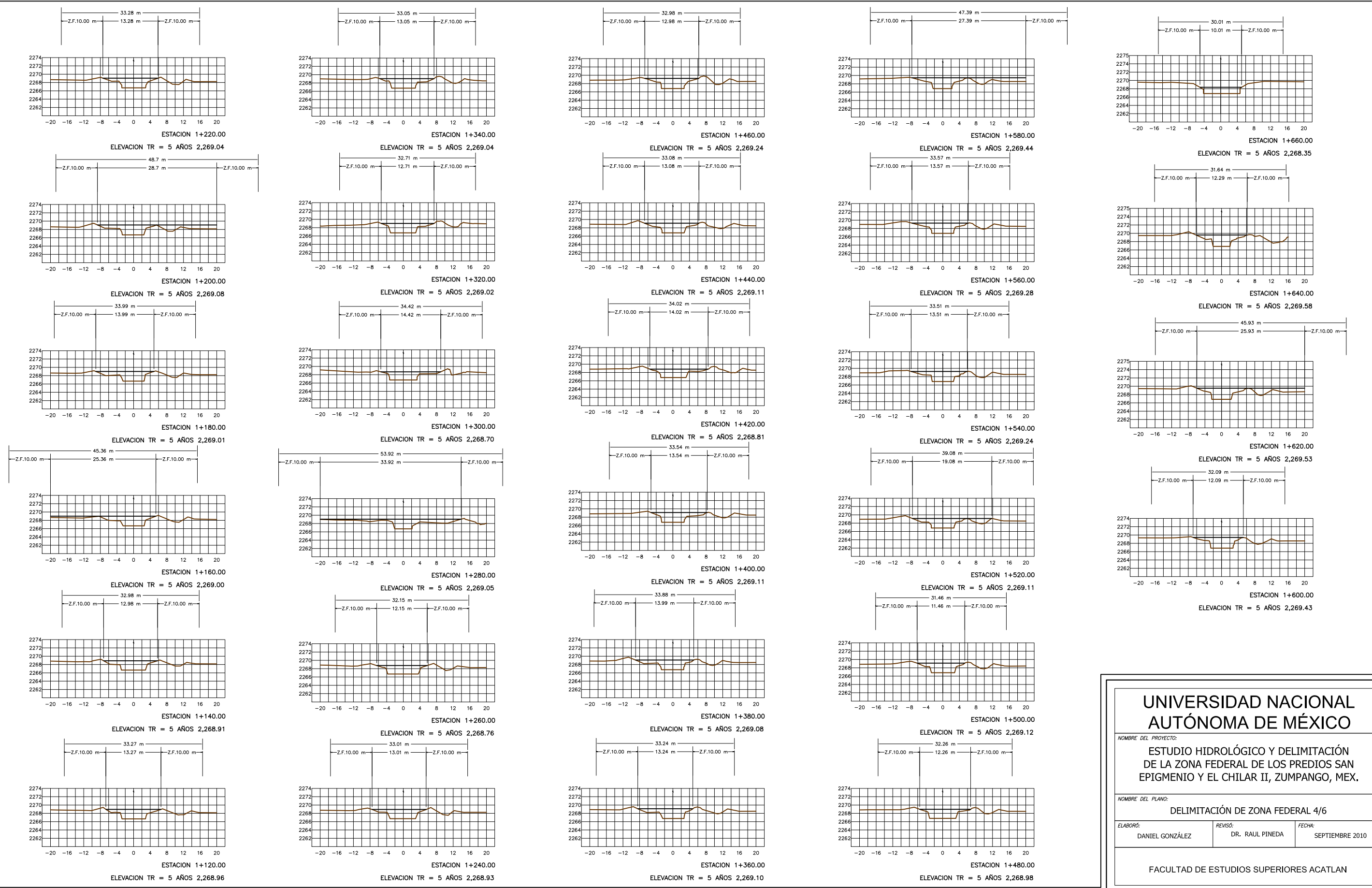
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

NOMBRE DEL PROYECTO:
ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DELIMITACIÓN DE LA ZONA FEDERAL DE LOS PREDIOS SAN EPIGENIO Y EL CHILAR II, ZUMPANGO, MEX.

NOMBRE DEL PLANO:
DELIMITACIÓN DE ZONA FEDERAL 3/6

ELABORÓ: DANIEL GONZÁLEZ REVISÓ: DR. RAUL PINEDA FECHA: SEPTIEMBRE 2010

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLAN



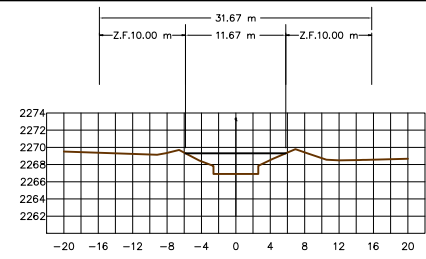
**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

NOMBRE DEL PROYECTO:
**ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DELIMITACIÓN
 DE LA ZONA FEDERAL DE LOS PREDIOS SAN
 EPIGMEYIO Y EL CHILAR II, ZUMPANGO, MEX.**

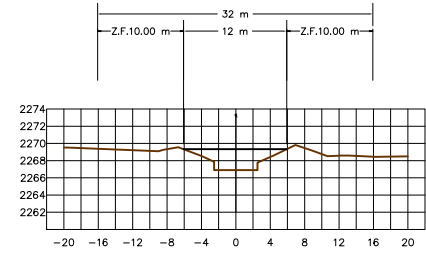
NOMBRE DEL PLANO:
DELIMITACIÓN DE ZONA FEDERAL 4/6

ELABORÓ: DANIEL GONZÁLEZ REVISÓ: DR. RAUL PINEDA FECHA: SEPTIEMBRE 2010

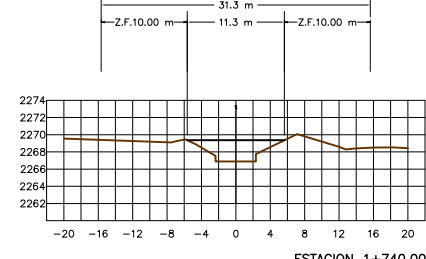
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLAN



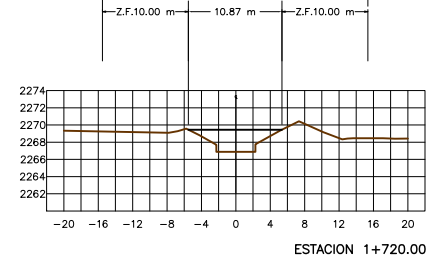
ESTACION 1+780.00
ELEVACION TR = 5 AÑOS 2,269.31



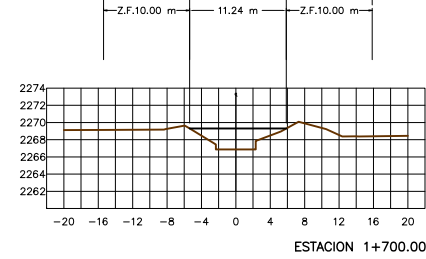
ESTACION 1+760.00
ELEVACION TR = 5 AÑOS 2,269.33



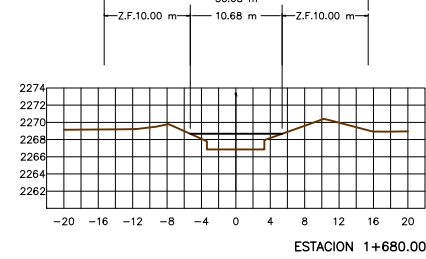
ESTACION 1+740.00
ELEVACION TR = 5 AÑOS 2,269.36



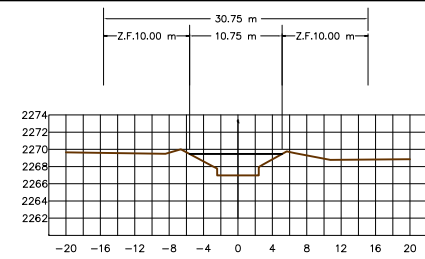
ESTACION 1+720.00
ELEVACION TR = 5 AÑOS 2,269.45



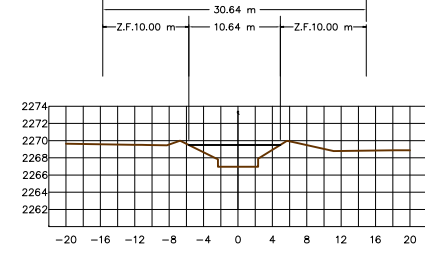
ESTACION 1+700.00
ELEVACION TR = 5 AÑOS 2,269.31



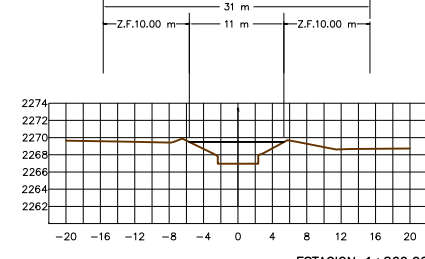
ESTACION 1+680.00
ELEVACION TR = 5 AÑOS 2,268.67



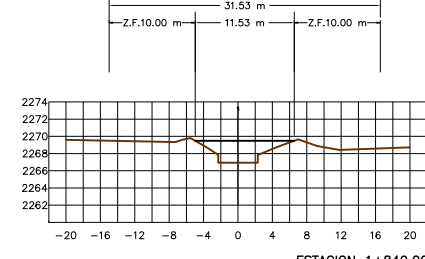
ESTACION 1+900.00
ELEVACION TR = 5 AÑOS 2,269.46



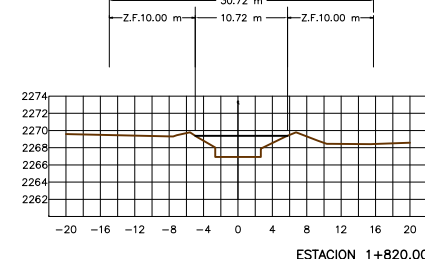
ESTACION 1+880.00
ELEVACION TR = 5 AÑOS 2,269.50



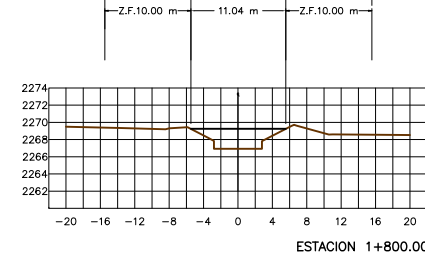
ESTACION 1+860.00
ELEVACION TR = 5 AÑOS 2,269.48



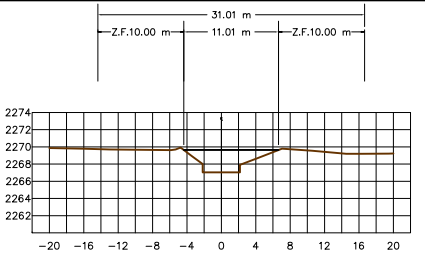
ESTACION 1+840.00
ELEVACION TR = 5 AÑOS 2,269.49



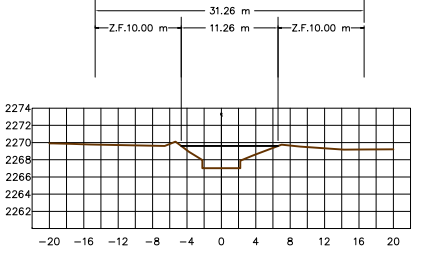
ESTACION 1+820.00
ELEVACION TR = 5 AÑOS 2,269.38



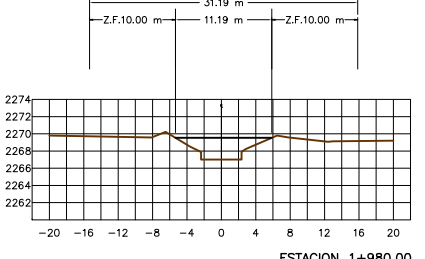
ESTACION 1+800.00
ELEVACION TR = 5 AÑOS 2,269.25



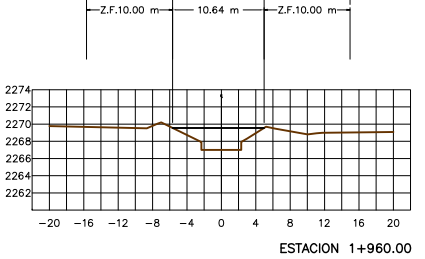
ESTACION 2+020.00
ELEVACION TR = 5 AÑOS 2,269.63



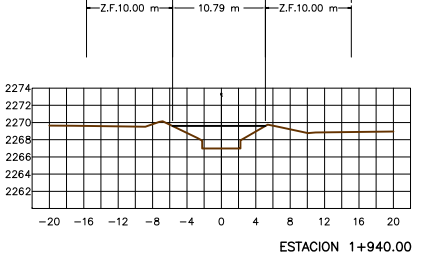
ESTACION 2+000.00
ELEVACION TR = 5 AÑOS 2,269.60



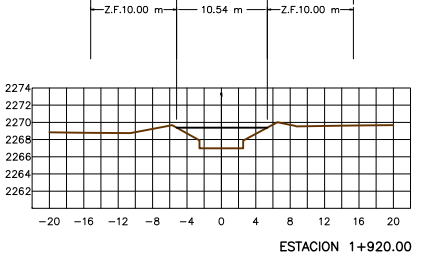
ESTACION 1+980.00
ELEVACION TR = 5 AÑOS 2,269.53



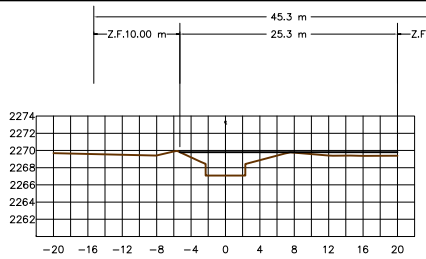
ESTACION 1+960.00
ELEVACION TR = 5 AÑOS 2,269.55



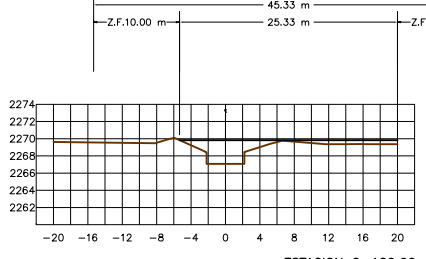
ESTACION 1+940.00
ELEVACION TR = 5 AÑOS 2,269.60



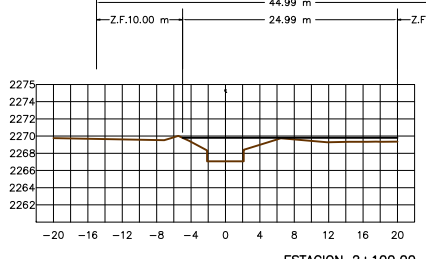
ESTACION 1+920.00
ELEVACION TR = 5 AÑOS 2,269.38



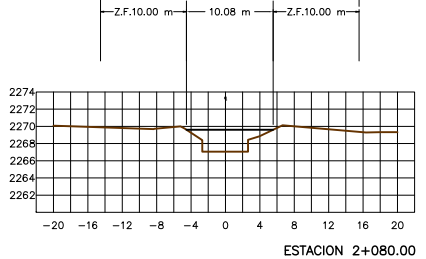
ESTACION 2+140.00
ELEVACION TR = 5 AÑOS 2,269.81



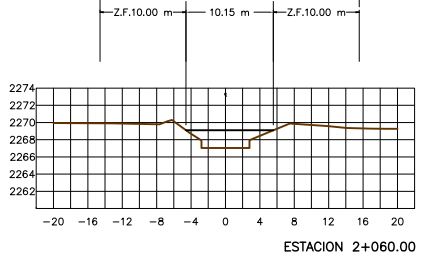
ESTACION 2+120.00
ELEVACION TR = 5 AÑOS 2,269.83



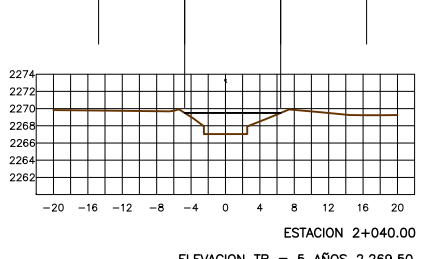
ESTACION 2+100.00
ELEVACION TR = 5 AÑOS 2,269.81



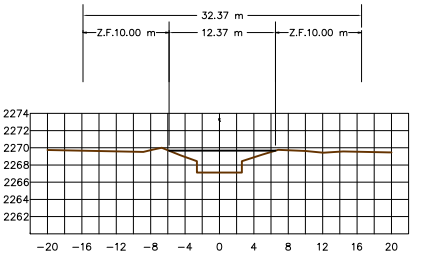
ESTACION 2+080.00
ELEVACION TR = 5 AÑOS 2,269.60



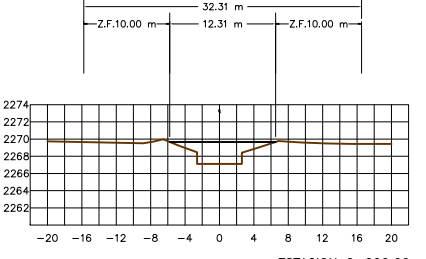
ESTACION 2+060.00
ELEVACION TR = 5 AÑOS 2,269.10



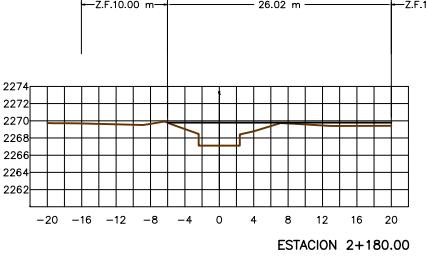
ESTACION 2+040.00
ELEVACION TR = 5 AÑOS 2,269.50



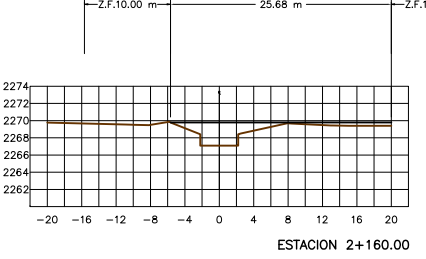
ESTACION 2+220.00
ELEVACION TR = 5 AÑOS 2,269.67



ESTACION 2+200.00
ELEVACION TR = 5 AÑOS 2,269.67



ESTACION 2+180.00
ELEVACION TR = 5 AÑOS 2,269.79



ESTACION 2+160.00
ELEVACION TR = 5 AÑOS 2,269.80

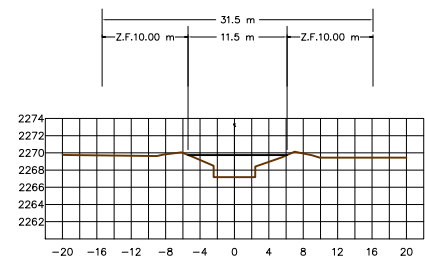
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

NOMBRE DEL PROYECTO:
ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DELIMITACIÓN DE LA ZONA FEDERAL DE LOS PREDIOS SAN EPIGENIO Y EL CHILAR II, ZUMPANGO, MEX.

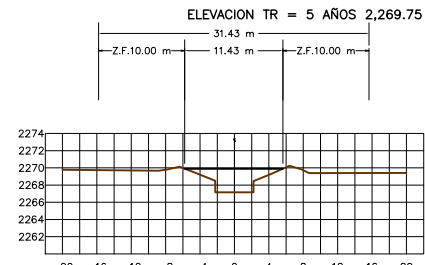
NOMBRE DEL PLANO:
DELIMITACIÓN DE ZONA FEDERAL 1/6

ELABORÓ: DANIEL GONZÁLEZ	REVISÓ: DR. RAUL PINEDA	FECHA: SEPTIEMBRE 2010
-----------------------------	----------------------------	---------------------------

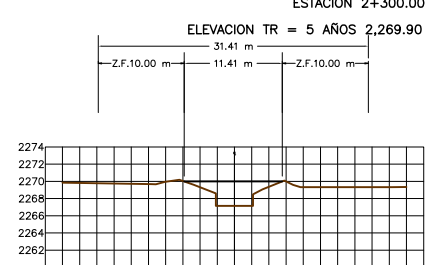
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLAN



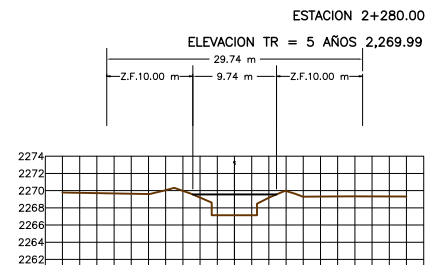
ESTACION 2+320.00



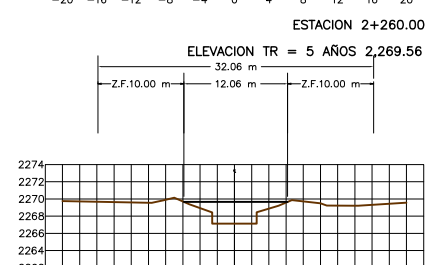
ESTACION 2+300.00



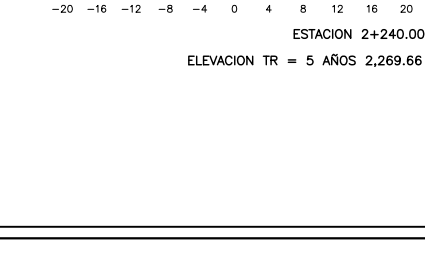
ESTACION 2+280.00



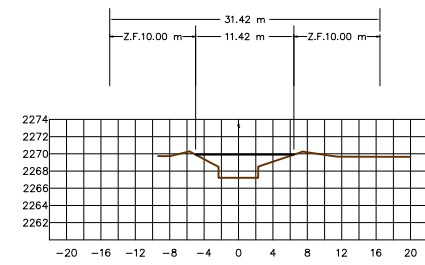
ESTACION 2+260.00



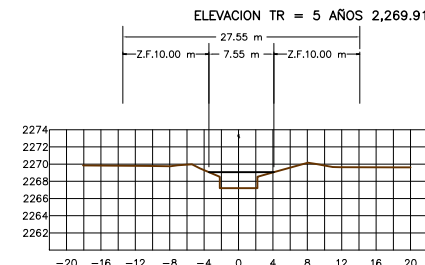
ESTACION 2+240.00



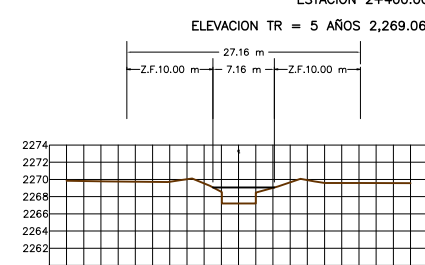
ELEVACION TR = 5 AÑOS 2,269.66



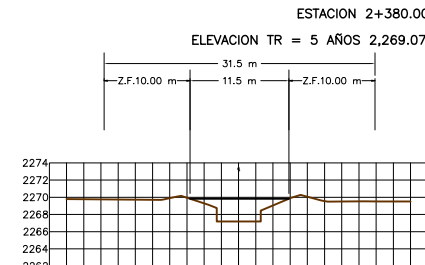
ESTACION 2+420.00



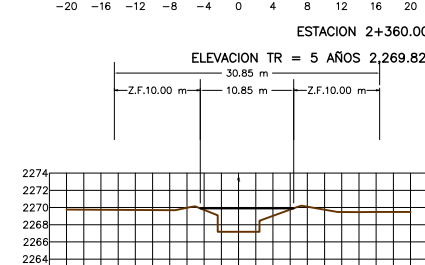
ESTACION 2+400.00



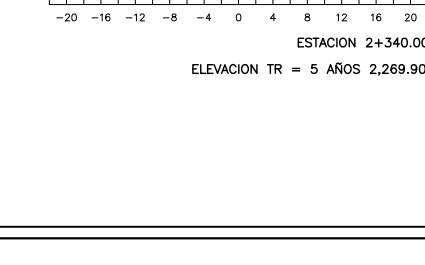
ESTACION 2+380.00



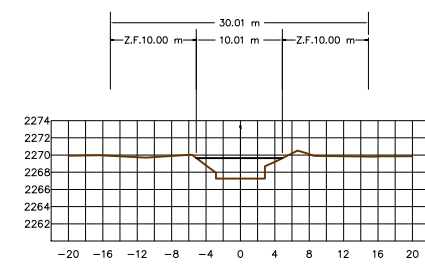
ESTACION 2+360.00



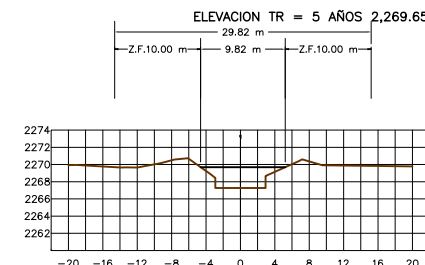
ESTACION 2+340.00



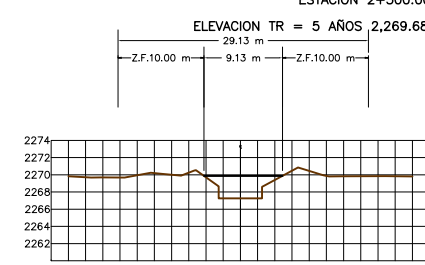
ELEVACION TR = 5 AÑOS 2,269.91



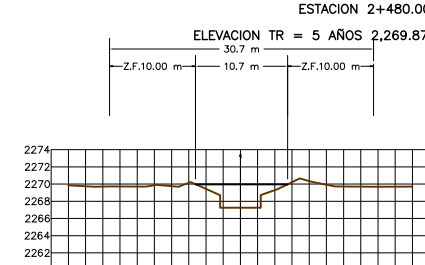
ESTACION 2+520.00



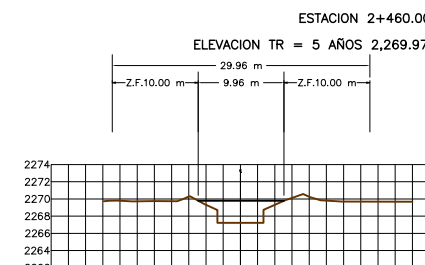
ESTACION 2+500.00



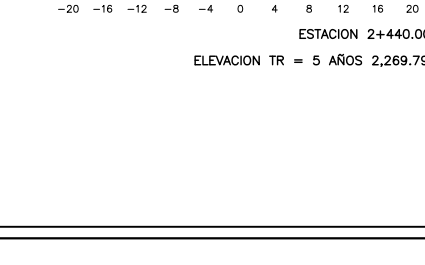
ESTACION 2+480.00



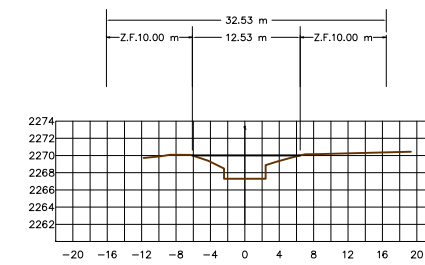
ESTACION 2+460.00



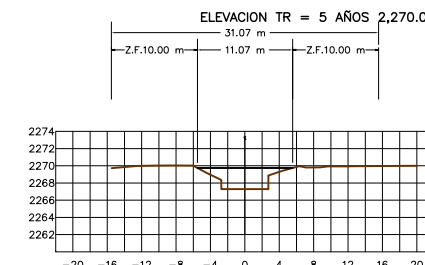
ESTACION 2+440.00



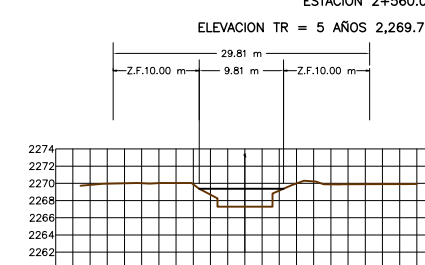
ELEVACION TR = 5 AÑOS 2,269.87



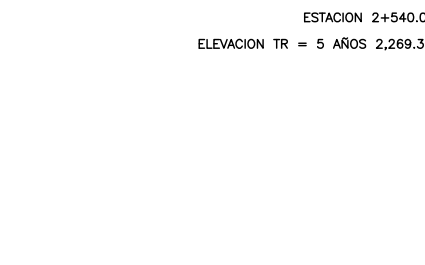
ESTACION 2+580.00



ESTACION 2+560.00



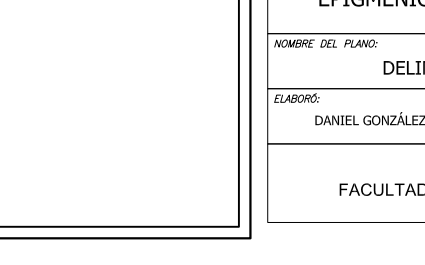
ESTACION 2+540.00



ESTACION 2+540.00



ESTACION 2+540.00



ELEVACION TR = 5 AÑOS 2,269.38

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

NOMBRE DEL PROYECTO:
ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DELIMITACIÓN DE LA ZONA FEDERAL DE LOS PREDIOS SAN EPIGENIO Y EL CHILAR II, ZUMPANGO, MEX.

NOMBRE DEL PLANO:
DELIMITACIÓN DE ZONA FEDERAL 6/6

ELABORÓ: DANIEL GONZÁLEZ	REVISÓ: DR. RAUL PINEDA	FECHA: SEPTIEMBRE 2010
-----------------------------	----------------------------	---------------------------

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLAN

6 CONCLUSIONES

6 CONCLUSIONES

En función de las características especiales de la cuenca de aportación, y atendiendo a los comentarios y acuerdos que se tuvieron en ocasión con la delimitación de la zona federal del predio El Chilar, con autoridades del organismo de Cuenca del Valle de México, se deberá considerar como gasto máximo, la capacidad del vertedor de demasías de la presa El Manantial, que es de 30 m³/seg, más el que se genere en la cuenca entre dicha obra y el sitio de interés, que en este caso es la salida del predio El Chilar II. Se obtiene un gasto de 65.5 m³/s, tal y como se muestra en la siguiente tabla.

GASTO MÁXIMO			
CRITERIO GRAVAMEX			

Periodo de retorno (años)	Vertedor (m ³ /seg)	Subcuenca Alcantarilla I.I. U.N.A.M. (m ³ /seg)	Total (m ³ /seg)
2		27.04	27.0
5	30.0	35.51	65.5
10	30.0	40.35	70.4
20	30.0	44.39	74.4
50	30.0	50.44	80.4
100	30.0	55.69	85.7
500	30.0	66.18	96.2
1000	30.0	70.62	100.6

TABLA No. 12

Al revisar la capacidad de las alcantarillas desde aguas arriba del predio hasta la carretera Zumpango-Tizayuca; la primera consta de un área hidráulica de 14.26 m², la segunda también dentro del predio de San Epigmenio con un área de 14.22 m², la tercera dentro de El Chilar II cuenta con un área de 14.60 m² y la última sobre la carretera tiene cuatro ductos de 1.52 cm de diámetro, cuya capacidad hidráulica unitaria es de 2.33 m³/seg, por lo que su capacidad total es de 9.33 m³/seg. Esta capacidad es insuficiente cuando se presentan las avenidas, es capaz de regular el flujo aguas abajo y generar remansos hacia los predios aumentando el área que ocupara zona federal.

Al finalizar el presente trabajo se concluye que, para proteger a los cuerpos de agua de invasiones, es indispensable que la autoridad establezca sin titubeos ni concesiones el primer candado:

Solicitar a cualquier usuario que pretenda construir cerca, junto o sobre un cuerpo de agua, un dictamen de zona federal.

Siempre que se cumpla la legislación y reglamento sobre la materia del agua, dentro de los tres niveles de gobierno, sea municipal, estatal o federal, se podrán tener arroyos, ríos, lagunas y presas libres de invasión por construcciones y seguramente a salvo de inundaciones.

REFERENCIAS DOCUMENTALES

Aparicio Mijares Francisco Javier.

Fundamentos de Hidrología de Superficie. 1997.

CFE Comisión Federal de Electricidad, Instituto de Investigaciones Eléctricas.

Manual de Diseño de Obras Civiles, Sección de Hidrotecnia, 1981.

CNA Comisión Nacional del Agua.

Boletines Hidrológicos de la Cuenca del Valle de México (GRAVAMEX). 1985-2001.

ERIC Extractor Rápido de Información Climatológica v. 2.0. IMTA 1999.

Recomendación de períodos de retorno para la estimación del gasto máximo de diseño en las obras hidráulicas

GEO HOGARES IDEALES

Plano topográfico regional, a partir de una restitución aerofotogramétrica. Escala 1: 15,000. 2005

Estudios hidrológicos y geohidrológicos de los predios La Trinidad, El Chilar y San Juan de la Labor. EMYCSA. 2004-2005

Gobierno del Estado de México

Santuario de Agua Laguna de Zumpango. Secretaría de Ecología. 2003

Agua y Desarrollo Sustentable. Comisión de Aguas del Estado de México. 2004.

Diagnóstico del Estado de México (web). 2004.

U.S. Army Corps of Engineers. Hydrologic Engineering Center

Programa de cómputo HEC-RAS-2 versión 4.6.0, 1990

INEGI Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática.

Carta topográfica Esc. 1:50,000, hoja: Zumpango de Ocampo E-14-A-19, versión 1985 y Digital 1995

Carta topográfica Esc. 1:250,000, hoja Ciudad de México E-14-2, 2000.

Carta hidrológica de aguas superficiales Esc. 1:250,000, hoja Ciudad de México E-14-2, 1983.

Carta hidrológica de aguas subterráneas Esc. 1:250,000, hoja Ciudad de México E-14-2, 1983.

Carta de climas Esc. 1:1'000,000, hoja México. 1980.

Carta de precipitación total anual Esc. 1:1'000,000, hoja México. 1980.

Manual para la elaboración de la carta hidrológica de aguas superficiales, escala 1:250,000. 1980

SCT Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Métodos hidrológicos para la revisión de escurrimientos. 1992.

Springal G. Rolando.

Hidrología. Primera parte. Facultad de Ingeniería UNAM. 1975

Tortolero Villaseñor Alejandro.

El agua y su historia. México y sus desafíos hacia el siglo XXI. Siglo XXI. 2000.

UNAM Facultad de Ingeniería, División de Educación Continua.

Hidrología Aplicada a la Ingeniería. 1985

A N E X O S

CLIMATOLOGÍA

DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA MEDIA

Estación 46 + 930 Gran Canal (15 - 042)

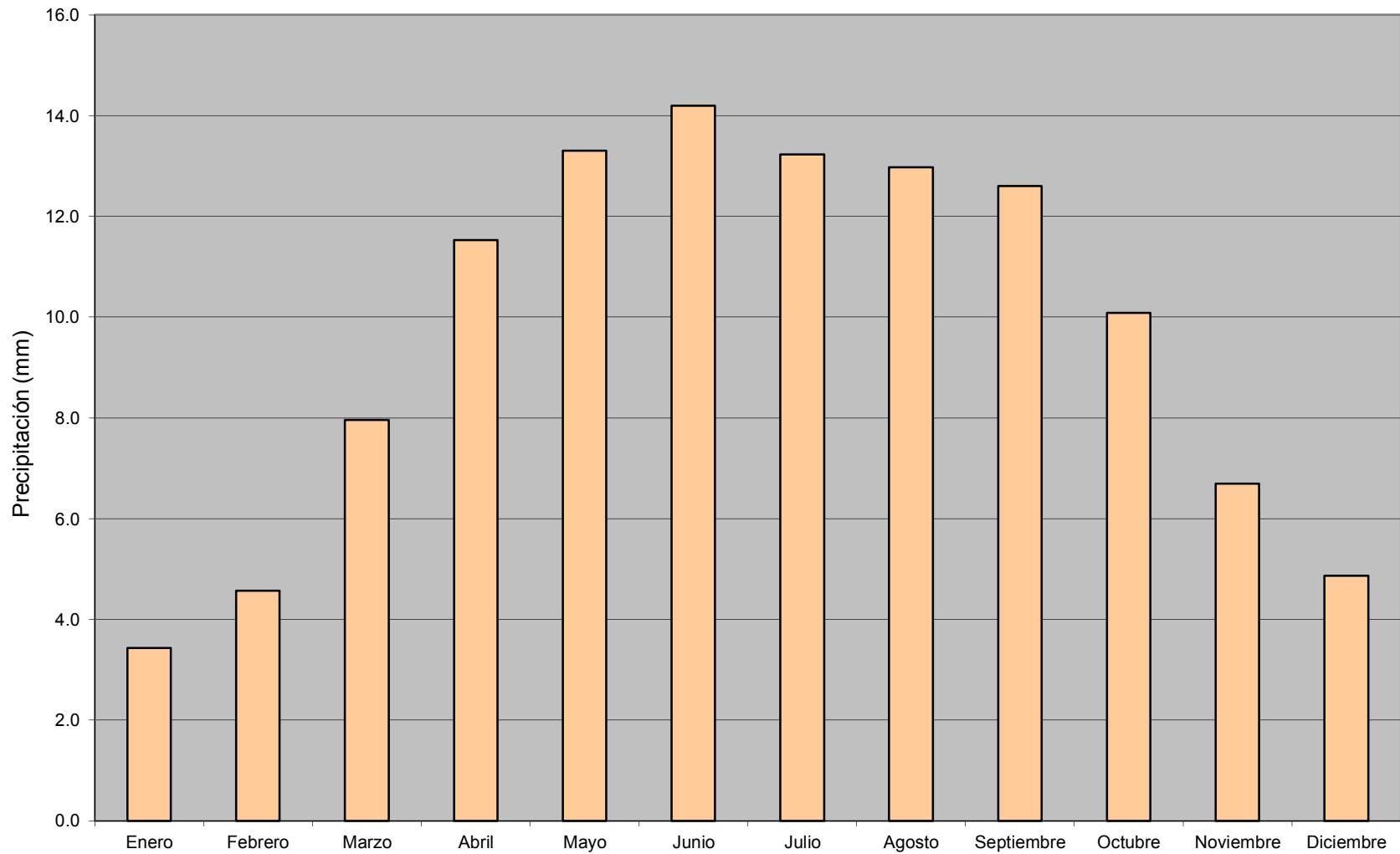


Figura 8

DISTRIBUCIÓN DE LA EVAPORACIÓN

Estación 46 + 930 Gran Canal (15 - 042)

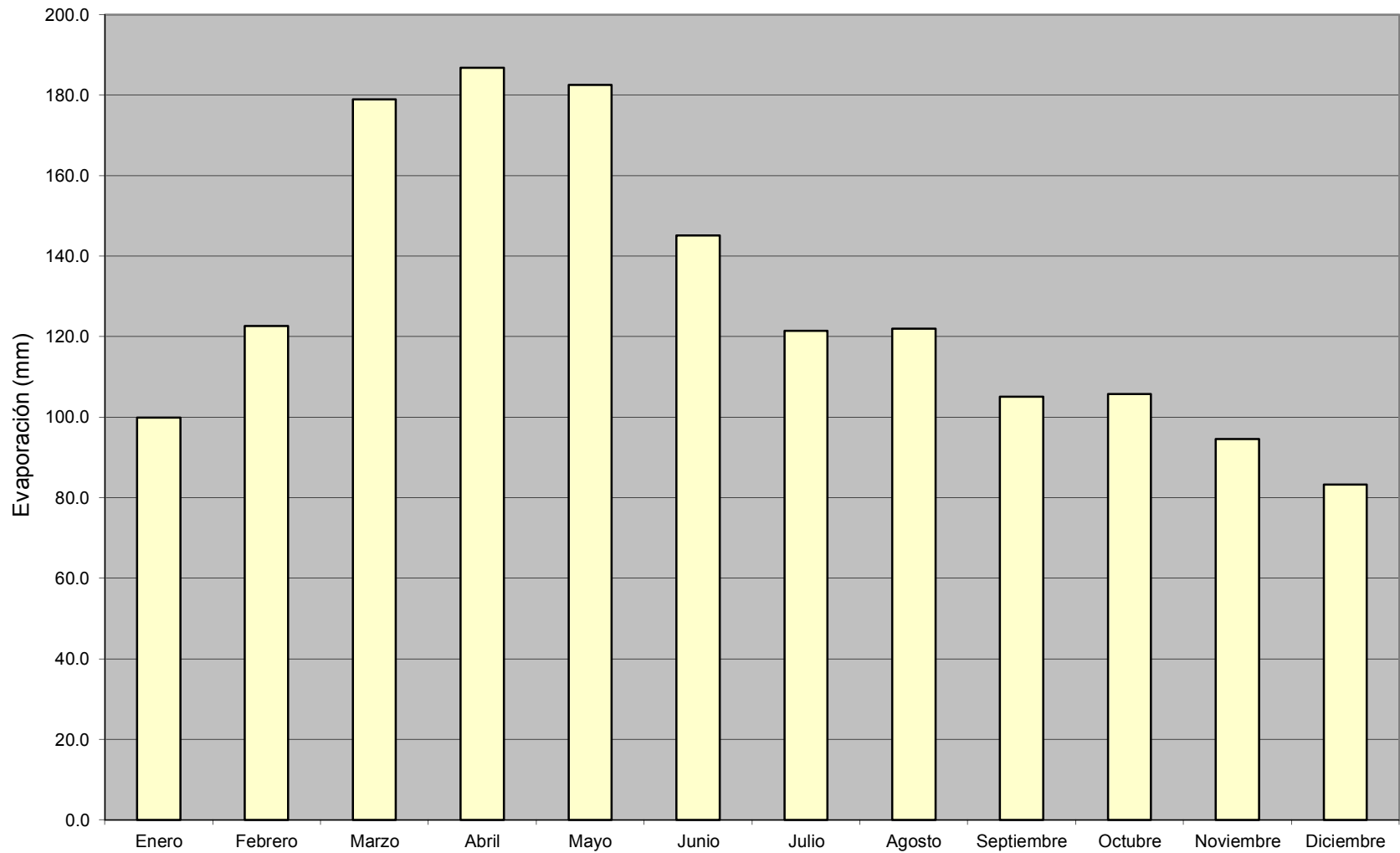


Figura 9

PRECIPITACIÓN TOTAL ANUAL

Estación Km 46+930 Gran Canal (15-042)

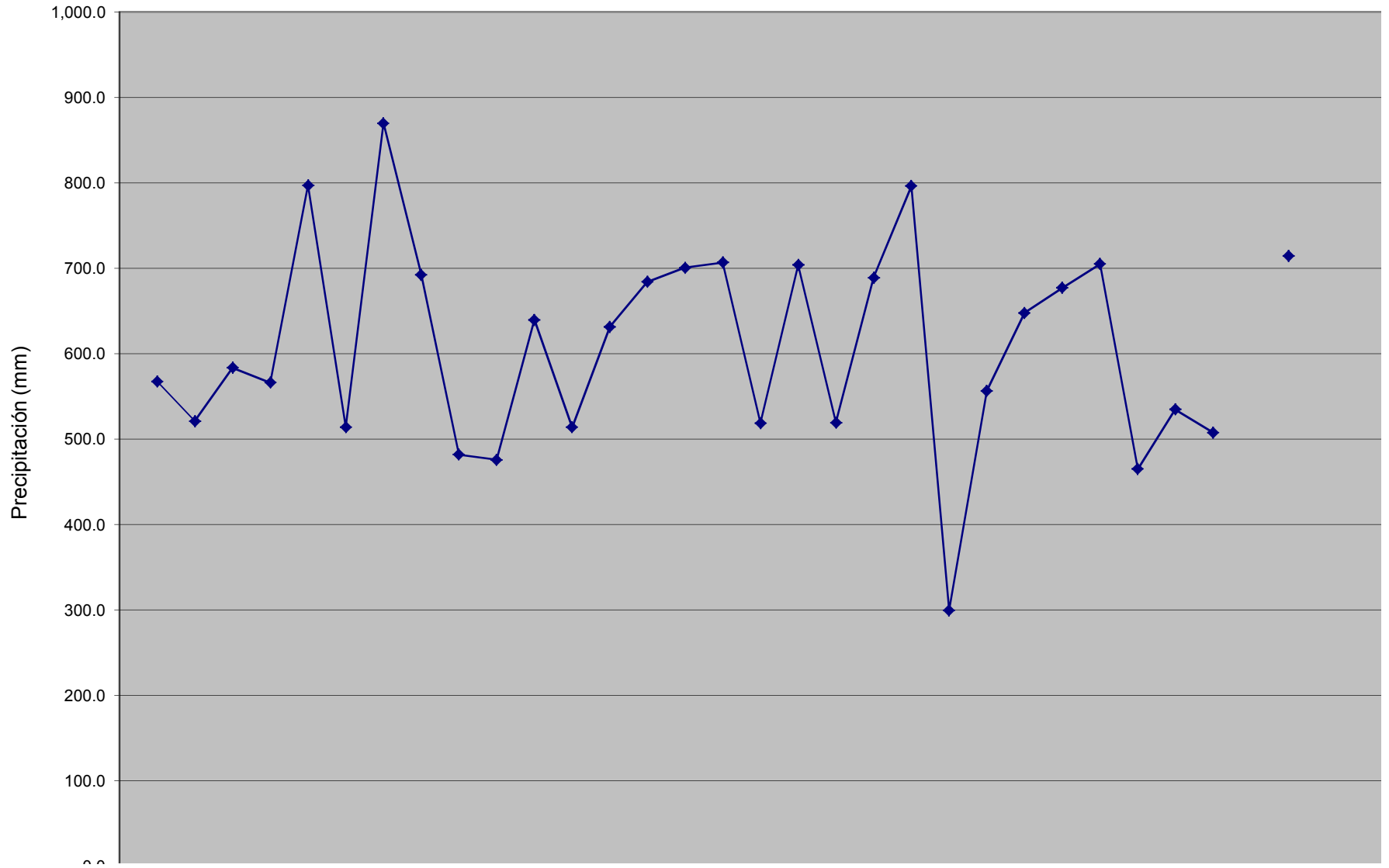


Figura 10

DISTRIBUCIÓN DE LA PRECIPITACIÓN

Estación Km 46+930 Gran Canal (15-042)

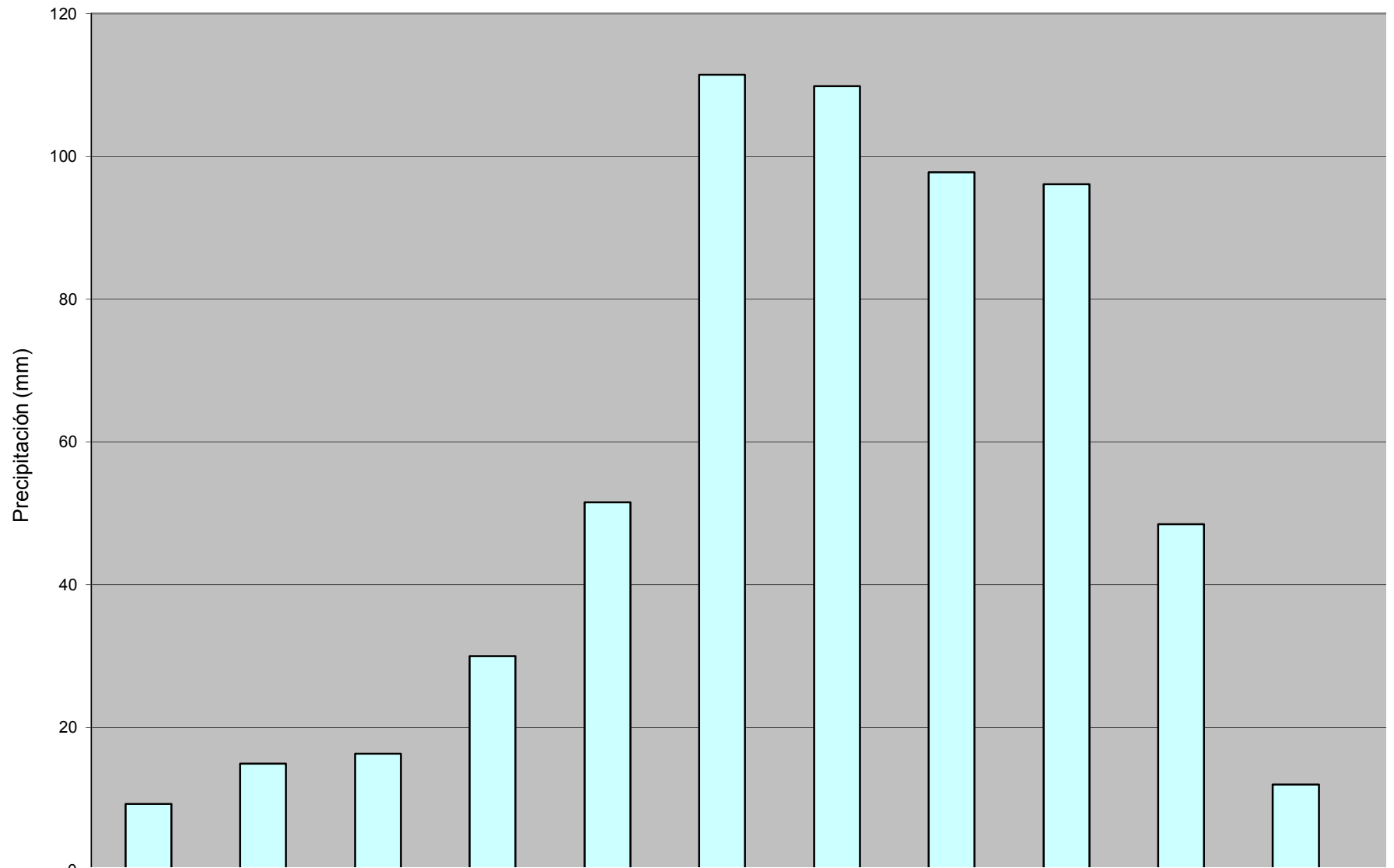


Figura 11

PRECIPITACIÓN TOTAL ANUAL

Estación San Marcos Jilotzingo (15-096)

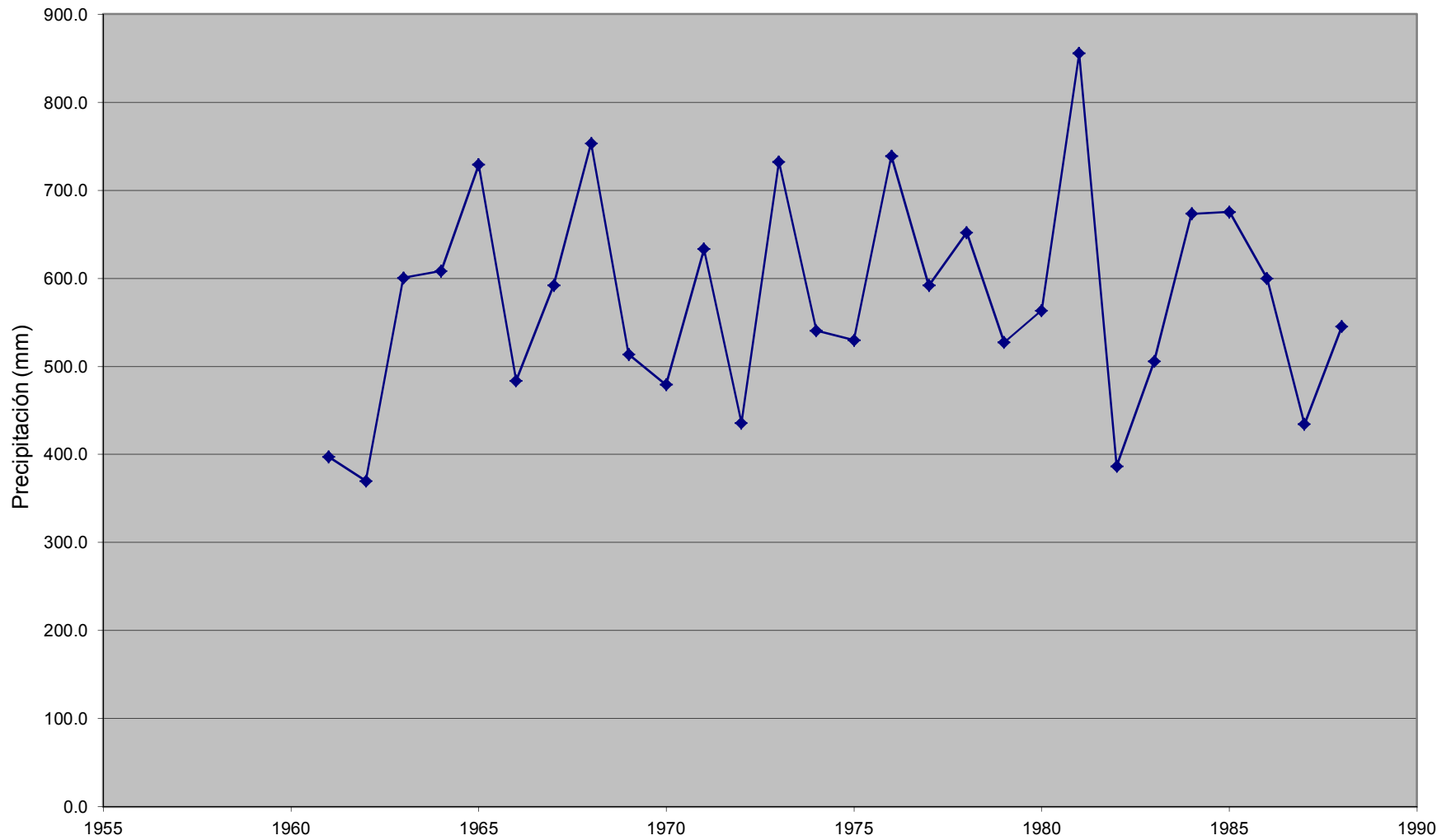


Figura 12

DISTRIBUCIÓN DE LA PRECIPITACIÓN

Estación San Marcos Jilotzingo (15-096)

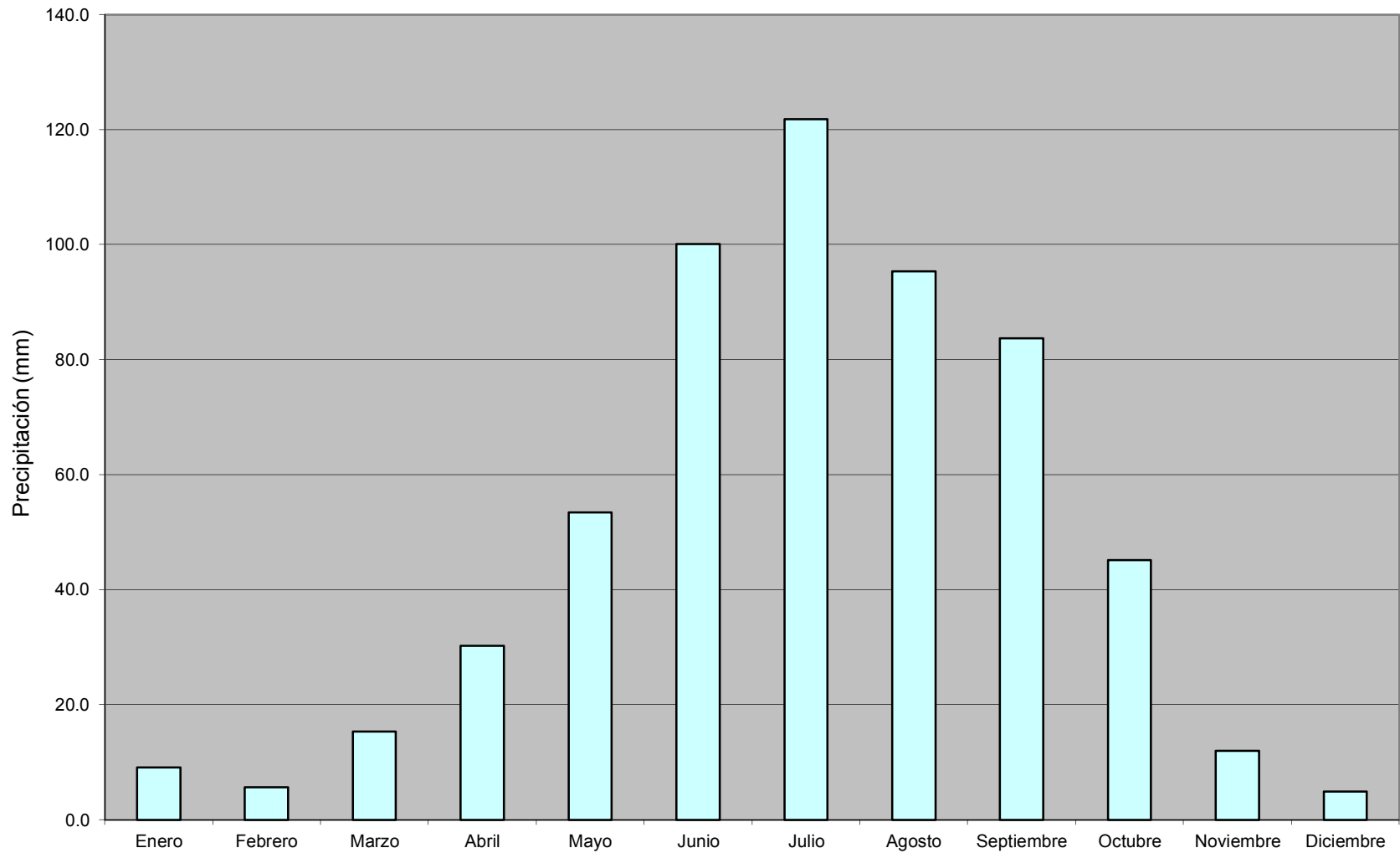


Figura 13

PRECIPITACION TOTAL

ESTACIÓN : SAN MATEO ACUITLAPILCO

LATITUD : 19° 41'

UNIDAD : mm

CLAVE : 15 - 099

LONGITUD: 99° 02'

HOJA : 1 de 1

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
1961	24.1	0.0	2.7	12.5	20.7	148.1	114.5	31.0	76.0	33.0	26.0	0.0	488.6
1962	0.0	1.0	0.0	74.0	21.5	84.0	113.5	46.6	26.0	105.0	0.0	0.0	471.6
1963	0.0	7.5	20.0	19.0	71.0	121.5	144.0	72.0	138.6	89.0	30.5	25.0	738.1
1964	41.0	3.0	18.0	10.0	10.0	67.0	131.0	143.0	71.1	16.0	48.0	17.0	575.1
1965	0.0	22.0	27.5	41.5	48.5	87.0	176.5	243.0	137.0	95.0	0.0	0.0	878.0
1966	11.0	0.0	59.0	50.6	75.0	77.8	203.0	75.0	96.0	65.5	0.0	4.0	716.9
1967	65.0	0.0	43.0	55.0	58.5	58.5	150.0	193.5	177.5	124.5	19.0	10.0	954.5
1968	2.5	5.0	0.0	50.5	45.0	201.0	104.5	44.5	79.1	55.0	4.0	17.0	608.1
1969	35.5	2.0	5.0	13.5	9.0	54.0	90.0	212.5	28.6	40.0	6.0	0.0	496.1
1970	3.0	26.0	0.0	0.0	36.5	152.5	83.0	64.0	88.0	8.0	5.0	0.0	466.0
1971	0.0	0.0	21.0	0.0	20.0	148.0	57.5	85.5	144.5	74.5	10.0	14.0	575.0
1972	3.0	0.0	21.0	60.5	101.0	53.5	140.5	79.5	114.0	33.0	14.0	8.0	628.0
1973	0.0	2.0	7.0	38.0	17.0	88.5	241.5	88.0	60.0	123.0	4.5	1.5	671.0
1974	6.0	2.0	25.5	30.0	45.5	143.0	208.0	87.8	56.5	28.0	15.8	0.0	648.1
1975	38.5	5.0	1.5	4.0	140.6	99.0	93.5	90.2	55.5	22.0	0.0	0.0	549.8
1976	0.0	0.0	28.0	44.0	92.5	17.0	194.7	158.5	119.0	100.0	19.2	27.5	800.4
1977	6.5	3.0	0.0	25.7	44.0	79.0	91.2	71.5	51.0	42.5	1.0	3.0	418.4
1978	5.0	9.5	45.0	18.5	6.0	120.0	76.5	60.0	150.5	36.0	27.5	27.0	581.5
1979	0.0	27.5	12.5	29.0	28.1	45.7	123.1	134.6	109.0	0.0	9.0	14.0	532.5
1980	32.5	3.0	20.0	30.0	73.5	71.1	88.5	181.0	95.5	46.0	31.5	0.0	672.6
1981	32.5	3.0	19.5	77.0	51.5	162.5	90.5	196.0	20.5	180.5	18.5	20.5	872.5
1982	0.0	10.5	29.5	49.0	72.6	104.0	52.5	39.5	0.0	66.5	0.0	7.0	431.1
1983	38.0	1.0	8.0	0.0	32.0	20.5	214.2	109.5	42.0	26.5	6.2	6.5	504.4
1984	13.0	20.0	0.0	4.5	28.6	93.8	123.0	90.3	117.2	57.5	2.0	14.0	563.9
1985	6.0	7.5	64.0	45.7	84.7	163.5	81.2	60.1	90.7	35.8	1.6	3.0	643.8
1986	0.0	0.0	0.0	26.2	23.5	280.0	88.5	110.5	53.9	30.1	14.5	0.0	627.2
1987	0.0	0.0	9.5	5.0	40.5	57.0	161.5	69.5	60.5	0.0	24.6	0.0	428.1
1988	0.0	2.0	33.0	20.7	20.3	39.8	56.2	125.7	66.5	9.5	2.5	0.0	376.2
1989	2.0	0.0	19.0	27.5	34.5	79.3	49.8	106.0					
1991	13.5	14.5	17.3										
1996					5.7	78.5	171.3	173.5	125.0	76.7	9.5	28.0	
1997	0.0	0.0	35.5	72.2	90.8	70.7	62.6	63.0	67.0	43.3	8.8	8.5	522.4
1998	8.0	0.0	2.5	0.0	2.5	27.0	57.3	89.0	155.5	111.6	13.0	7.4	473.8
1999	0.0	0.0	5.0	16.0	6.0	19.5	160.3	181.0	71.0	60.0	22.5	0.0	541.3
2000	11.3	6.0	22.5	8.0	77.0	171.0	146.9	118.5	36.0	73.3	19.0	3.8	693.3
2001	18.5	34.0	11.5	12.0	45.2	81.0	103.7	62.0	76.0	14.0	2.0	1.1	461.0
2002	10.5	10.5	4.0	118.0	0.0	61.5	141.1	103.5	142.5	75.5	16.0	0.0	683.1
2003	0.0	0.0	0.0	1.0	33.0	190.3	115.0	145.5	215.0	72.8	35.0	0.0	807.6
2004	3.5	0.0	8.2	70.3	108.4	138.6	177.2	93.6					

Promedio	11.3	6.0	17.0	31.3	45.3	98.8	123.1	107.9	89.2	57.5	13.0	7.4	602.9
----------	------	-----	------	------	------	------	-------	-------	------	------	------	-----	-------

NOTA: Los números en azul corresponden a datos calculados con fines estadísticos

PRECIPITACIÓN TOTAL ANUAL

Estación San Mateo Acuitlapilco (15 - 099)

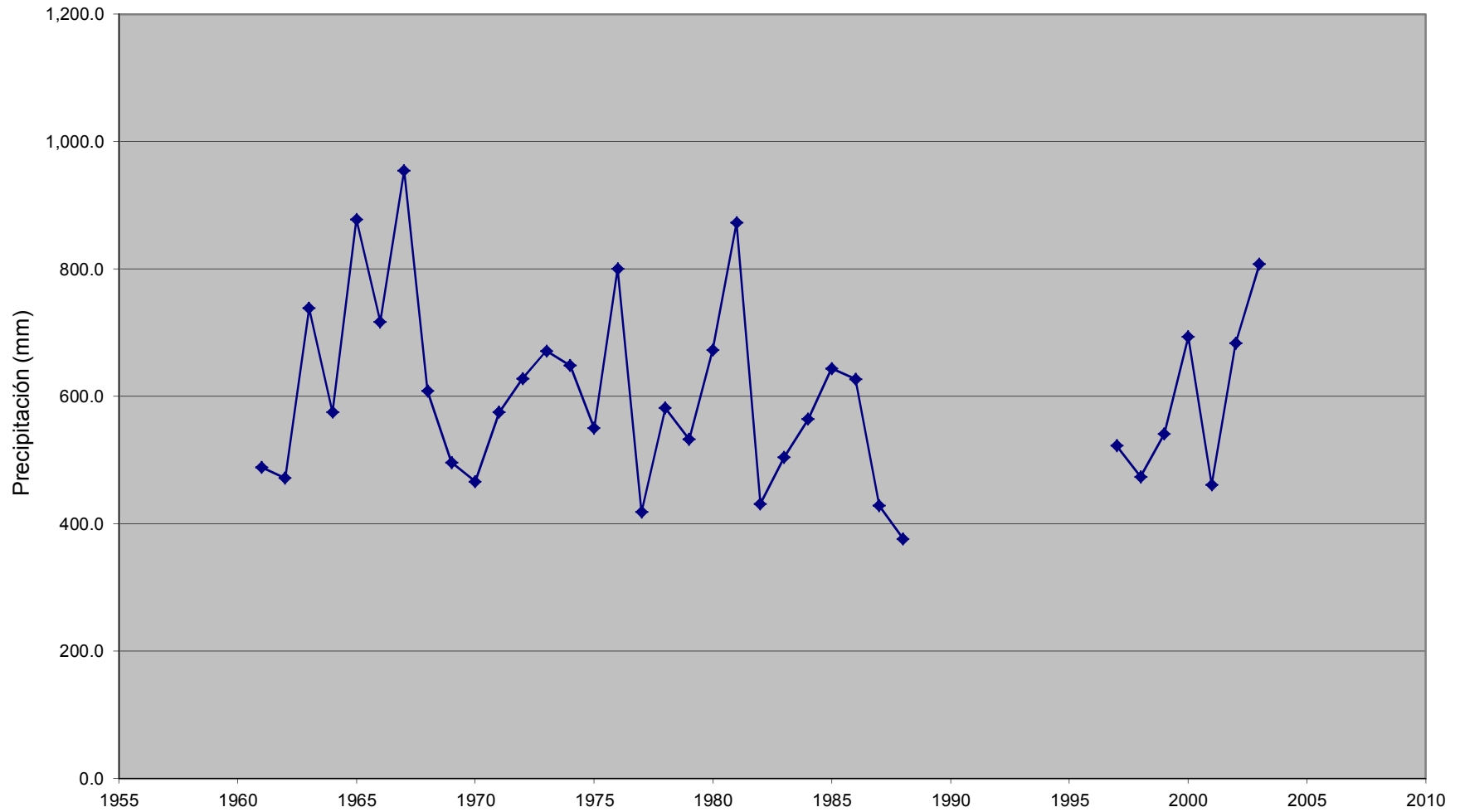


Figura 14

DISTRIBUCIÓN DE LA PRECIPITACIÓN

Estación San Mateo Acuitlapilco (15 - 099)

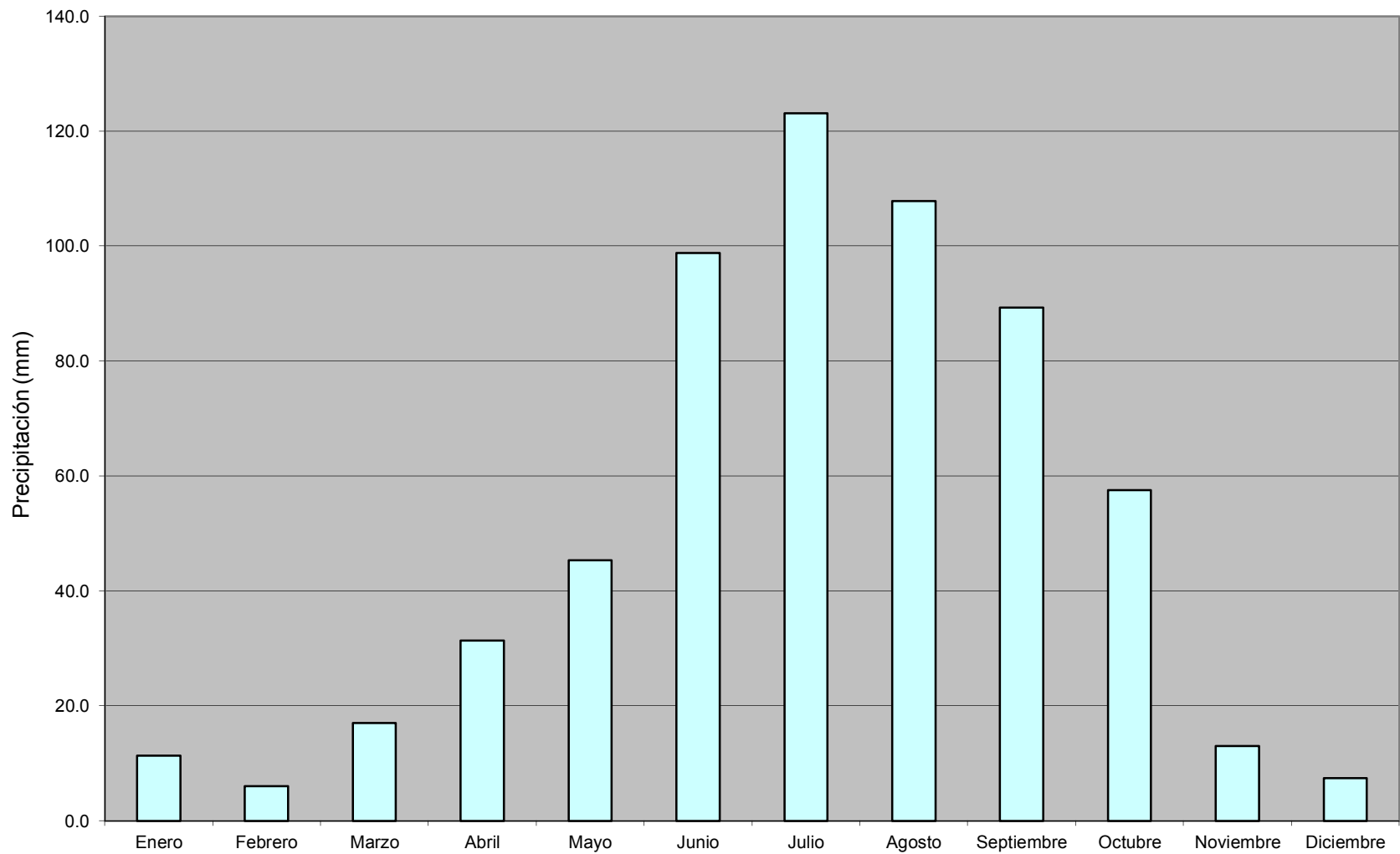


Figura 15

ESTUDIOS PREVIOS

GASTO MÁXIMO

MÉTODO RACIONAL

CONDICIONES ACTUALES

Subcuenca	Período de retorno (Años)	Área (Km ²)	Tiempo de concentración (min)	Intensidad (mm/Hr)	Coefficiente de escurrimiento	Gasto máximo (m ³ /seg)
Predio El Chilar	5	0.96	60	47	0.30	3.77
Predio El Chilar	15	0.96	60	61	0.30	4.84
Predio El Chilar	25	0.96	60	67	0.30	5.32
Predio El Chilar	50	0.96	60	75	0.30	5.96

TABLA No. 20

GASTO MÁXIMO

MÉTODO RACIONAL

CONDICIONES DE PROYECTO

Subcuenca	Período de retorno (Años)	Área (Km ²)	Tiempo de concentración (min)	Intensidad (mm/Hr)	Coefficiente de escurrimiento	Gasto máximo (m ³ /seg)
Predio El Chilar	5	0.96	60	47	0.45	5.65
Predio El Chilar	15	0.96	60	61	0.45	7.26
Predio El Chilar	25	0.96	60	67	0.45	7.98
Predio El Chilar	50	0.96	60	75	0.45	8.94

TABLA No. 21

GASTO MÁXIMO

MÉTODO RACIONAL

CONDICIONES DE PROYECTO

Intensidad de Lluvia Observatorio Km 46+930

Subcuenca	Período de retorno (Años)	Área (Km ²)	Tiempo de concentración (min)	Intensidad (mm/Hr)	Coefficiente de escurrimiento	Gasto máximo (m ³ /seg)
Predio El Chilar	5	0.96	60	42	0.45	5.02
Predio El Chilar	15	0.96	60	54	0.45	6.42
Predio El Chilar	25	0.96	60	59	0.45	7.05
Predio El Chilar	50	0.96	60	66	0.45	7.90

TABLA No. 22

HIDROMETRÍA

VOLUMEN DE ESCURRIMIENTO

ESTACIÓN : EL MANANTIAL

LATITUD :

UNIDAD : MILES DE M³

CLAVE : 26 - 312

LONGITUD:

HOJA : 1 DE 1

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total Anual
1963	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	0.0	716.8	1,251.6	131.7	0.0	0.0	0.0	2,102.2
1964	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1,381.5	377.5	301.4	60.1	0.0	0.0	0.0	2,120.5
1965	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	45.7	0.0	0.0	621.2	0.0	0.0	0.0	666.9
1966	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	138.1	0.0	47.8	75.1	0.0	0.0	0.0	260.9
1967	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	119.9	38.3	0.0	0.0	158.2
1968	0.0	0.0	0.0	0.0	1,474.0	670.1	2,806.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4,950.5
1969	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	271.9	961.2	0.0	0.0	0.0	1,233.1
1970	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1971	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1,622.2	195.7	0.0	0.0	0.0	0.0	1,817.9
1972	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	90.5	6.8	0.0	0.0	0.0	97.2
1973	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1,890.2	1,852.6	874.4	0.0	0.0	0.0	4,617.1
1974	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1,486.9	58.8	937.4	685.3	0.0	0.0	3,168.4
1975	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	38.5	1,023.5	1,089.5	161.6	0.0	0.0	0.0	2,313.1
1976	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	498.9	4,037.5	1,590.7	168.4	6,295.5
1977	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	665.7	1,157.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1,823.1
1978	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1979	0.0	0.0	4.5	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	2,059.1	0.0	0.0	0.0	2,065.0
1980	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	249.3	59.7	654.6	988.2	284.5	0.0	0.0	2,236.1
1981	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	2,795.1	1,250.8	0.0	536.9	373.9	181.3	0.0	5,140.8
1982	0.0	0.0	0.0	0.0	145.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	145.6
1983	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1,162.4	2,066.1	0.0	0.0	0.0	3,228.5
1984	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	764.7	5,002.2	1,023.4	3,642.2	115.1	0.0	0.0	10,547.6
1985	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1,935.2	3,488.2	660.3	0.0	0.0	0.0	0.0	6,083.7
1986	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3,501.5	296.7	0.0	0.0	154.9	0.0	0.0	3,953.1
1987	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8	1,387.1	666.7	1,151.5	145.9	41.7	0.0	0.0	3,396.6
1988	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	412.5				
1989	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2,507.1	1,908.0	4,166.9	738.7	0.0	0.0	9,320.6
1990	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.8	1,973.0	3,541.6	380.3	0.0	0.0	5,911.7
1991	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	366.6	5,899.0	0.0	1,237.8	2,795.6	101.4	35.9	10,436.3
1992	27.0	266.0	0.0	0.0	0.0	2,211.0	465.0	1,025.0	380.0	1,705.0	2,032.0	0.0	8,111.0
1993		0.0	0.0								0.0	0.0	
1994	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1995													
1996													
1997	73.0	183.0	191.0	87.0	374.0	2,109.0	0.0	16.0	0.0	0.0	0.0	49.0	3,082.0
1998	149.0	0.0	0.0	108.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2,295.0	3,402.0	410.0	0.0	6,364.0
Promedio	7.5	13.2	5.7	5.9	60.7	553.3	931.3	446.5	785.5	461.0	130.8	7.7	3,489.0

GASTO MÁXIMO

ESTACIÓN : EL MANANTIAL

LATITUD :

UNIDAD : M³/SEG

CLAVE : 26 - 312

LONGITUD:

HOJA : 1 DE 1

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Máximo
1963	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19	0.00	3.19	2.49	1.52	0.00	0.00	0.00	3.19
1964	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.28	1.24	1.17	0.38	0.00	0.00	0.00	1.28
1965	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.26	0.00	0.00	1.10	0.00	0.00	0.00	1.10
1966	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.56	0.00	0.28	0.21	0.00	0.00	0.00	0.56
1967	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70	0.52	0.00	0.00	0.70
1968	0.00	0.00	0.00	0.00	1.26	1.64	2.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.11
1969	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.34	1.44	0.00	0.00	0.00	1.44
1970	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1971	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.41	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	1.41
1972	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.06	0.00	0.00	0.00	0.14
1973	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.81	1.40	1.12	0.00	0.00	0.00	1.81
1974	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.02	0.51	2.02	1.87	0.00	0.00	2.02
1975	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.52	0.99	1.08	0.86	0.00	0.00	0.00	1.08
1976	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.75	3.12	1.14	0.59	3.12
1977	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.38
1978	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1979	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	2.32	0.00	0.00	0.00	2.32
1980	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.13	1.58	1.78	1.05	0.00	0.00	1.78
1981	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	1.95	2.05	0.00	1.74	1.23	0.37	0.00	2.05
1982	0.00	0.00	0.00	0.00	0.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.64
1983	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.10	2.36	0.00	0.00	0.00	2.36
1984	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.49	2.50	1.75	2.66	0.52	0.00	0.00	2.66
1985	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.52	2.67	2.69	0.00	0.00	0.00	0.00	2.69
1986	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.65	2.40	0.00	0.00	0.42	0.00	0.00	3.65
1987	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	2.79	1.70	2.53	2.58	0.22	0.00	0.00	2.79
1988	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.65				1.65
1989	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.82	3.06	3.42	0.80	0.00	0.00	3.82
1990	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.32	2.54	3.11	1.31	0.00	0.00	3.11
1991	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.33	4.26	0.00	2.28	2.67	0.57	0.11	4.26
1992	0.11	0.75	0.00	0.00	0.00	2.85	1.97	2.06	1.69	2.38	2.32	0.00	2.85
1993		0.00	0.00								0.00	0.00	
1994	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1995													
1996													
1997	0.15	0.15	0.16	0.15	1.00	4.00	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00	0.08	4.00
1998	0.15	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	5.50	2.50	0.50	0.00	5.50
Máximo	0.15	0.75	0.16	0.15	1.26	4.00	4.26	3.06	5.50	3.12	2.32	0.59	5.50

VOLUMEN DE ESCURRIMIENTO ANUAL
Estación El Manantial (26 - 312)

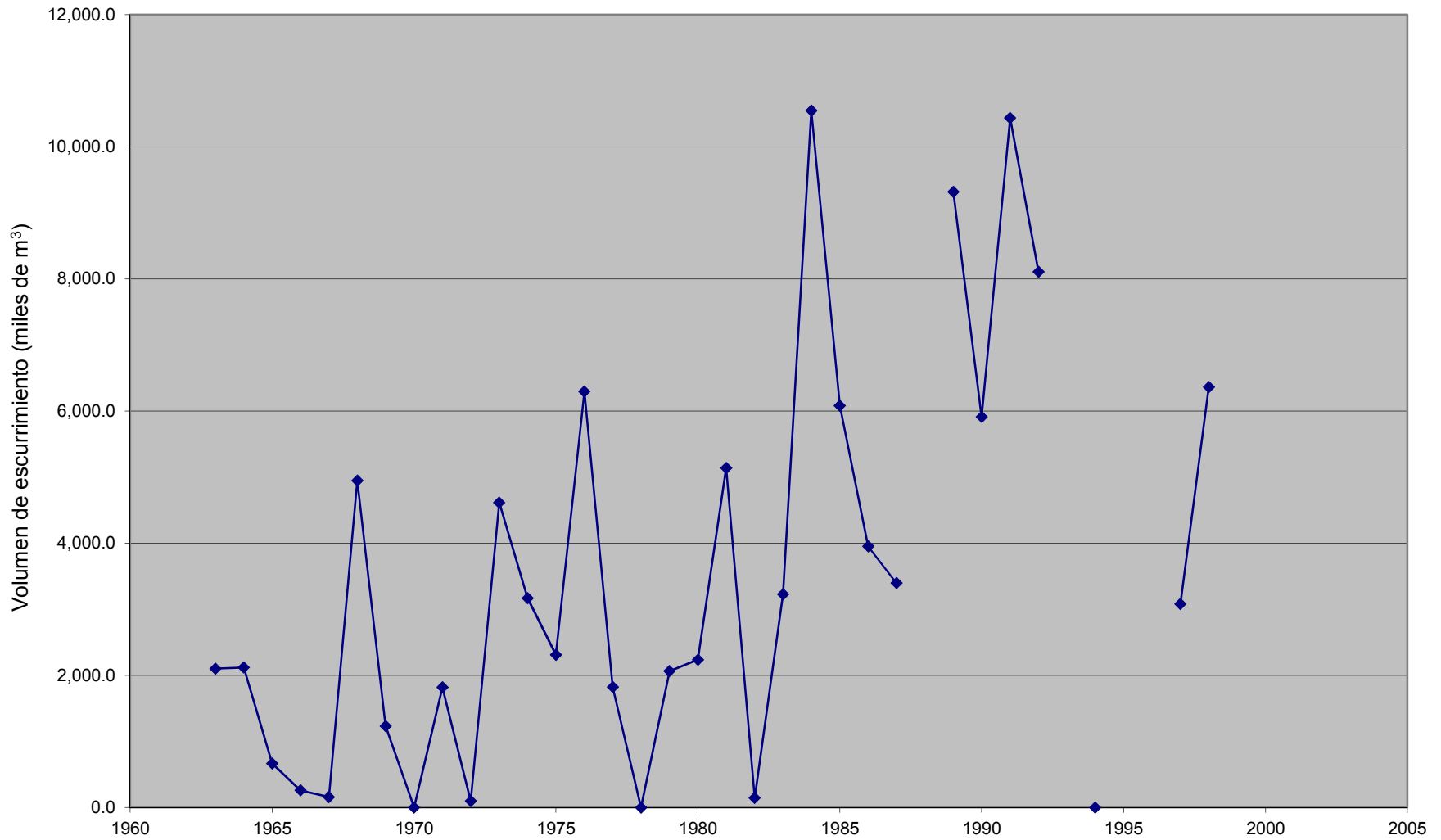


Figura 16

DISTRIBUCIÓN DEL ESCURRIMIENTO

Estación El Manantial (26 - 312)

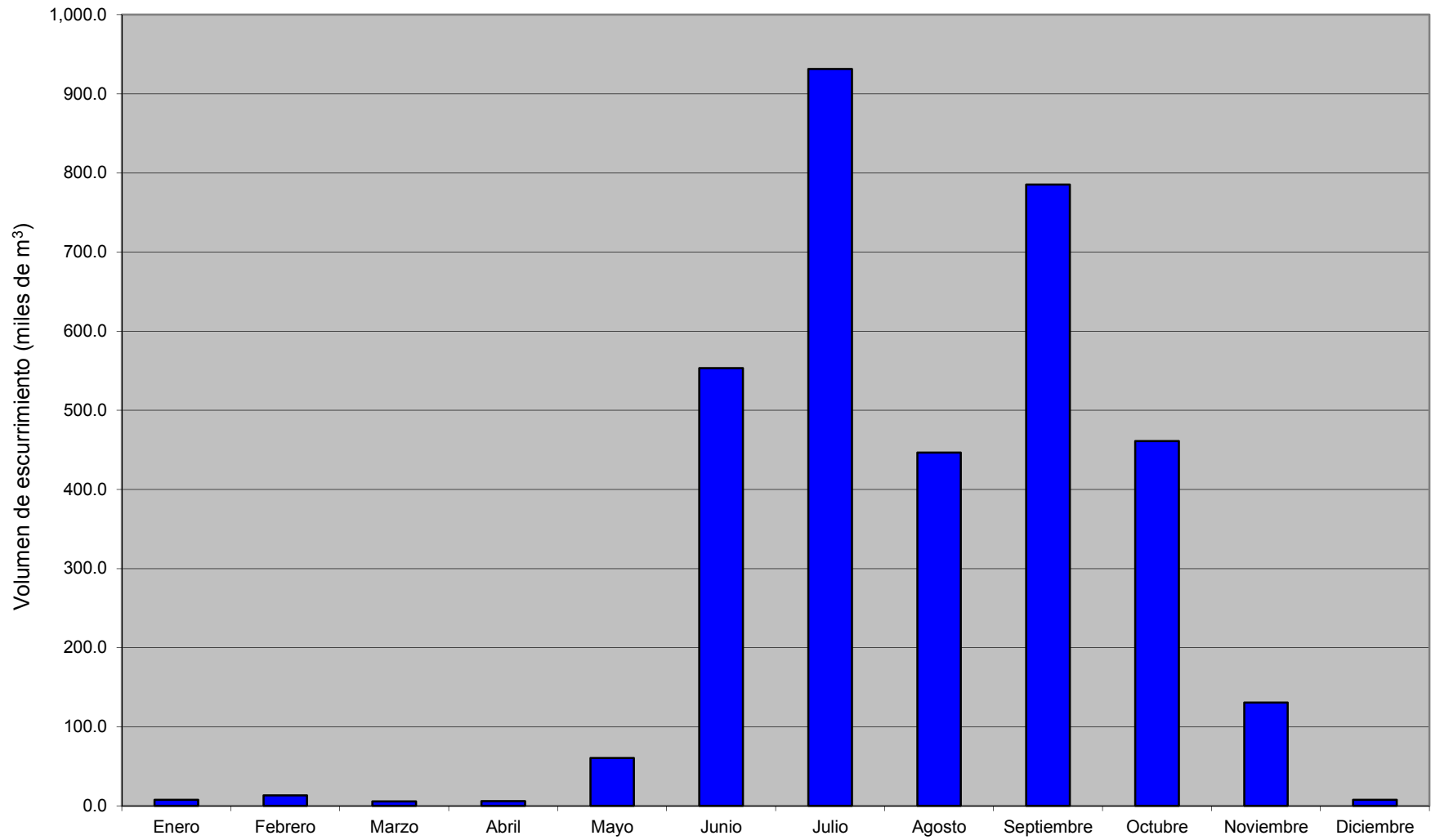


Figura 17

DATOS HIDROMÉTRICOS ANUALES

Estación: El Manantial

Corriente: Río Las Avenidas de Pachuca

Área de la cuenca 1815.60 Km²

Año	Gasto (m ³ /seg)		Volumen anual (miles de m ³)
	Máximo	Medio	
1963	3.190	0.066	2,102.23
1964	1.282	0.067	2,120.46
1965	1.098	0.021	666.89
1966	0.557	0.008	260.91
1967	0.704	0.005	158.19
1968	2.106	0.155	4,950.45
1969	1.444	0.039	1,233.09
1970	0.000	0.000	0.00
1971	1.408	0.057	1,817.88
1972	0.138	0.003	97.20
1973	1.814	0.145	4,617.08
1974	2.020	0.100	3,168.38
1975	1.082	0.072	2,313.08
1976	3.115	0.198	6,295.46
1977	1.377	0.057	1,823.13
1978	0.000	0.000	0.00
1979	2.324	0.066	2,065.01
1980	1.780	0.071	2,236.13
1981	2.047	0.164	5,140.79
1982	0.639	0.005	145.63
1983	2.357	0.103	3,228.50
1984	2.661	0.333	10,547.55
1985	2.687	0.191	6,083.65
1986	3.649	0.127	3,953.10
1987	2.785	0.107	3,396.62
1988	1.652		
1989	3.818	0.294	9,320.60
1990	3.107	0.188	5,911.66
1991	4.262	0.326	10,436.32
1992	2.849	0.258	8,111.00
1994	0.000	0.000	0.00
1997	4.000	0.098	3,082.00
1998	5.500	0.201	6,364.00
No. de registros	Máximo	Promedio	Promedio
31	5.500	0.110	3,488.97

DATOS HIDROMÉTRICOS ANUALES

Estación : El Manantial

Corriente: Canal Margen Derecha

Año	Gasto (m ³ /seg)		Volumen anual (miles de m ³)
	Máximo	Medio	
1965	0.052	0.001	46.49
1966	0.042	0.001	30.60
1967	0.035	0.000	4.06
1968	0.000	0.000	0.00
1969	0.000	0.000	0.00
1970	0.060	0.002	53.57
1971	0.172	0.002	78.60
1972	0.107	0.004	111.77
1973	0.137	0.001	28.14
1974	0.169	0.004	109.36
1975	0.065	0.002	66.10
1976	0.106	0.002	57.09
1977	0.065	0.003	103.46
1978	0.035	0.000	4.37
1979	0.000	0.000	0.00
1980	0.066	0.002	70.32
1981	0.065	0.002	76.98
1982	0.064	0.010	297.26
1983	0.000	0.000	0.00
1984	0.067	0.004	123.46
1985	0.069	0.003	90.77
1986	0.084	0.003	102.06
1987	0.072	0.004	115.90
1988	0.070	0.004	113.36
1989	0.070	0.002	65.78
1990	0.093	0.002	76.65
1991	0.086	0.003	80.88
1992	0.077	0.001	28.46
1993	0.000	0.000	0.00
No. de registros	Máximo	Promedio	Promedio
29	0.172	0.002	66.74

DATOS HIDROMÉTRICOS ANUALES

Estación : El Manantial

Corriente: Canal Margen Izquierda

Año	Gasto (m ³ /seg)		Volumen anual (miles de m ³)
	Máximo	Medio	
1965	0.043	0.000	15.37
1966	0.036	0.000	14.78
1967	0.044	0.001	22.87
1968	0.060	0.002	69.39
1969	0.155	0.003	91.04
1970	0.072	0.010	327.27
1971	0.177	0.014	438.39
1972	0.205	0.012	384.82
1973	0.137	0.003	85.51
1974	0.114	0.009	280.52
1975	0.150	0.010	324.97
1976	0.128	0.012	380.20
1977	0.206	0.021	652.00
1978	0.044	0.000	3.00
1979	0.061	0.003	94.00
1980	0.110	0.012	380.00
1981	0.090	0.010	310.00
1982	0.125	0.019	602.00
1983	0.000	0.000	0.00
1984	0.103	0.018	581.00
1985			
1986	0.133	0.013	395.40
1987	0.167	0.029	918.22
1988	0.141	0.021	661.29
1989	0.137	0.022	697.69
1990	0.520	0.023	724.22
1991	0.107	0.016	482.48
1992			
1993	0.069	0.005	150.56
No. de registros	Máximo	Promedio	Promedio
29	0.520	0.011	336.56

DATOS HIDROMÉTRICOS ANUALES

Estación : San Jerónimo

Corriente: Canal Desfogue

Área de la cuenca 532.0 Km²

Año	Gasto (m ³ /seg)		Volumen anual (miles de m ³)
	Máximo	Medio	
1978	6.252	0.050	1,568.00
1979	7.344	0.082	2,594.00
1980	13.160	0.088	2,788.00
1981			
1982	26.100	0.043	1,348.00
1983	20.200	0.097	3,054.00
1984	18.050	0.143	4,513.00
1985			
1986	22.548	0.099	3,122.00
1987	15.309	0.068	2,147.00
1988	20.830	0.124	3,957.00
1989	30.260	0.265	8,392.00
1990	22.317	0.181	5,743.00
1991	26.057	0.078	2,479.00
1992	13.910	0.201	6,355.00
1993	25.180		
1994	16.540	0.143	4,538.00
1995	22.630	0.188	5,937.00
1996	24.640	0.158	5,036.00
1997	24.420	0.282	8,894.00
1998	40.580	0.295	9,304.00
1999	36.616	0.274	8,664.00
2000	14.122	0.150	4,774.00
2001	22.428	0.568	17,924.00
2002	14.016	0.304	9,604.00
No. de registros	Máximo	Promedio	Promedio
29	40.580	0.176	5,578.86

DATOS HIDROMÉTRICOS ANUALES

Estación : Irolo

Corriente: Canal Salidas

Área de la cuenca 1,354.0 Km²

Año	Gasto (m ³ /seg)		Volumen anual (miles de m ³)
	Máximo	Medio	
1978	7.930	0.102	3,210.00
1979	8.592	0.188	5,920.00
1980	6.000	0.143	4,587.00
1981			
1982	3.100	0.093	2,926.00
1983	10.180	0.287	9,054.00
1984	14.130	0.326	10,326.00
1985			
1986	10.419	0.158	4,971.00
1987	13.317	0.209	6,600.00
1988	10.815		
1989	11.140	0.446	14,120.00
1990			
1991	8.294	0.116	3,598.00
1992	11.160	0.205	6,462.00
1993			
1994	6.831	0.040	1,253.00
1995	8.306	0.068	2,137.00
1996	3.089	0.021	663.00
1997	6.084	0.044	1,388.00
1998	6.803	0.054	1,722.00
1999	11.394	0.076	2,400.00
2000	11.347	0.161	5,104.00
2001	11.267	0.056	1,788.00
2002	0.000	0.000	0.00
No. de registros	Máximo	Promedio	Promedio
29	14.13	0.140	4,411.45

DATOS HIDROMÉTRICOS ANUALES

Estación : Tepexpan

Corriente: Rio San Juan Teotihuacan

Área de la cuenca 491.0 Km²

Año	Gasto (m ³ /seg)		Volumen anual (miles de m ³)
	Máximo	Medio	
1978	7.145	0.100	3,149.00
1979	9.621	0.070	2,194.00
1980	5.500	0.052	1,684.00
1981	7.930	0.126	3,978.00
1982	13.590	0.031	978.00
1983	15.610	0.043	1,365.00
1984	21.233	0.124	3,909.00
1985	4.713	0.023	725.00
1986	17.991	0.088	2,775.00
1987	15.582	0.076	2,402.00
1988	8.591	0.025	767.00
1989			
1990			
1991			
1992			
1993	0.000	0.000	0.00
1994			
1995			
1996			
1997	0.000	0.000	0.00
1998	10.492	0.082	2,812.00
1999	4.698	0.013	414.00
2000	0.000	0.000	0.00
2001	0.000	0.000	0.00
2002	0.000	0.000	0.00
No. de registros	Máximo	Promedio	Promedio
29	21.233	0.047	1,508.44

VOLUMEN DE ESCURRIMIENTO

TABLA RESUMEN

Estación	Área (km ²)	Volumen Medio (miles de m ³)	Volumen/Área (miles de m ³ /Km ²)
El Manantial	1,815.60	3,612.09	1.99
El Manantial M D		66.74	
El Manantial M I		336.56	
San Jeronimo	532.00	5,578.90	10.49
Irolo	1,354.00	4,411.50	3.26
Tepexpan	491.00	1,508.40	3.07

GASTO MÁXIMO

Método Estadístico de Gumbel

Estación El Manantial

ri	qi	qi	Tr	Tr/(Tr-1)	Xi	qi ² x 10 ⁶	Xi ²	Xi qi
1	3.2	5.5	34.0	1.0	-3.5	0.00	12.3	-19.3
2	1.3	4.3	17.0	1.1	-2.8	0.00	7.9	-11.9
3	1.1	4.0	11.3	1.1	-2.4	0.00	5.7	-9.5
4	0.6	3.8	8.5	1.1	-2.1	0.00	4.3	-7.9
5	0.7	3.6	6.8	1.2	-1.8	0.00	3.4	-6.7
6	2.1	3.2	5.7	1.2	-1.6	0.00	2.7	-5.2
7	1.4	3.1	4.9	1.3	-1.5	0.00	2.2	-4.6
8	0.0	3.1	4.3	1.3	-1.3	0.00	1.7	-4.1
9	1.4	2.8	3.8	1.4	-1.2	0.00	1.4	-3.4
10	0.1	2.8	3.4	1.4	-1.1	0.00	1.1	-2.9
11	1.8	2.7	3.1	1.5	-0.9	0.00	0.9	-2.5
12	2.0	2.7	2.8	1.5	-0.8	0.00	0.7	-2.2
13	1.1	2.4	2.6	1.6	-0.7	0.00	0.5	-1.7
14	3.1	2.3	2.4	1.7	-0.6	0.00	0.4	-1.5
15	1.4	2.1	2.3	1.8	-0.5	0.00	0.3	-1.1
16	0.0	2.0	2.1	1.9	-0.5	0.00	0.2	-0.9
17	2.3	2.0	2.0	2.0	-0.4	0.00	0.1	-0.7
18	1.8	1.8	1.9	2.1	-0.3	0.00	0.1	-0.5
19	2.0	1.8	1.8	2.3	-0.2	0.00	0.0	-0.4
20	0.6	1.7	1.7	2.4	-0.1	0.00	0.0	-0.2
21	2.4	1.4	1.6	2.6	0.0	0.00	0.0	-0.1
22	2.7	1.4	1.5	2.8	0.0	0.00	0.0	0.1
23	2.7	1.4	1.5	3.1	0.1	0.00	0.0	0.2
24	3.6	1.3	1.4	3.4	0.2	0.00	0.0	0.3
25	2.8	1.1	1.4	3.8	0.3	0.00	0.1	0.3
26	1.7	1.1	1.3	4.3	0.4	0.00	0.1	0.4
27	3.8	0.7	1.3	4.9	0.5	0.00	0.2	0.3
28	3.1	0.6	1.2	5.7	0.6	0.00	0.3	0.4
29	4.3	0.6	1.2	6.8	0.7	0.00	0.4	0.4
30	2.8	0.1	1.1	8.5	0.8	0.00	0.6	0.1
31	0.0	0.0	1.1	11.3	0.9	0.00	0.8	0.0
32	4.0	0.0	1.1	17.0	1.0	0.00	1.1	0.0
33	5.5	0.0	1.0	34.0	1.3	0.00	1.6	0.0
Σ =	67.5			Σ =	-17.8	0.00	51.2	-85.1

Tr = 5	q ₅ = 3.17	m ³ /seg
Tr = 10	q ₁₀ = 4.05	m ³ /seg
Tr = 15	q ₁₅ = 4.55	m ³ /seg
Tr = 25	q ₂₅ = 5.17	m ³ /seg
Tr = 50	q ₅₀ = 5.99	m ³ /seg

TABLA No. 32

GASTO MÁXIMO

Método Estadístico de Gumbel

Estación San Jeronimo

ri	qi	qi	Tr	Tr/(Tr-1)	Xi	qi ² x 10 ⁶	Xi ²	Xi qi
1	6.3	40.6	24.0	1.0	-3.2	0.00	10.0	-128.1
2	7.3	36.6	12.0	1.1	-2.4	0.00	6.0	-89.4
3	13.2	30.3	8.0	1.1	-2.0	0.00	4.1	-60.9
4	26.1	26.1	6.0	1.2	-1.7	0.00	2.9	-44.4
5	20.2	26.1	4.8	1.3	-1.5	0.00	2.1	-37.9
6	18.1	25.2	4.0	1.3	-1.2	0.00	1.6	-31.4
7	22.5	24.6	3.4	1.4	-1.1	0.00	1.1	-26.2
8	15.3	24.4	3.0	1.5	-0.9	0.00	0.8	-22.0
9	20.8	22.6	2.7	1.6	-0.8	0.00	0.6	-17.1
10	30.3	22.5	2.4	1.7	-0.6	0.00	0.4	-13.9
11	22.3	22.4	2.2	1.8	-0.5	0.00	0.2	-11.0
12	26.1	22.3	2.0	2.0	-0.4	0.00	0.1	-8.2
13	13.9	20.8	1.8	2.2	-0.2	0.00	0.1	-5.2
14	25.2	20.2	1.7	2.4	-0.1	0.00	0.0	-2.7
15	16.5	18.1	1.6	2.7	0.0	0.00	0.0	-0.3
16	22.6	16.5	1.5	3.0	0.1	0.00	0.0	1.6
17	24.6	15.3	1.4	3.4	0.2	0.00	0.0	3.2
18	24.4	14.1	1.3	4.0	0.3	0.00	0.1	4.6
19	40.6	14.0	1.3	4.8	0.5	0.00	0.2	6.3
20	36.6	13.9	1.2	6.0	0.6	0.00	0.3	8.1
21	14.1	13.2	1.1	8.0	0.7	0.00	0.5	9.6
22	22.4	7.3	1.1	12.0	0.9	0.00	0.8	6.7
23	14.0	6.3	1.0	24.0	1.2	0.00	1.3	7.2
Σ =	483.5			Σ =	-12.1	0.01	33.3	-451.4

Tr = 5	q ₅ =	28.11	m ³ /seg
Tr = 10	q ₁₀ =	33.58	m ³ /seg
Tr = 15	q ₁₅ =	36.67	m ³ /seg
Tr = 25	q ₂₅ =	40.49	m ³ /seg
Tr = 50	q ₅₀ =	45.62	m ³ /seg

TABLA No. 33

GASTO MÁXIMO

Método Estadístico de Gumbel

Estación Irolo

ri	qi	qi	Tr	Tr/(Tr-1)	Xi	$q_1^2 \times 10^6$	Xi ²	Xi qi
1	7.9	14.1	22.0	1.0	-3.1	0.00	9.4	-43.3
2	8.6	13.3	11.0	1.1	-2.4	0.00	5.5	-31.3
3	6.0	11.4	7.3	1.2	-1.9	0.00	3.7	-21.9
4	3.1	11.3	5.5	1.2	-1.6	0.00	2.6	-18.2
5	10.2	11.3	4.4	1.3	-1.4	0.00	1.8	-15.3
6	14.1	11.2	3.7	1.4	-1.1	0.00	1.3	-12.8
7	10.4	11.1	3.1	1.5	-1.0	0.00	0.9	-10.7
8	13.3	10.8	2.8	1.6	-0.8	0.00	0.6	-8.6
9	10.8	10.4	2.4	1.7	-0.6	0.00	0.4	-6.7
10	11.1	10.2	2.2	1.8	-0.5	0.00	0.3	-5.1
11	8.3	8.6	2.0	2.0	-0.4	0.00	0.1	-3.1
12	11.2	8.3	1.8	2.2	-0.2	0.00	0.1	-2.0
13	6.8	8.3	1.7	2.4	-0.1	0.00	0.0	-0.9
14	8.3	7.9	1.6	2.8	0.0	0.00	0.0	0.1
15	3.1	6.8	1.5	3.1	0.1	0.00	0.0	0.9
16	6.1	6.8	1.4	3.7	0.3	0.00	0.1	1.8
17	6.8	6.1	1.3	4.4	0.4	0.00	0.2	2.4
18	11.4	6.0	1.2	5.5	0.5	0.00	0.3	3.2
19	11.3	3.1	1.2	7.3	0.7	0.00	0.5	2.1
20	11.3	3.1	1.1	11.0	0.9	0.00	0.8	2.7
21	0.0	0.0	1.0	22.0	1.1	0.00	1.3	0.0
Σ =	180.2			Σ =	-11.0	0.00	29.8	-166.7

Tr = 5	q ₅ =	11.50	m ³ /seg
Tr = 10	q ₁₀ =	13.76	m ³ /seg
Tr = 15	q ₁₅ =	15.03	m ³ /seg
Tr = 25	q ₂₅ =	16.60	m ³ /seg
Tr = 50	q ₅₀ =	18.71	m ³ /seg

TABLA No. 34

GASTO MÁXIMO

Método Estadístico de Gumbel

Estación Tepexpan

ri	qi	qi	Tr	Tr/(Tr-1)	Xi	qi ² x 10 ⁶	Xi ²	Xi qi
1	7.1	21.2	19.0	1.1	-2.9	0.00	8.5	-61.9
2	9.6	18.0	9.5	1.1	-2.2	0.00	4.8	-39.5
3	5.5	15.6	6.3	1.2	-1.8	0.00	3.1	-27.5
4	7.9	15.6	4.8	1.3	-1.4	0.00	2.1	-22.5
5	13.6	13.6	3.8	1.4	-1.2	0.00	1.4	-16.1
6	15.6	10.5	3.2	1.5	-1.0	0.00	0.9	-10.2
7	21.2	9.6	2.7	1.6	-0.8	0.00	0.6	-7.5
8	4.7	8.6	2.4	1.7	-0.6	0.00	0.4	-5.2
9	18.0	7.9	2.1	1.9	-0.4	0.00	0.2	-3.5
10	15.6	7.1	1.9	2.1	-0.3	0.00	0.1	-2.1
11	8.6	5.5	1.7	2.4	-0.1	0.00	0.0	-0.8
12	0.0	4.7	1.6	2.7	0.0	0.00	0.0	0.0
13	0.0	4.7	1.5	3.2	0.1	0.00	0.0	0.7
14	10.5	0.0	1.4	3.8	0.3	0.00	0.1	0.0
15	4.7	0.0	1.3	4.8	0.4	0.00	0.2	0.0
16	0.0	0.0	1.2	6.3	0.6	0.00	0.4	0.0
17	0.0	0.0	1.1	9.5	0.8	0.00	0.7	0.0
18	0.0	0.0	1.1	19.0	1.1	0.00	1.2	0.0
Σ =	142.7			Σ =	-9.4	0.00	24.6	-196.1

Tr = 5	q ₅ = 13.97 m ³ /seg
Tr = 10	q ₁₀ = 18.60 m ³ /seg
Tr = 15	q ₁₅ = 21.21 m ³ /seg
Tr = 25	q ₂₅ = 24.45 m ³ /seg
Tr = 50	q ₅₀ = 28.79 m ³ /seg

TABLA No. 35

MÉTODO DEL INSTITUTO DE INGENIERÍA DE LA UNAM

**DETERMINACION DE TORMENTAS Y AVENIDAS DE DISEÑO, DE ACUERDO A
LA METODOLOGIA DEL INSTITUTO DE INGENIERIA DE LA UNAM**

NOMBRE DE LA CUENCA: Subcuenca Alcantarilla (A = 174.6 Km²)

Datos Generales de la Cuenca

Area Total de la Cuenca de Aportación (At) =	174.61	Km ²
Area de Zona No Urbanizada (Anu)=	157.15	Km ²
Area de Zona Urbanizada (Au)=	17.46	Km ²
Longitud del Cauce Principal (L) =	15.57	Km
Pendiente Media del Cauce Principal (S)=	0.0023	
Indice de Urbanización (Iu)=	0.20	
Coefficiente de Escurrimiento en Anu (Cnu)=	0.15	
Precipitación máxima(24 hr,10 años) Pp _{máx} (24,10)=	65.00	

CALCULO DEL TIEMPO DE CONCENTRACION (tc)

$$t_c = 0.0003245 \left[\frac{L}{\sqrt{S}} \right]^{0.77}$$

tc= **5.68** hr

SE SUGIERE (redondear):

* t_{cr} = dt = **6.00** hr

* Se considera que la Duración de la Tormenta (dt) es igual al Tiempo de Concentración (tcr)

CALCULO DEL TIEMPO DE RETRASO (tr)

$$t_r = 0.60 t_c$$

tr= **3.60** hr

CALCULO DE DURACION EN EXCESO (de)

$$d_e = 2 \sqrt{t_c}$$

de= **4.90** hr

SE SUGIERE:

de= **5.00** hr

CALCULO DEL TIEMPO PICO (tp)

Se considera que la Duración de la Tormenta es igual al Tiempo de Concentración (tc)

$$t_p = 0.50 d_t + t_r = 1.1 t_c$$

tp= **6.60** hr

CALCULO DEL TIEMPO BASE (tb)

$$t_b = 2.67 t_p$$

tb= **17.62** hr

CALCULO DEL COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO (Ce)

$$C_e = \left(\frac{C_{nu} * A_{nu}}{A_t} \right) + \left(\frac{0.45 I_u * A_u}{A_t} \right)$$

Ce= **0.14**

DETERMINACION DE TORMENTAS Y AVENIDAS DE DISEÑO, DE ACUERDO A LA METODOLOGIA DEL INSTITUTO DE INGENIERIA DE LA UNAM	
NOMBRE DE LA CUENCA:	Subcuenca Alcantarilla (A = 174.6 Km ²)
CALCULO DEL GASTO PICO UNITARIO (qp)	
$q_p = \left(\frac{0.555 * A_t}{t_b} \right)$	qp= 5.50 m ³ /s/mm
Precipitación Máxima en 24 hr para un Período de Retorno de 10 años	
Pmáx (dt,Tr) =	Pmáx (24 hr, 10 años) = 65.00 mm
Precipitación Máxima en 1 hr para un Período de Retorno de 10 años	
Factor de Ajuste (Fd) para una Duración de 1 hr =	1.0 (de tabla al final)
Factor de Ajuste para una Duración de 24 hr =	1.50 (de tabla al final)
Pmáx (dt,Tr) =	Pmáx (1 hr, 10 años) = 43.33 mm
<i>NOTA: Los Factores de Ajuste por Duración fueron obtenidos de las Gráficas Anexas al final.</i>	
Se considera que la Duración de la Tormenta (dt) es igual al Tiempo de Concentración (tcr)	
Duración de la Tormenta (dt)=	6.00 hr
Factor de Ajuste por Duración Fd(dt) = Fd(5) =	1.40 (de tabla al final)
Pmáx (dt, Tr) = Pmáx (5 hr, 10 años)*Fd =	60.67 mm
Precipitación Máxima para la Duración de la Tormenta y Período de Retorno de 10 años, asociada al Area de la Cuenca	
Area Total de la Cuenca de Aportación (At) =	174.61 Km ²
Si At<1, Fa=1	Factor de Ajuste por Area Fa = 0.84 (de tabla al final)
Pmáx (dt, Tr, At) = Pmáx (20.5 hr, 10 años, 2,611 km ²) =	50.96 mm
Definiciones:	
Precipitación de Diseño = Pd = Pmáx *Ftr	
Precipitación en Exceso = Pe = Ce * Pd	
Coeficiente de Esurrimiento = Ce	
Gasto Pico Unitario = Qp	
Gasto Pico de la Avenida de Diseño = Qp = Qp * Pe	

DETERMINACION DE TORMENTAS Y AVENIDAS DE DISEÑO, DE ACUERDO A LA METODOLOGIA DEL INSTITUTO DE INGENIERIA DE LA UNAM					
NOMBRE DE LA CUENCA:		Subcuenca Alcantarilla (A = 174.6 Km ²)			
Período de Retorno (Tr)	Factor de Ajuste por Tr (Ftr)	Precipitación de Diseño (Pd) (mm)	Precipitación en Exceso Pe (mm)	Gasto Pico de la Avenida de Diseño (Qp) (m ³ /s)	Volumen de la Avenida (m ³)
2	0.67	34.14	4.92	27.04	858,488
5	0.88	44.84	6.46	35.51	1,127,566
10	1.00	50.96	7.34	40.35	1,281,325
20	1.10	56.06	8.07	44.39	1,409,458
50	1.25	63.70	9.17	50.44	1,601,657
100	1.38	70.32	10.13	55.69	1,768,229
500	1.64	83.57	12.03	66.18	2,101,374
1000	1.75	89.18	12.84	70.62	2,242,319

RESUMEN DE RESULTADOS		
NOMBRE DE LA CUENCA:		Subcuenca Alcantarilla (A = 174.6 Km ²)
Area Total de la Cuenca de Aportación (At) =	174.61	Km ²
Longitud del Cauce Principal (L) =	15.57	Km
Pendiente Media del Cauce Principal (S)=	0.0023	
Tiempo de Concentración (tc) =	6.00	hr
Tiempo Pico (tp) =	6.60	hr
Tiempo Base (tb) =	17.62	hr
Coefficiente de Escurrimiento (Ce)=	0.14	
Pmáx (d, Tr) =	Pmáx (24 hr, 10 años) =	65.00 mm
Pmáx (d, Tr) =	Pmáx (1 hr, 10 años) =	43.33 mm
	Pmáx (dt, Tr) = Pmáx (1.0 hr, 10 años) =	60.67 mm
	Pmáx (dt, Tr, At) = Pmáx (1.5 hr, 10 años, 24.26 km ²) =	50.96 mm

Período de Retorno (Tr)	Factor de Ajuste por Tr (Ftr)	Precipitación de Diseño (Pd) (mm)	Precipitación en Exceso Pe (mm)	Gasto Pico de la Avenida de Diseño (Qp) (m ³ /s)	Volumen de la Avenida (m ³)
2	0.67	34.14	4.92	27.04	858,488
5	0.88	44.84	6.46	35.51	1,127,566
10	1.00	50.96	7.34	40.35	1,281,325
20	1.10	56.06	8.07	44.39	1,409,458
50	1.25	63.70	9.17	50.44	1,601,657
100	1.38	70.32	10.13	55.69	1,768,229
500	1.64	83.57	12.03	66.18	2,101,374
1000	1.75	89.18	12.84	70.62	2,242,319

SIMULACIÓN DEL TRÁNSITO DE AVENIDAS

SIMULACIÓN DEL TRÁNSITO DE AVENIDA

CONDICIONES ACTUALES (Q = Tr 5 años)

Cadenamiento modificado	Sección HEC	Gasto (m ³ /seg)	Elevación				Velocidad (m/seg)	Área hidráulica (m ²)	S.L.A. (m)	Tirante (m)
			Canal	M. Izquierda	M. Derecha	Agua				
2+580.00	130	65.70	2,267.30	2,270.09	2,270.15	2,270.01	3.70	17.76	12.51	2.71
2+560.00	129	65.70	2,267.29	2,269.73	2,270.01	2,269.75	3.95	16.62	11.06	2.46
2+540.00	128	65.70	2,267.28	2,269.73	2,269.93	2,269.38	4.37	15.03	9.82	2.10
2+520.00	127	65.70	2,267.27	2,269.91	2,269.87	2,269.65	3.99	16.48	10.00	2.38
2+500.00	126	65.70	2,267.26	2,269.92	2,269.79	2,269.68	4.02	16.36	9.83	2.42
2+480.00	125	65.70	2,267.25	2,269.82	2,269.80	2,269.87	4.16	15.79	9.14	2.62
2+460.00	124	65.70	2,267.24	2,269.85	2,269.71	2,269.97	3.90	16.83	10.72	2.73
2+440.00	123	65.70	2,267.23	2,269.74	2,269.68	2,269.79	4.05	16.21	9.96	2.56
2+420.00	122	65.70	2,267.22	2,269.74	2,269.65	2,269.91	3.83	17.18	11.41	2.69
2+400.00	121	65.70	2,267.21	2,269.85	2,269.62	2,270.06	2.94	22.32	25.75	2.85
2+380.00	120	65.70	2,267.20	2,269.84	2,269.57	2,270.07	2.77	23.74	25.33	2.87
2+360.00	119	65.70	2,267.19	2,269.80	2,269.52	2,269.82	3.81	17.25	11.47	2.63
2+340.00	118	65.70	2,267.18	2,269.76	2,269.48	2,269.90	3.89	16.91	10.86	2.72
2+320.00	117	65.70	2,267.17	2,269.76	2,269.46	2,269.75	3.87	16.96	11.52	2.58
2+300.00	116	65.70	2,267.16	2,269.78	2,269.41	2,269.90	3.83	17.17	11.42	2.74
2+280.00	115	65.70	2,267.15	2,269.85	2,269.34	2,269.99	3.82	17.20	11.42	2.84
2+260.00	114	65.70	2,267.14	2,269.77	2,269.31	2,269.56	4.39	14.96	9.73	2.42
2+240.00	113	65.70	2,267.13	2,269.76	2,269.58	2,269.66	3.75	17.51	12.06	2.53
2+220.00	112	65.70	2,267.13	2,269.75	2,269.47	2,269.67	3.72	17.66	12.37	2.54
2+200.00	111	65.70	2,267.12	2,269.73	2,269.45	2,269.67	3.72	17.65	12.28	2.55
2+180.00	110	65.70	2,267.11	2,269.74	2,269.43	2,269.79	2.90	22.66	26.02	2.68
2+160.00	109	65.70	2,267.10	2,269.78	2,269.41	2,269.80	2.91	22.57	25.68	2.70

SIMULACIÓN DEL TRÁNSITO DE AVENIDA

CONDICIONES ACTUALES (Q = Tr 5 años)

Cadenamiento modificado	Sección HEC	Gasto (m ³ /seg)	Elevación				Velocidad (m/seg)	Área hidráulica (m ²)	S.L.A. (m)	Tirante (m)
			Canal	M. Izquierda	M. Derecha	Agua				
2+140.00	108	65.70	2,267.09	2,269.69	2,269.39	2,269.81	2.93	22.46	25.30	2.72
2+120.00	107	65.70	2,267.08	2,269.63	2,269.37	2,269.83	2.91	22.54	25.34	2.75
2+100.00	106	65.70	2,267.07	2,269.76	2,269.35	2,269.81	2.96	22.22	24.98	2.74
2+080.00	105	65.70	2,267.06	2,270.08	2,269.33	2,269.60	3.98	16.49	10.07	2.54
2+060.00	104	65.70	2,267.05	2,269.94	2,269.28	2,269.10	4.64	14.17	10.16	2.05
2+040.00	103	65.70	2,267.04	2,269.83	2,269.25	2,269.50	3.85	17.08	11.14	2.46
2+020.00	102	65.70	2,267.03	2,269.87	2,269.23	2,269.63	3.87	16.97	11.01	2.60
2+000.00	101	65.70	2,267.02	2,269.90	2,269.22	2,269.60	3.84	17.12	11.25	2.58
1+980.00	100	65.70	2,267.01	2,269.80	2,269.21	2,269.53	3.84	17.11	11.19	2.52
1+960.00	99	65.70	2,267.00	2,269.76	2,269.09	2,269.55	3.91	16.81	10.65	2.55
1+940.00	98	65.70	2,266.99	2,269.66	2,268.96	2,269.60	3.89	16.90	10.79	2.61
1+920.00	97	65.70	2,266.98	2,268.84	2,269.69	2,269.38	4.06	16.16	10.48	2.40
1+900.00	96	65.70	2,266.97	2,269.65	2,268.85	2,269.46	3.91	16.82	10.76	2.49
1+880.00	95	65.70	2,266.96	2,269.64	2,268.89	2,269.50	3.92	16.75	10.64	2.54
1+860.00	94	65.70	2,266.95	2,269.65	2,268.73	2,269.48	3.86	17.02	11.02	2.53
1+840.00	93	65.70	2,266.94	2,269.61	2,268.73	2,269.49	3.81	17.23	11.53	2.55
1+820.00	92	65.70	2,266.93	2,269.59	2,268.58	2,269.38	3.90	16.83	10.71	2.45
1+800.00	91	65.70	2,266.92	2,269.50	2,268.53	2,269.25	3.90	16.83	11.03	2.33
1+780.00	90	65.70	2,266.91	2,269.50	2,268.67	2,269.31	3.79	17.35	11.66	2.40
1+760.00	89	65.70	2,266.90	2,269.53	2,268.51	2,269.33	3.76	17.48	12.01	2.43
1+740.00	88	65.70	2,266.89	2,269.55	2,268.44	2,269.36	3.85	17.06	11.28	2.47
1+720.00	87	65.70	2,266.88	2,269.34	2,268.43	2,269.45	3.89	16.91	10.85	2.57

SIMULACIÓN DEL TRÁNSITO DE AVENIDA

CONDICIONES ACTUALES (Q = Tr 5 años)

Cadenamiento modificado	Sección HEC	Gasto (m ³ /seg)	Elevación				Velocidad (m/seg)	Área hidráulica (m ²)	S.L.A. (m)	Tirante (m)
			Canal	M. Izquierda	M. Derecha	Agua				
1+700.00	86	65.70	2,266.87	2,269.13	2,268.46	2,269.31	3.90	16.84	11.22	2.44
1+680.00	85	65.70	2,266.86	2,269.14	2,268.95	2,268.67	4.82	13.64	10.66	1.81
1+660.00	84	65.70	2,266.85	2,269.59	2,269.68	2,268.35	4.89	13.42	10.02	1.50
1+640.00	83	65.70	2,266.85	2,269.45	2,269.11	2,269.58	3.72	17.64	12.26	2.73
1+620.00	82	65.70	2,266.85	2,269.43	2,268.68	2,269.53	2.18	30.19	25.93	2.68
1+600.00	81	65.70	2,266.85	2,269.32	2,268.59	2,269.43	2.13	30.91	26.83	2.58
1+580.00	80	65.70	2,266.84	2,269.17	2,268.56	2,269.44	2.18	30.08	27.41	2.60
1+560.00	79	65.70	2,266.84	2,268.98	2,268.51	2,269.28	3.60	18.25	13.56	2.44
1+540.00	78	65.70	2,266.83	2,268.91	2,268.52	2,269.24	3.62	18.16	13.48	2.41
1+520.00	77	65.70	2,266.82	2,268.93	2,268.50	2,269.11	2.52	26.04	27.13	2.29
1+500.00	76	65.70	2,266.81	2,268.84	2,268.44	2,269.12	3.88	16.95	11.48	2.31
1+480.00	75	65.70	2,266.81	2,268.82	2,268.48	2,268.98	3.92	16.78	12.26	2.17
1+460.00	74	65.70	2,266.80	2,268.82	2,268.51	2,269.24	3.65	17.99	12.99	2.44
1+440.00	73	65.70	2,266.79	2,268.87	2,268.49	2,269.11	3.69	17.82	13.09	2.32
1+420.00	72	65.70	2,266.78	2,268.80	2,268.56	2,268.81	4.01	16.38	14.01	2.03
1+400.00	71	65.70	2,266.78	2,268.80	2,268.51	2,269.11	3.62	18.16	13.51	2.33
1+380.00	70	65.70	2,266.77	2,268.85	2,268.50	2,269.08	3.57	18.39	13.97	2.31
1+360.00	69	65.70	2,266.76	2,268.90	2,268.52	2,269.10	3.63	18.12	13.25	2.34
1+340.00	68	65.70	2,266.75	2,269.00	2,268.51	2,269.04	3.65	17.98	13.05	2.29
1+320.00	67	65.70	2,266.75	2,268.43	2,268.92	2,269.02	3.68	17.87	12.70	2.27
1+300.00	66	65.70	2,266.74	2,269.17	2,268.50	2,268.70	4.03	16.31	14.43	1.96
1+280.00	65	65.70	2,266.73	2,268.98	2,268.07	2,269.05	2.64	24.86	33.93	2.32
1+260.00	64	65.70	2,266.72	2,268.86	2,268.27	2,268.76	3.77	17.43	12.12	2.04

SIMULACIÓN DEL TRÁNSITO DE AVENIDA

CONDICIONES ACTUALES (Q = Tr 5 años)

Cadenamiento modificado	Sección HEC	Gasto (m ³ /seg)	Elevación				Velocidad (m/seg)	Área hidráulica (m ²)	S.L.A. (m)	Tirante (m)
			Canal	M. Izquierda	M. Derecha	Agua				
1+240.00	63	65.70	2,266.72	2,268.75	2,268.26	2,268.93	3.66	17.97	13.01	2.21
1+220.00	62	65.70	2,266.71	2,268.70	2,268.22	2,269.04	3.63	18.11	13.3	2.33
1+200.00	61	65.70	2,266.70	2,268.63	2,268.15	2,269.08	2.07	31.72	28.69	2.38
1+180.00	60	65.70	2,266.69	2,268.64	2,268.23	2,269.01	3.57	18.42	14.01	2.32
1+160.00	59	65.70	2,266.69	2,268.69	2,268.20	2,269.00	2.91	22.55	25.36	2.31
1+140.00	58	65.70	2,266.68	2,268.83	2,268.16	2,268.91	3.65	17.98	13	2.23
1+120.00	57	65.70	2,266.67	2,268.85	2,268.14	2,268.96	3.63	18.09	13.26	2.29
1+100.00	56	65.70	2,266.66	2,268.82	2,268.15	2,268.94	3.58	18.35	13.89	2.28
1+080.00	55	65.70	2,266.66	2,268.64	2,268.11	2,268.84	2.59	25.38	25.33	2.18
1+060.00	54	65.70	2,266.65	2,268.50	2,268.03	2,268.86	2.26	29.03	27.69	2.21
1+040.00	53	65.70	2,266.64	2,268.55	2,268.09	2,268.89	2.86	22.99	27.05	2.25
1+020.00	52	65.70	2,266.63	2,268.56	2,268.13	2,268.85	3.32	19.82	17.38	2.22
1+000.00	51	65.70	2,266.63	2,268.69	2,268.75	2,268.59	3.65	17.98	13.81	1.96
0+980.00	50	65.70	2,266.62	2,270.30	2,268.30	2,268.62	3.62	18.15	13.53	2.00
0+960.00	49	65.70	2,266.61	2,269.77	2,268.22	2,268.68	3.46	19.01	15.62	2.07
0+940.00	48	65.70	2,266.60	2,269.24	2,268.18	2,268.91	2.15	30.52	36.26	2.31
0+920.00	47	65.70	2,266.60	2,268.46	2,268.17	2,268.64	3.69	17.78	12.68	2.04
0+900.00	46	65.70	2,266.59	2,268.25	2,268.19	2,268.61	3.77	17.44	11.85	2.02
0+880.00	45	65.70	2,266.58	2,268.21	2,268.28	2,268.37	4.00	16.41	13.67	1.79
0+860.00	44	65.70	2,266.57	2,268.18	2,268.31	2,268.19	3.98	16.52	15.44	1.62
0+840.00	43	65.70	2,266.57	2,268.19	2,268.23	2,268.62	2.85	23.04	27.12	2.05
0+820.00	42	65.70	2,266.56	2,268.15	2,268.18	2,268.59	2.86	23.00	26.89	2.03
0+800.00	41	65.70	2,266.55	2,268.42	2,268.43	2,268.57	2.80	23.43	28.68	2.02

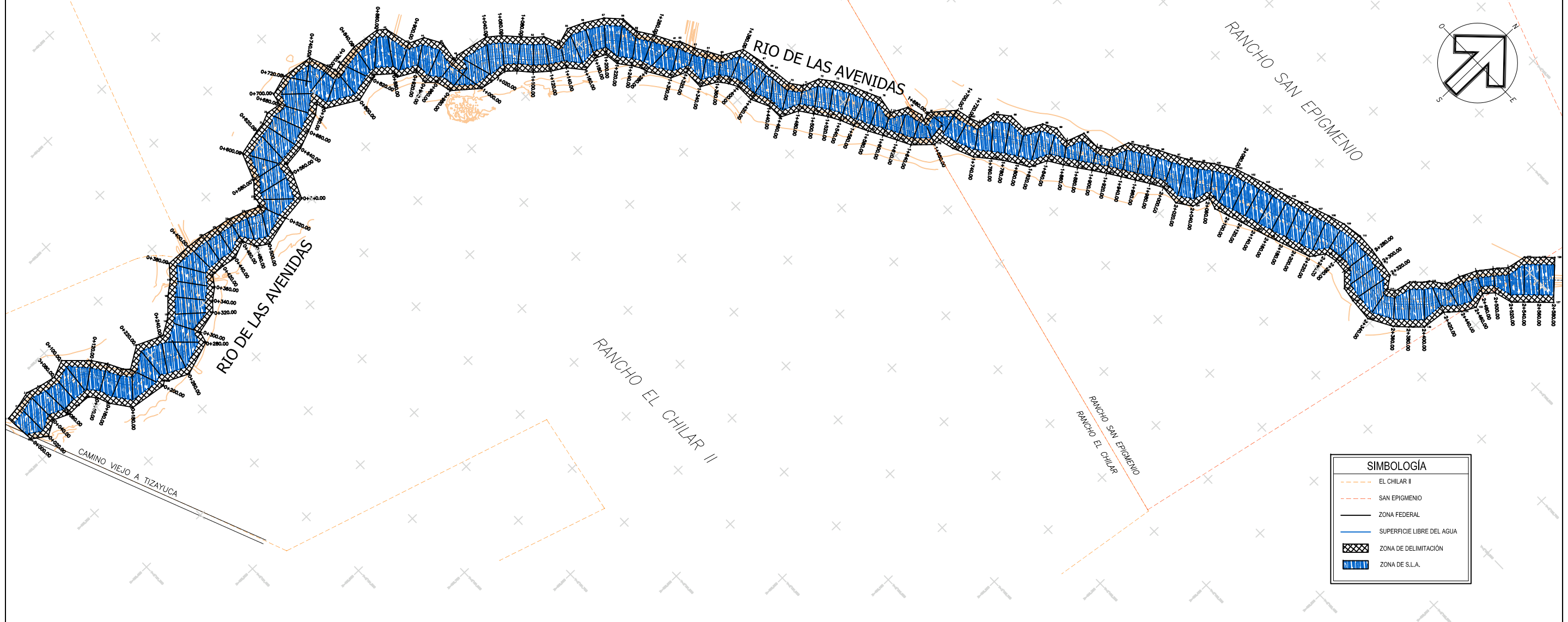
SIMULACIÓN DEL TRÁNSITO DE AVENIDA

CONDICIONES ACTUALES (Q = Tr 5 años)

Cadenamiento modificado	Sección HEC	Gasto (m ³ /seg)	Elevación				Velocidad (m/seg)	Área hidráulica (m ²)	S.L.A. (m)	Tirante (m)
			Canal	M. Izquierda	M. Derecha	Agua				
0+780.00	40	65.70	2,266.54	2,268.16	2,267.64	2,268.61	2.81	23.41	30.07	2.07
0+760.00	39	65.70	2,266.54	2,267.99	2,268.38	2,268.52	2.77	23.71	30.21	1.98
0+740.00	38	65.70	2,266.53	2,268.16	2,268.14	2,268.62	2.86	22.96	27.23	2.09
0+720.00	37	65.70	2,266.52	2,268.18	2,267.98	2,268.49	2.93	22.39	25.66	1.97
0+700.00	36	65.70	2,266.51	2,267.95	2,268.03	2,268.53	2.83	23.24	27.86	2.02
0+680.00	35	65.70	2,266.51	2,268.28	2,268.31	2,268.53	2.83	23.21	28.91	2.02
0+660.00	34	65.70	2,266.50	2,268.02	2,267.92	2,268.48	2.22	29.54	40	1.98
0+640.00	33	65.70	2,266.49	2,268.06	2,267.80	2,268.41	3.45	19.02	15.45	1.92
0+620.00	32	65.70	2,266.48	2,268.04	2,267.78	2,268.62	2.54	25.86	29.95	2.14
0+600.00	31	65.70	2,266.48	2,268.00	2,267.96	2,268.47	3.36	19.54	16.83	1.99
0+580.00	30	65.70	2,266.47	2,267.99	2,267.78	2,268.33	3.44	19.09	16.35	1.86
0+560.00	29	65.70	2,266.46	2,268.06	2,267.79	2,267.36	5.02	13.10	15.3	0.90
0+540.00	28	65.70	2,266.45	2,268.24	2,267.80	2,268.46	2.77	23.72	30.83	2.01
0+520.00	27	65.70	2,266.45	2,268.52	2,268.27	2,268.22	3.41	19.25	15.88	1.77
0+500.00	26	65.70	2,266.44	2,268.29	2,268.17	2,268.57	2.75	23.93	30.35	2.13
0+480.00	25	65.70	2,266.43	2,268.04	2,267.79	2,268.33	2.83	23.21	27.91	1.90
0+460.00	24	65.70	2,266.42	2,267.86	2,267.67	2,268.36	3.55	18.51	14.79	1.94
0+440.00	23	65.70	2,266.42	2,267.78	2,267.78	2,268.30	2.87	22.87	27.69	1.88
0+420.00	22	65.70	2,266.41	2,267.74	2,267.69	2,268.26	2.83	23.25	27.9	1.85
0+400.00	21	65.70	2,266.40	2,267.70	2,267.70	2,268.16	2.89	22.74	26.09	1.76
0+380.00	20	65.70	2,266.39	2,267.76	2,268.14	2,268.33	2.84	23.11	25.73	1.94
0+360.00	19	65.70	2,266.39	2,267.75	2,267.92	2,268.27	2.81	23.42	28.37	1.88
0+340.00	18	65.70	2,266.38	2,267.83	2,267.86	2,268.29	2.85	23.08	27.56	1.91

SIMULACIÓN DEL TRÁNSITO DE AVENIDA
CONDICIONES ACTUALES (Q = Tr 5 años)

Cadenamiento modificado	Sección HEC	Gasto (m ³ /seg)	Elevación				Velocidad (m/seg)	Área hidráulica (m ²)	S.L.A. (m)	Tirante (m)
			Canal	M. Izquierda	M. Derecha	Agua				
0+320.00	17	65.70	2,266.37	2,267.88	2,267.77	2,268.37	2.82	23.31	28.04	2.00
0+300.00	16	65.70	2,266.36	2,267.92	2,267.67	2,268.29	2.91	22.61	25.62	1.93
0+280.00	15	65.70	2,266.36	2,267.92	2,267.63	2,268.11	3.00	21.92	25.15	1.75
0+260.00	14	65.70	2,266.35	2,267.93	2,267.62	2,268.23	2.98	22.01	23.69	1.88
0+240.00	13	65.70	2,266.34	2,267.81	2,267.64	2,268.22	2.36	27.88	40.00	1.88
0+220.00	12	65.70	2,266.33	2,267.76	2,267.66	2,268.15	2.50	26.28	40.00	1.82
0+200.00	11	65.70	2,266.33	2,267.79	2,267.72	2,268.30	2.86	22.97	27.33	1.97
0+180.00	10	65.70	2,266.32	2,267.79	2,267.78	2,268.13	2.91	22.57	28.8	1.81
0+160.00	9	65.70	2,266.31	2,267.55	2,267.84	2,268.10	2.84	23.17	27.59	1.79
0+140.00	8	65.70	2,266.30	2,267.49	2,267.75	2,268.02	2.89	22.71	26.76	1.72
0+120.00	7	65.70	2,266.30	2,267.39	2,267.85	2,268.05	2.86	22.94	26.95	1.75
0+100.00	6	65.70	2,266.29	2,267.38	2,267.76	2,268.17	2.86	22.96	27.26	1.88
0+080.00	5	65.70	2,266.28	2,267.46	2,267.65	2,268.03	2.95	22.30	27.27	1.75
0+060.00	4	65.70	2,266.27	2,267.55	2,267.70	2,267.94	3.05	21.51	22.25	1.67
0+040.00	3	65.70	2,266.27	2,267.57	2,268.17	2,267.84	3.02	21.78	27.52	1.57
0+020.00	2	65.70	2,266.26	2,267.94	2,268.10	2,267.85	2.91	22.55	25.46	1.59
0+000.00	1	65.70	2,266.55	2,269.20	2,267.82	2,268.10	3.29	19.99	18.16	1.55
Promedio =							3.14	21.59	22.16	2.05



SIMBOLOGÍA

- EL CHILAR II
- SAN EPIGMEÑO
- ZONA FEDERAL
- SUPERFICIE LIBRE DEL AGUA
- ZONA DE DELIMITACIÓN
- ZONA DE S.L.A.

CUADRO DE CONSTRUCCION

LADO EST-PU	AZIMUT	DISTANCIA (MTRS)	COORDENADAS UTM ESTE (X)	COORDENADAS UTM NORTE (Y)
1-2	352°24'33"	21.48	495,128.56	2,191,355.55
2-3	346°40'53.68"	19.84	495,126.72	2,191,326.82
3-4	167°28'52"	19.87	495,121.92	2,191,347.10
4-5	121°22'10"	22.48	495,127.68	2,191,366.11
5-6	339°43'18"	23.90	495,132.47	2,191,388.07
6-7	43°05'18"	36.70	495,123.17	2,191,410.08
7-8	52°34'46.36"	22.25	495,150.63	2,191,438.77
8-9	62°27'36.97"	21.94	495,169.00	2,191,451.32
9-10	46°44'6.17"	33.23	495,188.45	2,191,461.47
10-11	327°52'24.96"	33.23	495,193.48	2,191,468.21
11-12	247°12'42"	34.39	495,177.81	2,191,496.35
12-13	267°24'24"	2.86	495,191.80	2,191,527.78
13-14	332°26'42"	20.11	495,183.07	2,191,530.33
14-15	322°49'27.30"	9.02	495,182.02	2,191,547.75
15-16	319°42'42.72"	24.59	495,177.57	2,191,554.83
16-17	322°16'36.96"	21.51	495,195.85	2,191,571.97
17-18	312°39'14.80"	22.33	495,166.08	2,191,588.98
18-19	02°02'15.17"	34.49	495,128.74	2,191,613.53
19-20	06°02'09.97"	23.65	495,135.33	2,191,637.98
20-21	147°10'29"	20.48	495,133.97	2,191,661.50
21-22	09°42'36.96"	20.41	495,138.83	2,191,681.57
22-23	197°14.43"	24.17	495,142.27	2,191,701.49
23-24	251°22'46"	21.36	495,155.15	2,191,724.34
24-25	64°34'53.99"	0.74	495,159.25	2,191,743.65
25-26	284°35'12.37"	10.66	495,159.92	2,191,743.97
26-27	270°10'45"	4.39	495,149.60	2,191,746.66
27-28	311°29'56.07"	20.34	495,143.21	2,191,746.67
28-29	297°24'33.27"	36.98	495,139.48	2,191,761.47
29-30	346°40'53.68"	35.91	495,129.19	2,191,775.70
30-31	352°43'26.64"	12.42	495,083.97	2,191,813.97
31-32	337°45'30"	15.35	495,082.40	2,191,822.98
32-33	08°50'23.47"	19.85	495,076.41	2,191,837.11
33-34	287°49'50.74"	15.55	495,073.48	2,191,856.83
34-35	343°53'48.89"	22.67	495,064.38	2,191,880.55
35-36	06°14'45.18"	42.36	495,059.70	2,191,907.13
36-37	68°54'16.07"	29.23	495,062.78	2,191,929.06
37-38	75°22'24.89"	18.91	495,090.05	2,191,939.58
38-39	343°51'51.15"	11.73	495,100.03	2,191,942.18

CUADRO DE CONSTRUCCION

LADO EST-PU	AZIMUT	DISTANCIA (MTRS)	COORDENADAS UTM ESTE (X)	COORDENADAS UTM NORTE (Y)
39-40	352°24'33"	21.48	495,098.60	2,192,053.40
40-41	07°04'45.90"	37.69	495,093.33	2,192,082.03
41-42	49°12'59.17"	12.51	495,088.42	2,192,019.38
42-43	75°44'29.31"	35.36	495,106.38	2,192,029.02
43-44	237°24'14"	21.47	495,140.65	2,192,037.73
44-45	40°29'27.70"	26.03	495,148.27	2,192,057.38
45-46	08°27'58.51"	27.65	495,171.95	2,192,070.15
46-47	78°21'36.29"	0.43	495,199.31	2,192,067.17
47-48	336°10'49.57"	6.93	495,199.31	2,192,066.26
48-49	11°57'11.19"	45.70	495,198.93	2,192,072.60
49-50	38°41'25.25"	20.98	495,208.27	2,192,117.24
50-51	47°24'14.07"	23.82	495,219.32	2,192,133.77
51-52	46°51'27.63"	16.94	495,238.38	2,192,151.10
52-53	40°21'48.57"	13.78	495,250.74	2,192,162.78
53-54	66°22'02.27"	22.71	495,258.61	2,192,173.33
54-55	342°27'35.11"	22.04	495,280.41	2,192,182.43
55-56	247°17'46"	22.63	495,273.74	2,192,203.44
56-57	32°26'42"	28.13	495,283.06	2,192,224.06
57-58	46°34'42"	25.59	495,297.35	2,192,246.28
58-59	85°11'37.50"	24.53	495,315.94	2,192,265.86
59-60	56°29'41.31"	23.40	495,340.41	2,192,267.64
60-61	61°53'59.28"	29.15	495,359.83	2,192,280.56
61-62	40°26'46.87"	4.77	495,388.64	2,192,294.29
62-63	68°21'40.57"	21.95	495,390.00	2,192,299.48
63-64	59°25'12.37"	17.73	495,410.35	2,192,307.69
64-65	61°25'14.74"	18.82	495,425.64	2,192,316.66
65-66	28°22'27.37"	30.58	495,442.12	2,192,325.76
66-67	77°14'22.22"	35.51	495,459.58	2,192,352.72
67-68	86°24'16.87"	13.96	495,486.31	2,192,359.43
68-69	65°59'50.99"	30.81	495,500.26	2,192,359.76
69-70	82°31'45.58"	26.22	495,508.03	2,192,362.33
70-71	52°45'10.78"	18.46	495,532.03	2,192,365.74
71-72	21°24'21.71"	22.66	495,546.73	2,192,376.91
72-73	52°45'10.78"	25.87	495,555.14	2,192,397.55
73-74	28°24'27.28"	24.66	495,571.75	2,192,410.59
74-75	68°24'46.80"	21.44	495,583.01	2,192,423.08
75-76	75°22'24.89"	18.96	495,616.66	2,192,431.68
76-77	89°50'21.70"	24.18	495,628.83	2,192,439.70

CUADRO DE CONSTRUCCION

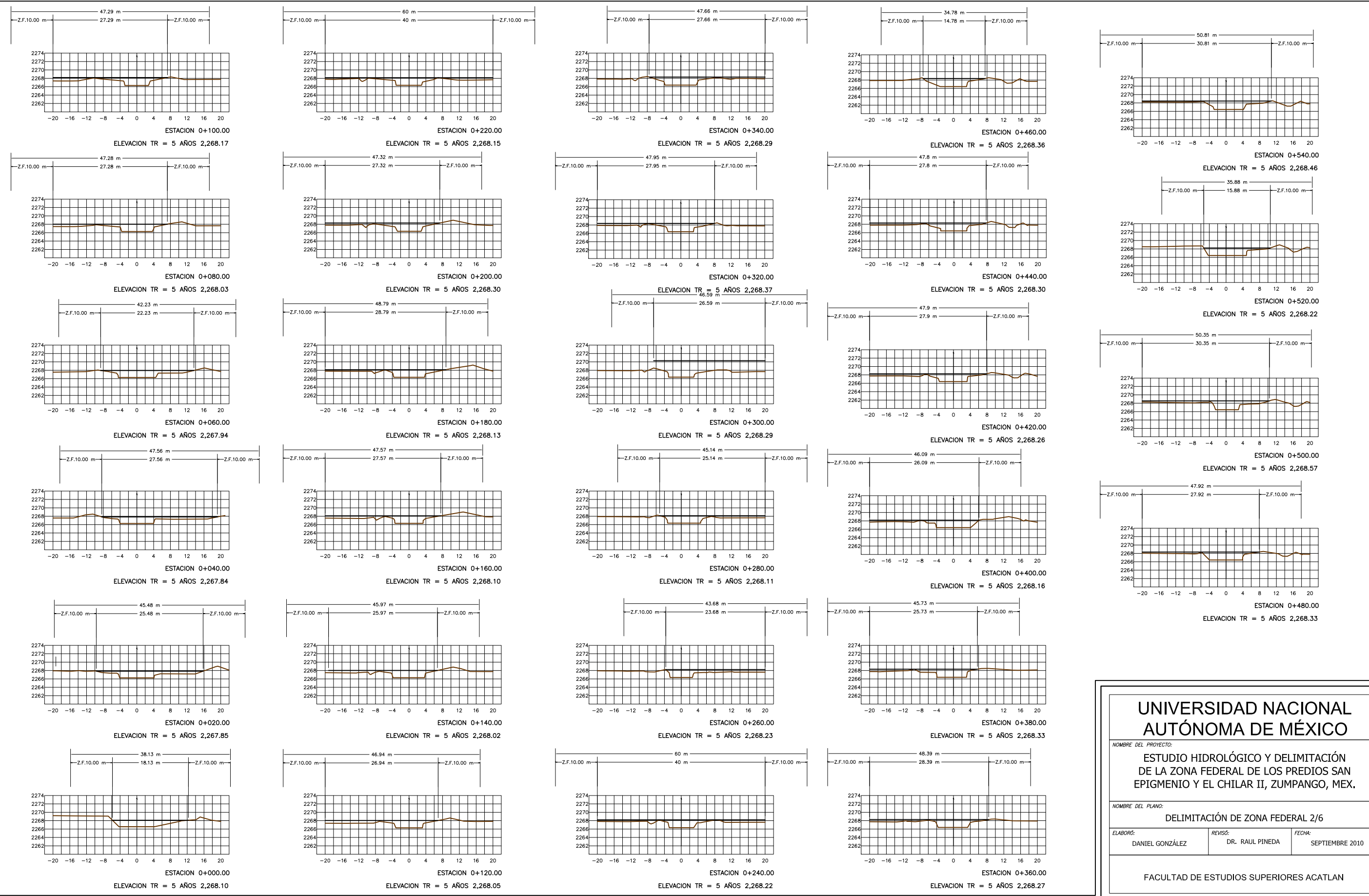
LADO EST-PU	AZIMUT	DISTANCIA (MTRS)	COORDENADAS UTM ESTE (X)	COORDENADAS UTM NORTE (Y)
77-78	27°45'40.07"	24.31	495,653.64	2,192,455.24
78-79	72°02'21.27"	21.17	495,664.74	2,192,457.17
79-80	111°58'21.91"	8.05	495,684.98	2,192,460.37
80-81	338°42'45.59"	11.95	495,692.45	2,192,460.37
81-82	39°54'42.12"	39.69	495,688.11	2,192,471.51
82-83	76°29'29.31"	18.29	495,713.56	2,192,501.98
83-84	68°26'48.91"	14.23	495,732.31	2,192,506.49
84-85	12°31'59.65"	22.14	495,745.53	2,192,507.88
85-86	51°37'18.84"	23.75	495,750.27	2,192,533.38
86-87	88°45'30.62"	25.16	495,768.89	2,192,548.13
87-88	274°28'29.92"	25.30	495,794.05	2,192,548.69
88-89	62°46'35.00"	19.51	495,805.81	2,192,571.07
89-90	80°41'21.67"	21.90	495,822.84	2,192,585.89
90-91	19°20'44.00"	25.02	495,844.62	2,192,578.41
91-92	80°25'58.18"	25.03	495,853.02	2,192,601.98
92-93	56°18'55.05"	20.30	495,878.04	2,192,601.79
93-94	247°17'46"	24.46	495,894.93	2,192,616.20
94-95	37°21'47.80"	20.58	495,923.54	2,192,635.94
95-96	46°34'42.29"	20.66	495,920.84	2,192,647.10
96-97	62°17'18.98"	22.59	495,938.42	2,192,679.39
97-98	62°17'18.98"	17.16	495,958.01	2,192,668.47
98-99	50°23'53.07"	17.09	495,973.32	2,192,676.96
99-100	52°50'39.07"	19.45	495,987.34	2,192,686.78
100-101	57°41'50.33"	30.28	496,002.70	2,192,688.69
101-102	71°31'96.27"	18.77	496,028.29	2,192,710.79
102-103	70°31'42.98"	21.73	496,046.05	2,192,720.94
103-104	72°43'25.67"	19.49	496,066.54	2,192,728.25
104-105	71°54'35.64"	20.00	496,095.14	2,192,733.87
105-106	89°51'46.91"	18.28	496,104.15	2,192,754.93
106-107	70°59'58.97"	20.95	496,121.31	2,192,746.77
107-108	70°43'41.41"	19.47	496,141.00	2,192,753.83
108-109	72°15'19.75"	23.05	496,159.31	2,192,761.53
109-110	80°25'53.44"	26.60	496,181.25	2,192,767.60
110-111	97°10'11.38"	24.24	496,207.91	2,192,771.82
111-112	98°51'53.51"	21.31	496,231.77	2,192,770.48
112-113	89°23'48.84"	20.34	496,252.82	2,192,767.91
113-114	143°24'20.27"	18.96	496,272.87	2,192,764.19
114-115	58°24'54.83"	10.13	496,283.92	2,192,749.03

CUADRO DE CONSTRUCCION

LADO EST-PU	AZIMUT	DISTANCIA (MTRS)	COORDENADAS UTM ESTE (X)	COORDENADAS UTM NORTE (Y)
115-116	127°23'28"	23.24	496,292.64	2,192,754.20
116-117	44°27'14.97"	19.03	496,297.75	2,192,776.87
117-118	32°40'16.68"	22.44	496,311.08	2,192,796.55
118-119	53°36'46.56"	7.24	496,314.99	2,192,796.55
119-120	15°24'41.14"	20.33	496,333.05	2,192,809.86
120-121	29°23'25.67"	23.87	496,338.63	2,192,829.42
121-122	38°22'46.47"	22.82	496,346.77	2,192,850.80
122-123	39°21'58.18"	20.00	496,362.31	2,192,864.57
123-124	11°40'24"	25.98	496,375.13	2,192,884.52
124-125	44°27'44"	19.94	496,380.15	2,192,910.02
125-126	45°18'50.50"	20.50	496,394.15	2,192,924.21
126-127	132°14'48.67"	60.00	496,408.65	2,192,938.70
127-128	225°15'10.17"	19.50	496,450.69	2,192,958.89
128-129	224°37'15.87"	20.06	496,436.80	2,192,982.11
129-130	223°21'13.41"	16.86	496,422.81	2,192,967.83
130-131	254°37'15.07"	24.69	496,411.20	2,192,956.60
131-132	240°23'28.28"	17.25	496,397.39	2,192,949.20
132-133	159°12'46.47"	19.94	496,378.22	2,192,935.78
133-134	206°48'8.88"	19.87	496,363.30	2,192,917.13
134-135	32°17'41.41"	24.13	496,383.50	2,192,799.39
135-136	186°16'06.00"	32.53	496,356.17	2,192,781.50
136-137	224°27'14"	20.97	496,354.61	2,192,749.16
137-138	240°32'58.97"	20.52	496,339.83	2,192,734.19
138-139	241°35'40.47"	35.39	496,324.96	2,192,719.82
139-140	274°10'44"	31.27	496,298.29	2,192,702.79
140-141	279°21'40.57"	19.67	496,282.78	2,192,705.05
141-142	314°34'56.67"	23.44	496,263.37	2,192,708.25
142-143	274°17'47.63"	17.63	496,236.43	2,192,724.48
143-144	255°12'56.91"	18.22	496,208.84	2,192,754.93
144-145	201°14'48.91"	22.11	496,192.96	2,192,722.36
145-146	250°17'32.04"	20.53	496,180.21	2,192,704.29
146-147	250°17'32.04"	20.53	496,160.90	2,192,697.53
147-148	249°12'55.07"	21.62	496,143.00	2,192,680.82
148-149	251°24'56.84"	20.00	496,122.78	2,192,683.15
149-150	252°23'42.49"	20.51	496,103.77	2,192,676.94
150-151	250°23'42.57"	18.28	496,084.19	2,192,670.84
151-152	351°18'59.97"	21.22	496,066.19	2,192,673.92
152-153	287°28'13.95"	16.60	496,046.91	2,192,657.84

CUADRO DE CONSTRUCCION

LADO EST-PU	AZIMUT	DISTANCIA (MTRS)	COORDENADAS UTM ESTE (X)	COORDENADAS UTM NORTE (Y)
153-154	197°23'25.11"	24.91	496,031.08	2,192,628.82
154-155	235°16'59.57"	22.86	496,023.70	2,192,625.03
155-156	240°18'56.57"	18.63	496,004.94	2,192,628.05
156-157	240°18'56.57"	18.63	495,978.49	2,192,628.05



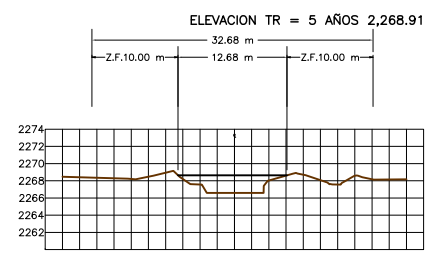
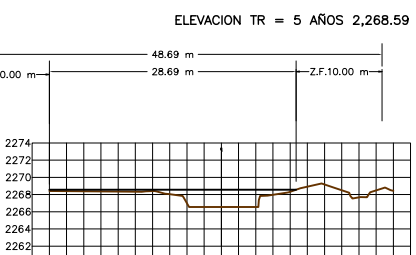
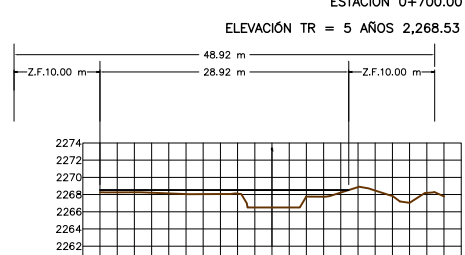
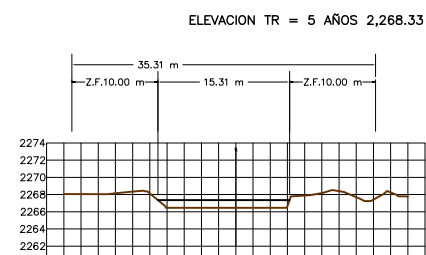
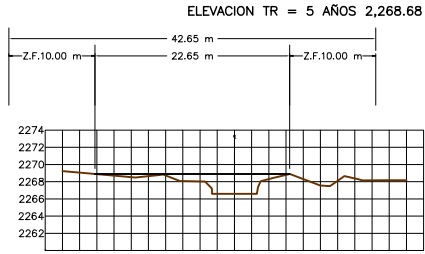
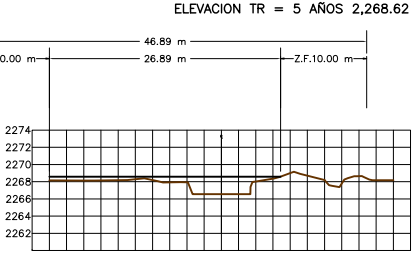
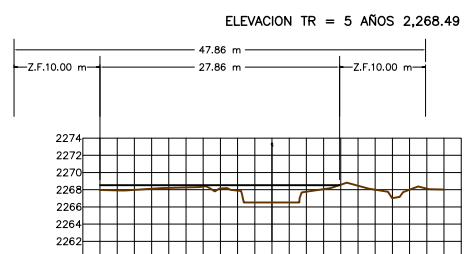
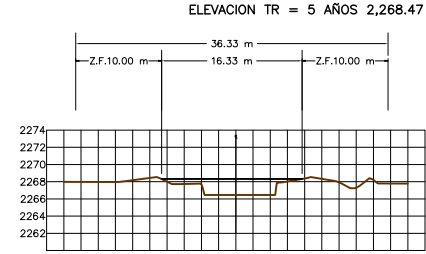
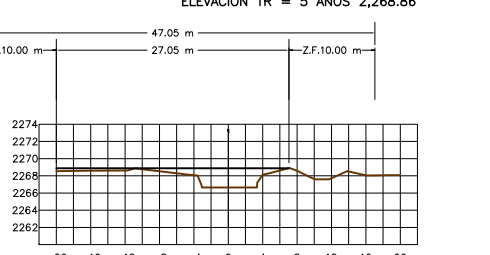
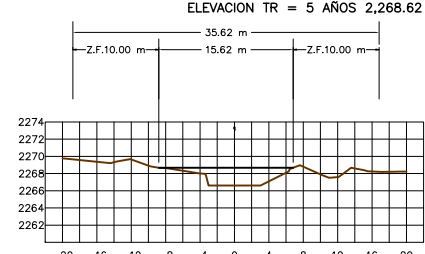
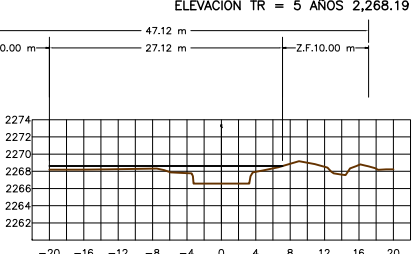
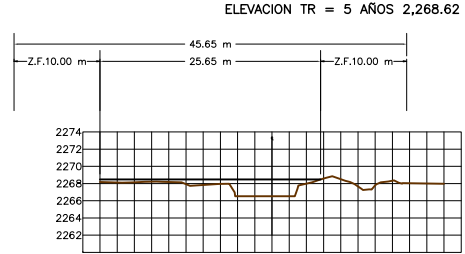
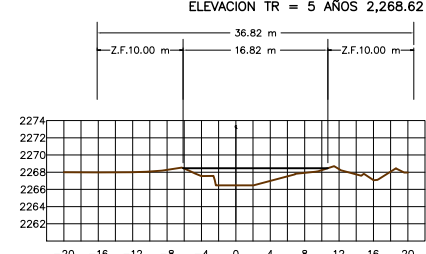
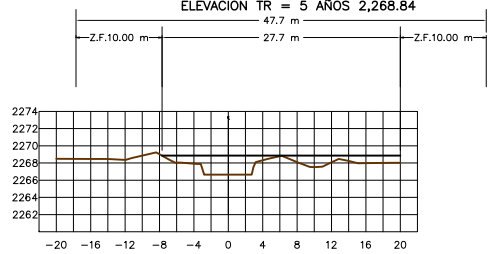
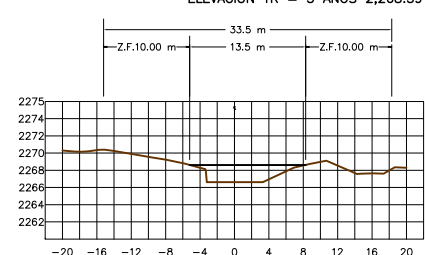
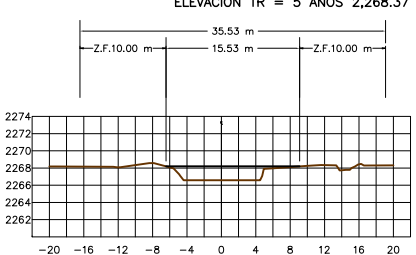
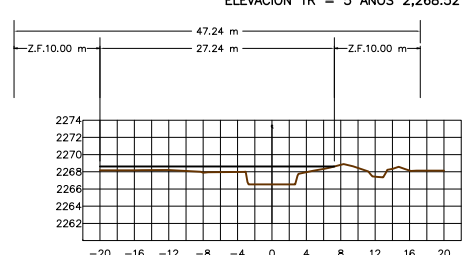
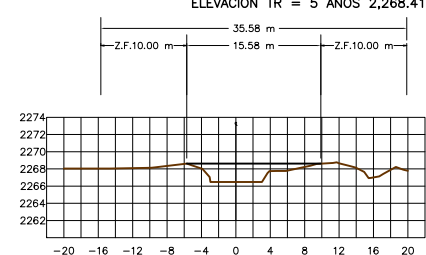
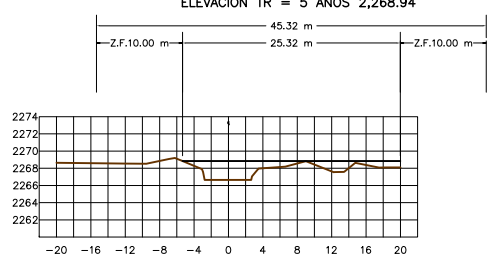
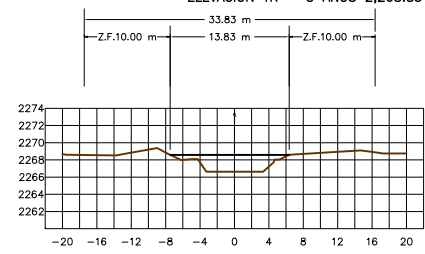
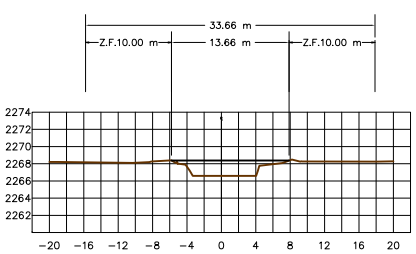
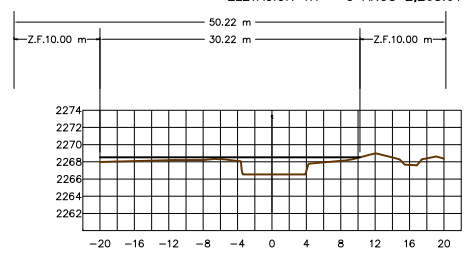
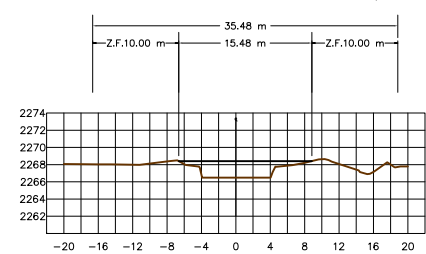
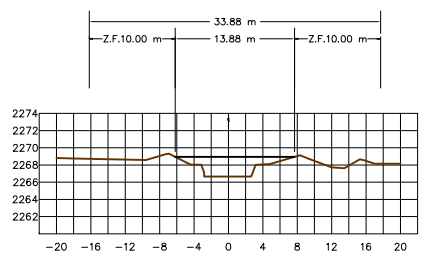
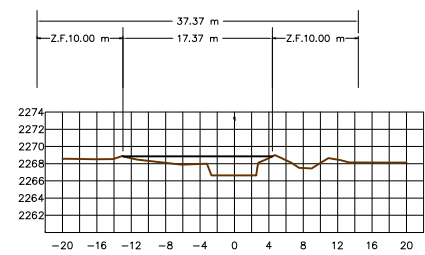
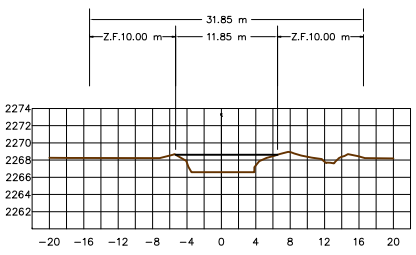
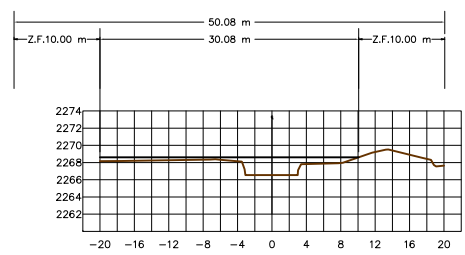
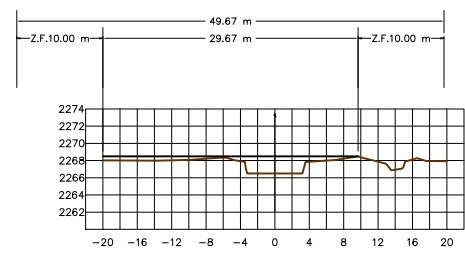
**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

NOMBRE DEL PROYECTO:
**ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DELIMITACIÓN
 DE LA ZONA FEDERAL DE LOS PREDIOS SAN
 EPIGENIO Y EL CHILAR II, ZUMPANGO, MEX.**

NOMBRE DEL PLANO:
DELIMITACIÓN DE ZONA FEDERAL 2/6

ELABORÓ: DANIEL GONZÁLEZ REVISÓ: DR. RAUL PINEDA FECHA: SEPTIEMBRE 2010

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLAN



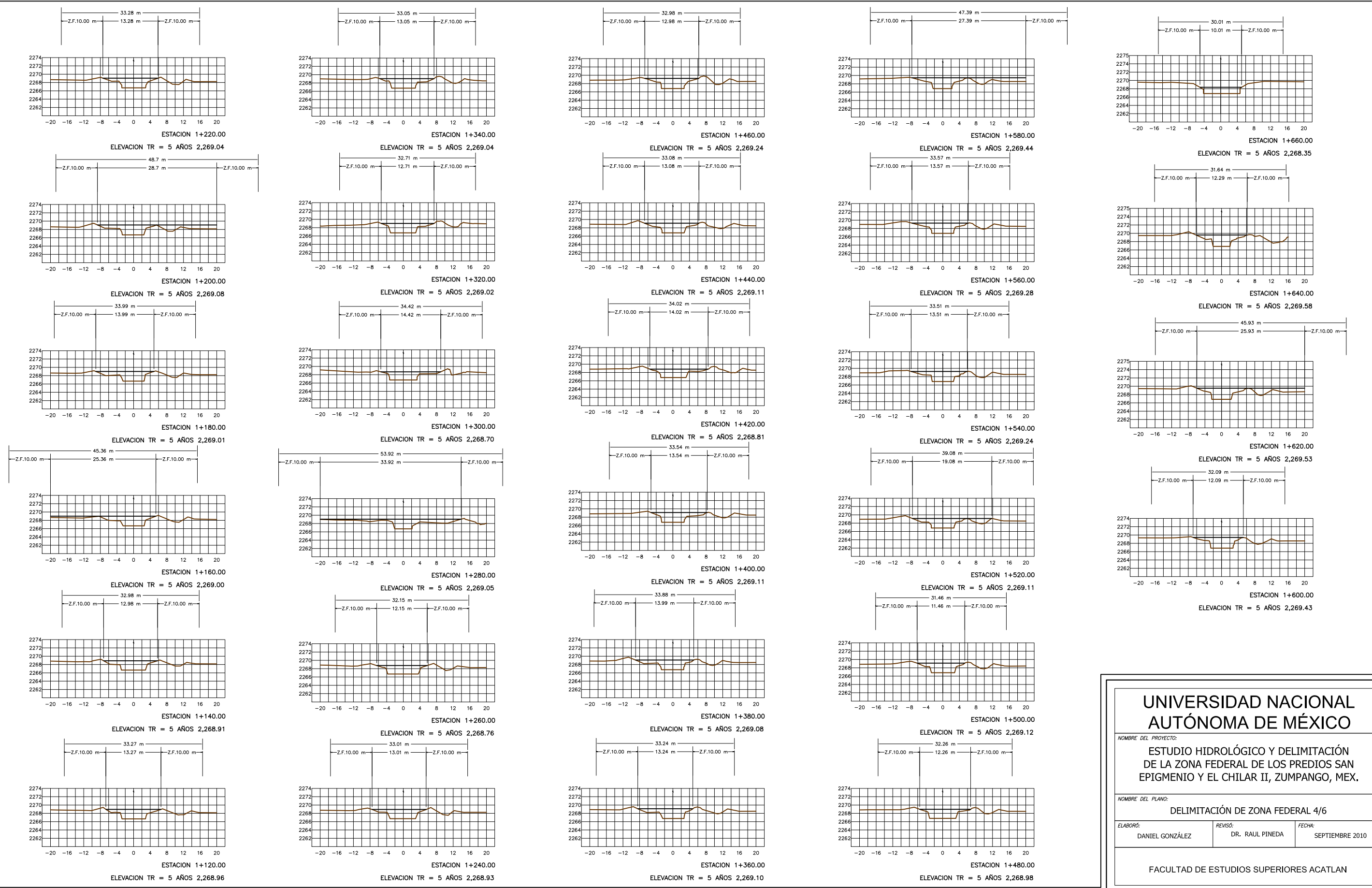
**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

NOMBRE DEL PROYECTO:
**ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DELIMITACIÓN
DE LA ZONA FEDERAL DE LOS PREDIOS SAN
EPIGENIO Y EL CHILAR II, ZUMPANGO, MEX.**

NOMBRE DEL PLANO:
DELIMITACIÓN DE ZONA FEDERAL 3/6

ELABORÓ: DANIEL GONZÁLEZ REVISÓ: DR. RAUL PINEDA FECHA: SEPTIEMBRE 2010

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLAN



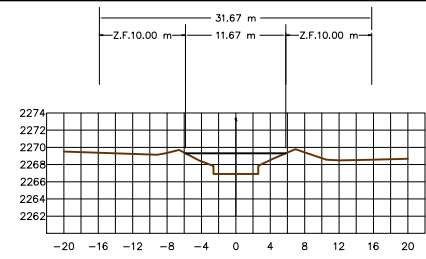
**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

NOMBRE DEL PROYECTO:
**ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DELIMITACIÓN
DE LA ZONA FEDERAL DE LOS PREDIOS SAN
EPIGENIO Y EL CHILAR II, ZUMPANGO, MEX.**

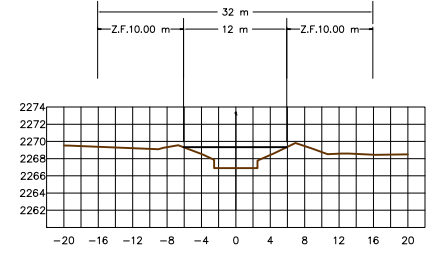
NOMBRE DEL PLANO:
DELIMITACIÓN DE ZONA FEDERAL 4/6

ELABORÓ: DANIEL GONZÁLEZ	REVISÓ: DR. RAUL PINEDA	FECHA: SEPTIEMBRE 2010
-----------------------------	----------------------------	---------------------------

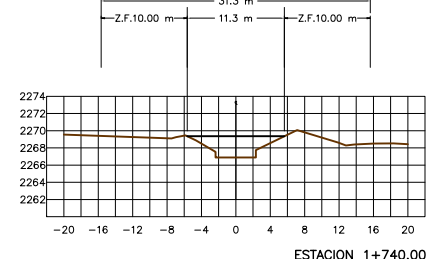
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLAN



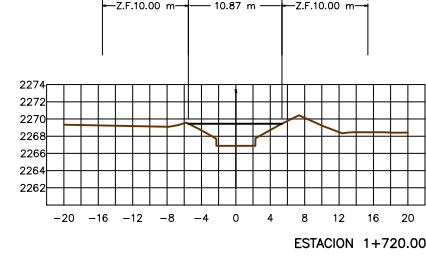
ESTACION 1+780.00
ELEVACION TR = 5 AÑOS 2,269.31



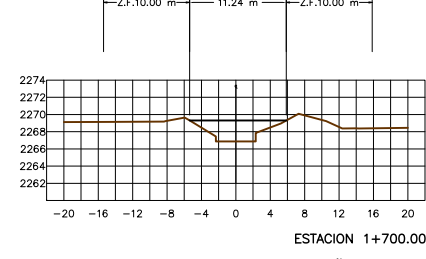
ESTACION 1+760.00
ELEVACION TR = 5 AÑOS 2,269.33



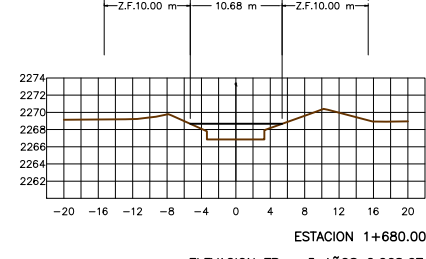
ESTACION 1+740.00
ELEVACION TR = 5 AÑOS 2,269.36



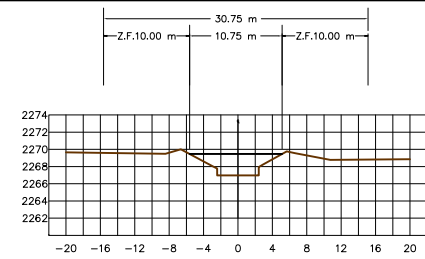
ESTACION 1+720.00
ELEVACION TR = 5 AÑOS 2,269.45



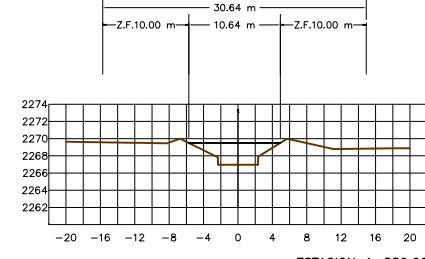
ESTACION 1+700.00
ELEVACION TR = 5 AÑOS 2,269.31



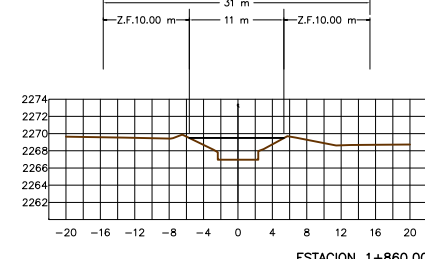
ESTACION 1+680.00
ELEVACION TR = 5 AÑOS 2,268.67



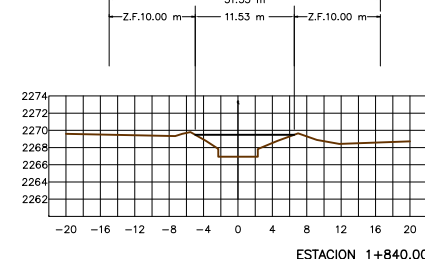
ESTACION 1+900.00
ELEVACION TR = 5 AÑOS 2,269.46



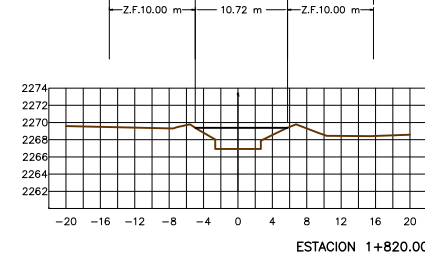
ESTACION 1+880.00
ELEVACION TR = 5 AÑOS 2,269.50



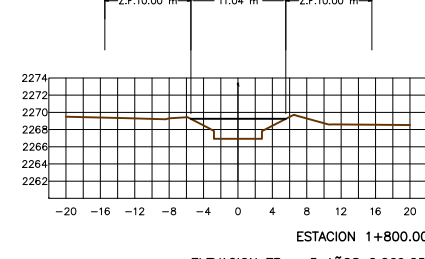
ESTACION 1+860.00
ELEVACION TR = 5 AÑOS 2,269.48



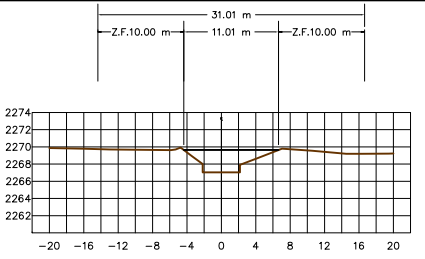
ESTACION 1+840.00
ELEVACION TR = 5 AÑOS 2,269.49



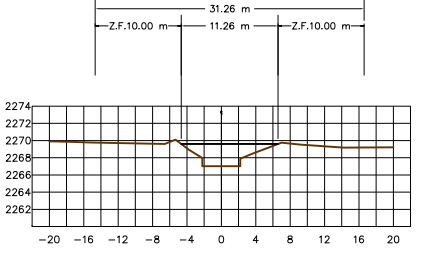
ESTACION 1+820.00
ELEVACION TR = 5 AÑOS 2,269.38



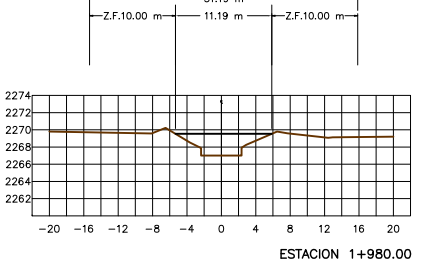
ESTACION 1+800.00
ELEVACION TR = 5 AÑOS 2,269.25



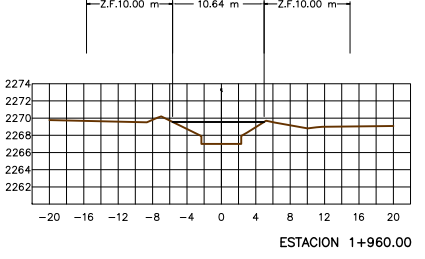
ESTACION 2+020.00
ELEVACION TR = 5 AÑOS 2,269.63



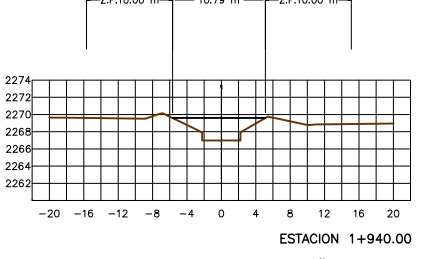
ESTACION 2+000.00
ELEVACION TR = 5 AÑOS 2,269.60



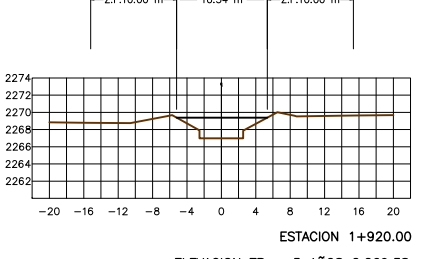
ESTACION 1+980.00
ELEVACION TR = 5 AÑOS 2,269.53



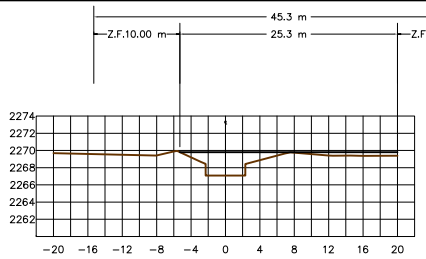
ESTACION 1+960.00
ELEVACION TR = 5 AÑOS 2,269.55



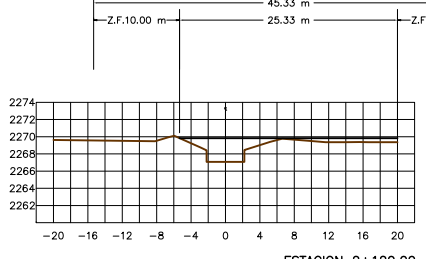
ESTACION 1+940.00
ELEVACION TR = 5 AÑOS 2,269.50



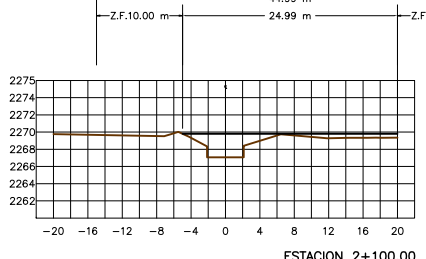
ESTACION 1+920.00
ELEVACION TR = 5 AÑOS 2,269.38



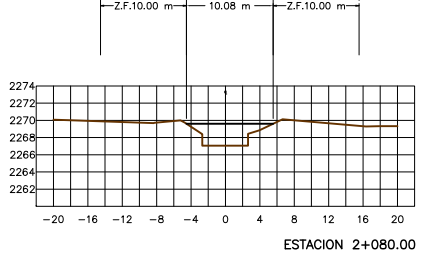
ESTACION 2+140.00
ELEVACION TR = 5 AÑOS 2,269.81



ESTACION 2+120.00
ELEVACION TR = 5 AÑOS 2,269.73



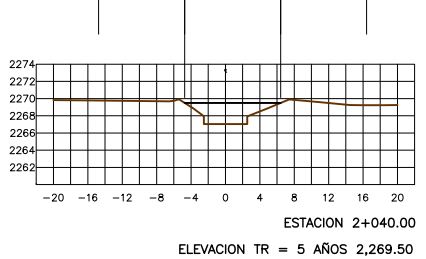
ESTACION 2+100.00
ELEVACION TR = 5 AÑOS 2,269.71



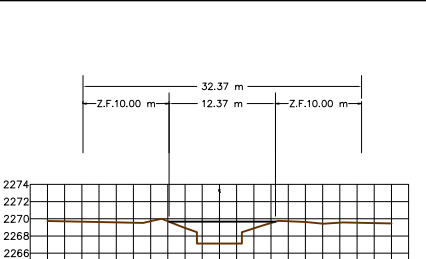
ESTACION 2+080.00
ELEVACION TR = 5 AÑOS 2,269.60



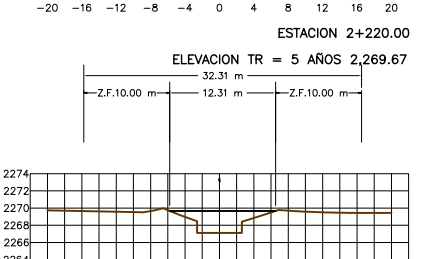
ESTACION 2+060.00
ELEVACION TR = 5 AÑOS 2,269.50



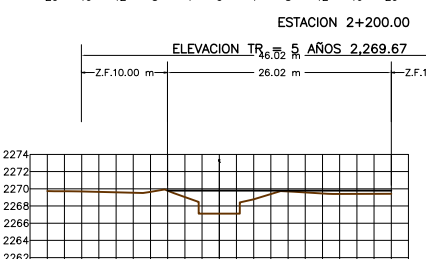
ESTACION 2+040.00
ELEVACION TR = 5 AÑOS 2,269.50



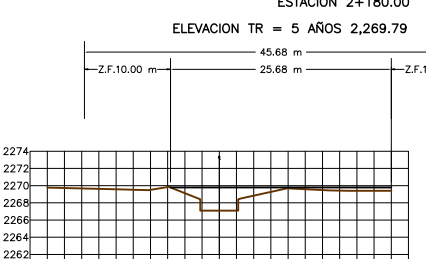
ESTACION 2+220.00
ELEVACION TR = 5 AÑOS 2,269.67



ESTACION 2+200.00
ELEVACION TR = 5 AÑOS 2,269.67



ESTACION 2+180.00
ELEVACION TR = 5 AÑOS 2,269.79



ESTACION 2+160.00
ELEVACION TR = 5 AÑOS 2,269.80

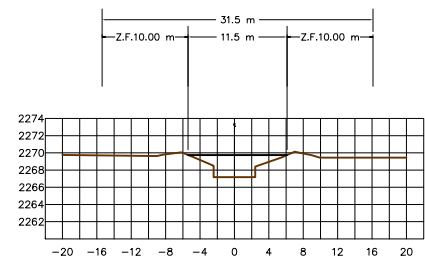
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

NOMBRE DEL PROYECTO:
ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DELIMITACIÓN DE LA ZONA FEDERAL DE LOS PREDIOS SAN EPIGENIO Y EL CHILAR II, ZUMPANGO, MEX.

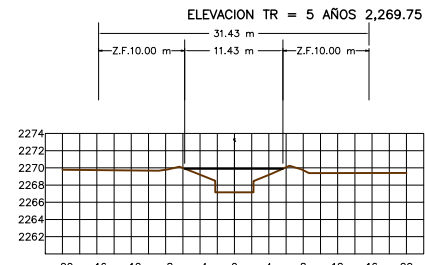
NOMBRE DEL PLANO:
DELIMITACIÓN DE ZONA FEDERAL 1/6

ELABORÓ: DANIEL GONZÁLEZ REVISÓ: DR. RAUL PINEDA FECHA: SEPTIEMBRE 2010

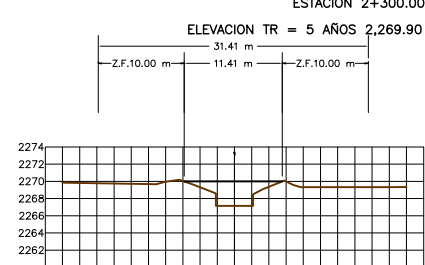
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLAN



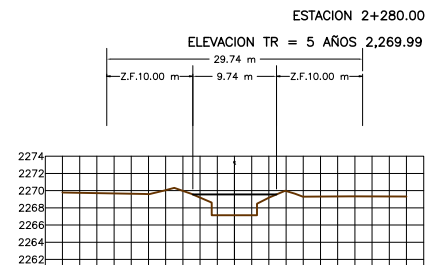
ESTACION 2+320.00



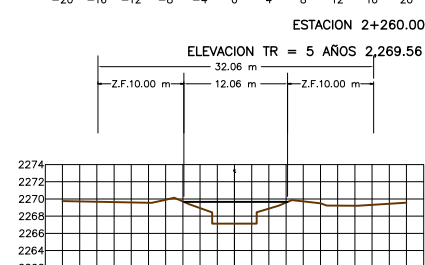
ESTACION 2+300.00



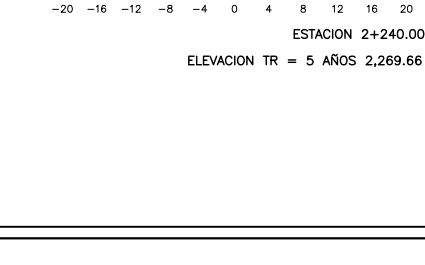
ESTACION 2+280.00



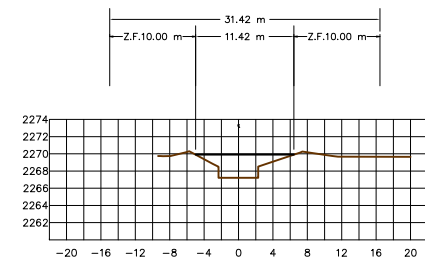
ESTACION 2+260.00



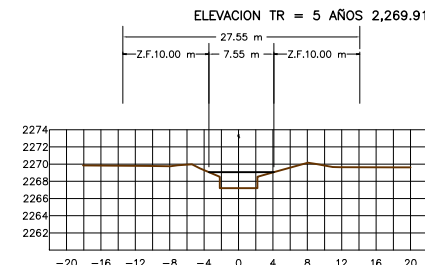
ESTACION 2+240.00



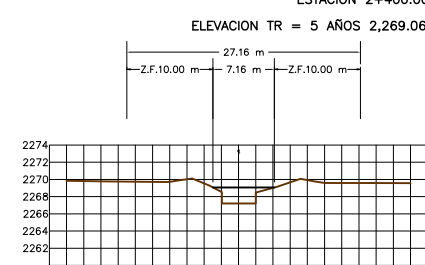
ELEVACION TR = 5 AÑOS 2,269.66



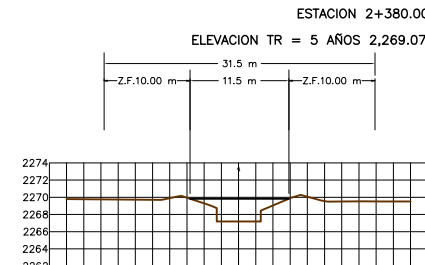
ESTACION 2+420.00



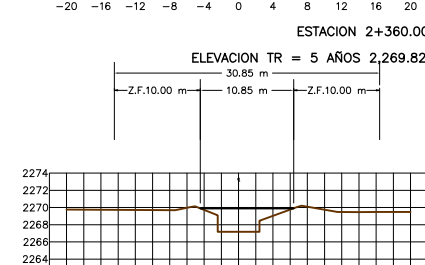
ESTACION 2+400.00



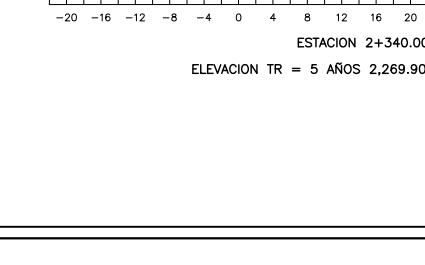
ESTACION 2+380.00



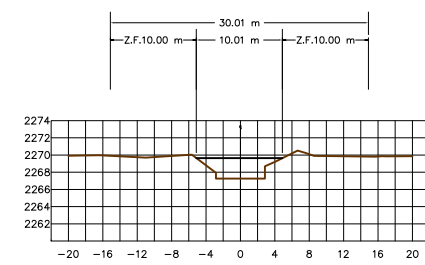
ESTACION 2+360.00



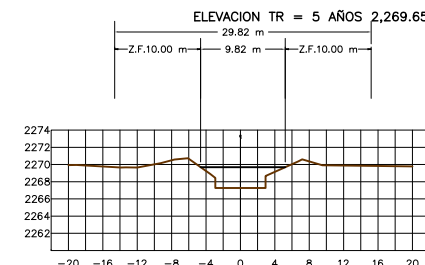
ESTACION 2+340.00



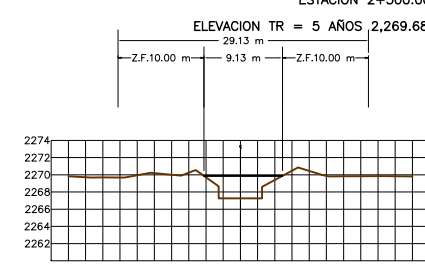
ELEVACION TR = 5 AÑOS 2,269.91



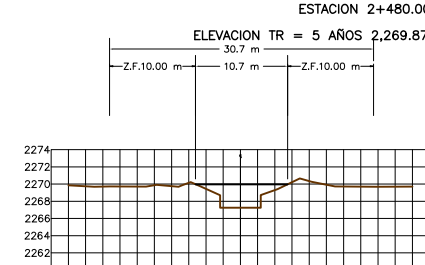
ESTACION 2+520.00



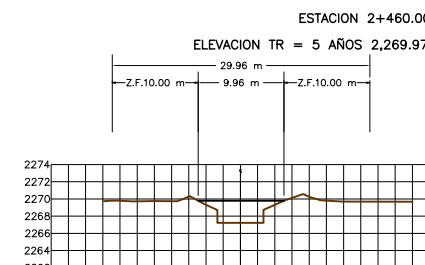
ESTACION 2+500.00



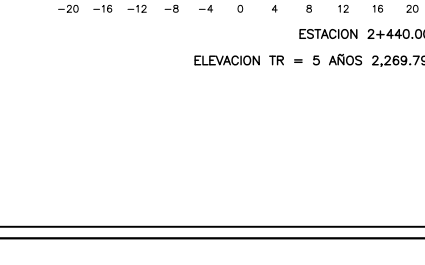
ESTACION 2+480.00



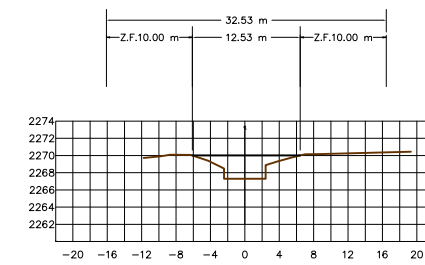
ESTACION 2+460.00



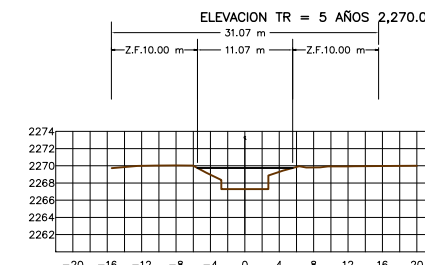
ESTACION 2+440.00



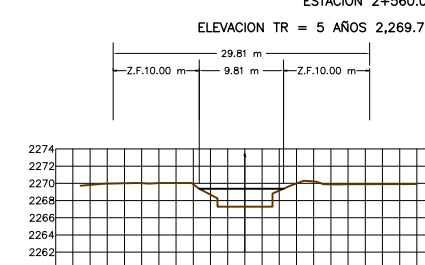
ELEVACION TR = 5 AÑOS 2,269.65



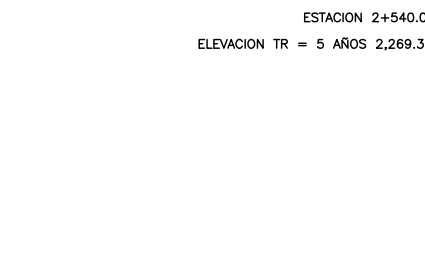
ESTACION 2+580.00



ESTACION 2+560.00



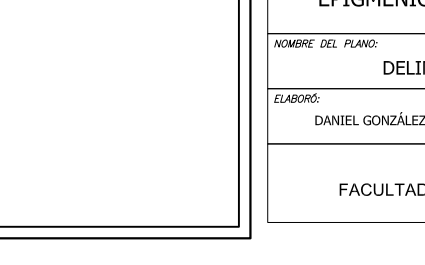
ESTACION 2+540.00



ESTACION 2+540.00



ESTACION 2+540.00



ELEVACION TR = 5 AÑOS 2,269.75

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

NOMBRE DEL PROYECTO:
ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DELIMITACIÓN DE LA ZONA FEDERAL DE LOS PREDIOS SAN EPIGENIO Y EL CHILAR II, ZUMPANGO, MEX.

NOMBRE DEL PLANO:
DELIMITACIÓN DE ZONA FEDERAL 6/6

ELABORÓ: DANIEL GONZÁLEZ	REVISÓ: DR. RAUL PINEDA	FECHA: SEPTIEMBRE 2010
-----------------------------	----------------------------	---------------------------

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLAN