



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
ARAGÓN**

DESARROLLO DE UN CASO PRÁCTICO

“PROPUESTA DE SOLUCIÓN DEL DRENAJE  
PLUVIAL, PARA EL SECTOR DENOMINADO  
CHAPULTEPEC, EN EL MUNICIPIO DE  
ENSENADA, BAJA CALIFORNIA”

Que para obtener el título de  
Ingeniero civil

Presenta:

**Hidalgo García Christian Alfredo**

Director:

M. en C. Luis Pomposo Vigueras Muñoz



San Juan de Aragón, México

Noviembre 2014



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.



## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer a dios por darme la oportunidad de vivir, culminar mis estudios profesionales que es una de tantas metas que tengo en la vida, también por todas las alegrías que he vivido y la fuerza que me brindo en los momentos difíciles, por los triunfos y derrotas que me hicieron crecer y madurar.

A mi padre Alfredo Hidalgo y mi madre Georgina García, quiero agradecerles darme la vida, criarme, educarme, enseñarme a ser una persona exitosa a lo largo de mis 24 años. Mi padre me enseñó a ser trabajador, perseverante e ingenioso y mi madre con su ejemplo me enseñó a ser humilde, amable y emprendedor. Mi hermana Anahí Hidalgo y mi hermano Carlos Hidalgo que siempre me han apoyado y me han guiado con su ejemplo a ser una persona de bien. A los cuatro quiero decirles que los amo y me siento orgulloso de ser su hijo y hermano.

A toda la familia ya sea García o Hidalgo le agradezco el apoyo que me ha brindado, todos son un ejemplo para mí, siempre han estado para escucharme o darme un consejo.

A una gran persona Norma Galván por todo tu apoyo, comprensión y cariño a lo largo de mi carrera y de mi vida, has estado conmigo en momentos importantes de la misma.

A mi asesor M. en C. Luis Pomposo Vigueras Muñoz, por el apoyo y tiempo para realizar este trabajo, es una excelente persona y un gran profesionista, con admiración y respeto es un ejemplo a seguir.

A todos los profesores de la carrera de Ingeniería Civil que de una u otra forma me ayudaron a desarrollar los conocimientos que se aplican en la vida profesional.

A mis amigos Jesús Eduardo, Luis, Alfonso, Adrián, Oscar, Miguel e Israel, por todo lo que vivimos en este tiempo, el apoyo, fiestas, consejos, por ser parte importante de mi vida.



## INDICE GENERAL

Agradecimientos	2
Índice General	3
Introducción	5
<b>Capítulo I Antecedentes</b>	<b>6</b>
1.1 Ubicación	6
1.2 Orografía	7
1.3 Clima	7
1.4 Edafología	8
1.5 Zona de Estudio	9
1.6 Objetivo del Proyecto	12
1.7 Alcances del Proyecto	12
1.8 Justificación del Proyecto	12
<b>Capítulo II Conceptos Fundamentales</b>	<b>13</b>
2.1 Gasto de Diseño	13
2.2 Coeficiente de Escurrimiento	17
2.3 Intensidad de Lluvia	20
2.4 Período de Retorno	20
2.5 Tiempo de Concentración	22
2.6 Lluvia de Proyecto	25
2.7 Superficie Drenada	26
2.8 Pendiente del Cauce	26
2.9 Laguna de Detención	27
2.10 Pozos de Infiltración	30



<b>III Caracterización Pluviográfica</b>	<b>31</b>
3.1 Precipitación Pluvial	31
3.2 Registros de Precipitación	32
3.2.1 Estación Ensenada	32
3.2.2 Estación Bahía de los Ángeles	35
3.2.3 Estación El Arco	39
3.2.4 Estación Las Escobas	43
<b>Capítulo IV Alternativa de Solución</b>	<b>47</b>
4.1 Visitas de Reconocimiento al Sitio de Proyecto	47
4.2 Recopilación de la Información	48
4.3 Análisis de la Información	49
4.4 Análisis de la Alternativa de Solución	50
4.5 Diseño Geométrico e Hidraulico	54
4.6 Infiltración	74
4.7 Procedimiento Constructivo de Colectores y Estructuras Especiales	79
4.8 Especificaciones Técnicas	82
<b>Conclusiones</b>	<b>100</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>101</b>
<b>Anexos</b>	<b>102</b>
Figuras	102
Tablas	102
Gráficas	104
Fotografías	104



## INTRODUCCIÓN

El tema que se aborda en este trabajo es de suma importancia debido a que la precipitación pluvial es un problema que en la mayoría de los casos ocasiona incomodidades o incluso pérdidas económicas y humanas en el peor de los casos. Al no darle la seriedad requerida se corre el riesgo de sufrir daños mayores como inundaciones. Es importante considerar sistemas independientes tanto para el agua de lluvia y sanitaria, de esta forma se podrá reutilizar para algunas otras actividades ya que actualmente se requiere de la optimización de este recurso.

En el capítulo I se presenta una descripción general de la zona de estudio, como la localización, orografía, clima, se menciona la problemática que se tiene en el lugar y se comenta el objetivo y alcance del proyecto.

En el capítulo II se indica la metodología empleada para determinar los aspectos importantes en la elaboración de la propuesta al problema que se presenta en el lugar, como el gasto de diseño, intensidad de lluvia, período de retorno, también se comenta el tema de la infiltración.

En el capítulo III se muestran las estadísticas y graficas de la distribución anual y mensual de la precipitación que se han presentado en los últimos años en las estaciones climatológicas dentro de la zona de estudio.

En el capítulo IV se presenta la visita a la zona de estudio, para identificar las estructuras existentes y la topografía del lugar, la propuesta de solución que descompone la zona de estudio en tres sistemas, para tratar cada una de forma diferente por sus características. Se presentan los resultados de cada sistema y las especificaciones técnicas.



## 1.- ANTECEDENTES

### 1.1 Ubicación

El Municipio de Ensenada está ubicado en el estado de Baja California, entre los paralelos 28° 00' y 32° 21' de latitud norte y los meridianos 112° 47' y 116° 53' de longitud oeste. Colinda al norte con los municipios de Playas de Rosarito, Tijuana, Tecate y Mexicali, al oeste con el Océano Pacífico, al este con el Municipio de Mexicali y el Golfo de California (Mar de Cortés), y al sur con el Estado de Baja California Sur. Ver figura N° 1

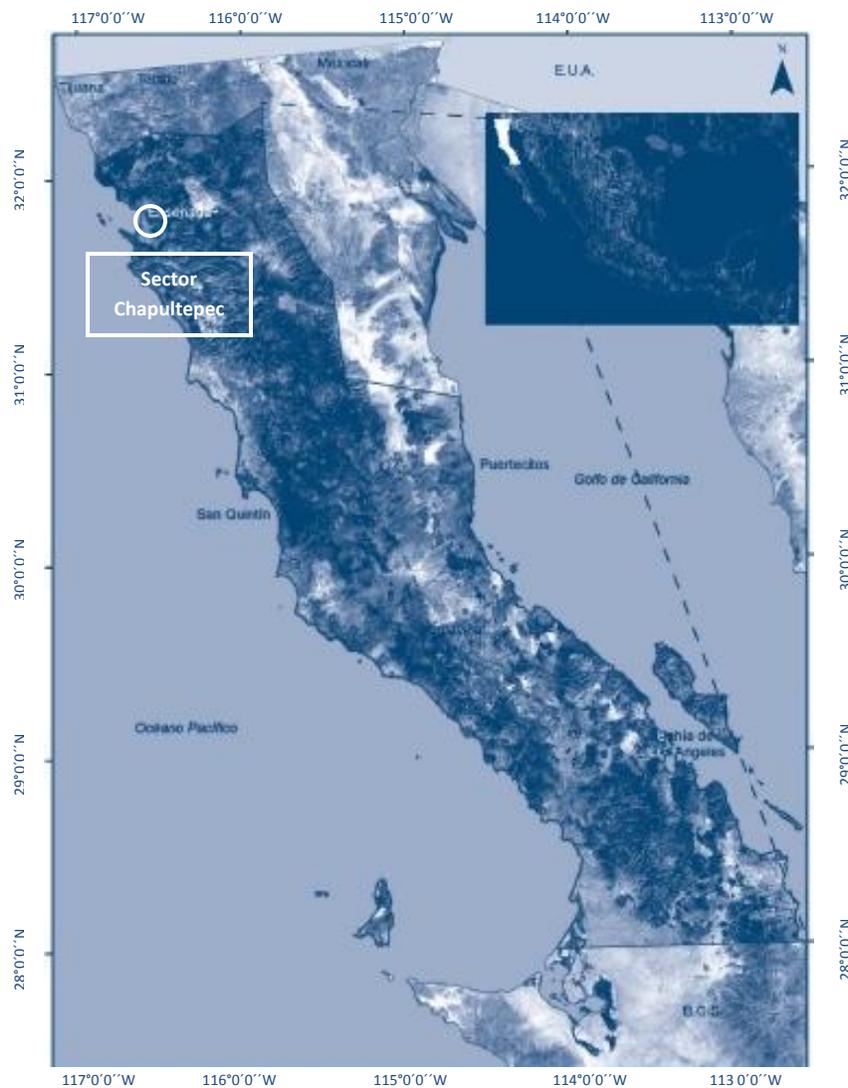


Figura N°. 1 Ubicación del Municipio de Ensenada, Baja California, México

Fuente: Plan Municipal de Desarrollo Ensenada 2008-2010



El Municipio con sus 52,510.712 km<sup>2</sup> de superficie, representa 74.1% de la superficie del estado y 2.6% de la superficie del país, por lo que es el municipio de mayor extensión en México.

El Municipio tiene un extenso litoral de 1,042 km, que abarcan el Golfo de California con 432 km y la vertiente del Océano Pacífico con 610 km. Es el municipio con mayor litoral en todo el país, lo que potencialmente abre grandes oportunidades económicas para la pesca, el desarrollo portuario y náutico, y el turismo.

### **1.2 Orografía**

Su sistema orográfico comprende dos grandes sierras: la de San Pedro Mártir y la de Juárez, donde se localizan los puntos más elevados, 3,100 y 1,980 msnm, respectivamente. Su orografía da origen a diversos valles, entre los cuales están: Maneadero, San Quintín, Guadalupe, Ojos Negros, El Rosario, Santo Tomás, Camalú, San Vicente, San Telmo y La Trinidad.

### **1.3 Clima**

Se tienen considerados dos tipos de climas: Los templados húmedos que se presentan en las partes altas de las sierras y los secos que se localizan en el resto del municipio, ambos climas se caracterizan por fuertes oscilaciones térmicas y pluviométricas. Además se tienen registrados seis tipos o subtipos de climas, prevaleciendo el clima muy seco semicálido (Bwh), que se manifiesta en el 43.54% de la superficie del territorio municipal, siguiéndole el clima seco templado (BSk), existente en el 24.25% del territorio, en tercer lugar el clima muy seco templado (BWk) que se manifiesta en el 18.94% del municipio incluyendo la zona de la Ciudad de Ensenada. El resto de la superficie se distribuye en clima muy seco y muy cálido, semifrío subhúmedo con lluvias en invierno, con el 7.08%, 3.54% y 2.65% de la superficie del municipio respectivamente.



#### 1.4 Edafología

Los tipos de suelo existentes en el municipio de Ensenada son:

**Aluvial:** Son depósitos de gravas, arenas y arcillas sin consolidar, derivados de las rocas preexistentes.

**Regosol:** Es un suelo constituido principalmente por arenas (72-26 %), con menores porcentajes de arcillas y limos con un espesor promedio de 30 a 50 cm.

**Litosol:** Se componen de gran parte por arenas (60-92 %) y en menor escala por arcillas y limos, presentando espesores que fluctúan entre los 10 y 45 cm, reposando sobre rocas ígneas extrusivas ácidas cuyos afloramientos dieron como resultado la formación de estos suelos.

**Arenisca - Conglomerado:** Los suelos de tipo arenisca - conglomerado son arenas y grabas intercaladas; las arenas presentan una granulación de mediana a gruesa y su grado de redondez varía de subanguloso a subredondeado y están constituidas por cuarzos y feldespatos.

**Conglomerado:** Los conglomerados son unidades compuestas por clastos de forma subredondeada a redondeada que presentan un tamaño que va desde gránulos hasta guijarros enbebidos en una matriz de grano fino, mediante sementados por sílice.

**Limolita Arenisca:** La Limolita arenisca está compuesta en dos terceras partes por arena y el resto lo conforman arcillas y limos en proporciones iguales.

**Palustre:** Este suelo se encuentra en un área muy bien definida, en la parte central, al sur del centro de población y se identifica con la zona pantanosa o inundable del Estero de Punta Banda.

**Litoral:** Estos suelos se componen de arenas finas de playas que están sometidas a un continuo oleaje. Se encuentra en una franja estrecha a lo largo del litoral.

### 1.5 Zona de Estudio

La zona de estudio que se tiene identificada es el sector denominado Chapultepec, que pertenece al municipio de Ensenada, dicha zona se encuentra en la parte norte del municipio. Colinda al norte con la ciudad de Ensenada, al poniente con el Océano Pacífico, al sur con la localidad Maneadero y al oriente con un sistema montañoso. Ver figura N° 2.

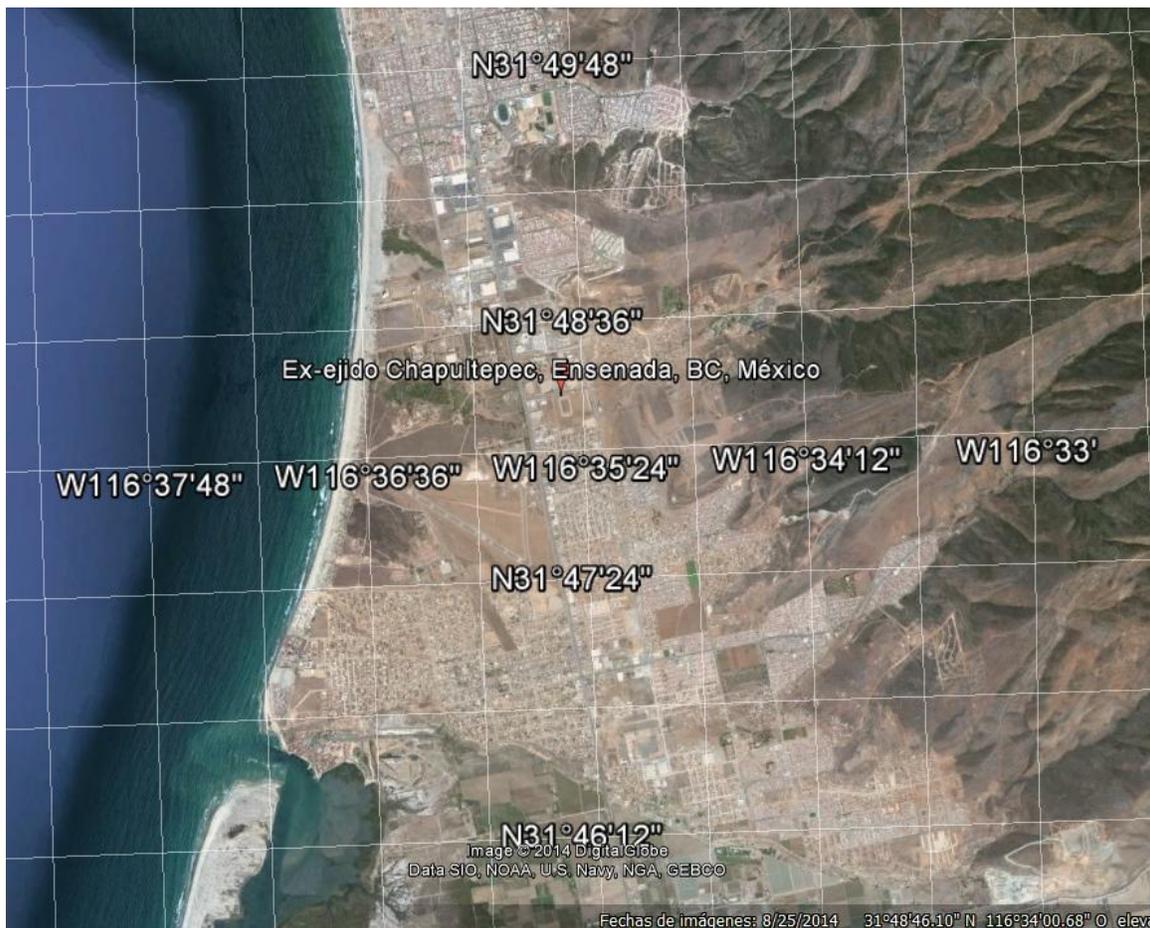


Figura N°. 2 Localización geográfica de la zona de estudio



La captación, conducción y desalojo adecuado de las aguas de origen pluvial, es una problemática, sobre todo en zonas accidentadas donde el crecimiento de los asentamientos humanos irregulares se encuentra invadiendo cauces naturales por donde debieran correr libremente las avenidas tanto ordinarias como extraordinarias cuando se presentan precipitaciones.

Tomando en cuenta la extensión territorial de la región y las características topográficas, con pendientes pronunciadas, en algunas de sus colonias, esto provocara que los escurrimientos reconozcan las partes bajas generando severos encharcamientos e inclusive inundaciones.

La zona de estudio en lo que respecta al manejo del agua tiene un problema en materia pluvial; no solo no se aprovecha esa agua, ni siquiera se tiene la capacidad de orientarla debidamente a través de la ciudad para verterla al mar.

El déficit en el servicio de drenaje pluvial también tiene afectaciones en la pavimentación, en las zonas donde el flujo es interrumpido por obras civiles o falta de canalización. Las interrupciones del flujo pluvial natural se deben principalmente a bloqueos por construcción de calles; presencia de asentamientos irregulares sobre los cauces de los arroyos; modificaciones de los cauces naturales mediante el relleno para extensión de terrenos; acumulación de desechos sólidos en los cauces naturales. Ver figuras N° 3 y 4.



Figura N°. 3 Cuenca de influencia del río conocido como "Río Campillo"

Fuente: [http://antares.inegi.org.mx/analisis/red\\_hidro/SIATL/#](http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/SIATL/#) 2012



Figura N°. 4 De estas corrientes solamente queda la salida del río Campillo

Fuente: [http://antares.inegi.org.mx/analisis/red\\_hidro/SIATL/#](http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/SIATL/#) 2012



### **1.6 Objetivo del proyecto**

A diferencia de las zonas centro y sureste del país en donde las lluvias de mayor intensidad, se presentan en los meses de Junio, Julio, Agosto y Septiembre, teniendo consigo escurrimientos superficiales, que afectan a gran parte de la población de estas regiones. Para la parte norte de la República Mexicana, las lluvias de mayor afectación se presentan en los meses de Enero y Febrero, ya que se ve afectada por las masas de aire frío provenientes de Canadá y los Estados Unidos de América. Aunado a ello es la carencia o insuficiencia de un sistema de drenaje pluvial que intercepte los escurrimientos superficiales, que ponen en riesgo a los habitantes de estas zonas, tal es el caso del municipio de Ensenada, específicamente al sector Chapultepec. Por lo que se tiene como objetivo proponer una alternativa para la solución a esta problemática.

### **1.7 Alcances del proyecto.**

Proponer una alternativa para el sistema de drenaje pluvial que permita la captación de los escurrimientos superficiales con la propuesta de puntos de vertido.

### **1.8 Justificación del proyecto**

Como todo desarrollo urbano, la transformación del entorno natural obliga a proponer un sistema de drenaje artificial que sustituya a las condiciones naturales.

Para el presente caso, el desarrollo urbano que se está generando en la región ha ocasionado que las corrientes naturales de las partes bajas hayan desaparecido, lo que pone en seria situación a la población las partes bajas ante el evento de lluvia, aún de las consideradas de baja intensidad. Por tal razón se presenta el proyecto de alcantarillado pluvial que resolvería en gran medida esta problemática.



## 2.- CONCEPTOS FUNDAMENTALES

### 2.1 Gasto de Diseño

El diseño de una obra de alcantarillado pluvial, está definido por la magnitud de los escurrimientos pluviales, que dependen de la superficie a drenar, de la precipitación, la intensidad de lluvia, el factor de escurrimiento (se obtiene por las características físicas y uso del terreno) y la pendiente (se define por las características topográficas del terreno).

Para determinar el gasto de diseño de este proyecto se emplearon los métodos Racional Americano y Gráfico Alemán, a continuación se menciona su metodología.

#### 2.1.1 Método Racional Americano

Este método se basa en considerar que sobre el área de estudio durante un cierto tiempo se tiene una lluvia constante, de tal forma que el escurrimiento de la cuenca se establezca y se tenga un gasto uniforme en la descarga.

Con este método se determina el gasto máximo provocado por una tormenta, este evento se presenta cuando la intensidad de lluvia es constante a lo largo de una cierta duración, que se considera igual al tiempo de concentración de la cuenca.

La formula racional se plantea como:

$$Q = 0.278 C i A$$

donde:

Q = Gasto en  $m^3/s$

C = Coeficiente de escurrimiento

i = Intensidad media de la lluvia para una duración igual al tiempo de concentración de la cuenca mm/h

A = Área de la cuenca  $km^2$

0.278 Factor de conversión de unidades

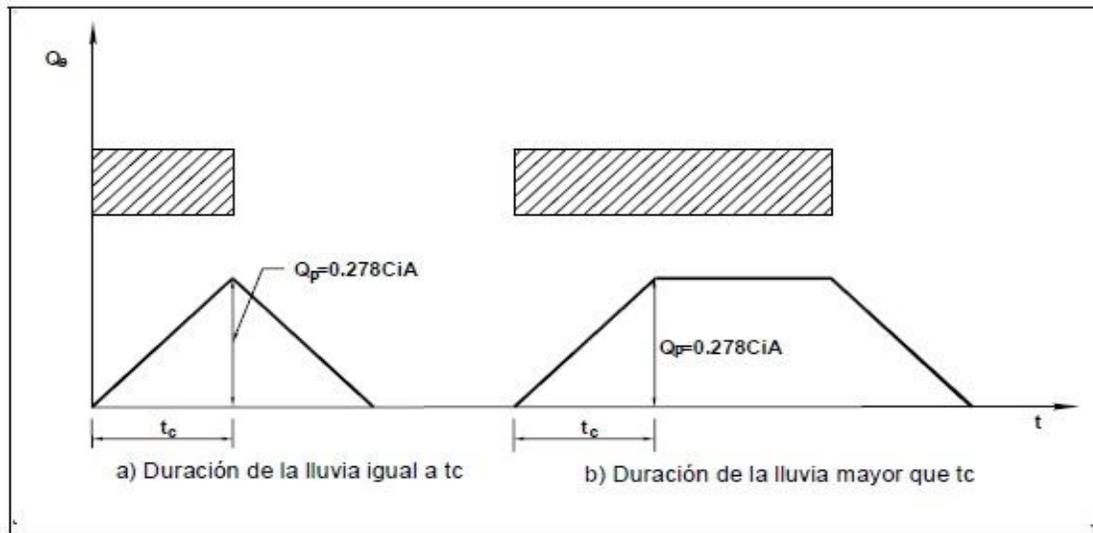


Figura N°. 5 Representación gráfica del método Racional

### 2.1.2 Método Gráfico Alemán

Este método se utiliza para calcular avenidas de diseño en los colectores, su aplicación consiste en:

- 1.- Se divide la cuenca que se va a analizar en subcuencas asociadas a cada tramo de la red de drenaje.
- 2.- Se calcula para cada área de las subcuencas el tiempo de concentración que les corresponde.
- 3.- Se calcula el tiempo de concentración asociada a la cuenca  $t_c$ , y se considera que la lluvia tiene la misma duración, es decir:

$$d_{II} = t_c$$

donde:

$d_{II}$  = duración de la lluvia.

$T_c$  = tiempo de concentración de la lluvia.

4.- Se determina el periodo de retorno,  $T_r$ .

5.- Se calcula la intensidad de la lluvia para la duración obtenida en el paso 3 y el periodo de retorno obtenido en 4, con ayuda de las curvas de intensidad de la lluvia-duración-periodo de retorno.

6.- Con la fórmula racional, se estima el escurrimiento máximo en cada una de las subcuencas, considerando que la intensidad de lluvia, calculada en el paso 5, es uniforme sobre toda la cuenca y la única variable que cambia es el área.

7.- Se construyen los hidrogramas de escurrimiento de cada subcuenca. Para ello se supone que el gasto máximo  $Q_j$  de las subcuencas en estudio, se alcanza linealmente en un tiempo igual al de concentración de la subcuenca; a partir de este tiempo, el gasto se mantiene constante hasta el tiempo igual al de la duración total de la lluvia ( $t_{II}$ ) y por último, la recesión también se realiza en un tiempo igual al de concentración, como se muestra en la figura 6.

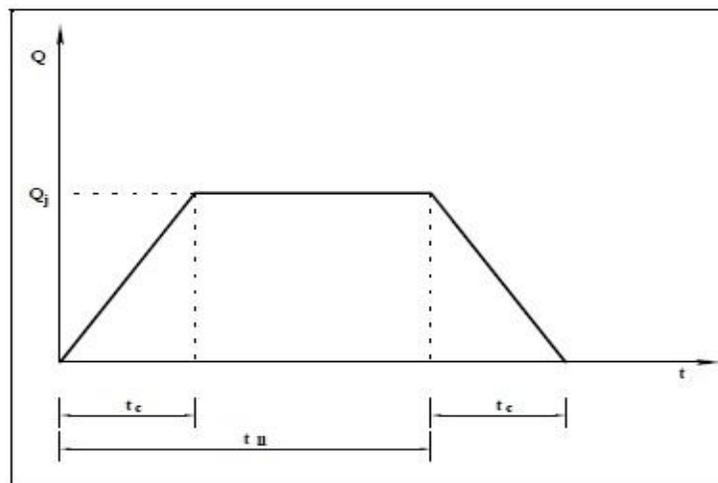


Figura N°. 6 Hidrograma de Escurrimiento

8.- Se calcula el hidrograma de escurrimiento total, para hacerlo se procede de la siguiente manera:

El análisis se inicia a partir de la primera subcuenca (aguas abajo), en la cual está ubicada la salida general de la cuenca y se prosigue hacia aguas arriba.

a) Si los colectores son concurrentes, se supone que se empiezan a contribuir simultáneamente; el hidrograma total provocado se obtiene sumando los hidrogramas producidos por cada uno de ellos. En la figura 7 se muestra el proceso.

b) Si los colectores son consecutivos, se considera que el colector de la subcuenca aguas arriba empieza a aportar agua cuando el de la subcuenca aguas abajo haya llegado a su tiempo de concentración; es decir, el hidrograma de la subcuenca aguas arriba se suma a partir de que termina el ascenso del hidrograma de la subcuenca de aguas abajo. En la figura 8 se muestra el ejemplo.

Al sumar todos los hidrogramas, considerando las condiciones mencionadas anteriormente, se calcula el gasto máximo en el punto considerado.

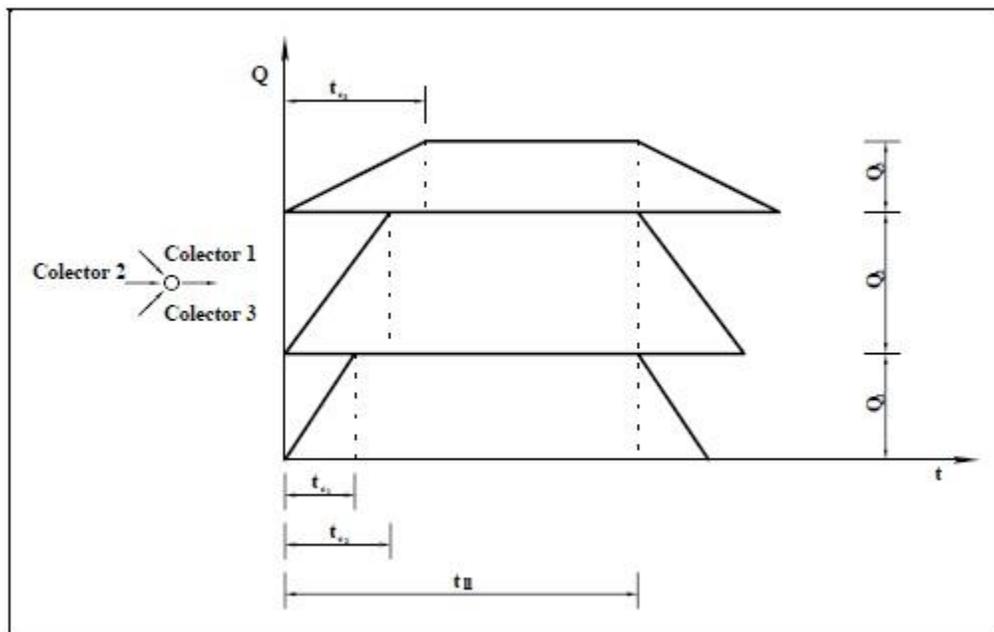


Figura N°. 7 Suma de hidrogramas concurrentes

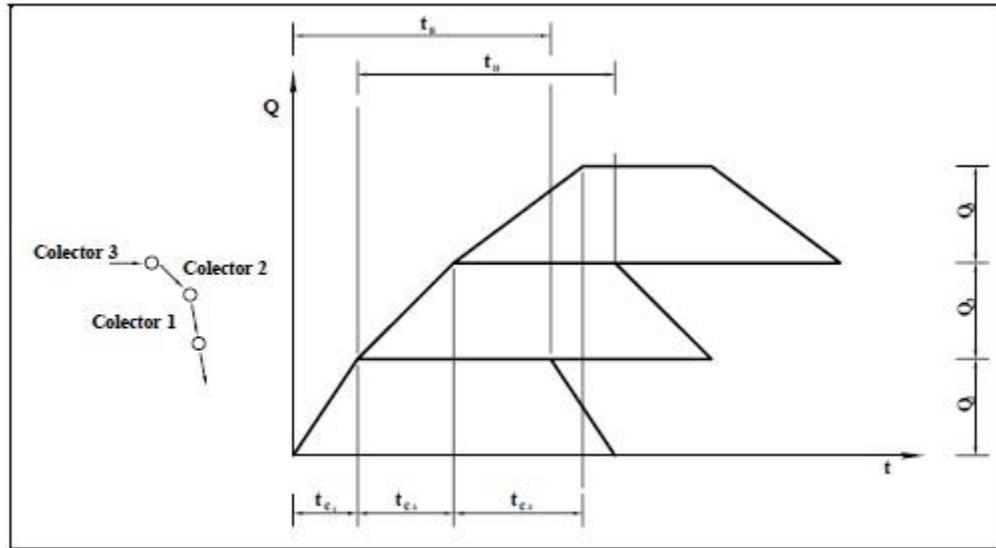


Figura N°. 8 Suma de hidrogramas consecutivos

## 2.2 Coeficiente de Escurrimiento

Es la relación que existe entre el volumen de escurrimiento y el volumen de lluvia, se considera un indicador de las pérdidas que se tienen en el escurrimiento por infiltración, evaporación y almacenamiento en depresiones.

$$C = \frac{V_{es}}{V_{ll}}$$

C = coeficiente de escurrimiento adimensional

V<sub>es</sub> = Volumen de escurrimiento, m<sup>3</sup> o litros

V<sub>ll</sub> = Volumen de lluvia, m<sup>3</sup> o litros

Para determinar el coeficiente de escurrimiento es necesario conocer la permeabilidad de la cuenca, la cual depende de las características de la cuenca y del uso del suelo.



El municipio de Ensenada cuenta valores del coeficiente de escurrimiento para zonas urbanas y naturales, los cuales podemos observar a continuación.

### Valores del Coeficiente de Escurrimiento para zonas urbanizadas

Tipo de Área Drenada		Coeficiente de Escurrimiento C
Comercial	Principal	0.80
	Secundaria	0.60
Residencial	Unifamiliar espaciado	0.40
	Unifamiliar compacto	0.60
	Multifamiliar espaciado	0.50
	Multifamiliar compacto	0.70
Semi urbano		0.35
Industrial	Espaciado	0.65
	Compacto	0.75
Cementerios y Parques		0.20
Campos de Juego		0.30
Patio de Ferrocarril		0.30
Zona Urbana		0.20
Vialidades	Asfalto	0.85
	Concreto Hidraulico	0.90
	Adoquín	0.80
	Banquetas	0.90
	Estacionamientos	0.80
Donaciones	De acuerdo con el uso del suelo asignado al desarrollo	

Tabla N°. 1

Fuente: Normas de Proyecto para Obras de Alcantarillado Pluvial para el Estado de Baja California



### Valores del Coeficiente de Escurrimiento para zonas naturales

Características de la Cuenca	Valores del Coeficiente de Escurrimiento			
1.- Relieve	<b>(0.40)</b> <b>Escarpado</b> Terreno abrupto, Pendiente > 30%	<b>(0.30)</b> <b>Montañoso</b> Pendiente 10% a 30%	<b>(0.20)</b> <b>Lomerío</b> Pendiente 5% a 10%	<b>(0.05)</b> <b>Plano</b> Pendiente 0% a 5%
2.- Infiltración en el suelo	<b>(0.20)</b> <b>Despreciable</b> Roca o suelo fino	<b>(0.15)</b> <b>Baja</b> Suelo arcilloso	<b>(0.10)</b> <b>Normal</b> Suelo limoso profundo	<b>(0.05)</b> <b>Alta</b> Suelo arenoso profundo
3.- Cubierta vegetal	<b>(0.20)</b> <b>Pobre</b> Cubierta de plantas con efecto de intercepción, cubierta llana o esparcida	<b>(0.15)</b> <b>Pobre a regular</b> Cultivos nuevos en tiempo de cosecha, cubiertas pobres menores al 10% de áreas de drenaje con buena cubierta	<b>(0.10)</b> <b>Regular a buena</b> Aproximadamente el 50% del área de drenaje en pastizales, bosques o cubierta equivalente, no mayores al 50% en áreas de cosecha o cultivos	<b>(0.05)</b> <b>Buena a excelente</b> Aproximadamente el 90% de área de drenaje en pastizales, bosque o cubierta equivalente
4.- Almacenaje superficial	<b>(0.20)</b> <b>Despreciable</b> Pocas depresiones y poca profundidad, corrientes escarpadas y pequeñas, sin estanque y pantanos	<b>(0.15)</b> <b>Bajo</b> Sistema bien definido de pequeñas corrientes, sin estanques y pantanos	<b>(0.10)</b> <b>Normal</b> Depresiones superficiales de almacenaje, sistema de drenaje parecidos a las áreas típicas de las pampas, lagos, estanques y pantanos menores al 20% del área del drenaje	<b>(0.05)</b> <b>Alto</b> Grandes depresiones superficiales de almacenaje, sistema de drenaje no muy bien definido, cauce amplio de almacenamiento o gran número de lagos, pantanos y estanques

Tabla N°. 2

Fuente: Normas de Proyecto para Obras de Alcantarillado Pluvial para el Estado de Baja California



### 2.3 Intensidad de lluvia

La intensidad de lluvia se define como la altura de lluvia acumulada en un sitio sin infiltrarse o evaporarse por unidad de tiempo, usualmente se mide en mm/h.

La intensidad de lluvia se determina por medio de análisis estadísticos y probalísticos de los registros pluviométricos, de las estaciones climatológicas más cercanas a la zona de proyecto, con los datos que se obtienen de los registros se determinan los valores de precipitación e intensidad de lluvia en determinado tiempo o periodo de retorno.

### 2.4 Período de retorno

El período de retorno de un evento de precipitación pluvial, es el intervalo de tiempo en que ocurre al menos uno de intensidad específica o mayor. Usualmente no se cuenta con la longitud temporal suficiente de registros por lo que es necesario estimar la probabilidad de que ocurra un evento específico en un intervalo de tiempo.

El período de retorno se define como el inverso de la probabilidad de que ocurra un evento en un cierto número de años.

$$T_r = \frac{1}{p(x)}$$

donde:

$T_r$  = Período de retorno del evento  $x$  en años.

$$p(x) = \frac{1}{T_r}$$

$P(x)$  = Probabilidad de que un evento mayor o igual a  $x$  ocurra en algún año.



### **2.4.1 Criterios para determinar el período de retorno**

El período de retorno se especifica de acuerdo a la importancia de la obra a proyectar y al factor de riesgo que dicha obra considere.

De esta forma se consideran tres niveles de obra a los que se relacionan distintos períodos de retorno:

#### **Obras locales de carácter secundario**

Se indican como proyectos secundarios a lavaderos, cunetas, vados o conductos que formen parte de la red secundaria del alcantarillado pluvial y que no se concentren directamente al emisor principal de la cuenca. Para estas obras el período de retorno se obtiene en función del uso de suelo y del tipo de vialidad mismos que dan valores, los cuales se muestran en la tabla 3.

#### **Obras de drenaje primario**

Estas obras son subcolectores y emisores (con excepción a los que descarguen al cauce o emisor principal), así como también sus obras accesorias. Para este tipo de obras el período de retorno será de 15 años.

#### **Emisores y colectores principales que concurren a los emisores**

Para cauces o conductos que sirvan para la emisión de aguas pluviales producto de subcuencas naturales el período de retorno será de 25 a 50 años. Para el caso en que los emisores sirvan a subcuencas urbanas, el período de retorno será de 50 a 100 años.



Área Drenada	Período de Retorno (Tr) Años
<b>Uso de suelo</b>	
Comercial	5
Industrial	5
Desarrollos Habitacionales	5
Zona Recreativa	3
<b>Vialidades</b>	
Autopistas urbanas y vialidades	5
Vialidad de acceso a instalaciones de seguridad nacional y servicios públicos vitales	10

Tabla N°. 3 Valores del Período de Retorno (Tr)

Fuente: Normas de Proyecto para Obras de Alcantarillado Pluvial para el Estado de Baja California

## 2.5 Tiempo de Concentración

Se define como el tiempo que tarda una gota de agua en trasladarse del punto más alejado hasta el punto de salida de una cuenca y depende solo de las características de la cuenca.

Para estimar el tiempo de concentración a través de la superficie, se utiliza la fórmula propuesta por Kirpich:

$$T_c = 0.0003245 \left[ \frac{L^{0.770}}{S^{0.385}} \right]$$

donde:

T<sub>c</sub> = Tiempo de concentración sobre la superficie, en horas.

L = Longitud del cauce principal, en metros.

S = Pendiente media del cauce principal, adimensional.



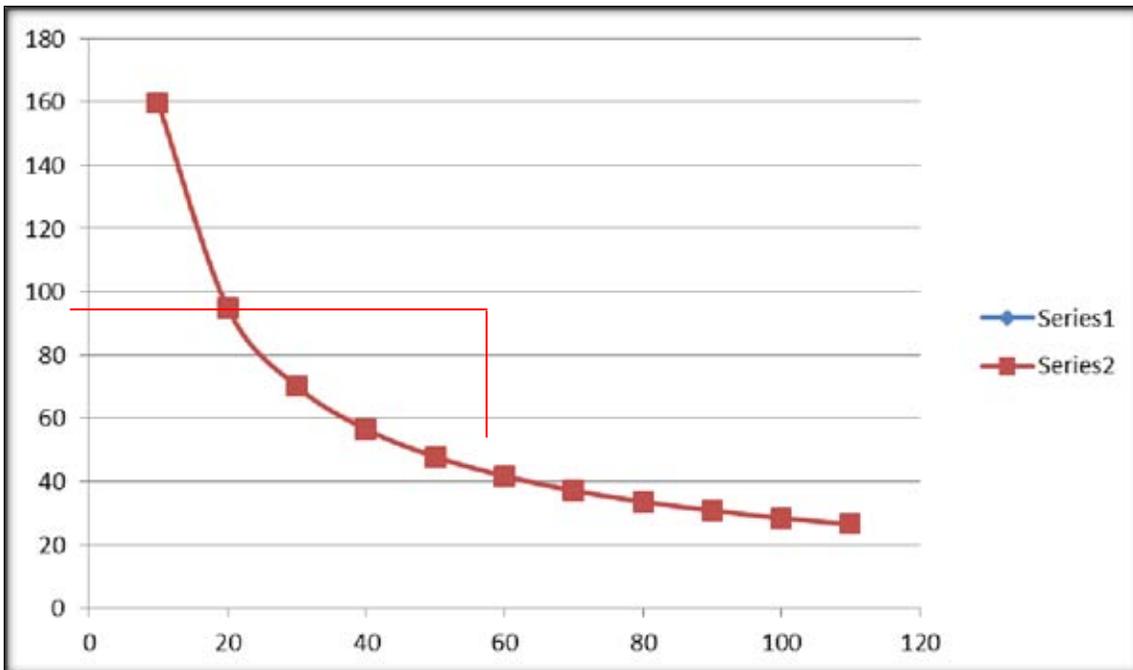
Para fines de cálculo de las estructuras empleadas, se determinó el comportamiento de la lluvia para las condiciones más desfavorables, considerando el tiempo de concentración del colector Lázaro Cárdenas.

DATOS	
Longitud (m)	3944.76
Desnivel (m)	54.06
Tc (horas)	0.994
<b>Tc (minutos)</b>	<b>59.65 ≈ 60</b>

Tabla N°. 4 Datos para determinar el tiempo de concentración.

Por lo tanto la intensidad de diseño considerada es de:

Los datos se obtuvieron de la tabla de intensidades que presenta el Municipio en sus Normas de Alcantarillado. Ver tabla No. 5.



Gráfica N° 1 Curvas I- D-Tr. Para 20 años

Fuente: Normas de Proyecto para Obras de Alcantarillado Pluvial para el Estado de Baja California



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN  
 "PROPUESTA DE SOLUCION DEL DRENAJE PLUVIAL, PARA EL SECTOR DENOMINADO  
 CHAPULTEPEC, EN EL MUNICIPIO DE ENSENADA, BAJA CALIFORNIA"



Periodo de retorno  <b>Tr</b>	INTENSIDAD en mm/h																
	<b>DURACIÓN DE LA TORMENTA (D) EN MINUTOS</b>																
	tiempo (horas)						tiempo (minutos)										
<b>Años</b>	12	10	8	6	4	2	110	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
<b>2</b>	2.3	2.6	3.1	3.8	5.1	8.7	9.2	9.9	10.7	11.7	13.0	14.6	16.7	19.7	24.5	33.2	55.8
<b>5</b>	4.1	4.7	5.5	6.9	9.3	15.7	16.7	18.0	19.5	21.3	23.5	26.4	30.2	35.7	44.3	60.1	101.1
<b>10</b>	5.3	6.1	7.2	8.9	12.1	20.3	21.7	23.3	25.2	27.6	30.5	34.2	39.2	46.3	57.5	77.9	131.1
<b>20</b>	6.5	7.4	8.8	10.9	14.7	24.8	26.5	28.4	30.8	33.6	37.1	41.7	47.8	56.5	70.1	95.0	159.8
<b>30</b>	7.1	8.2	9.7	12.0	16.3	27.4	29.2	31.4	33.9	37.1	41.0	46.0	52.7	62.4	77.4	104.9	176.4
<b>40</b>	7.6	8.7	10.3	12.8	17.3	29.2	31.1	33.4	36.2	39.5	43.7	49.0	56.2	66.5	82.5	111.8	188.0
<b>50</b>	8.0	9.1	10.8	13.4	18.2	30.6	32.6	35.0	37.9	41.4	45.8	51.4	58.9	69.7	86.4	117.2	197.0
<b>100</b>	9.1	10.4	12.3	15.3	20.7	34.9	37.2	40.0	43.3	47.3	52.3	58.7	67.3	79.5	98.7	133.7	224.9
<b>500</b>	11.7	13.4	15.9	19.7	26.7	44.9	47.9	51.5	55.7	60.8	67.2	75.5	86.5	102.3	126.9	172.1	289.4

Tabla N°. 5 Intensidades mm/h

Fuente: Normas de Proyecto para Obras de Alcantarillado Pluvial para el Estado de Baja California

## 2.6 Lluvia de Proyecto

Se considera que las precipitaciones causantes de problemas de inundación son aquellas de corta duración y gran intensidad. Así para el diseño se considera que el mayor caudal de aportación se produce cuando toda la cuenca urbana colabora en el proceso de escurrimiento por lo que se considera una intensidad de precipitación constante durante un tiempo de concentración.

### 2.6.1 Método del Bloque Alterno

El método del bloque alterno es una forma simple para desarrollar un hietograma de diseño utilizando una curva-duración-frecuencia. El hietograma de diseño producido por este método especifica la profundidad de precipitación en  $n$  intervalos de tiempo sucesivos de duración  $\Delta t$ , sobre una duración total de  $T_d = n \cdot \Delta t$ .

Después de seleccionar el periodo de retorno de diseño, la intensidad es leída en una curva IDF para cada una de las duraciones  $\Delta t$ ,  $2\Delta t$ ,  $3\Delta t$ ,  $4\Delta t$ , ... y la profundidad de precipitación correspondiente se encuentra al multiplicar la intensidad y la duración. Tomando diferencias entre valores sucesivos de profundidad de precipitación, se encuentra la cantidad de precipitación que debe añadirse por cada unidad adicional de tiempo  $\Delta t$ . Estos incrementos o bloques se reordenan en una secuencia temporal de modo que la intensidad máxima ocurra en el centro de la duración requerida  $T_d$  y que los demás bloques queden en orden descendente alternativamente hacia la derecha y hacia la izquierda del bloque central para formar el hietograma de diseño.

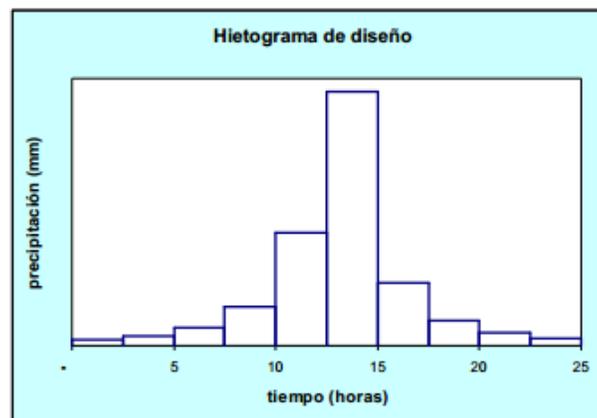


Figura N°. 9 Hietograma de bloques



## 2.7 Superficie Drenada

La superficie drenada para un proyecto determinado, corresponde a la superficie de la cuenca hidrológica, que incide en la zona de estudio.

La cuenca hidrológica es el área de terreno donde el escurrimiento superficial drena hacia un cauce natural o superficial, la cuenca se limita por las características topográficas del terreno.

## 2.8 Pendiente del Cauce

La pendiente del cauce está en función de la topografía de la zona de estudio y se estima en relación al desnivel entre los extremos del cauce y la longitud total del cauce.

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

Donde:

S = Pendiente media del cauce, adimensional.

H = Desnivel, en metros.

L = Longitud, en metros.



## 2.9 Laguna de Detención

Es una estructura cuya función es detener de forma temporal volúmenes de agua precipitados a lo largo de una tormenta, una vez alcanzado el volumen de escurrimiento máximo será descargado gradualmente en el sistema de alcantarillado pluvial. Para realizar este procedimiento es necesario emplear el método racional e hidrogramas.

El tiempo mínimo requerido para detener el volumen de agua captado y el caudal que será vertido al sistema de alcantarillado, deberán estar en función a la duración de la tormenta de diseño.

### 2.9.1 Especificaciones de Diseño

La laguna consiste de tres elementos principales:

**Alimentación.-** Deberá constar de uno o varios elementos constructivos superficiales o subterráneos, los superficiales deberán ser canales revestidos con lavaderos. En el caso de los subterráneos, los conductos no deberán quedar ahogados al descargar en la laguna, con esto se evita que el agua se almacene en los conductos.

**Laguna.-** El volumen máximo de almacenamiento será como mínimo el volumen captado drenado por el área durante una tormenta de diseño para un periodo de retorno de 50 años y una duración de 24 horas.

La profundidad máxima de la laguna de detención no deberá superar 0.90 m de profundidad de tirante de agua para el volumen máximo almacenado.

El tiempo de retención del agua no deberá exceder los 20 días, debido a que a partir de este tiempo se produce fauna nociva para la población. Al exceder este tiempo la laguna deberá ser vaciada mediante bombeo.

La pendiente del talud deberá ser 4:1 para su conservación, acceso y seguridad.



**Descarga.-** La laguna deberá tener un conducto de salida que permita desalojar el gasto máximo, para una precipitación con un período de retorno mínimo de 100 años.

### 2.8.2 Estimación del volumen almacenado

Las dimensiones de la laguna están en función de:

#### a) El volumen total captado por el área drenada

Este volumen debe ser evaluado mediante la siguiente fórmula:

$$V_t = h_e * A$$

$V_t$  = Volumen máximo almacenado,  $m^3$ .

$H_e$  = Altura de la precipitación efectiva para una tormenta con período de retorno dado, m.

$A$  = Área de escurrimiento,  $m^2$ .

#### b) El caudal pico de entrada a la laguna de detención.

Para estimar dicho caudal se utiliza el Hidrograma Triangular Unitario:

$$q_p = 0.208 * \frac{A}{t_p}$$

$q_p$  = Caudal pico,  $m^3/s/mm$ .

$t_p$  = Tiempo pico, h.

$A$  = Área de escurrimiento,  $km^2$ .

El tiempo pico del hidrograma puede ser calculado por:

$$t_p = \sqrt{tc} + 0.6 t_c$$

$t_c$  = Tiempo de concentración, h.



### c) El caudal de salida hacia el sistema de drenaje pluvial

Dicho caudal será variable en el tiempo debido a que la laguna se llenará en función del hidrograma de la tormenta. Esta variación del caudal debe ser calculada en función de las características hidráulicas de la descarga que se desee utilizar.

#### 2.9.3 Volumen máximo detenido en la laguna

El volumen máximo esperado en la laguna estará determinado por el caudal de entrada y el de salida, considerando que el caudal de entrada corresponde a un hidrograma triangular unitario y el de salida corresponde a un hidrograma trapezoidal. El volumen máximo se obtiene de la siguiente expresión:

$$V_{\max} = V_t \left[ 1 - \frac{q_{p-sal}}{i_p} \right]^2$$

$V_{\max}$  = Volumen detenido máximo, m<sup>3</sup>.

$V_t$  = Volumen captado por la laguna, m<sup>3</sup>.

$q_{p-sal}$  = Gasto de salida máximo deseado, m<sup>3</sup>/h.

$i_p$  = Intensidad de la precipitación para un período de retorno de 50 años, mm/h.



## 2.10 Pozos de infiltración

Tomando en cuenta que los problemas de encharcamientos se presentan en las partes bajas debido a la falta de infraestructura de drenaje y a la acumulación de agua proveniente de las partes altas que escurre superficialmente por las vialidades aledañas a las zonas en estudio y considerando las características de permeabilidad del terreno, el desalojo de las aguas pluviales se propone enviarlo por infiltración hacia el subsuelo, a través de una red pluvial con tubería perforada y un pozo profundo de absorción.

El cálculo de la infiltración de la red pluvial y el pozo de absorción se realiza tomando en cuenta la fórmula de Darcy:

$$Q_i = K_i A_i I$$

Dondé:

$Q_i$  = Gasto de infiltración, en  $m^3/s$ .

$K_i$  = Coeficiente de permeabilidad, en  $m/s$ .

$A_i$  = Área de infiltración, en  $m^2$ .

$I$  = Gradiente hidráulico.

En cuanto al diseño hidráulico de la red pluvial se utiliza la fórmula de Manning y de continuidad hidráulica:

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \quad \text{Manning}$$

$$Q = V A \quad \text{Continuidad}$$

Dónde:

$V$  = Velocidad de flujo, en  $m/s$ .

$n$  = Coeficiente de rugosidad, en función del material de la tubería.

$R$  = Radio hidráulico del conducto, en  $m$ .

$S$  = Pendiente.

$Q$  = Gasto, en  $m^3/s$

$A$  = Área del conducto, en  $m^2$ .



### 3. CARACTERIZACIÓN PLUVIOGRAFICA

#### 3.1 Precipitación Pluvial

En el Municipio la precipitación promedio anual histórica, varía según las regiones. En el desierto y en la costa es de 100 a 250 mm, respectivamente y en las montañas de 300 a 500 mm, con lluvias tipo mediterráneo de invierno. La media anual de lluvia en todo el municipio es de 266.5 mm. No existen ríos y solamente cuenta con arroyos, en los cuales, en ciertas épocas del año, como en invierno, el escurrimiento es considerable esto se presenta porque la principal característica es que las lluvias caen en invierno y no en verano como sucede en el resto de País.

Se comenta el recurso agua no es abundante en la región, las sequías se presentan por temporadas largas. Cuando se presentan lluvias abundantes y regulares, se pierden por la falta de infraestructura para su retención, por consiguiente se realiza un escurrimiento directo al mar sin ser aprovechadas. Por lo tanto, el patrón estacional en Baja California, varía considerablemente de un año a otro, registrando períodos extremadamente lluviosos y otros severamente escasos.

Estación	Latitud Norte	Longitud Oeste	Altitud (msnm)
Ensenada	31° 51' 28"	116° 36' 21"	21
Bahía de los Ángeles	28° 36' 14"	113° 33' 22"	4
El Arco	28° 01' 43"	113° 23' 47"	288
Las Escobas	30° 34' 46"	115° 56' 16"	30

Tabla N°. 6 Estaciones meteorológicas

Fuente: <http://smn.cna.gob.mx/>



### 3.2 Registros de Precipitación

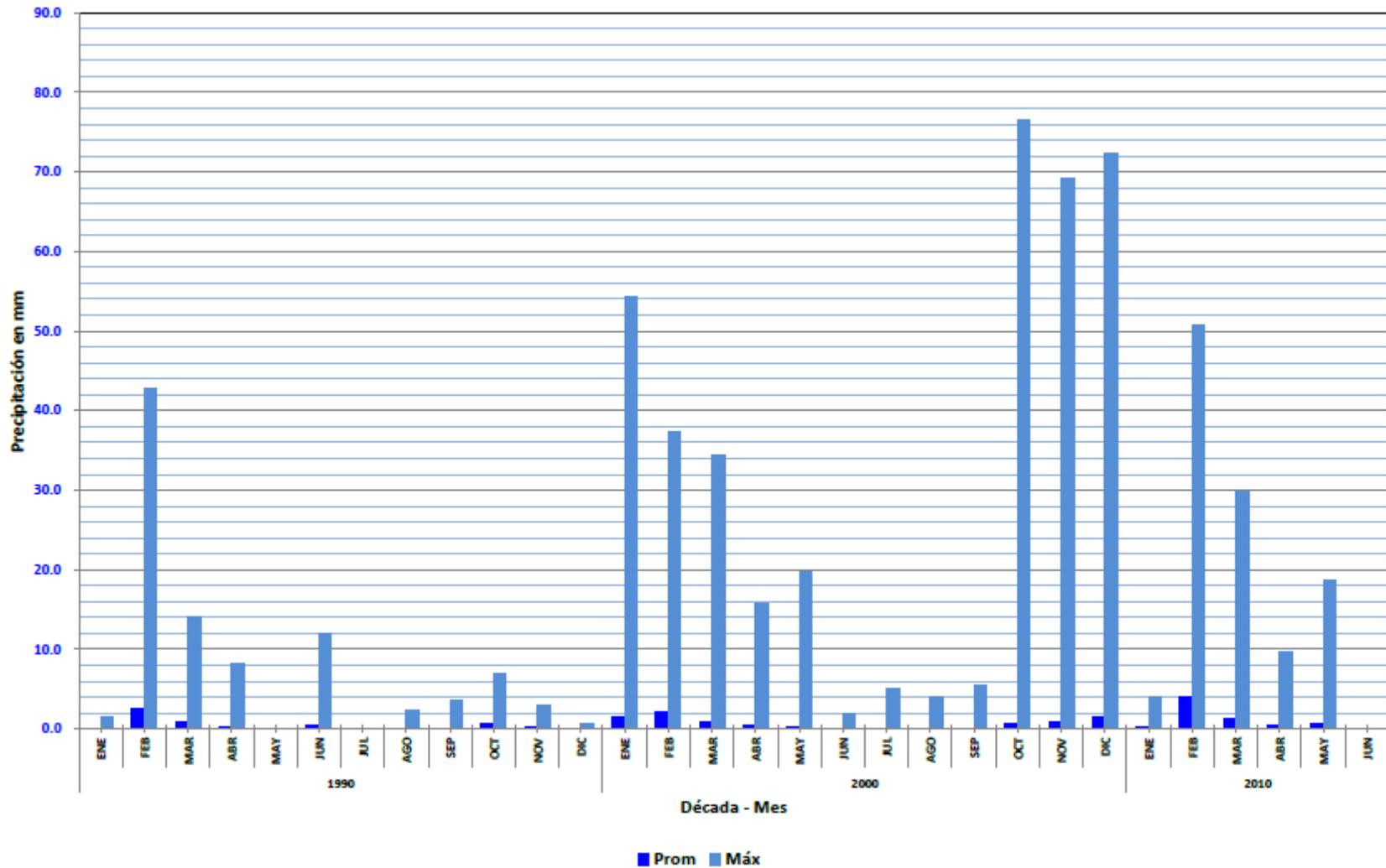
Se muestran los datos de precipitación para cada estación.

#### 3.2.1 Estación Ensenada

Periodo		Precipitación (mm)			
Década	Año	Mín	Prom	Máx	Desvest
1990	2000	0.0	0.4	42.7	2.6
<b>Total 1990</b>		<b>0.0</b>	<b>0.4</b>	<b>42.7</b>	<b>2.6</b>
2000	2001	0.0	0.8	32.4	3.2
	2002	0.0	0.3	26.0	1.9
	2003	0.0	0.6	34.5	3.5
	2004	0.0	1.1	76.6	7.0
	2005	0.0	0.6	39.1	3.1
	2006	0.0	0.4	22.0	2.1
	2007	0.0	0.5	69.2	3.9
	2008	0.0	1.1	47.1	5.2
	2009	0.0	0.4	29.4	2.4
	2010	0.0	1.2	54.4	5.2
<b>Total 2000</b>		<b>0.0</b>	<b>0.7</b>	<b>76.6</b>	<b>4.1</b>
2010	2011	0.0	1.1	50.8	5.5
<b>Total 2010</b>		<b>0.0</b>	<b>1.1</b>	<b>50.8</b>	<b>5.5</b>
<b>Total General</b>		<b>0.0</b>	<b>0.7</b>	<b>76.6</b>	<b>4.0</b>

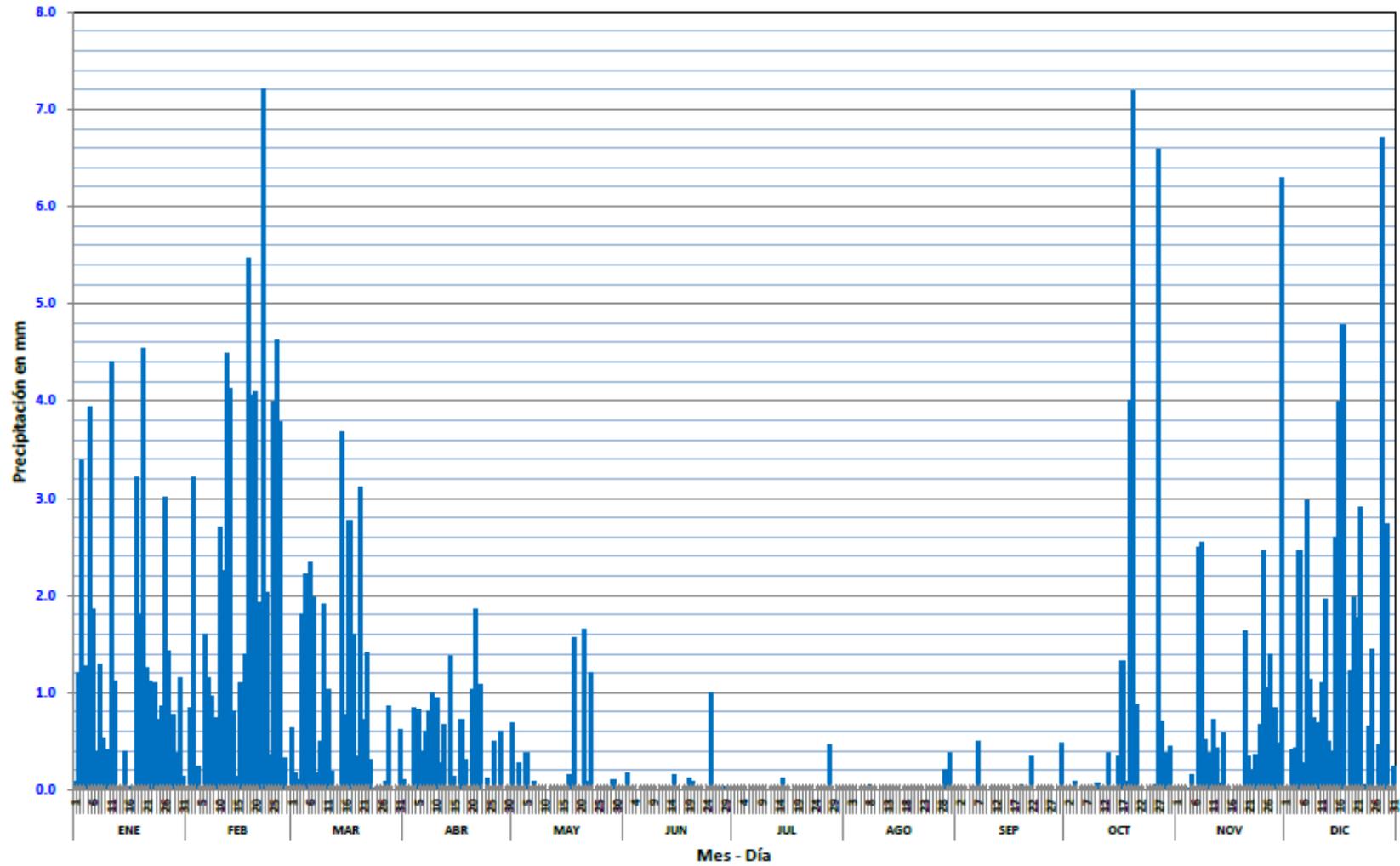
Tabla N°. 7 Precipitación de la Estación Ensenada

Fuente: <http://smn.cna.gob.mx/climatologia/Estadistica/2025.pdf>



Grafica N°. 2 Promedio Diario y Máximo de Precipitación en 24 horas por Década-Mes, Estación Ensenada

Fuente: <http://smn.cna.gob.mx/climatologia/Estadistica/2025.pdf>



Gráfica N° 3 Distribución Anual del Promedio Diario de Precipitación, Estación Ensenada

Fuente: <http://smn.cna.gob.mx/climatologia/Estadistica/2025.pdf>



### 3.2.2 Estación Bahía de los Ángeles

Periodo		Precipitación (mm)			
Década	Año	Mín	Prom	Máx	Desvest
1950	1953	0.0	0.0	0.0	0.0
	1954	0.0	0.1	17.5	1.0
	1955	0.0	0.0	5.5	0.3
	1956	0.0	0.0	0.0	0.0
	1957	0.0	0.1	10.0	0.9
	1958	0.0	0.2	17.5	1.4
	1959	0.0	0.3	60.0	3.4
	1960	0.0	0.1	8.0	0.7
<b>Total 1950</b>		<b>0.0</b>	<b>0.1</b>	<b>60.0</b>	<b>1.5</b>
1960	1961	0.0	0.1	14.0	1.0
	1962	0.0	0.4	53.0	3.1
	1963	0.0	0.1	5.0	0.5
	1964	0.0	0.2	50.0	2.9
	1965	0.0	0.3	28.0	2.0
	1966	0.0	0.8	124.0	7.5
	1967	0.0	0.3	23.0	1.9
	1968	0.0	0.0	4.0	0.2
	1969	0.0	0.2	31.8	1.8
	1970	0.0	0.1	20.0	1.3
	<b>Total 1960</b>		<b>0.0</b>	<b>0.2</b>	<b>124.0</b>
1970	1971	0.0	0.0	1.0	0.1
	1972	0.0	0.2	55.0	2.9
	1973	0.0	0.0	4.0	0.2
	1974	0.0	0.0	1.0	0.1
	1975	0.0	0.0	2.0	0.1
	1976	0.0	0.1	10.0	0.7
	1977	0.0	0.4	57.0	3.7
	1978	0.0	0.3	20.0	1.7
	1979	0.0	0.1	8.5	0.8
	1980	0.0	0.1	18.0	1.0
	<b>Total 1970</b>		<b>0.0</b>	<b>0.1</b>	<b>57.0</b>

Tabla N°. 8 Precipitación de la Estación Bahía de los Ángeles 1/2

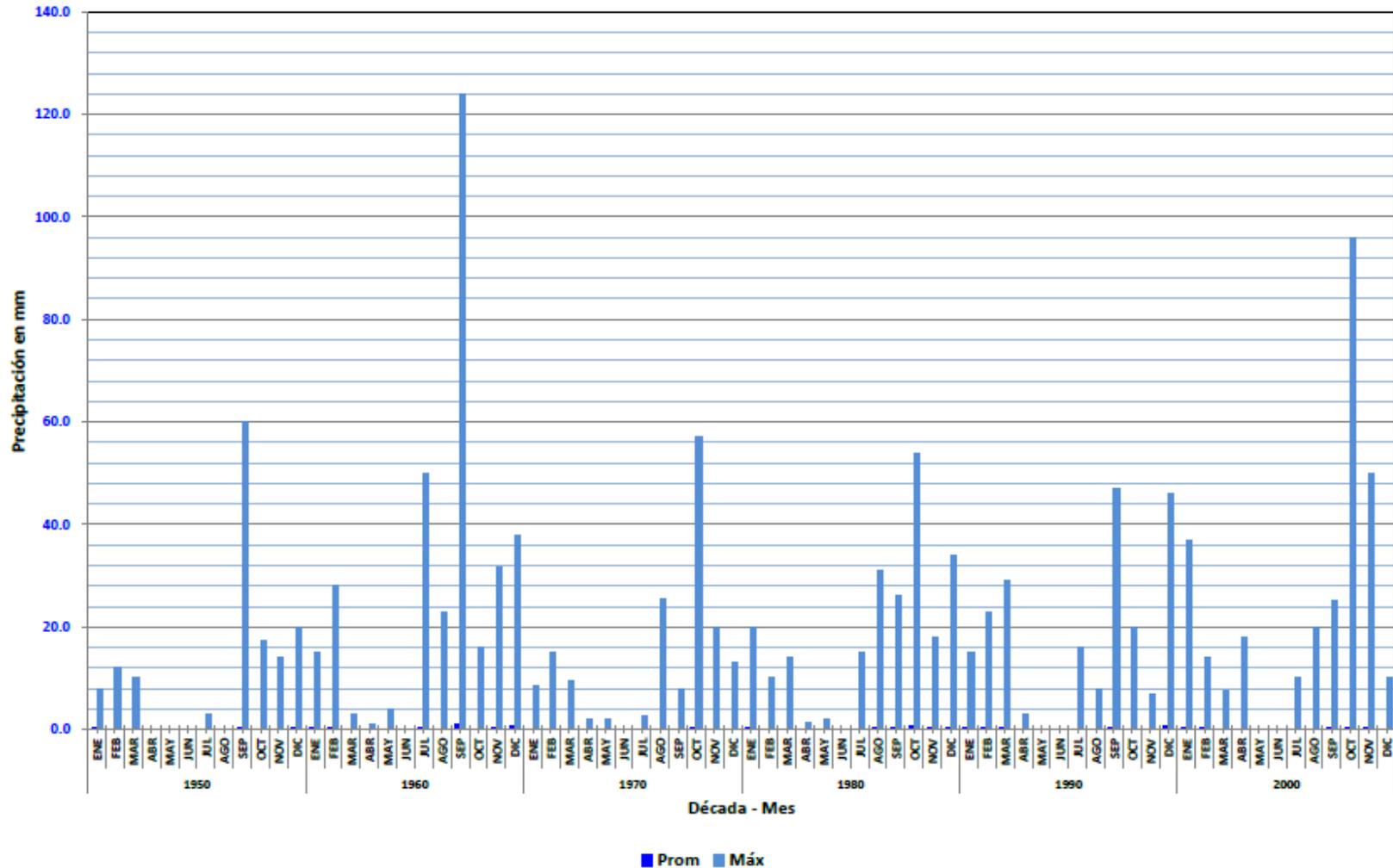
Fuente: <http://smn.cna.gob.mx/climatologia/Estadistica/2002.pdf>



Periodo		Precipitación (mm)			
Década	Año	Mín	Prom	Máx	Desvest
1980	1981	0.0	0.1	13.0	1.0
	1982	0.0	0.2	34.0	2.1
	1983	0.0	0.7	54.0	4.5
	1984	0.0	0.4	20.0	2.2
	1985	0.0	0.1	20.0	1.3
	1986	0.0	0.0	4.5	0.3
	1987	0.0	0.1	18.5	1.3
	1988	0.0	0.3	31.0	2.3
	1989	0.0	0.3	33.0	2.3
	1990	0.0	0.1	9.0	0.8
<b>Total 1980</b>		<b>0.0</b>	<b>0.2</b>	<b>54.0</b>	<b>2.1</b>
1990	1991	0.0	0.3	46.0	2.6
	1992	0.0	0.3	29.0	2.0
	1993	0.0	0.1	14.0	1.0
	1994	0.0	0.2	32.0	2.4
	1995	0.0	0.1	15.0	0.9
	1996	0.0	0.1	20.0	1.1
	1997	0.0	0.3	47.0	2.9
	1998	0.0	0.2	23.0	1.7
	1999	0.0	0.0	0.0	0.0
	2000	0.0	0.1	11.0	0.8
<b>Total 1990</b>		<b>0.0</b>	<b>0.2</b>	<b>47.0</b>	<b>1.8</b>
2000	2001	0.0	0.1	18.0	1.2
	2002	0.0	0.1	9.0	0.6
	2003	0.0	0.2	20.0	1.6
	2004	0.0	0.2	37.0	2.2
	2005	0.0	0.2	12.0	1.2
	2006	0.0	0.5	96.0	5.4
	2007	0.0	0.2	50.0	2.7
	2009	0.0	0.1	25.0	1.4
	2010	0.0	0.2	37.0	2.2
	<b>Total 2000</b>		<b>0.0</b>	<b>0.2</b>	<b>96.0</b>
<b>Total General</b>		<b>0.0</b>	<b>0.2</b>	<b>124.0</b>	<b>2.1</b>

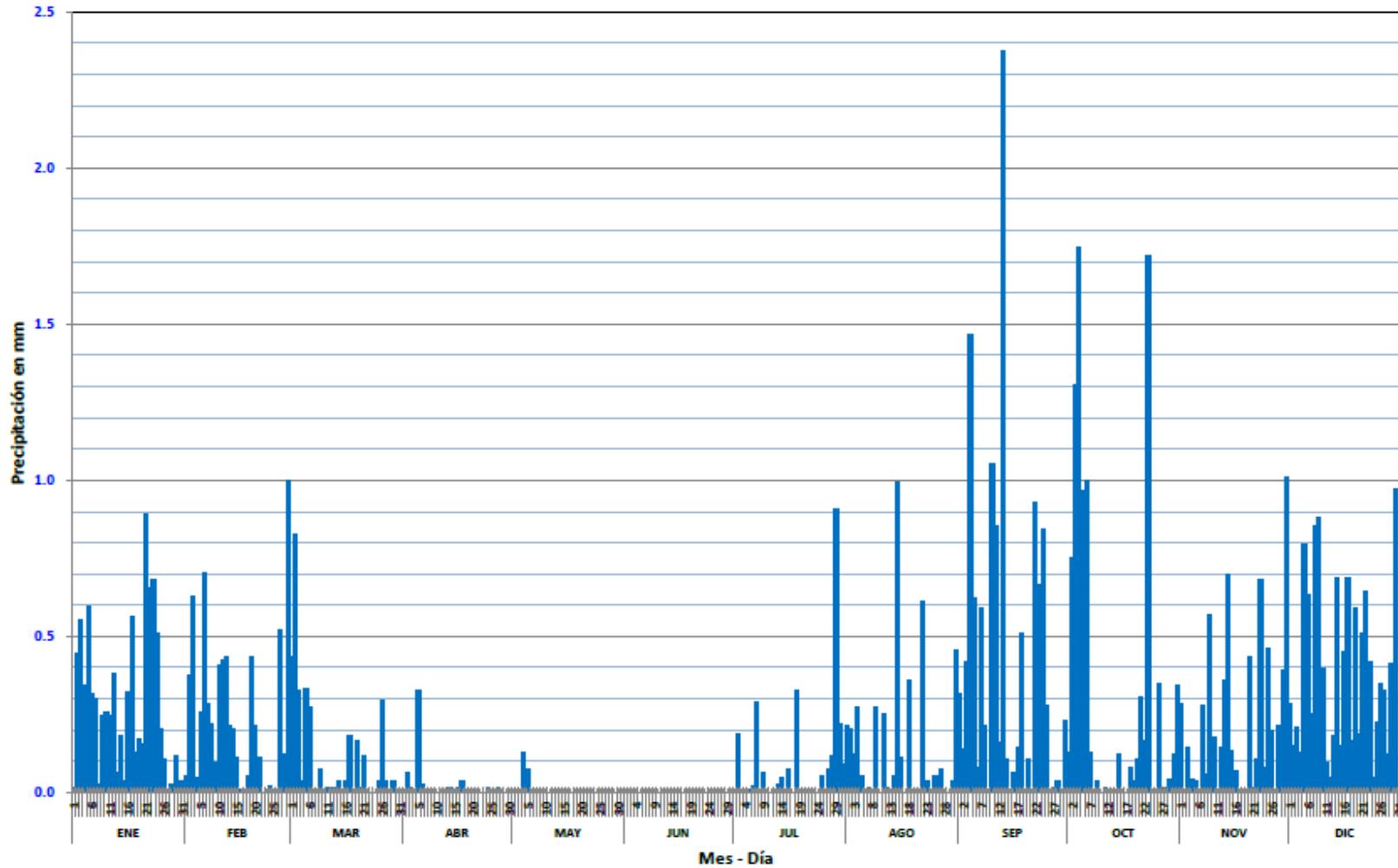
Tabla N°. 9 Precipitación de la Estación Bahía de los Ángeles 2/2

Fuente: <http://smn.cna.gob.mx/climatologia/Estadistica/2002.pdf>



Gráfica N°. 4 Promedio Diario y Máximo de Precipitación en 24 horas por Década-Mes, Estación Bahía de los Ángeles

Fuente: <http://smn.cna.gob.mx/climatologia/Estadistica/2002.pdf>



Grafica N°. 5 Distribución Anual del Promedio Diario de Precipitación, Estación Bahía de los Ángeles

Fuente: <http://smn.cna.gob.mx/climatologia/Estadistica/2002.pdf>



### 3.2.3 Estación El Arco

Periodo		Precipitación (mm)				
Década	Año	Mín	Prom	Máx	Desvest	
1950	1953	0.0	0.2	9.0	1.1	
	1954	0.0	0.7	75.0	5.4	
	1955	0.0	0.4	35.0	2.4	
	1956	0.0	0.1	9.0	0.7	
	1957	0.0	0.2	47.0	2.7	
	1958	0.0	0.4	20.7	2.8	
	1959	0.0	0.5	80.9	4.7	
	1960	0.0	0.4	80.3	4.6	
	<b>Total 1950</b>		<b>0.0</b>	<b>0.4</b>	<b>80.9</b>	<b>3.6</b>
	1960	1961	0.0	0.3	35.0	2.5
1962		0.0	0.6	50.0	3.8	
1963		0.0	0.0	4.0	0.3	
1964		0.0	0.0	0.0	0.0	
1965		0.0	0.4	92.5	5.0	
1966		0.0	0.4	62.5	3.6	
1967		0.0	0.8	80.0	6.0	
1968		0.0	0.1	21.0	1.4	
1969		0.0	0.4	27.5	2.9	
1970		0.0	0.2	35.0	2.6	
<b>Total 1960</b>		<b>0.0</b>	<b>0.3</b>	<b>92.5</b>	<b>3.5</b>	
1970	1971	0.0	0.1	9.0	0.7	
	1972	0.0	0.2	30.0	2.3	
	1973	0.0	0.3	60.0	3.3	
	1974	0.0	0.2	46.0	2.5	
	1975	0.0	0.1	17.0	1.0	
	1976	0.0	0.1	18.0	1.1	
	1977	0.0	0.3	35.0	2.3	
	1978	0.0	0.9	43.0	4.9	
	1979	0.0	0.2	23.0	1.9	
	1980	0.0	0.3	47.0	2.7	
<b>Total 1970</b>		<b>0.0</b>	<b>0.3</b>	<b>60.0</b>	<b>2.6</b>	

Tabla N°. 10 Precipitación de la Estación El Arco 1/2

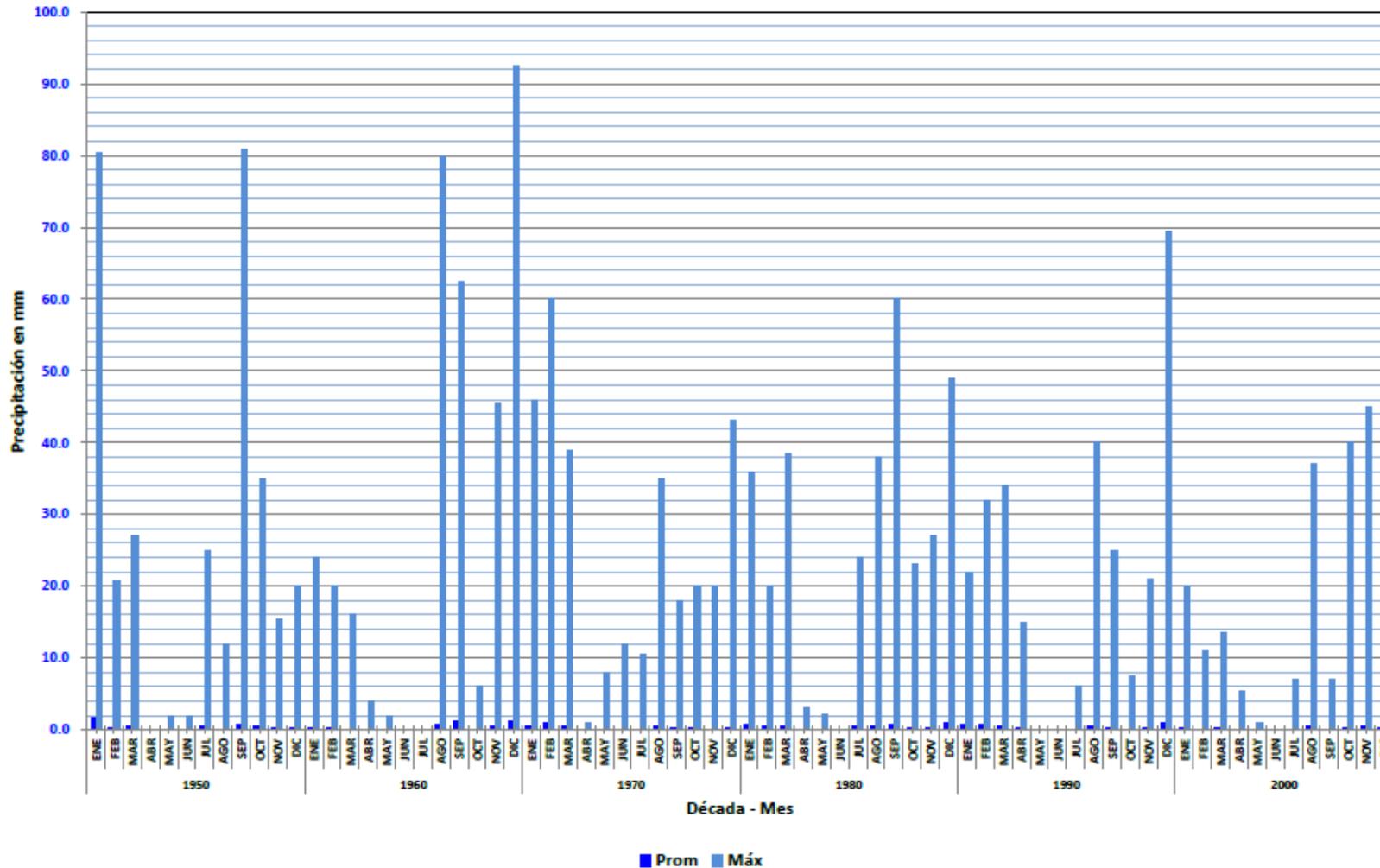
Fuente: <http://smn.cna.gob.mx/climatologia/Estadistica/2015.pdf>



Periodo		Precipitación (mm)			
Década	Año	Mín	Prom	Máx	Desvest
1980	1981	0.0	0.3	27.5	2.2
	1982	0.0	0.3	49.0	2.8
	1983	0.0	1.2	38.5	5.0
	1984	0.0	0.7	60.0	4.3
	1985	0.0	0.2	24.0	1.6
	1986	0.0	0.1	6.0	0.7
	1987	0.0	0.3	20.0	1.8
	1988	0.0	0.1	15.0	1.0
	1989	0.0	0.2	15.0	1.3
	1990	0.0	0.2	36.0	2.3
<b>Total 1980</b>		<b>0.0</b>	<b>0.4</b>	<b>60.0</b>	<b>2.7</b>
1990	1991	0.0	0.5	33.0	3.3
	1992	0.0	0.7	40.0	3.9
	1993	0.0	0.5	22.0	2.8
	1994	0.0	0.9	69.5	5.5
	1995	0.0	0.0	5.5	0.4
	1996	0.0	0.1	11.0	0.9
	1997	0.0	0.4	15.5	1.9
	1998	0.0	0.2	32.0	2.1
	1999	0.0	0.0	0.0	0.0
	2000	0.0	0.1	23.6	1.3
<b>Total 1990</b>		<b>0.0</b>	<b>0.4</b>	<b>69.5</b>	<b>2.8</b>
2000	2001	0.0	0.0	0.0	0.0
	2002	0.0	0.0	12.5	0.7
	2003	0.0	0.2	13.6	1.1
	2004	0.0	0.2	18.0	1.5
	2005	0.0	0.2	20.0	1.6
	2006	0.0	0.2	40.0	2.5
	2007	0.0	0.3	45.0	2.7
	2009	0.0	0.4	41.0	3.5
	2010	0.0	0.1	14.0	1.2
	<b>Total 2000</b>		<b>0.0</b>	<b>0.2</b>	<b>45.0</b>
<b>Total General</b>		<b>0.0</b>	<b>0.3</b>	<b>92.5</b>	<b>2.9</b>

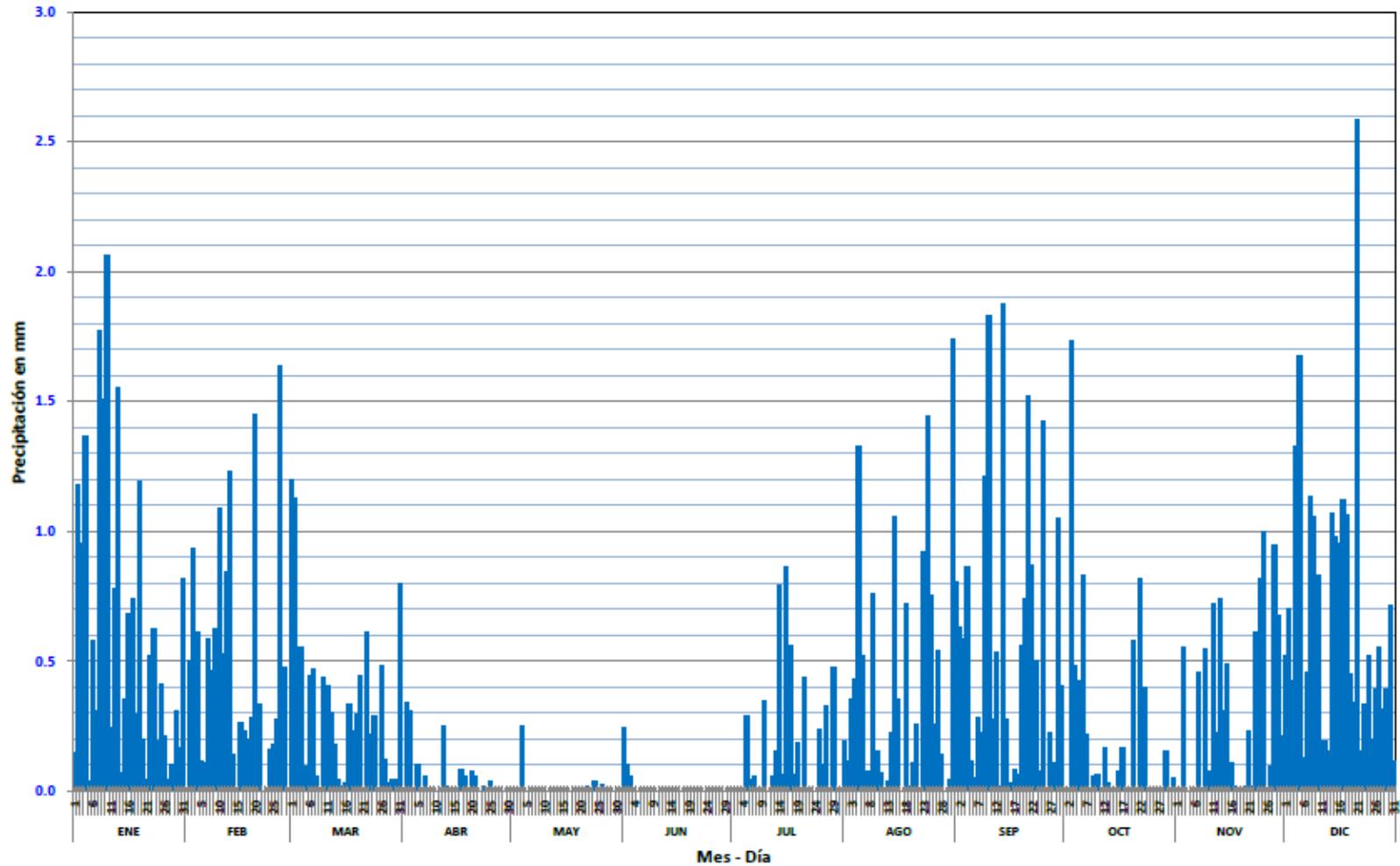
Tabla N°. 11 Precipitación de la Estación El Arco 2/2

Fuente: <http://smn.cna.gob.mx/climatologia/Estadistica/2015.pdf>



Gráfica N°. 6 Promedio Diario y Máximo de Precipitación en 24 horas por Década-Mes, Estación El Arco

Fuente: <http://smn.cna.gob.mx/climatologia/Estadistica/2015.pdf>



Grafica N°. 7 Distribución Anual del Promedio Diario de Precipitación, Estación El Arco

Fuente: <http://smn.cna.gob.mx/climatologia/Estadistica/2015.pdf>



### 3.2.4 Estación Las Escobas

Periodo		Precipitación (mm)			
Década	Año	Mín	Prom	Máx	Desvest
1950	1951	0	0.5	18.3	2.3
	1952	0	0.7	77	5.3
	1953	0.0	0.0	6.0	0.4
	1954	0.0	0.3	24.0	2.1
	1955	0.0	0.2	18.5	1.5
	1956	0.0	0.1	6.2	0.6
	1957	0.0	0.5	26.5	2.6
	1958	0.0	0.4	20.0	2.2
	1959	0.0	0.3	17.7	1.8
	1960	0.0	0.3	26.2	2.1
<b>Total 1950</b>		<b>0.0</b>	<b>0.4</b>	<b>77.0</b>	<b>2.4</b>
1960	1961	0.0	0.2	17.3	1.2
	1962	0.0	0.3	26.5	2.1
	1963	0.0	0.3	20.0	2.2
	1964	0.0	0.2	13.8	1.1
	1965	0.0	0.8	26.0	3.0
	1966	0.0	0.4	17.5	2.0
	1967	0.0	0.3	20.0	2.1
	1968	0.0	0.1	12.5	0.7
	1969	0.0	0.3	27.3	1.9
	1970	0.0	0.3	25.5	2.0
<b>Total 1960</b>		<b>0.0</b>	<b>0.3</b>	<b>27.3</b>	<b>2.0</b>
1970	1971	0.0	0.2	26.0	1.7
	1972	0.0	0.3	31.0	2.0
	1973	0.0	0.3	12.0	1.3
	1974	0.0	0.3	18.0	1.8
	1975	0.0	0.3	20.0	1.5
	1976	0.0	0.5	36.0	3.0
	1977	0.0	0.5	30.1	2.5
	1978	0.0	1.3	52.0	5.3
	1979	0.0	0.6	55.5	4.0
	1980	0.0	0.8	54.0	4.3
<b>Total 1970</b>		<b>0.0</b>	<b>0.5</b>	<b>55.5</b>	<b>3.0</b>

Tabla N°. 12 Precipitación de la Estación Las Escobas 1/2

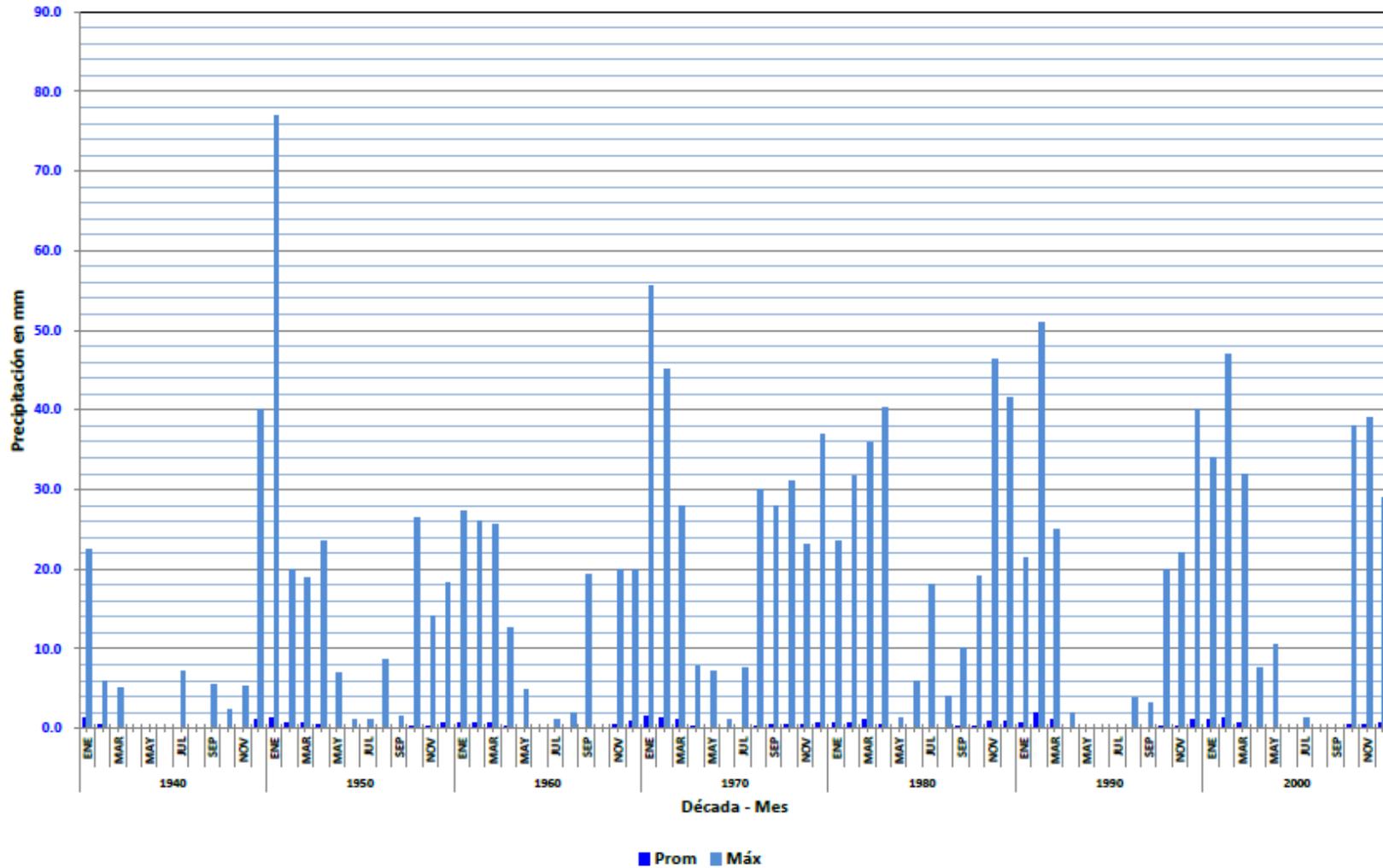
Fuente: <http://smn.cna.gob.mx/climatologia/Estadistica/2032.pdf>



Periodo		Precipitación (mm)			
Década	Año	Mín	Prom	Máx	Desvest
1980	1981	0.0	0.3	21.5	2.0
	1982	0.0	0.5	26.0	2.3
	1983	0.0	0.8	35.8	3.9
	1984	0.0	0.5	40.3	3.0
	1985	0.0	0.3	25.0	2.2
	1986	0.0	0.4	46.4	3.0
	1987	0.0	0.5	41.5	3.4
	1988	0.0	0.3	20.0	1.9
	1989	0.0	0.2	16.0	1.4
	1990	0.0	0.2	13.4	1.3
<b>Total 1980</b>		<b>0.0</b>	<b>0.4</b>	<b>46.4</b>	<b>2.6</b>
1990	1991	0.0	0.6	40.0	3.3
	1992	0.0	0.7	51.0	4.0
	1993	0.0	0.6	31.0	3.1
	1994	0.0	0.3	22.0	1.8
	1995	0.0	0.4	19.5	1.8
	1996	0.0	0.1	12.5	1.2
	1997	0.0	0.3	24.0	2.2
	1998	0.0	0.6	40.0	3.4
	2000	0.0	0.1	23.0	1.4
	<b>Total 1990</b>		<b>0.0</b>	<b>0.4</b>	<b>51.0</b>
2000	2001	0.0	0.6	32.0	3.3
	2002	0.0	0.1	14.0	1.2
	2003	0.0	0.3	26.5	2.0
	2004	0.0	0.4	38.0	3.2
	2005	0.0	0.5	47.0	3.6
	2006	0.0	0.2	12.5	1.1
	2007	0.0	0.4	39.0	2.9
	2008	0.0	0.3	34.0	2.4
	2009	0.0	0.2	11.5	1.0
	2010	0.0	0.6	32.0	3.4
<b>Total 2000</b>		<b>0.0</b>	<b>0.4</b>	<b>47.0</b>	<b>2.6</b>
<b>Total General</b>		<b>0.0</b>	<b>0.4</b>	<b>77.0</b>	<b>2.5</b>

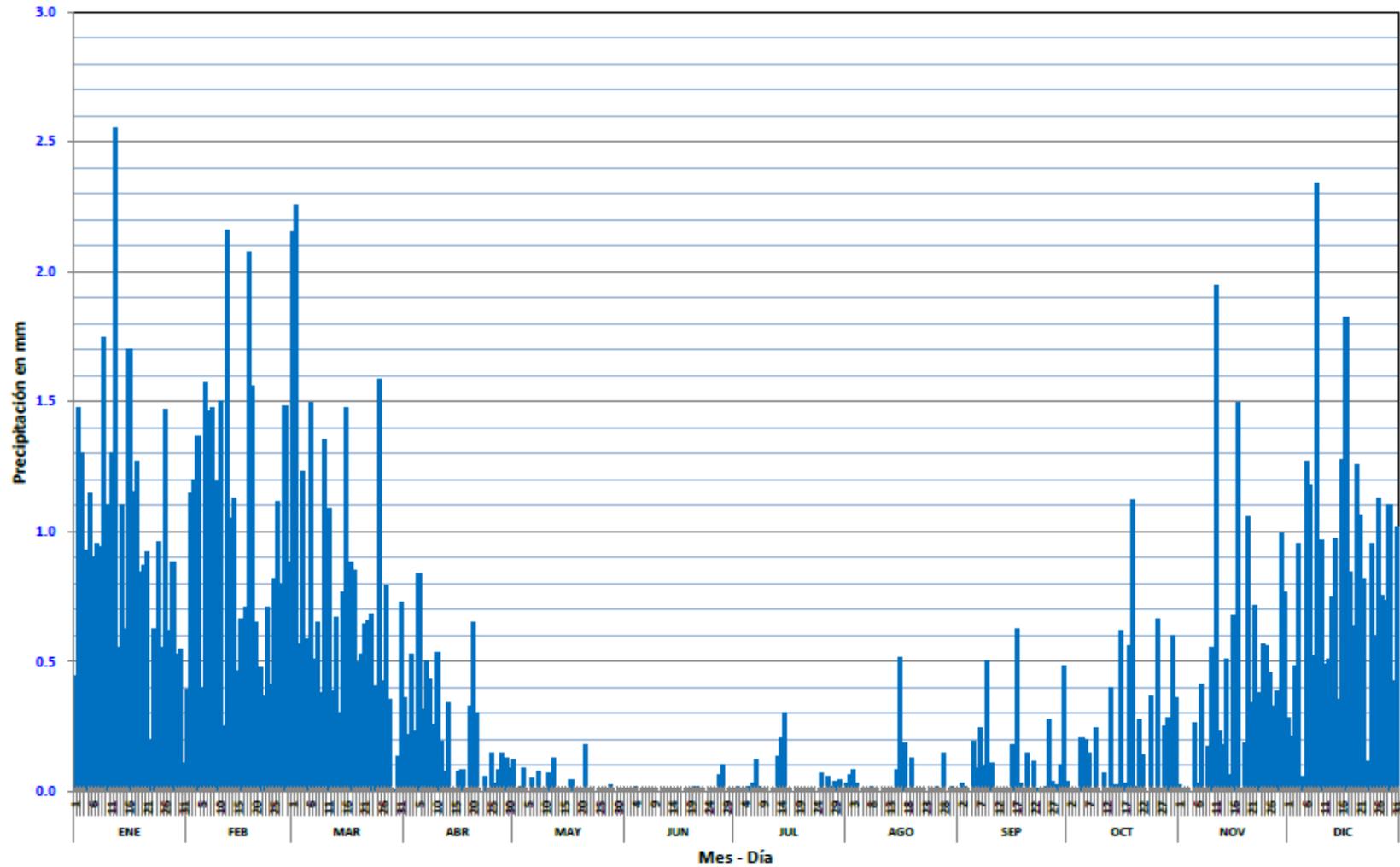
Tabla N°. 13 Precipitación de la Estación Las Escobas 2/2

Fuente: <http://smn.cna.gob.mx/climatologia/Estadistica/2032.pdf>



Gráfica N°. 8 Promedio Diario y Máximo de Precipitación en 24 horas por Década-Mes, Estación Las Escobas

Fuente: <http://smn.cna.gob.mx/climatologia/Estadistica/2032.pdf>



Gráfica N°. 9 Distribución Anual del Promedio Diario de Precipitación, Estación Las Escobas

Fuente: <http://smn.cna.gob.mx/climatologia/Estadistica/2032.pdf>

## 4.- ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN

### 4.1 Visitas de reconocimiento al sitio de proyecto

Después de haber analizado la información recopilada con respecto al comportamiento de la lluvia, se procedió a realizar una visita a la zona de estudio. Los recorridos al sitio se realizaron en compañía del personal técnico del municipio, donde se definieron los alcances y se unificaron criterios para el desarrollo del presente trabajo.



Fotografía N°. 1



Fotografía N°. 2

#### Inicio del arroyo Campillo

Otro de los propósitos del recorrido fue para identificar la infraestructura existente en la zona de estudio, encontrando solamente algunas estructuras de descarga que atraviesan la carretera Transpeninsular, cuya vertido se realiza en el paramento exterior del área correspondiente a la base Aeronáutica.



Fotografía N°. 3



Fotografía N°. 4

#### Estructuras de vertido sobre la Carretera Transpeninsular

Así también se identificó el único punto de salida importante que se utilizaría en el vertido final, éste se localiza en la avenida Miguel Hidalgo y Costilla Este y Calle Tercera Sur.



**Fotografía N°. 5**



**Fotografía N°. 6**

**Parte alta del canal denominado Campillo, con intersección con Avenida Hidalgo Oeste**

En la visita de inspección al sitio de estudio, se recorrieron algunas vialidades importantes como: Carretera Transpeninsular, Avenida Lázaro Cárdenas, Prolongación Avenida Lázaro Cárdenas, avenidas por donde se construirán los colectores principales del sistema.

#### **4.2 Recopilación de la información**

Como actividad inicial correspondió a la obtención de información relacionada con las características de las actividades a realizar como: Se obtuvo información relevante como son las Normas de Proyecto para Obras de Alcantarillado Pluvial, en el Estado de Baja California, además se obtuvieron planos en formato electrónico de la localidad, estos fueron proporcionados por las autoridades del municipio. También se recopiló información topográfica.



### **4.3 Análisis de la información**

Con base en la información recabada en los recorridos de campo, así como la obtención de planos de interés de la zona de trabajo, se llevó a cabo un planteamiento de las trayectorias de los colectores principales ubicándolos de acuerdo con la topografía del lugar y tratando de ubicarlos por las avenidas identificadas como principales, anteriormente comentadas.

Como resultado de esta actividad se tiene lo siguiente:

El área de estudio comprende el denominado "Sector Chapultepec" con una superficie aproximada de 1,834.00. Hectáreas, en donde se resalta la ausencia de un sistema de drenaje pluvial. Pocos puntos de descarga para dar salida de manera directa los escurrimientos superficiales que se generan en la zona. Crecimiento acelerado de la zona urbana.

La traza urbana en algunas zonas es bastante irregular, por lo que la distribución de las áreas de aportación se distribuye de manera inequitativa.

Otro aspecto importante que hay que resaltar de la zona, es que se encuentra en etapa de urbanización por lo que es factible prever en esta parte cruces con otras instalaciones como: gas, telefonía, electricidad, entre otras, todas ellas denominadas obras inducidas.

En el desarrollo de los colectores de proyecto, es necesaria la instalación de rejillas transversales, para recolectar, encauzar y desalojar las aguas pluviales en forma rápida y eficiente a través de la red de drenaje.



#### 4.4 Análisis de la alternativa de solución

Dadas las características topográficas de la zona, se consideró captar los escurrimientos pluviales de la región proponiendo tres sistemas, los cuales se describen a continuación y pueden verse en la figura N° 10.

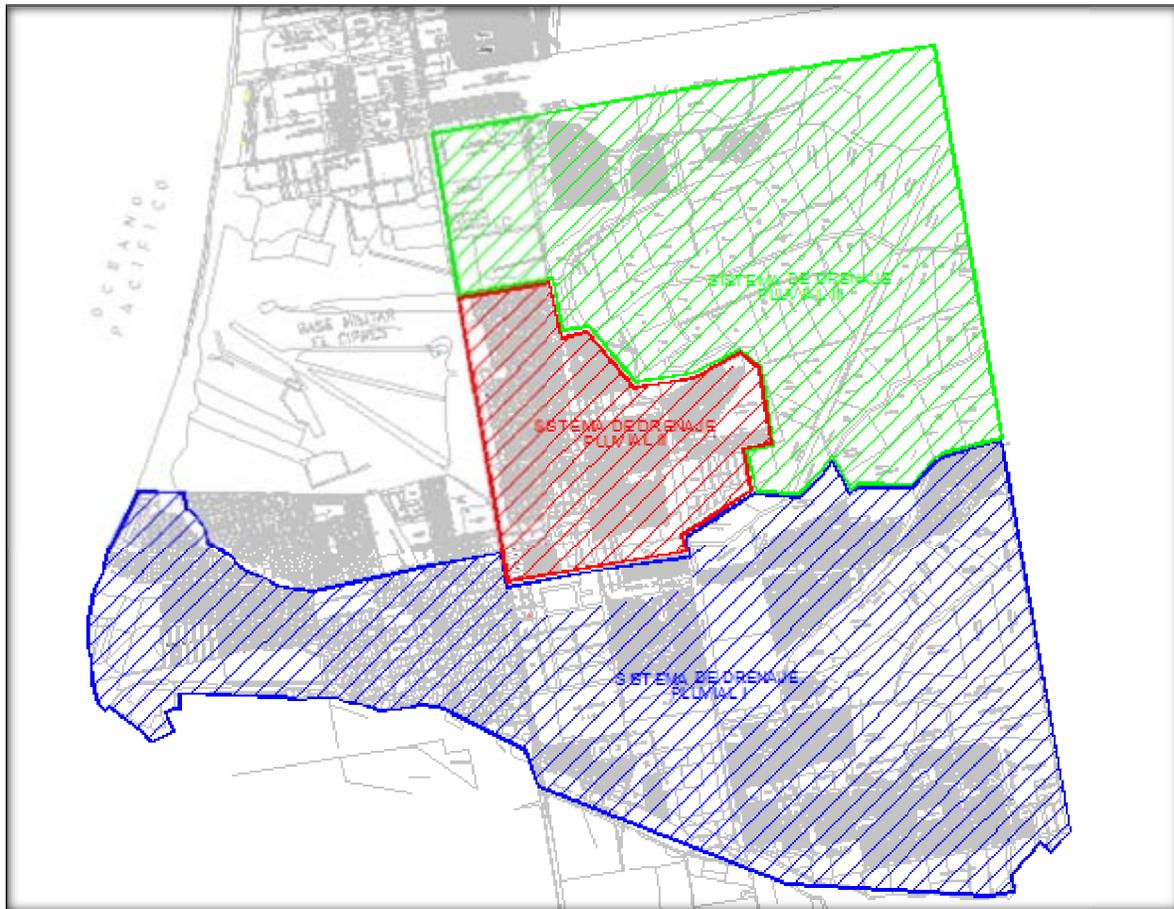


Figura N°. 10 Zona de proyecto

El sistema número uno o también denominado colector Lázaro Cárdenas se considera como principal, por sus características geométricas y dimensiones, consiste en una sección rectangular cerrada variando de sección en su trayectoria. Ver figura N° 11.



Figura N°. 11 Sistema de drenaje pluvial I

El sistema número dos, corresponde a una serie de colectores que captan porciones de área, un tanto obligado por la topografía ver figura N° 12.

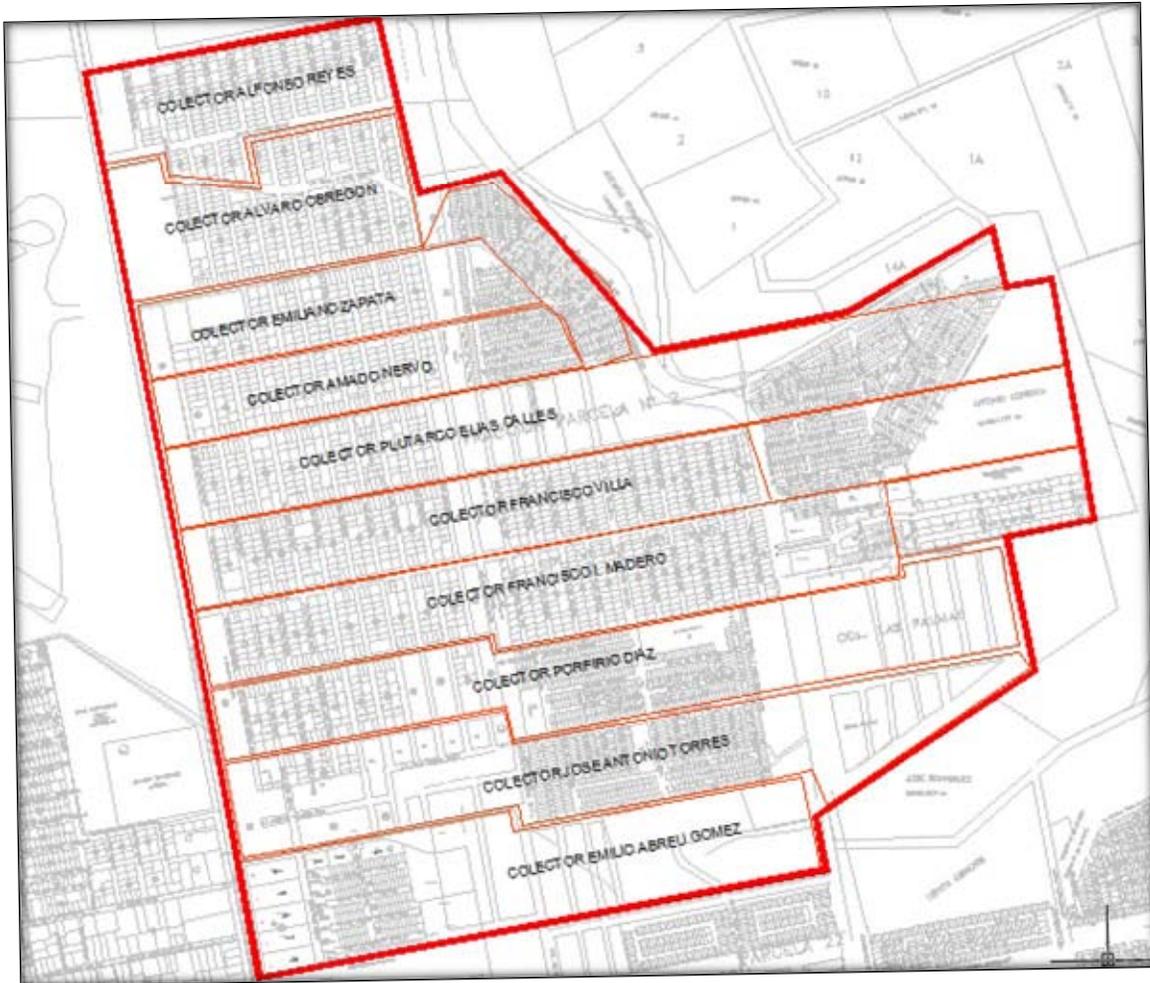
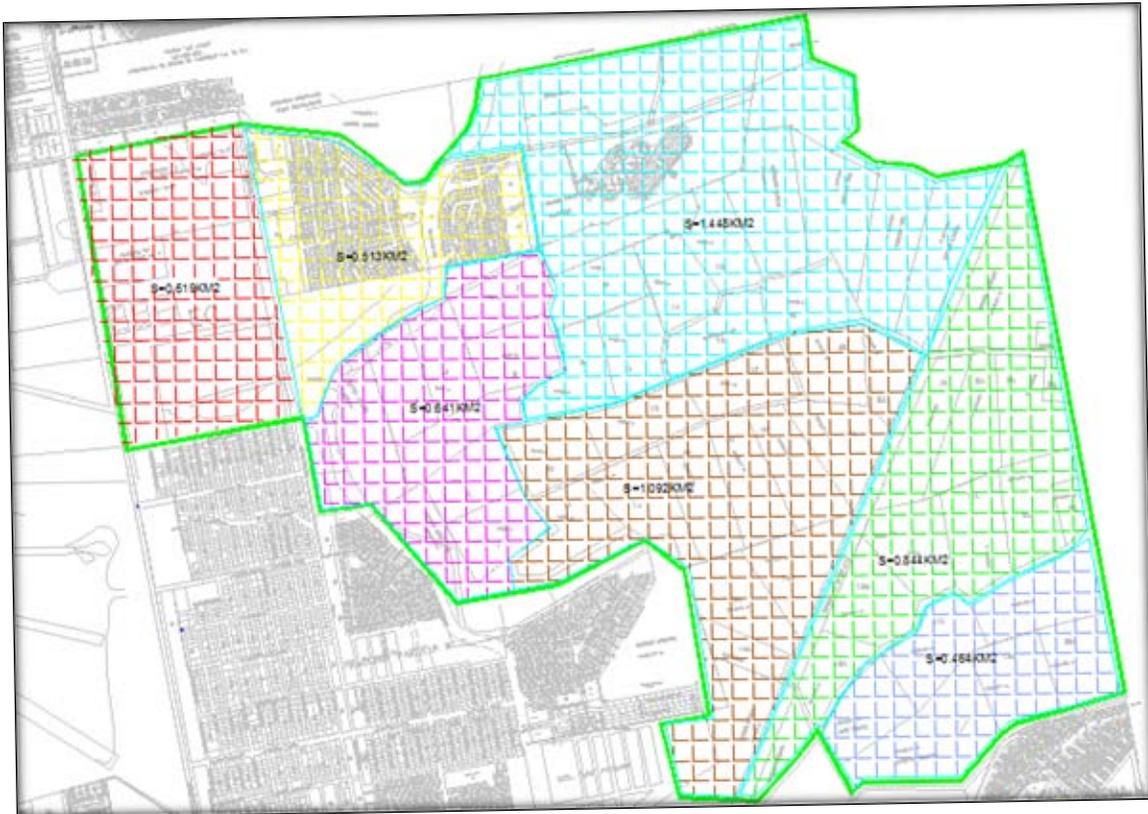


Figura N°. 12 Sistema de drenaje pluvial II

NOMBRE DE COLECTOR
Alfonso Reyes
Av. Álvaro Obregón
Av. Emiliano Zapata.
Av. Amado Nervo.
Av. Plutarco Elías Calles
Av. Francisco Villa.
Av. Francisco I. Madero
Av. Porfirio Díaz
Av. José Antonio Torres
Av. Emilio Abreu Gómez

Tabla N°. 14 Colectores del Sistema de Drenaje II

Para el sistema número tres, se sugiere la creación de una laguna de detención para retener los gastos pico y posteriormente descargar a través del sistema existente por la calle Westman ver figura N° 13.



**Figura N° 13 Sistema de Drenaje Pluvial III**



#### 4.5 Diseño geométrico e hidráulico

Tomando como referente la topografía del lugar, se propusieron colectores principales para recibir las aportaciones de los escurrimientos superficiales de forma proporcional, en lo posible, según la traza urbana.

A continuación se hace la descripción del Sistema de Drenaje Pluvial I:

##### **Colector Enlace 2000.**

La línea de trazo de este colector principia en Avenida Agricultores y termina en Avenida Sembradores. Tienen una longitud de **498.00 m**, con un área de aportación de **47.17 has.**, teniendo un gasto pluvial de **4,370 l.p.s.**, con una sección rectangular de 2.50 m. x 2.00 m. la pendiente hidráulica propuesta es de  $S= 6.5$  milésimas, se conectará al colector que inicia en Avenida Sembradores y que continua por la Avenida Prolongación Libramiento.

##### **Colectores Sembradores (Tramo uno).**

La línea de trazo del colector se dividió en dos tramos, dado que su sección es variable. El primer tramo se inicia en los límites del área de uso común, aldaño a la propiedad de Zenaida Godínez, hasta llegar a la Avenida Horticultores. Tienen una longitud de **407.00 m**, con un área de aportación de **243.32 has.** Con un gasto pluvial de **22,570 l.p.s.**, se propone una sección rectangular de 4.00 m., de ancho x 2.00 m de altura., con una pendiente hidráulica  $S= 12$  milésimas.

##### **Colectores Sembradores (Tramo dos).**

El tramo dos inicia en Avenida Horticultores y Avenida Sembradores. Continúa hasta interceptar con Avenida Enlace 2000. Su longitud es de **425.00 m**, con un área de aportación de **276.23 has.** Con un gasto pluvial de **25,620 l.p.s.**, se propone una sección rectangular de 4.00 m., de ancho x 2.00 m de altura., con una pendiente hidráulica  $S= 7.2$  milésimas.



### **Colectores Prolongación Libramiento.**

Este inicia en Avenida Sembradores y Avenida Enlace 2000. Continúa hasta interceptar con Avenida Prolongación Lázaro Cárdenas. Su longitud es de **900.00 m**, con un área de aportación de **297.93 has**. Con un gasto pluvial de **27,630 l.p.s.**, se propone una sección rectangular de 7.00 m., de ancho x 2.00 m de altura., con una pendiente hidráulica **S= 1.0** milésimas.

### **Colectores Prolongación Avenida Lázaro Cárdenas.**

Este inicia a la altura de la Avenida Bautista, continua su recorrido por Avenida Prolongación Lázaro Cárdenas hasta llegar a la Avenida Prolongación Libramiento. Su longitud es de **1,246.00 m**, con un área de aportación de **149.72 has**. Con un gasto pluvial de **13,890 l.p.s.**, se propone una sección rectangular de 2.00 m., de ancho x 2.00 m de altura., con una pendiente hidráulica **S= Variable de 28 a 15** milésimas, por condiciones topográficas.

La continuación del colector Prolongación Lázaro Cárdenas cambia de sección a Partir de la Avenida Prolongación Libramiento hasta Calle Tercera Sur. La longitud de este tramo es de **2,698 m**, con un área de aportación de **643.20 has**. Con un gasto pluvial de **59,650 l.p.s.**, se propone una sección rectangular de 7.00 m., de ancho x 2.00 m de altura., con una pendiente hidráulica **S= Variable de 5 a 10** por condiciones topográficas.

### **Colector Libramiento Sur.**

Empieza en Avenida Horticultores hasta conectarse en Avenida Prolongación Lázaro Cárdenas y Prolongación Libramiento. Para éste colector se empleó tubería cuyos diámetros varían de **45 cm. a 1.22 m**. Su longitud es de **739.00 m**, con un área de aportación de **9.66 has**. Con un gasto pluvial de **900 l.p.s.**, con una pendiente hidráulica **S= Variable de 1 a 10 milésimas** por condiciones topográficas.



Tramo	Gasto Q(m <sup>3</sup> /)	Ancho plantilla (m)	Talud (z)	Rugosidad (n)	Pendiente (S)	Tirante (m)	Área Hidráulica (m <sup>2</sup> )	Espejo del Agua (m)	Número Froude	Tipo de flujo	Perímetro Mojado (m)	Radio Hidráulico (m)	Velocidad del agua (m/s)	Energía Específica (m-kg/kg)
N1-N4	4.37	2.5	0	0.014	0.0065	0.5681	1.4202	2.5	1.3034	S.C.	3.6362	0.3906	3.0770	1.0507
N2-N3	22.57	4	0	0.014	0.012	0.9616	3.8465	4.00	1.9104	S.C.	5.9232	0.6494	5.8677	2.7164
N3-N4	22.62	4	0	0.014	0.0072	1.2562	5.0248	4.00	1.4524	S.C.	6.5124	0.7716	5.0987	2.5812
N4-N9	22.63	7	0	0.014	0.001	1.6286	11.4003	7.00	0.6063	Sub.C	10.2572	1.1114	2.4236	1.9280
N5-N51	7.5	2	0	0.014	0.028	0.6024	1.2047	2.00	2.5611	S.C.	3.2047	0.3759	6.2256	2.5778
N51-N6	7.91	2	0	0.014	0.028	0.6255	1.2509	2.00	2.5527	S.C.	3.2509	0.3848	6.3232	2.6633
N6-N7	8.83	2	0	0.014	0.023	0.7260	1.4520	2.00	2.2788	S.C.	3.4520	0.4206	6.0813	2.6109
N7-N8	11.69	2	0	0.014	0.019	0.9566	1.9132	2.00	1.9947	S.C.	3.9132	0.4889	6.1103	2.8595
N8-N9	13.89	2	0	0.014	0.015	1.1917	2.3834	2.00	1.7045	S.C.	4.3834	0.5437	5.8278	2.9228
N9-N17	42.41	7	0	0.014	0.010	1.0019	7.0134	7.00	1.9288	S.C.	9.0038	0.7789	6.0470	2.8656
N17-N26	48.83	7	0	0.014	0.010	1.0998	7.6983	7.00	1.9311	S.C.	9.1995	0.8368	6.3430	3.1504
N26-N29	59.29	7	0	0.014	0.009	1.2968	9.0779	7.00	1.8311	S.C.	9.5937	0.9462	6.5312	3.4710
N29-N30	59.65	7	0	0.014	0.005	1.5898	11.1287	7.00	1.3572	S.C.	10.1796	1.0932	5.3600	3.0541
N30-N31	59.65	7	0	0.014	0.005	1.5898	11.1287	7.00	1.3572	S.C.	10.1796	1.0932	5.3600	3.0541
C. TRAPECIAL	59.65	10	0.5	0.014	0.001	1.8837	20.6114	11.8837	0.7016	Sub.C.	14.2121	1.4503	2.8940	2.3106

**Tabla N°. 15 Características Hidraulicas De Los Canales Del Colector Lazaro Cardenas**



## **Sistema de drenaje pluvial II**

Dado que no se tienen puntos de descarga para recibir los escurrimientos generados en la zona de estudio, para este sistema se determinó seccionar las áreas a través de colectores.

Estos colectores pasan por vialidades principales cuyo nombre le da a su vez nombre a cada colector, recibiendo las aportaciones de las mismas para posteriormente infiltrarlos al subsuelo por medio de pozos de absorción (a reserva de lo que especifique el Estudio de Mecánica de Suelos).

A continuación se muestran las tablas de diseño para cada uno de los colectores.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN  
 "PROPUESTA DE SOLUCION DEL DRENAJE PLUVIAL, PARA EL SECTOR DENOMINADO  
 CHAPULTEPEC, EN EL MUNICIPIO DE ENSENADA, BAJA CALIFORNIA"



CRUCERO	Áreas Ha.			Longitud tramo (m)	Intensidad (mm/h)	Gasto (l/s)	Pendiente (milésimas)	Pendiente ajustada	Diámetro (cm)	FUNCIONAMIENTO HIDRAULICO			
	Propia	Tributaria	Acumulada							TUBO LLENO		Vel real (m/s)	Tránsito (minutos)
										Gasto (l/s)	Vel (m/s)		
N-2		0.24											
	0.00		0.24	40.00	41.7	22.24	27.50	28.00	30	165	2.35	1.62	0.41
N-3		0.59											
	0.18		1.01	52.00	41.7	93.14	3.85	4.00	38	115	1.02	1.13	0.77
N-4		0.70											
	0.18		1.89	52.00	41.7	174.69	25.00	25.00	38	300	2.30	2.38	0.36
N-5		0.72											
	0.18		2.79	51.85	41.7	258.10	13.50	15.00	45	380	2.20	2.35	0.37
N-6		0.72											
	0.18		3.69	52.00	41.7	341.50	3.85	7.00	61	515	1.80	1.92	0.45
N-7		0.72											
	0.18		4.59	51.80	41.7	424.91	10.62	11.00	61	650	2.25	2.39	0.36
N-8		1.06											
	0.18		5.82	52.00	41.7	539.64	10.58	11.00	61	650	2.25	1.86	0.47
N-9		1.06											
	0.18		7.06	51.90	41.7	654.56	7.71	10.00	76	1200	2.55	2.60	0.33
N-10		0.98											
	0.18		8.22	42.30	41.7	762.06	5.91	9.00	91	1750	2.70	2.59	0.27
N-11		11.25											
	0.08		19.55	51.90	41.7	1812.06	4.82	9.00	107	2700	3.00	3.21	0.27
N-12		0.36											
	0		19.91	80.00	41.7	1845.42	6.25	5.00	107	2000	2.25	2.55	0.52
D-1													

Tabla N°. 16 Colector Alfonso Reyes



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN  
 "PROPUESTA DE SOLUCION DEL DRENAJE PLUVIAL, PARA EL SECTOR DENOMINADO  
 CHAPULTEPEC, EN EL MUNICIPIO DE ENSENADA, BAJA CALIFORNIA"



CRUCERO	Áreas Ha.			Longitud tramo (m)	Intensidad (mm/h)	Gasto (l/s)	Pendiente (milésimas)	Pendiente ajustada	Diámetro (cm)	FUNCIONAMIENTO HIDRAULICO			
	Propia	Tributaria	Acumulada							TUBO LLENO		Vel real (m/s)	Tránsito (minutos)
										Gasto (l/s)	Vel (m/s)		
N-1		0.42											
	0.00		0.42	52.70	41.7	38.92	7.59	8.00	30	170	2.40	1.96	0.45
N-2		0.00											
	0.21		0.63	33.00	41.7	58.38	36.67	37.00	30	100	1.40	1.49	0.37
N-3		1.13											
	0.20		1.96	26.30	41.7	181.64	13.69	14.00	38	240	2.10	2.32	0.19
N-4		0.00											
	0.00		1.96	53.30	41.7	181.64	15.38	15.00	45	320	2.05	2.10	0.42
N-5		1.12											
	0.16		3.24	52.00	41.7	300.26	7.69	11.00	61	750	2.65	2.46	0.35
N-6		1.12											
	0.16		4.52	52.20	41.7	418.89	-11.11	2.00	76	500	1.10	1.23	0.71
N-7		1.12											
	0.16		5.80	53.80	41.7	537.51	8.92	3.00	76	600	1.38	1.56	0.57
N-8		1.10											
	0.20		7.10	54.10	41.7	657.99	6.84	7.00	76	725	2.60	2.94	0.31
N-9		0.94											
	0.20		8.24	54.30	41.7	763.63	7.73	5.00	76	1100	2.40	2.60	0.35
N-10		0.94											
	0.20		9.38	46.80	41.7	869.28	10.68	1.00	91	1300	2.00	2.14	0.36
N-11		0.86											
	0.20		10.44	68.30	41.7	967.52	-0.44	4.00	91	1300	2.00	2.18	0.52
N-11'		0											
	0.09		10.53	70.00	41.7	975.49	353.57	4.00	91	1300	2.00	2.20	0.53

Tabla N°. 17 Colector Álvaro Obregón



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN  
 "PROPUESTA DE SOLUCION DEL DRENAJE PLUVIAL, PARA EL SECTOR DENOMINADO  
 CHAPULTEPEC, EN EL MUNICIPIO DE ENSENADA, BAJA CALIFORNIA"



CRUCERO	Áreas Ha.			Longitud tramo (m)	Intensidad (mm/h)	Gasto (l/s)	Pendiente (milésimas)	Pendiente ajustada	Diámetro (cm)	FUNCIONAMIENTO HIDRAULICO			
	Propia	Tributaria	Acumulada							TUBO LLENO		Vel real (m/s)	Tránsito (minutos)
										Gasto (l/s)	Vel (m/s)		
1		0.00											
	0.80		0.80	46.00	41.7	74.14	4.35	6.00	38	125	1.12	1.16	0.66
2		0.00											
	0.80		1.60	41.00	41.7	148.28	3.66	8.00	45	220	1.60	1.71	0.40
3		0.00											
	0.80		2.40	26.00	41.7	222.42	5.77	6.00	61	480	1.65	1.61	0.27
4		0.00											
	0.80		3.20	41.00	41.7	296.56	7.32	7.00	61	500	1.80	1.87	0.37
5		0.00											
	0.80		4.00	39.00	41.7	370.70	8.97	9.00	61	580	2.05	2.17	0.30
6		0.00											
	0.80		4.80	37.00	41.7	444.84	8.11	12.00	61	680	2.30	2.44	0.25
7		0.00											
	0.80		5.60	36.00	41.7	518.97	6.94	7.00	76	950	2.10	1.96	0.31
8		0.00											
	0.80		6.40	37.00	41.7	593.11	10.81	11.00	76	1200	2.60	2.59	2.86
9		0.00											
	0.80		7.20	38.00	41.7	667.25	10.53	11.00	76	1200	2.60	2.67	0.24
10		0.00											
	0.80		8.00	91.00	41.7	741.39	11.76	12.00	76	1250	2.70	2.81	0.54
11		0.25											
	0.09		8.34	42.00	41.7	772.90	43.57	46.00	76	2500	5.40	4.75	0.15

Tabla N°. 18 Colector Emiliano Zapata 1/2



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN  
 "PROPUESTA DE SOLUCION DEL DRENAJE PLUVIAL, PARA EL SECTOR DENOMINADO  
 CHAPULTEPEC, EN EL MUNICIPIO DE ENSENADA, BAJA CALIFORNIA"



CRUCERO	Áreas Ha.			Longitud tramo (m)	Intensidad (mm/h)	Gasto (l/s)	Pendiente (milésimas)	Pendiente ajustada	Diámetro (cm)	FUNCIONAMIENTO HIDRAULICO			
	Propia	Tributaria	Acumulada							TUBO LLENO		Vel real (m/s)	Tránsito (minutos)
										Gasto (l/s)	Vel (m/s)		
12		0.62											
	0.16		9.12	52.00	41.7	845.19	4.42	5.00	91	1300	2.00	2.13	0.41
13		0.62											
	0.16		9.90	52.00	41.7	917.47	13.65	14.00	91	2200	3.30	3.15	0.28
14		0.62											
	0.16		10.68	52.00	41.7	989.76	16.35	16.00	91	2300	3.55	3.41	0.25
15		0.62											
	0.16		11.46	52.00	41.7	1062.04	-15.58	6.00	91	1450	2.18	2.38	0.36
16		0.62											
	0.16		12.24	52.00	41.7	1134.33	5.96	6.00	91	1450	2.15	2.38	0.36
17		0.62											
	0.16		13.02	52.00	41.7	1206.62	-2.50	3.00	107	1600	1.70	1.87	0.46
18		0.60											
	0.16		13.78	52.00	41.7	1277.05	2.69	4.00	107	1800	2.00	2.17	0.40
19		0.62											
	0.58		14.98	85.00	41.7	1388.54	3.53	4.00	107	1800	2.00	2.21	0.64
20		0.62											
	0.58		16.19	89.00	41.7	1500.02	0.22	5.00	107	2000	2.20	2.42	0.61
POZO 2		0.62											

Tabla N°. 19 Colector Emiliano Zapata 2/2



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN  
 "PROPUESTA DE SOLUCION DEL DRENAJE PLUVIAL, PARA EL SECTOR DENOMINADO  
 CHAPULTEPEC, EN EL MUNICIPIO DE ENSENADA, BAJA CALIFORNIA"



CRUCERO	Áreas Ha.			Longitud tramo (m)	Intensidad (mm/h)	Gasto (l/s)	Pendiente (milésimas)	Pendiente ajustada	Diámetro (cm)	FUNCIONAMIENTO HIDRAULICO			
	Propia	Tributaria	Acumulada							TUBO LLENO		Vel real (m/s)	Tránsito (minutos)
										Gasto (l/s)	Vel (m/s)		
1													
	0.43		0.43	70.00	41.7	39.85	12.14	15.00	30	150	1.65	1.40	0.83
2		0.00											
	0.43		0.86	70.00	41.7	79.70	1.43	2.00	45	120	0.78	0.83	1.41
3		0.00											
	0.43		1.29	80.00	41.7	119.55	23.75	24.00	45	440	2.75	2.34	0.57
5		0.58											
	0.16		2.03	42.00	41.7	188.13	14.29	16.00	45	350	2.22	2.26	0.31
6		0.58											
	0.16		2.77	51.00	41.7	256.71	9.80	10.00	61	600	2.12	2.14	0.40
7		0.58											
	0.16		3.51	53.00	41.7	325.29	9.43	9.00	61	580	2.05	2.11	0.42
8		0.58											
	0.16		4.25	50.00	41.7	393.86	12.00	15.00	61	750	2.61	2.64	0.32
9		0.58											
	0.16		4.99	52.00	41.7	462.44	5.77	6.00	76	870	1.95	1.97	0.44
10		0.58											
	0.16		5.73	51.00	41.7	531.02	1.96	4.00	76	700	1.58	1.74	0.49
11		0.58											
	0.16		6.47	46.00	41.7	599.60	4.35	4.00	76	800	1.75	1.93	0.40
12		0.58											
	0.16		7.21	55.00	41.7	668.18	6.36	7.00	76	950	2.09	2.26	0.41
13		0.58											
	0.16		7.95	50.00	41.7	736.76	15.00	15.00	76	1400	3.05	3.09	0.27
14		0.58											
	0.16		8.69	50.00	41.7	805.34	20.00	20.00	76	1650	3.60	3.58	0.23

Tabla N°. 20 Colector Amado Nervo



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN  
 "PROPUESTA DE SOLUCION DEL DRENAJE PLUVIAL, PARA EL SECTOR DENOMINADO  
 CHAPULTEPEC, EN EL MUNICIPIO DE ENSENADA, BAJA CALIFORNIA"



CRUCERO	Áreas Ha.			Longitud tramo (m)	Intensidad (mm/h)	Gasto (l/s)	Pendiente (milésimas)	Pendiente ajustada	Diámetro (cm)	FUNCIONAMIENTO HIDRAULICO			
	Propia	Tributaria	Acumulada							TUBO LLENO		Vel real (m/s)	Tránsito (minutos)
										Gasto (l/s)	Vel (m/s)		
1		4.46											
	0.04		4.50	70.00	41.7	417.03	3.57	4.00	76	700	1.60	1.67	0.70
2		0.75											
	0.04		5.29	50.00	41.7	490.25	5.00	5.00	76	800	1.70	1.79	0.47
3		0.75											
	0.04		6.08	50.00	41.7	563.46	9.00	9.00	76	1080	2.35	2.37	0.35
4		0.75											
	0.04		6.87	50.00	41.7	636.67	4.00	4.00	76	700	1.60	1.82	0.46
5		0.75											
	0.04		7.66	60.00	41.7	709.88	18.33	18.00	76	1600	3.40	3.28	0.30
6		0.75											
	0.16		8.57	40.00	41.7	794.22	25.00	25.00	76	1900	4.00	3.82	0.17
7		0.75											
	0.16		9.48	50.00	41.7	878.55	0.00	7.00	76	950	2.10	2.38	0.35
8		0.75											
	0.16		10.39	50.00	41.7	962.88	0.00	7.00	76	950	2.10	4.58	0.18

Tabla N°. 21 Colector Plutarco Elías Calles 1/2



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN  
 "PROPUESTA DE SOLUCION DEL DRENAJE PLUVIAL, PARA EL SECTOR DENOMINADO  
 CHAPULTEPEC, EN EL MUNICIPIO DE ENSENADA, BAJA CALIFORNIA"



CRUCERO	Áreas Ha.			Longitud tramo (m)	Intensidad (mm/h)	Gasto (l/s)	Pendiente (milésimas)	Pendiente ajustada	Diámetro (cm)	FUNCIONAMIENTO HIDRAULICO			
	Propia	Tributaria	Acumulada							TUBO LLENO		Vel real (m/s)	Tránsito (minutos)
										Gasto (l/s)	Vel (m/s)		
9		0.75											
	0.16		11.30	50.00	41.7	1047.22	12.00	12.00	76	1300	2.90	3.23	0.26
10		0.75											
	0.16		12.21	50.00	41.7	1131.55	14.00	14.00	76	1400	3.00	3.34	0.25
11		0.75											
	0.16		13.12	50.00	41.7	1215.88	15.00	15.00	76	1450	3.10	3.49	0.24
12		0.75											
	0.16		14.03	50.00	41.7	1300.22	15.00	15.00	76	1450	3.10	3.51	0.24
13		0.75											
	0.16		14.94	50.00	41.7	1384.55	34.00	34.00	76	2100	4.70	5.03	0.17
14		0.75											
	0.16		15.85	50.00	41.7	1468.88	10.00	10.00	91	1800	2.80	3.10	0.27
15		0.75											
	0.16		16.76	50.00	41.7	1553.22	0.00	10.00	91	1800	2.80	3.16	0.26

Tabla N°. 22 Colector Plutarco Elías Calles 2/2



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN  
 "PROPUESTA DE SOLUCION DEL DRENAJE PLUVIAL, PARA EL SECTOR DENOMINADO  
 CHAPULTEPEC, EN EL MUNICIPIO DE ENSENADA, BAJA CALIFORNIA"



CRUCERO	Áreas Ha.			Longitud tramo (m)	Intensidad (mm/h)	Gasto (l/s)	Pendiente (milésimas)	Pendiente ajustada	Diámetro (cm)	FUNCIONAMIENTO HIDRAULICO			
	Propia	Tributaria	Acumulada							TUBO LLENO		Vel real (m/s)	Tránsito (minutos)
										Gasto (l/s)	Vel (m/s)		
1		3.22											
	0.08		3.30	40.00	41.7	305.82	18.75	19.00	61	870	3.00	2.76	0.24
2		0.08											
	0.08		3.46	50.00	41.7	320.65	14.00	14.00	61	850	3.00	2.82	0.30
3		0.68											
	0.08		4.22	50.00	41.7	391.08	8.00	8.00	61	550	1.90	2.05	0.41
4		0.68											
	0.00		4.90	15.00	41.7	454.10	0.00	8.00	61	550	1.90	2.13	0.12
5		0.68											
	0.08		5.66	50.00	41.7	524.54	6.00	7.00	76	950	2.10	2.14	0.39
6		0.68											
	0.08		6.42	50.00	41.7	594.97	7.00	7.00	76	950	2.10	2.29	0.36
7		0.68											
	0.08		7.18	60.00	41.7	665.40	5.83	6.00	76	850	2.70	2.71	0.37
8		0.68											
	0.08		7.94	60.00	41.7	735.83	2.50	5.00	91	1300	2.00	2.06	2.86
9		0.68											
	0.16		8.78	50.00	41.7	813.68	1.00	4.00	91	1150	1.80	1.95	0.43
10		0.68											
	0.16		9.62	50.00	41.7	891.52	4.00	4.00	91	1150	1.80	2.00	0.42
11		0.68											
	0.16		10.46	50.00	41.7	969.37	6.00	6.00	91	1400	2.20	2.37	0.35

Tabla N°. 23 Colector Francisco Villa 1/2



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN  
 "PROPUESTA DE SOLUCION DEL DRENAJE PLUVIAL, PARA EL SECTOR DENOMINADO  
 CHAPULTEPEC, EN EL MUNICIPIO DE ENSENADA, BAJA CALIFORNIA"



CRUCERO	Áreas Ha.			Longitud tramo (m)	Intensidad (mm/h)	Gasto (l/s)	Pendiente (milésimas)	Pendiente ajustada	Diámetro (cm)	FUNCIONAMIENTO HIDRAULICO			
	Propia	Tributaria	Acumulada							TUBO LLENO		Vel real (m/s)	Tránsito (minutos)
										Gasto (l/s)	Vel (m/s)		
12		0.68											
	0.16		11.30	35.00	41.7	1047.22	17.14	17.00	91	2400	3.70	3.58	0.16
13		0.68											
	0.16		12.14	40.00	41.7	1125.06	33.75	34.00	91	3400	5.20	4.63	0.14
14		0.68											
	0.16		12.98	50.00	41.7	1202.91	9.00	9.00	91	1700	2.70	2.89	0.29
15		0.68											
	0.16		13.82	50.00	41.7	1280.76	8.00	8.00	91	1650	2.50	1.95	0.43
16		0.68											
	0.16		14.66	50.00	41.7	1358.60	20.00	20.00	91	2600	4.00	4.04	0.21
17		0.68											
	0.16		15.50	50.00	41.7	1436.45	16.00	16.00	91	2300	3.60	3.80	0.22
18		0.68											
	0.16		16.34	55.00	41.7	1514.29	15.45	16.00	91	2300	3.60	3.85	0.24
19		0.68											
	0.16		17.18	50.00	41.7	1592.14	33.00	33.00	91	3400	5.20	5.10	0.16
20		0.68											
	0.16		18.02	50.00	41.7	1669.99	12.00	12.00	91	2000	3.10	3.47	0.24
21		0.68											
	0.16		18.86	50.00	41.7	1747.83	6.00	6.00	107	2200	2.40	2.66	0.31
22		0.68											
	0.16		19.70	55.00	41.7	1825.68	7.27	8.00	107	2500	2.80	3.05	0.30

Tabla N°. 24 Colector Francisco Villa 2/2



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN  
 "PROPUESTA DE SOLUCION DEL DRENAJE PLUVIAL, PARA EL SECTOR DENOMINADO  
 CHAPULTEPEC, EN EL MUNICIPIO DE ENSENADA, BAJA CALIFORNIA"



CRUCERO	Áreas Ha.			Longitud tramo (m)	Intensidad (mm/h)	Gasto (l/s)	Pendiente (milésimas)	Pendiente ajustada	Diámetro (cm)	FUNCIONAMIENTO HIDRAULICO			
	Propia	Tributaria	Acumulada							TUBO LLENO		Vel real (m/s)	Tránsito (minutos)
										Gasto (l/s)	Vel (m/s)		
1		0.00											
	1.85		1.85	95.00	41.7	171.45	27.89	29.00	38	315	2.40	2.44	0.65
2		0.00											
	1.85		3.70	60.00	41.7	342.89	24.17	27.00	45	460	2.90	3.19	0.31
3		0.00											
	1.85		5.55	70.00	41.7	514.34	27.86	28.00	61	1010	3.60	3.62	0.32
4		1.03											
	0.06		6.64	35.00	41.7	615.63	17.14	20.00	61	850	3.00	3.27	0.18
5		0.79											
	0.16		7.59	50.00	41.7	703.67	14.00	15.00	76	1400	3.10	3.10	0.27
6		0.79											
	0.16		8.54	50.00	41.7	791.71	15.00	17.00	76	1500	3.30	3.33	0.25
7		0.79											
	0.12		9.46	50.00	41.7	876.33	-4.00	4.00	91	1150	1.78	1.96	0.43
8		0.79											
	0.16		10.41	50.00	41.7	964.37	1.00	4.00	107	1800	1.98	2.02	2.86
9		0.79											
	0.16		11.36	55.00	41.7	1052.41	5.45	4.00	107	1800	1.98	2.05	0.45
10		0.79											
	0.16		12.31	55.00	41.7	1140.45	3.64	4.00	107	1800	1.98	2.09	0.44
11		0.79											
	0.16		13.26	50.00	41.7	1228.49	4.00	4.00	107	1800	1.98	2.03	0.41
12		0.79											
	0.16		14.21	50.00	41.7	1316.53	6.00	4.00	107	1800	1.98	2.16	0.39
13		0.95											
	0.16		15.32	50.00	41.7	1419.40	7.00	4.00	107	1800	1.98	2.20	0.38

Tabla N°. 25 Colector Francisco I. Madero 1/2



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN  
 "PROPUESTA DE SOLUCION DEL DRENAJE PLUVIAL, PARA EL SECTOR DENOMINADO  
 CHAPULTEPEC, EN EL MUNICIPIO DE ENSENADA, BAJA CALIFORNIA"



CRUCERO	Áreas Ha.			Longitud tramo (m)	Intensidad (mm/h)	Gasto (l/s)	Pendiente (milésimas)	Pendiente ajustada	Diámetro (cm)	FUNCIONAMIENTO HIDRAULICO			
	Propia	Tributaria	Acumulada							TUBO LLENO		Vel real (m/s)	Tránsito (minutos)
										Gasto (l/s)	Vel (m/s)		
14		0.72											
	0.16		16.20	55.00	41.7	1500.95	9.09	10.00	107	2800	3.15	3.21	0.29
15		0.63											
	0.12		16.94	45.00	41.7	1570.27	27.11	28.00	107	4800	5.30	4.76	0.16
16		0.63											
	0.16		17.73	50.00	41.7	1643.02	10.60	11.00	107	3000	3.25	3.32	0.25
17		0.63											
	0.16		18.51	50.00	41.7	1715.77	10.00	10.00	107	2800	3.10	3.26	0.26
18		0.63											
	0.16		19.30	50.00	41.7	1788.52	25.00	25.00	107	4600	5.00	4.69	0.18
19		0.63											
	0.16		20.08	55.00	41.7	1861.27	22.36	23.00	107	4400	4.80	4.58	0.20
20		0.63											
	0.16		20.87	50.00	41.7	1934.02	20.80	21.00	107	4200	4.58	4.47	0.19
21		0.63											
	0.16		21.65	50.00	41.7	2006.76	16.60	17.00	107	3800	4.10	4.15	0.20
22		0.63											
	0.16		22.44	50.00	41.7	2079.51	4.00	5.00	122	2800	2.40	2.63	0.32
23		0.63											
	0.16		23.22	50.00	41.7	2152.26	4.00	5.00	122	2800	2.40	2.65	0.31
24		0.70											
	0.16		24.08	50.00	41.7	2231.96	15.40	15.00	122	5000	4.20	4.07	0.20
25		0.68											
	0.25		25.01	80.00	41.7	2318.15	-4.00	6.00	122	3200	2.65	2.87	0.46

Tabla N°. 26 Colector Francisco I. Madero 2/2



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN  
 "PROPUESTA DE SOLUCION DEL DRENAJE PLUVIAL, PARA EL SECTOR DENOMINADO  
 CHAPULTEPEC, EN EL MUNICIPIO DE ENSENADA, BAJA CALIFORNIA"



CRUCERO	Áreas Ha.			Longitud tramo (m)	Intensidad (mm/h)	Gasto (l/s)	Pendiente (milésimas)	Pendiente ajustada	Diámetro (cm)	FUNCIONAMIENTO HIDRAULICO			
	Propia	Tributaria	Acumulada							TUBO LLENO		Vel real (m/s)	Tránsito (minutos)
										Gasto (l/s)	Vel (m/s)		
1		9.34											
	0.42		9.76	50.00	41.7	904.04	8.00	8.00	91	1600	2.50	2.57	0.32
2		0.00											
	0.42		10.18	50.00	41.7	942.96	2.00	8.00	91	1600	2.50	2.61	0.32
3		0.00											
	0.42		10.60	50.00	41.7	981.88	8.00	8.00	91	1600	2.50	2.62	0.32
4		0.00											
	0.42		11.02	50.00	41.7	1020.80	12.00	12.00	91	2000	3.00	3.00	0.28
5		0.00											
	0.49		11.51	50.00	41.7	1066.22	4.00	8.00	91	1600	2.50	2.68	0.31
6		0.00											
	0.49		12.00	50.00	41.7	1111.63	4.00	8.00	91	1600	2.50	2.70	0.31
7		0.00											
	0.49		12.49	50.00	41.7	1157.04	8.00	8.00	91	1600	2.50	2.71	0.31
8		0.00											
	0.49		12.98	50.00	41.7	1202.45	14.00	14.00	107	3300	3.70	3.40	0.25
9		0.00											
	0.49		13.47	50.00	41.7	1247.86	13.00	13.00	107	3200	3.70	3.48	0.24
10		2.00											
	0.00		15.47	35.00	41.7	1433.20	0.00	15.00	107	3200	3.70	3.62	0.16

Tabla N°. 27 Colector Porfirio Díaz 1/2



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN  
 "PROPUESTA DE SOLUCION DEL DRENAJE PLUVIAL, PARA EL SECTOR DENOMINADO  
 CHAPULTEPEC, EN EL MUNICIPIO DE ENSENADA, BAJA CALIFORNIA"



CRUCERO	Áreas Ha.			Longitud tramo (m)	Intensidad (mm/h)	Gasto (l/s)	Pendiente (milésimas)	Pendiente ajustada	Diámetro (cm)	FUNCIONAMIENTO HIDRAULICO			
	Propia	Tributaria	Acumulada							TUBO LLENO		Vel real (m/s)	Tránsito (minutos)
										Gasto (l/s)	Vel (m/s)		
11		0.00											
	0.09		15.56	40.00	41.7	1441.55	43.75	15.00	107	3200	3.70	3.59	0.19
12		0.62											
	0.16		16.34	50.00	41.7	1513.83	15.00	15.00	107	3300	3.80	3.72	0.22
13		0.62											
	0.16		17.12	50.00	41.7	1586.12	13.00	15.00	107	3500	3.80	3.67	0.23
14		0.62											
	0.16		17.90	50.00	41.7	1658.40	2.00	10.00	107	2800	3.10	3.23	0.26
15		0.62											
	0.16		18.68	50.00	41.7	1730.69	8.00	10.00	107	2800	3.10	3.27	0.25
16		0.62											
	0.16		19.46	50.00	41.7	1802.97	22.00	15.00	107	3500	3.80	3.84	0.22
17		0.62											
	0.16		20.24	50.00	41.7	1875.26	18.00	15.00	107	3500	3.80	3.84	0.22
18		0.62											
	0.16		21.02	50.00	41.7	1947.55	0.00	15.00	107	3500	3.80	3.88	0.21
19		0.62											
	0.16		21.80	50.00	41.7	2019.83	7.00	10.00	107	2800	3.10	3.35	0.25
20		0.62											
	0.16		22.58	50.00	41.7	2092.12	13.00	13.00	107	3200	3.60	3.85	0.22

Tabla N°. 28 Colector Porfirio Díaz 2/2



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN  
 "PROPUESTA DE SOLUCION DEL DRENAJE PLUVIAL, PARA EL SECTOR DENOMINADO  
 CHAPULTEPEC, EN EL MUNICIPIO DE ENSENADA, BAJA CALIFORNIA"



CRUCERO	Áreas Ha.			Longitud tramo (m)	Intensidad (mm/h)	Gasto (l/s)	Pendiente (milésimas)	Pendiente ajustada	Diámetro (cm)	FUNCIONAMIENTO HIDRAULICO			
	Propia	Tributaria	Acumulada							TUBO LLENO		Vel real (m/s)	Tránsito (minutos)
										Gasto (l/s)	Vel (m/s)		
1		6.63											
	0.18		6.81	20.00	41.7	631.11	7.50	8.00	76	1000	2.20	2.33	0.14
2		0.30											
	0.21		7.32	40.00	41.7	678.37	8.75	9.00	76	1100	2.35	2.47	0.27
3		0.30											
	0.21		7.83	40.00	41.7	725.64	7.50	8.00	76	1000	2.20	2.40	0.28
4		0.30											
	0.21		8.34	40.00	41.7	772.90	7.50	11.00	76	1200	2.60	2.77	0.24
5		0.30											
	0.21		8.85	40.00	41.7	820.17	5.00	5.00	91	1250	2.00	2.13	0.31
6		0.30											
	0.34		9.49	40.00	41.7	879.48	12.50	12.00	91	2000	3.10	2.99	0.22
7		0.25											
	0.33		10.07	60.00	41.7	933.23	8.33	9.00	91	1750	2.65	2.68	0.37
8		0.25											
	0.30		10.62	40.00	41.7	984.20	10.00	10.00	91	1800	2.80	2.83	0.24
9		0.20											
	0.30		11.12	40.00	41.7	1030.54	10.00	10.00	91	1800	2.80	2.86	0.23
10		0.20											
	0.30		11.62	40.00	41.7	1076.87	7.50	8.00	91	1650	2.50	2.66	0.25
11		0.20											
	0.30		12.12	50.00	41.7	1123.21	10.00	10.00	91	1800	2.80	2.94	0.28
12		0.30											
	0.30		12.72	40.00	41.7	1178.81	10.00	10.00	91	1800	2.80	2.97	0.22

Tabla N°. 29 Colector José Antonio Torres 1/2



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN  
 "PROPUESTA DE SOLUCION DEL DRENAJE PLUVIAL, PARA EL SECTOR DENOMINADO  
 CHAPULTEPEC, EN EL MUNICIPIO DE ENSENADA, BAJA CALIFORNIA"



CRUCERO	Áreas Ha.			Longitud tramo (m)	Intensidad (mm/h)	Gasto (l/s)	Pendiente (milésimas)	Pendiente ajustada	Diámetro (cm)	FUNCIONAMIENTO HIDRAULICO			
	Propia	Tributaria	Acumulada							TUBO LLENO		Vel real (m/s)	Tránsito (minutos)
										Gasto (l/s)	Vel (m/s)		
13		0.50											
	0.25		13.47	70.00	41.7	1247.86	5.71	8.00	91	1650	2.50	2.76	0.42
14		0.00											
	0.09		13.56	60.00	41.7	1256.20	20.00	19.00	91	2500	3.90	3.90	0.26
15		0.78											
	0.16		14.50	50.00	41.7	1343.31	0.00	4.00	107	1800	3.21	3.53	0.24
16		0.78											
	0.16		15.44	50.00	41.7	1430.42	2.00	4.00	107	1800	3.21	3.56	0.23
17		0.78											
	0.16		16.38	50.00	41.7	1517.54	6.00	6.00	107	2200	2.40	2.59	0.32
18		0.78											
	0.16		17.32	50.00	41.7	1604.65	12.00	12.00	107	3000	3.20	3.23	0.26
19		0.78											
	0.16		18.26	50.00	41.7	1691.77	28.00	22.00	107	4200	4.70	4.42	0.19
20		0.78											
	0.16		19.20	50.00	41.7	1778.88	8.00	8.00	107	2500	2.80	3.02	0.28
21		0.78											
	0.16		20.14	50.00	41.7	1865.99	12.00	12.00	107	3000	2.80	3.33	0.25
22		0.78											
	0.16		21.08	50.00	41.7	1953.11	20.00	20.00	107	4000	4.50	4.75	0.18
23		0.78											
	0.16		22.02	50.00	41.7	2040.22	12.00	12.00	107	3000	2.80	4.75	0.18

Tabla N°. 30 Colector José Antonio Torres 2/2



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
 FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN  
 "PROPUESTA DE SOLUCION DEL DRENAJE PLUVIAL, PARA EL SECTOR DENOMINADO  
 CHAPULTEPEC, EN EL MUNICIPIO DE ENSENADA, BAJA CALIFORNIA"



CRUCERO	Áreas Ha.			Longitud tramo (m)	Intensidad (mm/h)	Gasto (l/s)	Pendiente (milésimas)	Pendiente ajustada	Diámetro (cm)	FUNCIONAMIENTO HIDRAULICO			
	Propia	Tributaria	Acumulada							TUBO LLENO		Vel real (m/s)	Tránsito (minutos)
										Gasto (l/s)	Vel (m/s)		
1		0.10											
	0.00		0.10	50.00	41.7	9.27	13.00	13.00	30	110	1.60	0.97	0.86
2		0.00											
	0.30		0.40	80.00	41.7	37.30	19.00	19.00	30	135	1.89	1.60	0.83
3		1.40											
	0.46		2.26	100.00	41.7	209.21	15.00	16.00	45	385	2.30	2.38	0.70
4		1.40											
	0.16		3.82	60.00	41.7	353.78	9.00	12.00	61	650	2.32	2.37	0.42
5		1.40											
	0.29		5.51	45.00	41.7	510.40	9.00	13.00	76	1300	2.85	2.66	0.28
6		0.72											
	0.11		6.34	50.00	41.7	587.66	12.00	12.00	76	1250	2.75	2.89	0.29
7		1.40											
	0.40		8.14	55.00	41.7	754.71	8.00	8.00	76	1050	2.25	2.44	0.38
8		1.06											
	0.40		9.61	55.00	41.7	890.25	12.00	12.00	76	1250	2.75	2.98	0.31
9		2.03											
	0.36		12.00	60.00	41.7	1111.74	8.00	9.00	91	1650	2.50	2.68	0.37
10		11.25											
	0.36		23.61	60.00	41.7	2187.68	9.00	10.00	107	2800	3.00	3.28	0.30

Tabla N°. 31 Colector Emilio Abreu Gómez



#### **4.6 Infiltración**

La información que se presenta a continuación es sólo una referencia en relación a las profundidades de infiltración, se deberá realizar el estudio correspondiente de la Mecánica de Suelos, para determinar las propiedades del suelo.

Las obras consideradas para captar el escurrimiento superficial consisten en bocas de tormenta, formadas por un canal de concreto armado cubierto en la parte superior por una rejilla, localizadas sobre la vialidad, provistas de una estructura desarenadora y desnatadora que evite el paso de azolves, basuras y grasas hacia las líneas de conducción que conforman los colectores proyectados, los diámetros de los colectores, formados por tubería de polietileno de alta densidad son desde 38, 45, 61, 76 , 91 cm y 107 cm., se determinó en función al caudal generado en el área de aportación correspondiente, en los casos en los que los colectores proyectados funcionen como alivio de los existentes, la estructura de captación se formara por la conexión de la línea en proyecto en alguno de los pozos de visita de la red existente.

Considerando las características de permeabilidad del terreno, el desalojo de las aguas pluviales se propone enviarlos por infiltración hacia el subsuelo, a través de una red pluvial con tubería perforada y un pozo profundo de absorción.

Al utilizar tubería perforada para la conducción, se tendrá una red o zanja de infiltración que culminará en la construcción de un pozo de absorción, garantizando de esta manera que el gasto pluvial infiltrado sea igual o menor a la capacidad del subsuelo.

Tomando en consideración los datos del estudio hidrológico e hidráulico así como las características del suelo en cuanto a su geología, topografía e hidrología, se procedió a desarrollar el proyecto.



## Gastos de diseño para la tubería ranurada

Estos gastos se definen como la cantidad de agua que se infiltra por cada metro de tubería y su forma de obtenerlos es la siguiente:

$K_i$  = Coeficiente de infiltración, que tiene un valor de 0.00105 m/s (de acuerdo a los estudios realizados)

$A$  = Área de un metro de longitud de zanja, considerando que se forma un semicírculo con diámetro igual al ancho de la zanja.

Para tubería de 61 cm de  $\varnothing$

$$A = \frac{1}{2} \pi B * 1 \text{ m} = \frac{1}{2} \pi 1.02 \text{ m} * 1 \text{ m} = 1.6022 \text{ m}^2$$

$$i = e + D = 0.10 + (0.61) = 0.71$$

$$Q_i = K_i * A * i = 0.00105 * 1.6022 * 0.71 = 0.0012 \text{ m}^3/\text{m} = 1.2 \text{ l/m}$$

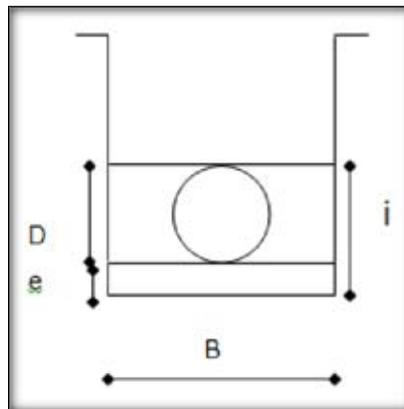


Figura N°. 14 Ancho de Zanja



Por otro lado es importante conocer el caudal que aporta la tubería a través de los orificios, este gasto se determina a través de la siguiente expresión:

$$Q = Cd \times A \times \sqrt{2g \times H}$$

Donde:

Q= Gasto de infiltración en m<sup>3</sup>/s

Cd= Coeficiente de descarga

A= Área del orificio de 0.025 m de diámetro, en m<sup>2</sup>.

g= Fuerza de gravedad

H= Carga, en m, que en nuestro caso corresponde al diámetro del tubo.

Para un tubo de 61 cm de diámetro:

Sustituyendo:

$$Q = 0.65 \times 0.00049 \times \sqrt{19.62 \times 0.71}$$

$$Q = 0.00119 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = 1.19 \text{ l/s, por cada orificio del tubo.}$$

De acuerdo a los resultados obtenidos se observa que el gasto de infiltración por cada uno de los orificios de la tubería, los cuales serán de 0.025 m  $\varnothing$ , es de 1.19 l/s.

Considerando que por metro lineal en tubería de 0.61 m de  $\varnothing$  tendremos 20 orificios el gasto para infiltración en la tubería por metro será:

$$Q = 20 \times 1.19 = 23.80 \text{ l/s}$$



Si comparamos el gasto de infiltración cuando se utiliza tubería de 61 cm de diámetro con el gasto que puede pasar a través de los orificios del mismo tubo, observamos que es mucho mayor el gasto que pasa por los orificios que el que puede infiltrarse al subsuelo, esto es:

$$Q_{\text{orificios}} = 23.80 \text{ l/s/m} > Q_i = 1.2 \text{ l/s/m}$$

De esta manera se concluye que la selección de la tubería por utilizar y el diseño de la red pluvial está en función del gasto de infiltración por ser la condición más desfavorable, pero previendo la posible obstrucción de los orificios en las tuberías.

Una vez determinado lo anterior, se distribuye el gasto total de la cuenca entre la longitud total de tubería que conforma la red, obteniéndose así un gasto unitario.

Después se analiza cada tramo de tubería entre pozos de visita, obteniendo la longitud de cada tramo y multiplicándola por el gasto unitario, de donde se determinará un gasto pluvial propio. De acuerdo con la configuración de la red, los gastos propios se acumularán al de los tramos subsecuentes, obteniendo de esta manera el gasto pluvial que conducirá cada uno de los tramos.

Definido el gasto pluvial acumulado en cada uno de los tramos se hace una preselección del diámetro de tubería a utilizar a fin de que, con este diámetro, se calcule el gasto de infiltración a lo largo de cada uno de los tramos.

Para determinar el gasto de diseño de las tuberías, se realiza nuevamente el proceso de acumulación de gastos, pero ahora, al gasto pluvial del primer tramo se le resta el gasto de infiltración de este mismo tramo. Para el siguiente tramo, el gasto de diseño es la suma del gasto excedente del tramo anterior más el gasto pluvial del propio tramo menos el gasto de infiltración del mismo.



Este procedimiento se repite en todos los tramos de las tuberías hasta que, debido al caudal de conducción, se haga necesario infiltrar el gasto a través de un pozo profundo de absorción, que es donde termina el procedimiento.

En cuanto al cálculo y diseño de los pozos de absorción, se presenta en la tabla siguiente un resumen de los gastos que se generan a la salida de los diferentes colectores que se consideraron.

Nombre del Colector	Gasto de Descarga l/s
Amado Nervo	1553.22
Emilio Abreu Gómez	2187.68
Francisco Villa	1825.68
José Antonio Torres	2044.22
Porfirio Díaz	2092.12
Emiliano Zapata	1500.00

**Tabla N°. 32** Calculo del gasto de infiltración en pozos de absorción

Se infiltra en pozos de distinto diámetro y con gradientes variables, pero llegando a una profundidad de 30 m, en donde el área de infiltración corresponde exclusivamente a la zona donde se tiene tubería ranurada, que es a partir de los 3.00 m de profundidad.



#### **4.7 Procedimiento Constructivo de Colectores y Estructuras Especiales**

Para iniciar los trabajos de las obras indicadas en el proyecto, de los tramos de atarjeas, del colector y las estructuras especiales, se presenta a continuación el proceso constructivo de las actividades indicadas en el catálogo de conceptos.

Los trabajos para la construcción del colector, se inicia con el trazo del desarrollo de la estructura, la cual se efectúa con equipo de topografía, en los planos ejecutivos se cuenta con la información necesaria para ejecutar este trabajo, referenciándolo con el banco de nivel oficial indicado por la dependencia. El trazo se efectúa en su totalidad en zona urbana por lo que se hará por tramos de 100 metros cada uno. Se colocaran en el terreno las referencias necesarias para realizar la excavación, y en cada tramo que se inicie con esta actividad se verifica el trazo.

Una vez que se tengan las referencias del trazo del primer tramo, se inicia con los trabajos de excavación; Primeramente se colocaran el señalamiento del área a trabajar, se llevará a cabo el corte con sierra circular el pavimento en una longitud de 100 metros, en los dos lados donde se llevara a cabo excavación.

En consideración a la zona de trabajo que pone en peligro la estabilidad de las paredes de la excavación, se colocara ademes y puntales. En los lugares donde se tenga excedentes por la extracción de rocas o terrones duros estos huecos duros se rellenaran con material suelto producto de la excavación y el cual deberá ser compactado. El material producto de la excavación se colocara a una distancia suficiente para que no cause contratiempos en los demás trabajos. Las dimensiones, características y sistemas de construcción de los ademes, así como las líneas, niveles, elevaciones y profundidades, serán justamente las ordenadas por el proyecto y/o por el Ingeniero. Una vez existiendo la posibilidad se debe retirar éste material del lugar de la obra.

A continuación, se demolerá el pavimento y se retira el material producto de demolición. Se procede a la excavación en el ancho y profundidad indicado en los planos ejecutivos, utilizando equipo mecánico y retirando el material producto de excavación en forma inmediata. Esta excavación tendrá poca profundidad. El afine de las paredes de la excavación se realiza conforme avance el tendido de la cama de arena. En los puntos



donde se tenga una sobre excavación por la extracción de roca ó terrones duros, estas oquedades se rellenan de material producto de excavación el deberá ser compactado, el material producto de la excavación se coloca a una distancia suficiente para que no cause contratiempos con los trabajos.

Al efectuar la excavación la retroexcavadora coloca el materia a un costado de la cepa, la cual deberá ser retirado en forma inmediata mediante camiones volteos y depositado en el sitio que indique la Dependencia.

En el momento de que la excavación sea terminado en los primeros tramos, así mismo se tenga la tubería preparada en un costado de la cepa, se procede a afinar las paredes de la excavación y a tender o formar la cama de arena. Esta actividad debe avanzar a la par con el tendido y colocación de la tubería.

Se instala la plantilla, cama, en el espesor indicado en los planos ejecutivos, de material producto de banco, arena.

A continuación, se instala el tramo de tubería junteado de la forma que indican las especificaciones en los tramos que indican los planos ejecutivos, entre pozos de visita, y continuar con el siguiente pozo de visita.

Los trabajos de preparación de la tubería, se debe iniciar con tiempo suficiente para tenerla lista en la obra, una vez que se inicie con el tendido de la cama de arena.

El tendido y colocación de la tubería se inicia una vez que se tenga el tramo suficiente de cepa perfectamente acondicionada; en cuanto se tenga unidos los extremos de los tubos.

En los puntos donde se construye un pozo de visita se deja un espacio suficiente entre ambos extremos de la tubería, para su posterior construcción.

El pozo de vista se construye en base al proyecto ejecutivo, de tabique recocado sobre la tubería instalada, con brocal y tapa de concreto.

Posteriormente, se procede al relleno de zanjas, esto se lleva a cabo en capas de 30 cm de espesor y compactado al 90 % Proctor, hasta la superficie.

Para terminar, se repondrá el pavimento del mismo material, y por último se retira el señalamiento el material sobrante y se realiza la limpieza total del área.



Se inicia en el tramo siguiente, los siguientes 100 m y así sucesivamente hasta el final del desarrollo del colector de proyecto.

Una vez definido los sitios para la construcción de los pozos de visita, se procede a ejecutar los trabajos iniciando con el colado de concreto de la plantilla, después la losa de desplante, sobre la losa se levanta los muros de tabique recocido, una vez concluidos los muros, estos se repellan dándoles un acabado pulido, posteriormente se colocan el brocal y la tapa.

Concluidos los trabajos de tendido y colocación de la tubería así como la construcción de los pozos de visita, se procede a realizar la prueba hidrostática en el tramo previamente determinado.

Para la conclusión se lleva a cabo el relleno de la cepa con material producto de la excavación, clasificado y compactado por capas de 30 cm. Y posteriormente se construye el pavimento del mismo material del original.

Se señalará el área de la construcción de las estructuras especiales, rejillas transversales, rejillas longitudinales, bocas de tormenta, rejillas de banquetas, etc.

Se procede a demoler el pavimento mediante cortadora de disco, en el área de la obra que señala el proyecto ejecutivo. Se lleva a cabo el colado de la plantilla y el colado de la losa de desplante y a continuación se construyen los muros de concreto; al construirse la losa cubierta se instala las rejillas.



## **4.8 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

### **RUPTURA DE PAVIMENTO ADOQUINADO, ASFALTICO Y DE CONCRETO**

#### **DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN**

Al llevarse a cabo este tipo de trabajos, se procurara en todos los casos efectuar la ruptura, evitando al máximo perjudicar el pavimento restante y molestias a la población.

#### **OBRA**

Comprende la ejecución de todos los trabajos necesarios para la ruptura y su remoción a un sitio donde no interfiera ni dificulte la ejecución de los trabajos, ya que no será motivo de ningún pago adicional.

El corte en el pavimento se pagara por separado; y se evitara perjudicar el pavimento (en los conceptos en que proceda), y molestias a la población.

#### **MEDICIÓN Y PAGO**

Se medirá y pagará por metro cubico y metros cuadrados en el caso del pavimento adoquinado y la banquetta de concreto con aproximación a un décimo, conforme a las dimensiones de proyecto.

No se considerara para fines de pago la cantidad de obra ejecutada por el Contratista fuera de los lineamientos fijados en el proyecto y/o las indicaciones del Ingeniero.

### **TRAZO Y CORTE CON CORTADORA DE DISCO EN PAVIMENTO ASFALTICO Y PAVIMENTO HIDRÁULICO**

#### **DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN**

Esta actividad se deberá realizar con cortadora de disco o equipo similar que garantice los alineamientos requeridos de acuerdo con el proyecto, debiendo ser vertical y realizando el corte hasta la profundidad necesaria; se incluyen en este concepto todos los cargos directos e indirectos, la mano de obra correspondiente y los materiales tales como el disco, agua, etc., así como la operación del equipo.



## MEDICIÓN Y PAGO

Este se hará por metro lineal de corte en función del proyecto no considerándose para fines de pago la obra ejecutada fuera de los lineamientos fijados en el proyecto.

## **CONSTRUCCIÓN DE BASE CON MATERIAL INERTE**

### DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN

Previamente a la reposición de un pavimento asfáltico o hidráulico se construirá una base de material inerte cuyo espesor será comúnmente de 20 cm., se incluyen en estas actividades el suministro en el lugar de los materiales, su tendido, humedad necesaria y compactación.

### MEDICIÓN Y PAGO

Se cuantificará el volumen colocado a línea de proyecto, sin considerar desperdicios y/o abundamientos (estos deberán quedar involucrados en el análisis del precio) y el pago se hará por metro cubico.

## **PAVIMENTOS O BANQUETAS DE CONCRETO**

### DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN

La construcción o reposición de pavimento o banquetas de concreto, se hará sobre una base compactada, que se paga por separado; y comprende la fabricación, colado, vibrado y curado con curacreto o agua; con la resistencia que se señale en cada concepto; asimismo el concreto se sujetará en lo conducente a la especificación que en este mismo libro aparece sobre concretos, incluyendo el suministro de todos los materiales puestos en obra, así como el retiro de los sobrantes, la mano de obra y el equipo necesarios.

El acabado deberá ser igual al existente. (Liso o rayado).



## MEDICIÓN Y PAGO

La construcción o reposición de pavimentos o banquetas de concreto, se pagará por metro cuadrado con aproximación a un décimo y de acuerdo a dimensiones de proyecto.

## **PAVIMENTO ASFALTICO**

### DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN

La reposición del pavimento asfáltico se hará sobre una base compactada (que no se incluirá dentro de este precio), en la reposición del pavimento se podrán fabricar mezclas asfálticas de materiales pétreos y productos asfálticos en el lugar mismo de la obra, empleando conformadoras o mezcladoras ambulantes. Las mezclas asfálticas formaran una carpeta compacta con el mínimo de vacíos, ya que se usaran materiales graduados para que sea uniforme y resistente a las deformaciones producidas por las cargas y prácticamente impermeable. El material pétreo deberá constar de partículas sanas de material triturado, exentas de materias extrañas y su granulometría debe cumplir las especificaciones para materiales pétreos en mezclas asfálticas.

No se deberán utilizar agregados cuyos fragmentos sean en forma de lajas, que contengan materia orgánica, grumos arcillosos o más de 20 % de fragmentos suaves.

Los materiales asfálticos deben reunir los requisitos establecidos por las Especificaciones de Petróleos Mexicanos.

La mezcla deberá prepararse a mano o con máquina mezcladora y colocarse en capas de espesor inferior al definitivo; independientemente de que se use mezcla en frío o caliente, deberá compactarse de inmediato, ya sea con pisón o con plancha o equipo similar pero adecuado al proyecto.

## MEDICIÓN Y PAGO

La construcción o reposición de pavimento asfáltico se pagará por metro cuadrado con aproximación a un décimo, en base a proyecto y en función del espesor de la carpeta.



## **CARGA A CAMIÓN DE MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACIÓN**

### **DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN**

La suma de maniobras que se deban de realizar para cargar un camión con medios mecánicos o manuales, de material producto de excavación u otro tipo de materiales es lo que se valúa con la presente especificación, dentro de estos incluye las posibles maniobras, acarreos y manejos que se requieran.

### **MEDICIÓN Y PAGO**

La carga a camión de materiales producto de excavación se pagará por metro cúbico con aproximación al décimo, y para su cuantificación se utilizarán líneas de proyecto originales, es decir lleva involucrado el abundamiento, por lo que el contratista deberá valorar el tipo de material, así como las condiciones en que se encuentre.

## **LIMPIEZA Y TRAZO EN EL ÁREA DE TRABAJO**

### **DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN**

Se entenderá por limpieza y trazo a las actividades involucradas con la limpieza del terreno de maleza, basura, piedras sueltas etc., y su retiro a sitios donde no entorpezca la ejecución de los trabajos; asimismo en el alcance de este concepto está implícito el trazo y la nivelación instalando bancos de nivel y el estacado necesario en el área por construir.

En ningún caso la Comisión hará más de un pago por limpia, trazo y nivelación ejecutados en la misma superficie.

Cuando se ejecuten conjuntamente con la excavación de la obra y/o el desmonte algunas actividades de desyerbe y limpia, la Comisión no considerara pago alguno.

### **MEDICIÓN Y PAGO**

Para fines de pago se medirá el área de trabajo de la superficie objeto de limpia, trazo y nivelación, medida está en su proyección horizontal, y tomando como unidad el metro cuadrado con aproximación a la unidad.



## **EXCAVACIÓN DE ZANJAS**

Para la clasificación de las excavaciones por cuanto a la dureza del material se entenderá por "material común", la tierra, arena, grava, arcilla y limo, o bien todos aquellos materiales que puedan ser aflojados manualmente con el uso del zapapico, así como todas las fracciones de roca, piedras sueltas, peñascos, etc., que cubiquen aisladamente menos de 0.75 de metro cubico y en general todo tipo de material que no pueda ser clasificado como roca fija.

Se entenderá por "roca fija" la que se encuentra en mantos con dureza y con textura que no pueda ser aflojada o resquebrajada económicamente con el solo uso de zapapico y que solo pueda removerse con el uso previo de explosivos, cuñas o dispositivos mecánicos de otra índole.

También se consideran dentro de esta clasificación aquellas fracciones de roca, piedra suelta, o peñascos que cubiquen aisladamente más de 0.75 de metro cubico.

Cuando el material común se encuentre entremezclado con la roca fija en una proporción igual o menor al 25% del volumen de esta, y en tal forma que no pueda ser excavado por separado, todo el material será considerado como roca fija.

Para clasificar material se tomará en cuenta la dificultad que haya presentado para su extracción. En caso de que el volumen por clasificar este compuesto por volúmenes parciales de material común y roca fija se determinara en forma estimativa el porcentaje en que cada uno de estos materiales interviene en la composición del volumen total.

## **DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN**

Se entenderá por "excavación de zanjas" la que se realice según el proyecto y/u órdenes del Ingeniero para alojar la tubería de las redes de agua potable y alcantarillado, incluyendo las operaciones necesarias para amacizar o limpiar la plantilla y taludes de las mismas, la remoción del material producto de las excavaciones, su colocación a uno o a ambos lados de la zanja disponiéndolo en tal forma que no interfiera con el desarrollo normal de los trabajos y la conservación de dichas excavaciones por el tiempo que se requiera para la instalación satisfactoria de la tubería. Incluye igualmente las



operaciones que deberá efectuar el Contratista para aflojar el material manualmente o con equipo mecánico previamente a su excavación cuando se requiera.

El producto de la excavación se depositará a uno o a ambos lados de la zanja, dejando libre en el lado que fije el Ingeniero un pasillo de 60 cm. entre el límite de la zanja y el pie del talud del bordo formado por dicho material. El Contratista deberá conservar este pasillo libre de obstáculos.

Las excavaciones deberán ser afinadas en tal forma que cualquier punto de las paredes de las mismas no diste en ningún caso más de 5 cm. de la sección de proyecto, cuidándose que esta desviación no se repita en forma sistemática. El fondo de la excavación deberá ser afinado minuciosamente a fin de que la tubería que posteriormente se instale en la misma quede a la profundidad señalada y con la pendiente de proyecto.

Las dimensiones de las excavaciones que formaran las zanjas variarán en función del diámetro de la tubería que será alojada en ellas.

La profundidad de la zanja será medida hacia abajo a contar del nivel natural del terreno, hasta el fondo de la excavación.

El ancho de la zanja será medido entre las dos paredes verticales paralelas que la delimitan.

El afine de los últimos 10 cm. del fondo de la excavación se deberá efectuar con la menor anticipación posible a la colocación de la tubería. Si por exceso en el tiempo transcurrido entre el afine de la zanja y el tendido de la tubería se requiere un nuevo afine antes de tender la tubería, este será por cuenta exclusiva del Contratista.

Cuando la excavación de zanjas se realice en material común, para alojar tuberías de concreto que no tenga la consistencia adecuada a juicio del Ingeniero, la parte central del fondo de la zanja se excavará en forma redondeada de manera que la tubería apoye sobre el terreno en todo el desarrollo de su cuadrante inferior y en toda su longitud. A este mismo efecto, antes de bajar la tubería a la zanja o durante su instalación deberá excavar en los lugares en que quedaran las juntas, cavidades o "conchas" que alojen las campanas o cajas que formaran las juntas. Esta conformación deberá efectuarse inmediatamente antes de tender la tubería.



El Ingeniero deberá vigilar desde el momento en que se inicie la excavación hasta que se termine el relleno de la misma, incluyendo el tiempo necesario para la colocación y prueba de la tubería, y no transcurra un lapso mayor de 7 días calendario.

Cuando la excavación de zanjas se realice en roca fija, se permitirá el uso de explosivos, siempre que no altere el terreno adyacente a las excavaciones y previa autorización por escrito del Ingeniero. El uso de explosivos se restringirá en aquellas zonas en que su utilización pueda causar perjuicios a las obras, o bien cuando por usarse explosivos dentro de una población se causen daños o molestias a sus habitantes.

Cuando la resistencia del terreno o las dimensiones de la excavación sean tales que pongan en peligro la estabilidad de las paredes de la excavación, a juicio del Ingeniero, este ordenará al Contratista la colocación de los ademes y puntales que juzgue necesarios para la seguridad de las obras, la de los trabajadores o que exijan las leyes o reglamentos en vigor.

Las características y forma de los ademes y puntales serán fijadas por el Ingeniero sin que esto releve al Contratista de ser el único responsable de los daños y perjuicios que directa o indirectamente se deriven por falla de los mismos.

El ingeniero está facultado para suspender total o parcialmente las obras cuando considere que el estado de las excavaciones no garantiza la seguridad necesaria para las obras y/o los trabajadores, hasta en tanto no se efectúen los trabajos de ademe o apuntalamiento.

El criterio constructivo del Contratista será de su única responsabilidad y cualquier modificación, no será motivo de cambio en el precio unitario, deberá tomar en cuenta que sus rendimientos propuestos sean congruentes con el programa y con las restricciones que pudiesen existir.

En la definición de cada concepto queda implícito el objetivo de la Comisión, el Contratista debe proponer la manera de ejecución y su variación aun a petición de la Comisión (por improductivo) no será motivo de variación en el precio unitario; las excavaciones para estructuras que sean realizadas en las zanjas (por ejemplo para cajas de operación de



válvulas, pozos, etc.), serán liquidadas con los mismos conceptos de excavaciones para zanjas.

El contratista deberá tomar en cuenta que la excavación no rebase los 200 m., adelante del frente de instalación del tubo, a menos que la Comisión a través de su Representante lo considere conveniente en función de la estabilidad del terreno y cuente con la autorización por escrito.

Se ratifica que el pago que la Comisión realiza por las excavaciones, es función de la sección teórica del Proyecto, por lo que se deberán hacer las consideraciones y previsiones para tal situación.

#### MEDICIÓN Y PAGO

La excavación de zanjas se medirá en metros cúbicos con aproximación de un decimal. Al efecto se determinarán los volúmenes de las excavaciones realizadas por el Contratista según el proyecto y/o las ordenes del Ingeniero.

No se considerarán para fines de pago las excavaciones hechas por el Contratista fuera de las líneas de proyecto, ni la remoción de derrumbes originados por causas imputables al Contratista que al igual que las excavaciones que efectúe fuera del proyecto serán consideradas como sobre-excavaciones.

Los trabajos de bombeo que deba realizar el Contratista para efectuar las excavaciones y conservarlas en seco durante el tiempo de colocación de la tubería le serán pagadas por separado. Igualmente le será pagado por separado el acarreo a los bancos de desperdicio que señale el Ingeniero, del material producto de excavaciones que no haya sido utilizado en el relleno de las zanjas por exceso de volumen, por su mala calidad o por cualquiera otra circunstancia.

Se considerará que las excavaciones se efectúan en agua, solamente en el caso en que el material por excavar se encuentre bajo agua, con un tirante mínimo de 50 cm. que no pueda ser desviada o agotada por bombeo en forma económicamente conveniente para la Comisión, quien ordenará y pagará en todo caso al Contratista las obras de desviación o el bombeo que deba efectuarse.



Se considerará que las excavaciones se efectúen en material lodoso cuando por la consistencia del material se dificulte especialmente su extracción, incluso en el caso en que haya usado bombeo para abatir el nivel del agua que lo cubría; así mismo en terrenos pantanosos que se haga necesario el uso de dispositivos de sustentación (balsas) para el equipo de excavación. Y cuando las excavaciones se efectúen en agua o material lodoso se le pagara al Contratista con el concepto que para tal efecto exista.

A manera de resumen se señalan las actividades fundamentales con carácter enunciativo:

- Afloje del material y su extracción.
- Amacice o limpieza de plantilla y taludes de la zanjas y afines.
- Remoción del material producto de las excavaciones.
- Traspaleos verticales cuando estos sean procedentes; y horizontales cuando se requieran.
- Conservación de las excavaciones hasta la instalación satisfactoria de las tuberías.
- Extracción de derrumbes.
- El pago de los conceptos se hará en función de las características del material y de sus condiciones; es decir, seco o en agua.

## **PLANTILLAS APISONADAS**

### **DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN**

Cuando a juicio del Ingeniero el fondo de las excavaciones donde se instalaran tuberías no ofrezca la consistencia necesaria para sustentarlas y mantenerlas en su posición en forma estable o cuando la excavación haya sido hecha en roca que por su naturaleza no haya podido afinarse en grado tal que la tubería tenga el asiento correcto, se construirá una plantilla apisonada de 10 cm. de espesor mínimo, hecha con material adecuado para dejar una superficie nivelada para una correcta colocación de la tubería.



La plantilla se apisonará hasta que el rebote del pisón señale que se ha logrado la mayor compactación posible, para lo cual al tiempo del pisoneado se humedecerán los materiales que forman la plantilla para facilitar su compactación.

Así mismo la plantilla se podrá apisonar con pisón metálico o equipo, hasta lograr el grado de compactación estipulada.

La parte central de las plantillas que se construyan para apoyo de tuberías de concreto será construida en forma de canal semicircular para permitir que el cuadrante inferior de la tubería descansa en todo su desarrollo y longitud sobre la plantilla.

Las plantillas se construirán inmediatamente antes de tender la tubería y previamente a dicho tendido el Contratista deberá recabar el visto bueno del Ingeniero para la plantilla construida, ya que en caso contrario este podrá ordenar, si lo considera conveniente, que se levante la tubería colocada y los tramos de plantilla que considere defectuosos y que se construyan nuevamente en forma correcta, sin que el Contratista tenga derecho a ninguna compensación adicional por este concepto.

#### MEDICIÓN Y PAGO

La construcción de plantilla será medida para fines de pago en metros cúbicos con aproximación a un décimo. Al efecto se determinará directamente en la obra la plantilla construida.

No se estimarán para fines de pago las superficies o volúmenes de plantilla construidas por el Contratista para relleno de sobre- excavaciones.

La construcción de plantillas se pagará al Contratista a los Precios Unitarios que correspondan en función del trabajo ejecutado; es decir, si es con material de banco o con material producto de excavación.

A continuación de manera enunciativa se señalan las principales actividades que deben incluir los Precios Unitarios de acuerdo con cada concepto y en la medida que proceda:

- Obtención, extracción, carga, acarreo primer kilometro y descarga en el sitio de la utilización del material.



- Selección del material y/o papeo.
- Proporcionar la humedad necesaria para la compactación (aumentar o disminuir).
- Compactar al porcentaje especificado.
- Acarreos y maniobras totales.
- Re-compactar el terreno natural para restituir las condiciones originales antes de la colocación de la plantilla.

## **RELLENO DE ZANJAS**

### **DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN**

Se entenderá por "relleno sin compactar" el que se haga por el simple depósito del material para relleno, con su humedad natural, sin compactación alguna, salvo la natural que produce su propio peso.

Se entenderá por "relleno compactado" aquel que se forme colocando el material en capas sensiblemente horizontales, del espesor que señale el Ingeniero, pero en ningún caso mayor de 15 cm. con la humedad que requiera el material de acuerdo con la prueba PROCTOR, para su máxima compactación. Cada capa será compactada uniformemente en toda su superficie mediante el empleo de pistones de mano o neumático hasta obtener la compactación requerida.

Por relleno de excavaciones de zanjas se entenderá el conjunto de operaciones que deberá ejecutar el Contratista para rellenar hasta el nivel original del terreno natural o hasta los niveles señalados por el proyecto y/o las ordenes del Ingeniero, las excavaciones que hayan realizado para alojar las tuberías de redes de agua potable, así como las correspondientes a estructuras auxiliares y a trabajos de jardinería.

No se deberá proceder a efectuar ningún relleno de excavación sin antes obtener la aprobación por escrito del Ingeniero, pues en caso contrario, este podrá ordenar la total extracción del material utilizado en rellenos no aprobados por el, sin que el Contratista tenga derecho a ninguna retribución por ello.

La primera parte del relleno se hará invariablemente empleando en ella tierra libre de piedras y deberá ser cuidadosamente colocada y compactada a los lados de los cimientos



de estructuras y abajo y a ambos lados de las tuberías. En el caso de cimientos y de estructuras, este relleno tendrá un espesor mínimo de 60 cm., en el caso de rellenos para trabajos de jardinería el relleno se hará en su totalidad con tierra libre de piedras y cuando se trate de tuberías, este primer relleno se continuará hasta un nivel de 30 cm. arriba del lomo superior del tubo o según proyecto. Después se continuará el relleno empleando el producto de la propia excavación, colocándolo en capas de 20 cm. de espesor como máximo, que serán humedecidas y apisonadas.

Cuando por la naturaleza de los trabajos no se requiera un grado de compactación especial, el material se colocará en las excavaciones apisonándolo ligeramente, hasta por capas sucesivas de 20 cm. colmar la excavación dejando sobre de ella un montículo de material con altura de 15 cm. sobre el nivel natural del terreno, o de la altura que ordene el Ingeniero.

Cuando el proyecto y/o las órdenes del Ingeniero así lo señalen, el relleno de excavaciones deberá ser efectuado en forma tal que cumpla con las especificaciones de la técnica "PROCTOR" de compactación, para lo cual el Ingeniero ordenará el espesor de las capas, el contenido de humedad del material, el grado de compactación, procedimiento, etc., para lograr la compactación óptima.

La consolidación empleando agua no se permitirá en rellenos en que se empleen materiales arcillosos o arcillo-arenosos, y a juicio del Ingeniero podrá emplearse cuando se trate de material rico en terrones o muy arenoso. En estos casos se procederá a llenar la zanja hasta un nivel de 20 cm. abajo del nivel natural del terreno vertiendo agua sobre el relleno ya colocado hasta lograr en el mismo un encharcamiento superficial; al día siguiente, con una pala se pulverizará y alisará toda la costra superficial del relleno anterior y se rellenará totalmente la zanja, consolidando el segundo relleno en capas de 15 cm. de espesor, quedando este proceso sujeto a la aprobación del Ingeniero, quien dictará modificaciones o modalidades.



La tierra, rocas y cualquier material sobrante después de rellenar las excavaciones de zanjas, serán acarreados por el Contratista hasta el lugar de desperdicios que señale el Ingeniero.

Los rellenos que se hagan en zanjas ubicadas en terrenos de fuerte pendiente, se terminaran en la capa superficial empleando material que contenga piedras suficientemente grandes para evitar el deslave del relleno motivado por el escurrimiento de las aguas pluviales, durante el periodo comprendido entre la terminación del relleno de la zanja y la reposición del pavimento correspondiente. En cada caso particular el Ingeniero dictará las disposiciones pertinentes.

#### MEDICIÓN Y PAGO

El relleno de excavaciones de zanja que efectúe el Contratista, le será medido en metros cúbicos de material colocado con aproximación de un décimo. El material empleado en el relleno de sobre-excavaciones o derrumbes imputables al Contratista no será valuado para fines de estimación y pago.

De acuerdo con cada concepto y en la medida que proceda con base en su propia definición, los Precios Unitarios deben incluir con carácter enunciativo las siguientes actividades:

- Obtención, extracción, carga, acarreo primer kilómetro y descarga en el sitio de utilización del material.
- Proporcionar la humedad necesaria para compactación al grado que este estipulado (quitar o adicionar).
- Seleccionar el material y/o papear.
- Compactar al porcentaje especificado.
- Acarreo, movimientos y traspaleos locales.



## **INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD**

### **DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN**

La instalación de tubería de polietileno de alta densidad, es un sistema en el las uniones se llevan a cabo por medio de termofusión; esto es calentado simultáneamente las dos partes por unir hasta alcanzar el grado de fusión necesaria, para que después con una presión controlada sobre ambos elementos, se logre una unión monolítica 100 por ciento hermética y más resistente que la propia tubería.

En la nomenclatura de la tubería de PVC, se utiliza el término RD como referencia para establecer los diferentes espesores de la tubería según su rango de presión de trabajo; siendo la abreviatura la relación de dimensiones, es decir es la proporción que existe entre el diámetro exterior y el espesor mínimo de pared del tubo. De acuerdo con lo anterior, a menor número de RD corresponde una pared más delgada en comparación con el diámetro exterior.

En la generalidad las especificaciones para la instalación de este tipo de tubería, son las mismas que para las de asbesto cemento y PVC excepto las modalidades que son función de las características de estas tuberías.

### **MEDICIÓN Y PAGO**

La instalación será medida en metros con aproximación de un décimo; al efecto se determinarán directamente en la obra las longitudes de tubería colocadas en función de su diámetro, y de acuerdo al proyecto. Debiendo incluir las siguientes actividades que se mencionan con carácter enunciativo:

- Revisión de la tubería para certificar su buen estado.
- Maniobras y acarreo para colocarla al lado de la zanja.
- Instalación y unión de la tubería, bajada de la misma, y prueba hidrostática con manejo del agua y reparaciones que se pudiesen requerir.



## **CONSTRUCCIÓN DE POZOS DE VISITA Y CAJAS DE CAÍDA**

### **DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN**

Se entenderán por pozos de visita las estructuras diseñadas y destinadas para permitir el acceso al interior de las tuberías de alcantarillado, especialmente para las operaciones de su limpieza.

Estas estructuras serán construidas en los lugares que señale el proyecto y/u ordene el Ingeniero durante el curso de la instalación de las tuberías. No se permitirá que existan más de 125 m. instaladas de tuberías de alcantarillado sin que estén terminados los respectivos pozos de visita.

La construcción de la cimentación de los pozos de visita deberá hacerse previamente a la colocación de las tuberías para evitar que se tenga que excavar bajo los extremos de las tuberías y que estos sufran desalojamientos.

Los pozos de visita se construirán según el plano aprobado por la Comisión y serán de mampostería común de tabique junteada con mortero de cemento y arena en proporción de 1:3. Los tabiques deberán ser mojados previamente a su colocación, con juntas de espesor no mayor que 1.5 cm. Cada hilada deberá quedar desplazada con respecto a la anterior en tal forma que no exista coincidencia entre las juntas verticales de los tabiques que las forman (cuatrapeado).

El paramento interior se recubrirá con un aplanado de mortero de cemento de proporción 1:3 y con un espesor mínimo de 1.0 cm. que será terminado con llana o regla y pulido fino de cemento. El aplanado se curará, se emplearán cerchas para construir los pozos y posteriormente comprobar su sección. Las inserciones de las tuberías con estas estructuras se emboquillarán en la forma indicada en los planos o en la que prescriba el Ingeniero.

Al construir la base de concreto de los pozos de visita se harán en ellas los canales de "media caña" correspondientes, por alguno de los procedimientos siguientes:

a).- Al hacerse el colado del concreto de la base se formarán directamente las "medias cañas", mediante el empleo de cerchas.



b).- Se construirán de mampostería de tabique y mortero de cemento dándoles su forma adecuada, mediante cerchas.

c).- Se ahogaran tuberías cortadas a "media caña" al colarse el concreto, para lo cual se continuarán dentro del pozo los conductos del alcantarillado, colando después el concreto de la base hasta la mitad de la altura de los conductos del alcantarillado dentro del pozo, cortándose a cincel la mitad superior de los conductos después de que endurezca suficientemente el concreto de la base, a juicio del Ingeniero.

d).- Se pulirán cuidadosamente, en su caso, los canales de "media caña" y serán acabados de acuerdo con los planos del proyecto.

Cuando así lo señale el proyecto, se construirán pozos de visita de " tipo especial", según los planos que proporcionará oportunamente la Comisión al Contratista, los que fundamentalmente estarán formados de tres partes:

En su parte inferior una caja rectangular de mampostería de piedra de tercera, juntada con mortero de cemento 1:3, en la cual se emboquillarán las diferentes tuberías que concurran al pozo y cuyo fondo interior tendrá la forma indicada en el plano tipo correspondiente; una segunda parte formada por la chimenea del pozo, con su brocal y tapa; ambas partes se ligan por una pieza de transición, de concreto armado, indicada en los planos tipo.

Cuando existan cajas de caída que formen parte del alcantarillado, estas podrán ser de dos tipos:

a).- Caídas de altura inferior a 0.50 metros. Se construirán dentro del pozo de visita sin modificación alguna a los planos tipo de las mismas.

b).- Caídas de altura entre 0.50 y 2.0 metros. Se construirán las cajas de caída adosadas a los pozos de visita de acuerdo con el plano tipo respectivo de ellas.

La mampostería de tercera, y el concreto que se requieran para la construcción de los pozos de visita de "tipo especial" y las cajas de caída, deberán llenar los requisitos señalados en las especificaciones relativas a esos conceptos de trabajo.



## MEDICIÓN Y PAGO

La construcción de pozos de visita y de cajas de caída se medirá en unidades. Al efecto se determinará en la obra el número de ellos construidos según el proyecto y/o las órdenes del Ingeniero, clasificando los pozos de visita bien sea en tipo común o tipo especial de acuerdo con las diferentes profundidades y diámetros; esto también es válido para las cajas de caída. De manera enunciativa se señalan las actividades principales que integran los conceptos referentes a pozos de visita y cajas de caída:

El suministro y colocación de todos los materiales puestos en obra incluyendo fletes, maniobras locales, desperdicios y mermas así como la mano de obra correspondiente. No se incluyen en estos conceptos excavaciones, rellenos ni suministro y colocación de brocales.

## **BROCALES Y TAPAS PARA POZOS DE VISTA**

### DEFINICIÓN Y EJECUCIÓN

Se entenderá por colocación de brocales, tapas y coladeras a las actividades que ejecute el Contratista en los pozos de visita y coladeras pluviales de acuerdo con el proyecto y/o las órdenes del Ingeniero.

Cuando el proyecto y/o las órdenes del Ingeniero lo señalen los brocales, tapas y coladeras deberán ser de fierro fundido.

La colocación de brocales, tapas y coladeras de fierro fundido serán estimadas y liquidadas de acuerdo con este concepto en su definición implícita.

Cuando de acuerdo con el proyecto y/o las órdenes del Ingeniero los brocales, tapas y rejillas deban ser de concreto, serán fabricados y colocados por el Contratista.

El concreto que se emplee en la fabricación de brocales, tapas y rejillas deberá de tener una resistencia  $f'c=175\text{kg/cm}^2$  y ser fabricado de acuerdo con las especificaciones respectivas.



## MEDICIÓN Y PAGO

La colocación de brocales, tapas y rejillas, así como la fabricación y colocación de brocales y tapas de concreto, se medirá en piezas. Al efecto se determinara en la obra el número de piezas colocadas en base al proyecto.

El precio unitario incluye el suministro de todos los materiales, mermas y acarrees, fletes; la mano de obra y el equipo (no incluye el suministro de brocal y tapa de fierro fundido; pero si su manejo, maniobras locales e instalación).



## **CONCLUSIONES**

No es raro que el crecimiento de los desarrollos urbanos vaya por delante de la dotación de infraestructura urbana y servicios proporcionados por los municipios, brindándose éstos a través del tiempo, para resolver una situación en particular y no en lo general, pero que al final de cuentas resultan ser insuficientes. Tal parece ser el caso del Municipio de Ensenada, propiamente en el sector Chapultepec, que presenta un cambio en su uso de suelo ocasionando con ello la demanda de mayores servicios para su población.

Para el caso en estudio, en el cual se aprecia la transformación de una cuenca natural a cuenca urbana, teniendo como consecuencia la desaparición de las corrientes naturales, cambios en los coeficientes de infiltración, complicando con ello las salidas e incrementando los escurrimientos superficiales que se generan en el lugar.

Con la información recabada durante el desarrollo del presente caso, se propuso un sistema de alcantarillado pluvial para dar solución a la captación de los escurrimientos superficiales.



## BIBLIOGRAFIA

- Comisión Nacional del Agua (CNA)  
Manual de Alcantarillado Pluvial  
Gerencia de Ingeniería Básica y Normas Técnicas  
Año 2000  
Páginas 352
- Comisión Estatal del Agua de Baja California  
Normas de Proyecto para Obras de Alcantarillado Pluvial para el Estado de Baja California  
Secretaría de Infraestructura y Desarrollo Urbano  
Baja California, México  
Año 2009
- Gobierno Municipal de Ensenada  
Plan Municipal de Desarrollo Ensenada 2008-2010  
Ensenada, Baja California, México  
Año 2008  
Páginas 152
- Instituto Municipal de Investigación y Planeación de Ensenada  
Plan Estratégico de Desarrollo Económico del Municipio de Ensenada  
Ensenada, Baja California, México  
Año 2011  
Páginas 221
- <http://smn.cna.gob.mx/>



## ANEXOS

### Figuras

Figura N° 1. Ubicación del Municipio de Ensenada, Baja California, México	6
Figura N° 2. Localización geográfica de la zona de estudio	9
Figura N° 3. Cuenca de Influencia del Río Conocido como "Río Campillo"	11
Figura N° 4. De estas corrientes solamente queda la salida del Río Campillo	11
Figura N° 5. Representación Gráfica del Método Racional	14
Figura N° 6. Hidrograma de Esgurrimiento	15
Figura N° 7. Suma de Hidrogramas Concurrentes	16
Figura N° 8. Suma de Hidrogramas Consecutivos	17
Figura N° 9. Hietograma de Bloques	25
Figura N° 10. Zona de Proyecto	50
Figura N° 11. Sistema de Drenaje Pluvial I	51
Figura N° 12. Sistema de Drenaje Pluvial II	52
Figura N° 13. Sistema de Drenaje Pluvial III	53
Figura N° 14. Ancho de Zanja	75

### Tablas

Tabla N° 1. Valores del Coeficiente de Esgurrimiento para Zonas Urbanizadas	18
Tabla N° 2. Valores del Coeficiente de Esgurrimiento para Zonas Naturales	19
Tabla N° 3. Valores del Período de Retorno (Tr)	22
Tabla N° 4. Datos para determinar el tiempo de Concentración	23
Tabla N° 5. Intensidades	24
Tabla N° 6. Estaciones Meteorológicas	31
Tabla N° 7. Precipitación de la Estación Ensenada	32
Tabla N° 8. Precipitación de la Estación Bahía de los Ángeles 1/2	35
Tabla N° 9. Precipitación de la Estación Bahía de los Ángeles 2/2	36
Tabla N° 10. Precipitación de la Estación El Arco 1/2	39



Tabla N° 11. Precipitación de la Estación El Arco 2/2	40
Tabla N° 12. Precipitación de la Estación Las Escobas 1/2	43
Tabla N° 13. Precipitación de la Estación Las Escobas 2/2	44
Tabla N° 14. Colectores del Sistema de Drenaje Pluvial II	52
Tabla N° 15. Características Hidráulicas de los Canales del Colector Lázaro Cárdenas	56
Tabla N° 16. Colector Alfonso Reyes	58
Tabla N° 17. Colector Álvaro Obregón	59
Tabla N° 18. Colector Emiliano Zapata 1/2	60
Tabla N° 19. Colector Emiliano Zapata 2/2	61
Tabla N° 20. Colector Amado Nervo	62
Tabla N° 21. Colector Plutarco Elías Calles 1/2	63
Tabla N° 22. Colector Plutarco Elías Calles 2/2	64
Tabla N° 23. Colector Francisco Villa 1/2	65
Tabla N° 24. Colector Francisco Villa 2/2	66
Tabla N° 25. Colector Francisco I. Madero 1/2	67
Tabla N° 26. Colector Francisco I. Madero 2/2	68
Tabla N° 27. Colector Porfirio Díaz 1/2	69
Tabla N° 28. Colector Porfirio Díaz 2/2	70
Tabla N° 29. Colector José Antonio Torres 1/2	71
Tabla N° 30. Colector José Antonio Torres 2/2	72
Tabla N° 31. Colector Emilio Abreu Gómez	73
Tabla N° 32. Calculo del gasto de infiltración en pozos de absorción	78

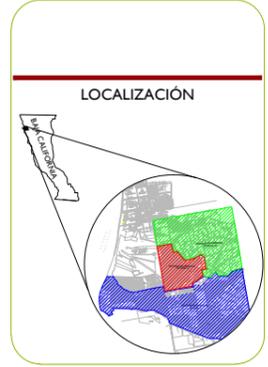
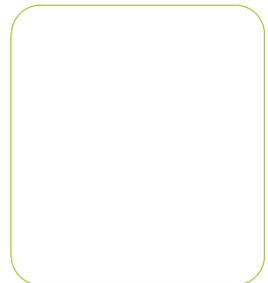
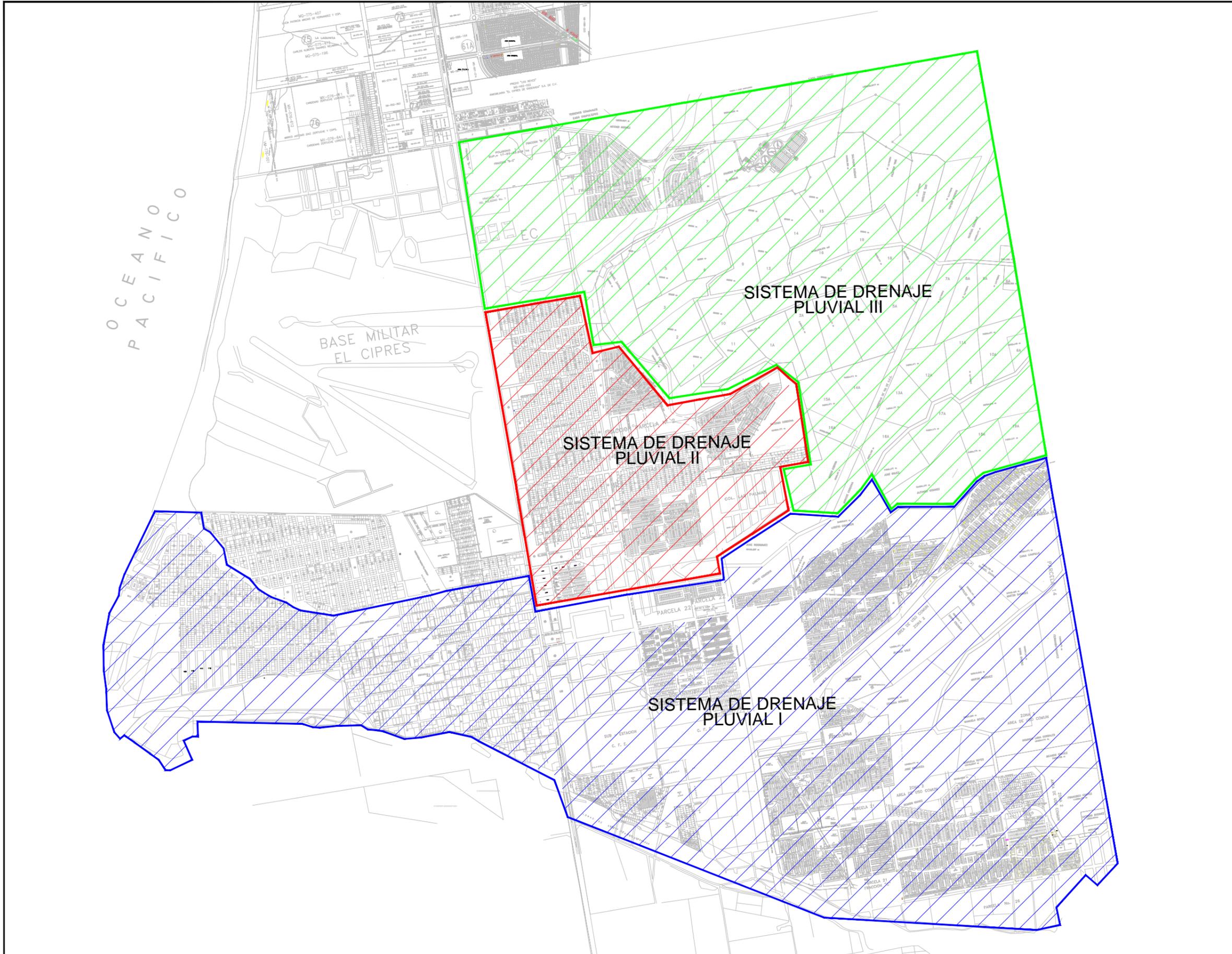


## **Gráficas**

Gráfica N° 1. Curvas de I-D-Tr para 20 años	23
Gráfica N° 2. Promedio Diario y Máximo de Precipitación en 24 horas por Década-Mes, Estación Ensenada	33
Gráfica N° 3. Distribución Anual del Promedio diario de Precipitación, Estación Ensenada	34
Gráfica N° 4. Promedio Diario y Máximo de Precipitación en 24 horas por Década-Mes, Estación Bahía de los Ángeles	37
Gráfica N° 5. Distribución Anual del Promedio diario de Precipitación, Estación Bahía de los Ángeles	38
Gráfica N° 6. Promedio Diario y Máximo de Precipitación en 24 horas por Década-Mes, Estación El Arco	41
Gráfica N° 7. Distribución Anual del Promedio diario de Precipitación, Estación El Arco	42
Gráfica N° 8. Promedio Diario y Máximo de Precipitación en 24 horas por Década-Mes, Estación Las Escobas	45
Gráfica N° 9. Distribución Anual del Promedio diario de Precipitación, Estación Las Escobas	46

## **Fotografías**

Fotografía N° 1 y 2. Inicio del Arroyo Campillo	47
Fotografía N° 3 y 4. Estructuras de vertido sobre la Carretera Transpeninsular	47
Fotografía N° 5 y 6. Parte alta del canal denominado Campillo, con intersección Con Avenida Hidalgo Oeste	48



SIMBOLOGIA

	SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL I
	SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL II
	SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL III

NOTAS

CONTIENE:

ESCALA: 1:5000    M2 DE RENOVACIÓN:    PLANO: SDP-01

FACULTAD: FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGON

ASESOR: M. en C. LUIS POMPOSO VIGUERAS MUÑOZ

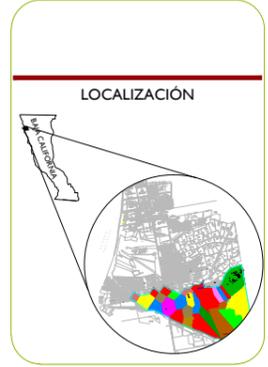
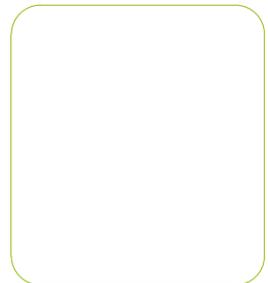
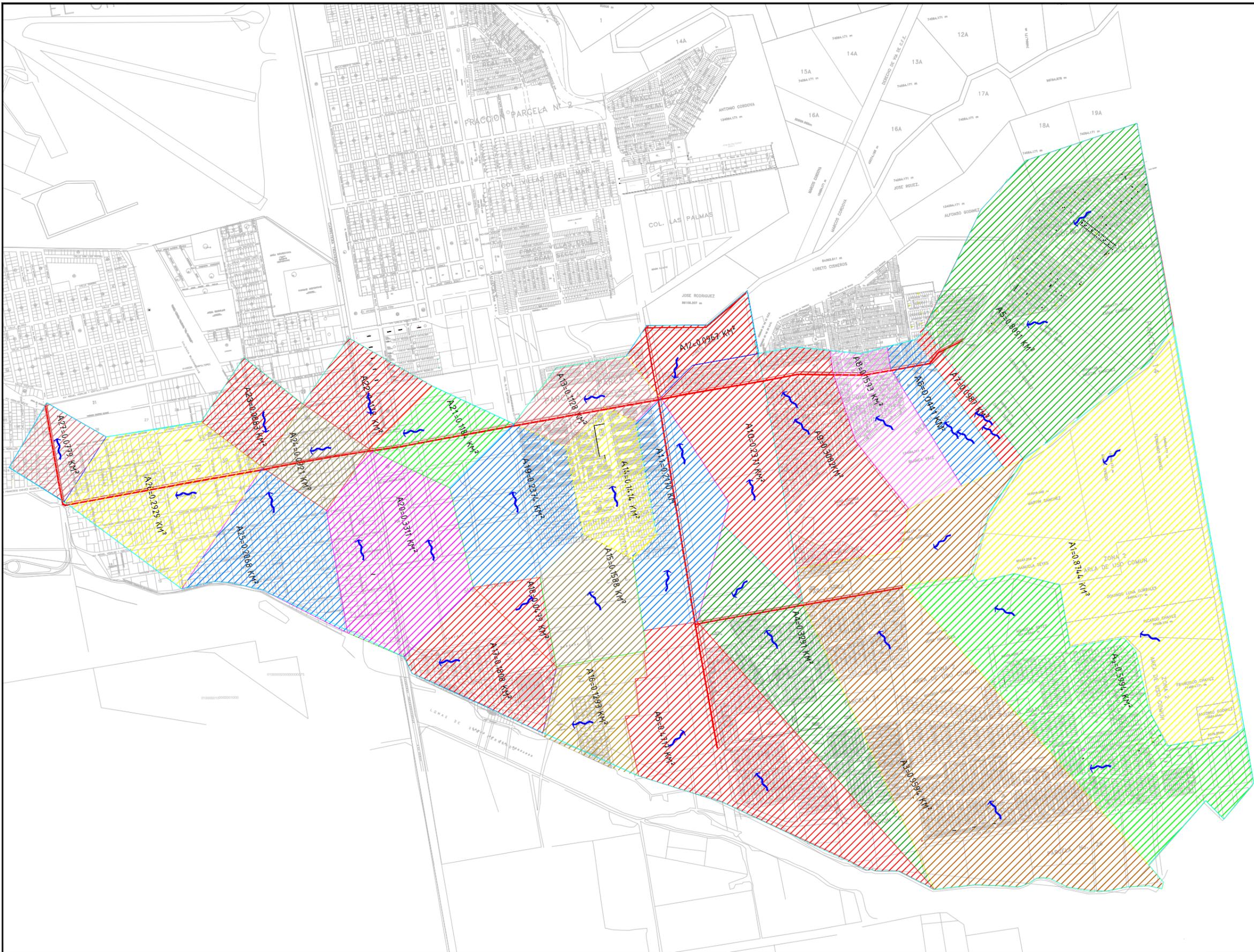
DIBUJO: CHRISTIAN ALFREDO HIDALGO GARCIA

PROYECTO: PROYECTO DE SOLUCIÓN DEL DRENAJE PLUVIAL PARA EL SECTOR DENOMINADO CHAPULTEPEC EN EL MUNICIPIO DE ENSENADA, BAJA CALIFORNIA.

FECHA: NOVIEMBRE DEL 2014

**SISTEMAS DE DRENAJE PLUVIAL**

ESC. 1:5000



**SIMBOLOGIA**

- AREA DE TRIBUTARIA
- ◊ DELIMITACION
- DIRECCION DE ESCORRIMIENTO
- COLECTOR RECTANGULAR

**NOTAS**

CONTIENE:

ESCALA: 1:5000	M2 DE REHABILITACION:	PLANO: SDP-02
-------------------	--------------------------	------------------

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGON

ASESOR:  
M. en C. LUIS POMPOSO VIGUERAS MUÑOZ

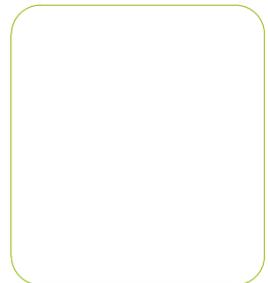
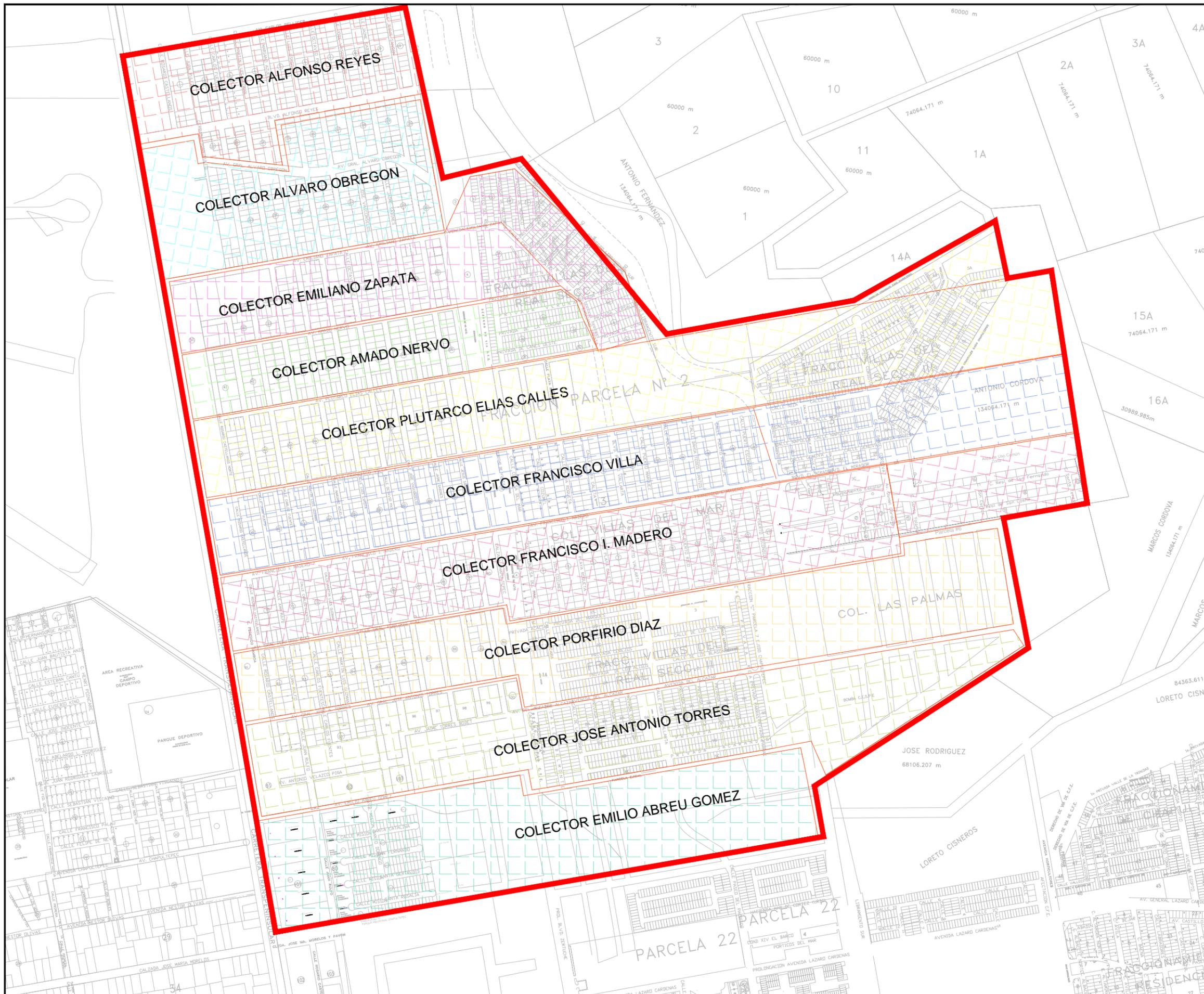
DIBUJO:  
CHRISTIAN ALFREDO HIDALGO GARCIA

PROYECTO:  
PROPUESTA DE SOLUCIÓN DEL DRENAJE PLUVIAL,  
PARA EL SECTOR DENOMINADO CHAPULTEPEC, EN  
EL MUNICIPIO DE ENSENADA, BAJA CALIFORNIA.

FECHA:  
NOVIEMBRE DEL 2014

**SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL I**

ESC. 1:5000



**DATOS DE PROYECTO**

DATOS DE PROYECTO		
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
INTENSIDAD DE LLUVIA	mm/hr	41.7
GASTO PLUVIAL	l/s	2111.20
SUPERFICIE DRENADA	ha	227.80
COEFICIENTES DE ESCURRIMIENTO		0.80
TIEMPO PERIODO DE RETORNO	AÑOS	25
SISTEMA	PLUVIAL	
FORMULAS UTILIZADAS		
METODO NACIONAL AMERICANO	Q = 2.778 C I A	
MANNING	V = 1.48 R <sup>2/3</sup> S <sup>1/2</sup>	
SITIO DE VERTIDO	POZO DE ABSORCION	

CONTIENE:

ESCALA: 1:2500      M2 DE REHABILITACION:      PLANO: SDP-03

FACULTAD: FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGON

ASESOR: M. en C. LUIS POMPOSO VIGUERAS MUÑOZ

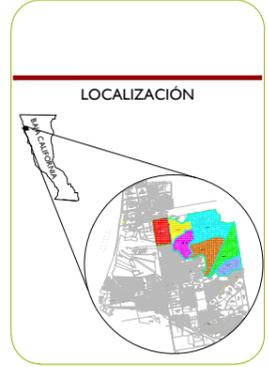
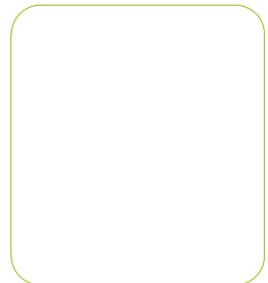
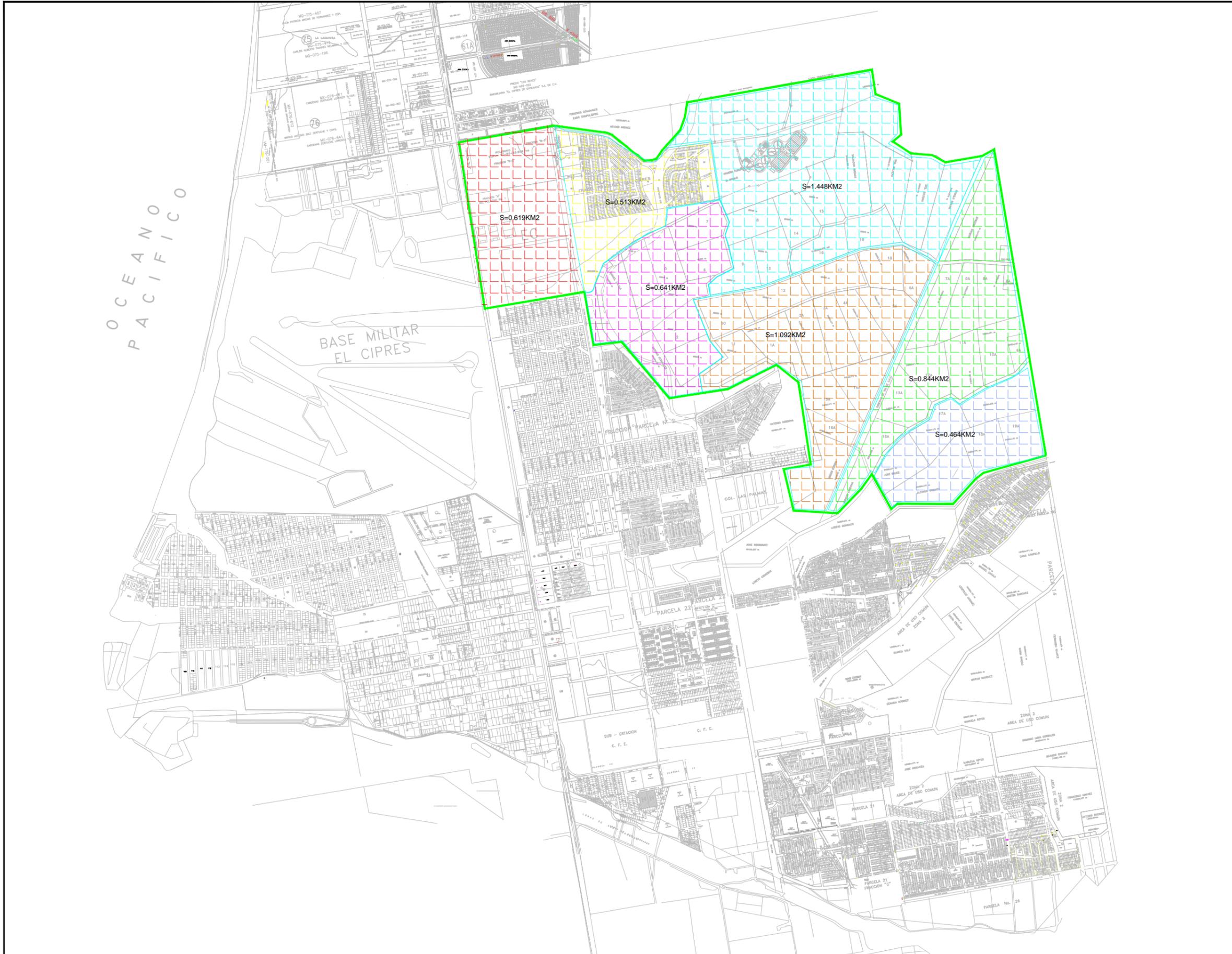
DIBUJO: CHRISTIAN ALFREDO HIDALGO GARCIA

PROYECTO: PROYECTO DE SOLUCION DEL DRENAJE PLUVIAL PARA EL SECTOR DENOMINADO CHAPULTEPEC, EN EL MUNICIPIO DE ENSENADA BAJA CALIFORNIA.

FECHA: NOVIEMBRE DEL 2014

**SISTEMA DRENAJE PLUVIAL II**

ESC 1:2500



**SIMBOLOGIA**

	SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL I
	SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL II
	SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL III

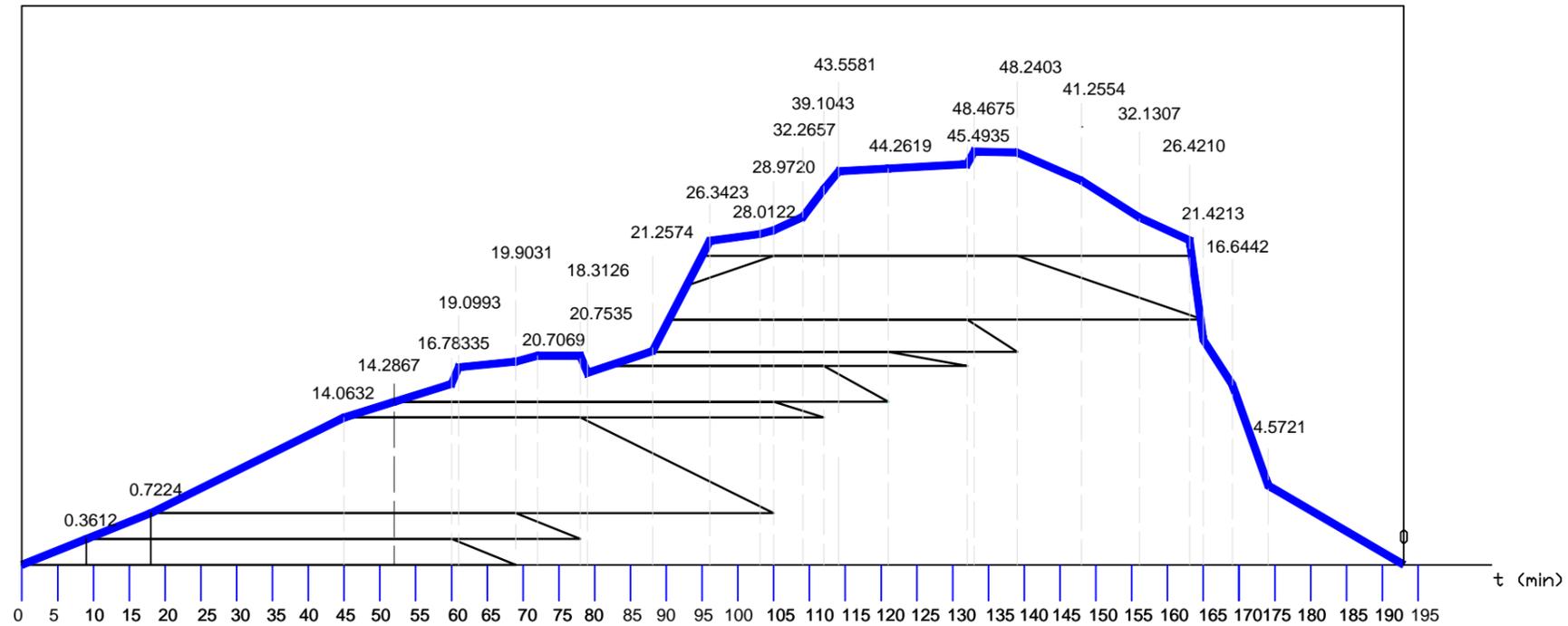
**NOTAS**

**CONTIENE:**

ESCALA: 1:7500	M2 DE REHABILITACION:	PLANO: SDP-04
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGON		
ASESOR: M. en C. LUIS POMPOSO VIGUERAS MUÑOZ		
DIBUJO: CHRISTIAN ALFREDO HIDALGO GARCIA		
PROYECTO: PROYECTO DE SOLUCIÓN DEL DRENAJE PLUVIAL PARA EL SECTOR DENOMINADO CHARULTEPEC, EN EL MUNICIPIO DE ENSENADA, BAJA CALIFORNIA.		
FECHA: NOVIEMBRE DEL 2014		

**SISTEMAS DE DRENAJE PLUVIAL III**

ESC. 1:7500

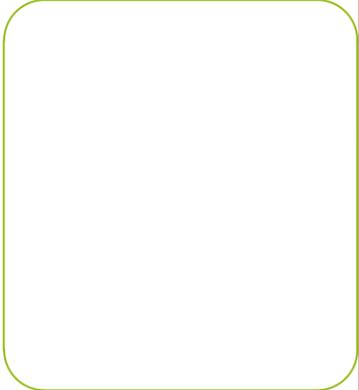
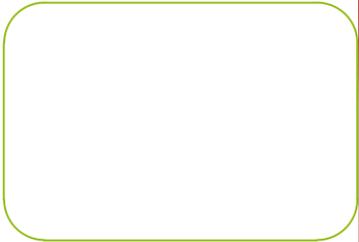


**METODO GRAFICO**

T(min)	SUBCUENCAS													Q máx(m³/s)	
	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7		6
0	0														0
9	0.3612	0													0.3612
18	0.3612	0.3612	0												0.7224
45	0.3612	0.3612	13.3408	0											14.0632
52	0.3612	0.3612	13.3408	0.2235	0										14.2867
60	0.3612	0.3612	13.3408	0.2235	2.4966										16.7833
61	0.1806	0.3612	13.3408	0.2235	4.9932	0									19.0993
69	0	0.3612	13.3408	0.2235	4.9932	0.9844									19.9031
72		0.1806	13.3408	0.2235	4.9932	1.9688	0								20.7069
78		0	13.3408	0.2235	4.9932	1.9688	0.2272								20.7535
79			10.6727	0.2235	4.9932	1.9688	0.4544	0	0	0					18.3126
88			8.0045	0.2235	4.9932	1.9688	0.4544	0.2226	3.2004	2.19	0				21.2574
96			5.3363	0.2235	4.9932	1.9688	0.4544	0.4452	6.4009	2.19	4.33	0			26.3423
103			2.6682	0.2235	4.9932	1.9688	0.4544	0.6678	9.6013	2.19	4.33	0.915	0		28.0122
105			0	0.2235	4.9932	1.9688	0.4544	0.8904	12.8017	2.19	4.33	0.915	0.205		28.972
109				0.1118	4.9932	1.9688	0.4544	0.8904	16.0021	2.19	4.33	0.915	0.41	0	32.2657
112				0	4.9932	1.9688	0.4544	0.8904	19.2025	2.19	4.33	0.915	0.41	3.75	39.1043
114					2.4966	1.9688	0.4544	0.8904	22.4029	2.19	4.33	0.915	0.41	7.5	43.5581
121					0	1.9688	0.4544	0.8904	25.6033	2.19	4.33	0.915	0.41	7.5	44.2619
132						0	0.4544	0.8904	28.8037	2.19	4.33	0.915	0.41	7.5	45.4935
133							0.2272	0.8904	32.0049	2.19	4.33	0.915	0.41	7.5	48.4675
139							0	0.8904	32.0049	2.19	4.33	0.915	0.41	7.5	48.2403
148								0.6678	27.4326	0	4.33	0.915	0.41	7.5	41.2554
156								0.4452	22.8605		0	0.915	0.41	7.5	32.1307
163								0.2226	18.2884		0	0.41	7.5	26.421	
165								0	13.7163			0.205	7.5	21.4213	
169									9.1442			0	7.5	16.6442	
174									4.5721				0	4.5721	
193									0					0	

**METODO ANALITICO**

$d II = TC_c$   
 donde:  
 $d II$  = duracion de la lluvia  
 $TC_c$  = tiempo de concentracion de la lluvia



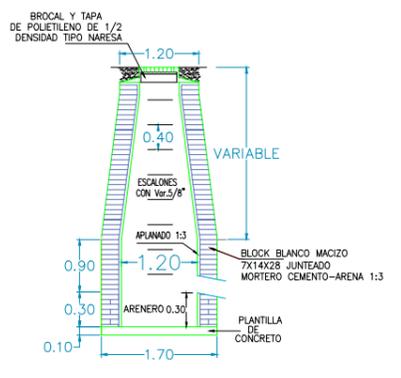
**LOCALIZACIÓN**

CONTIENE:

ESCALA: LA INDICADA	M2 DE REHABILITACIÓN: -	PLANO: MGA-I
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGON		
ASESOR: M. en C. LUIS POMPOSO VIGUERAS MUÑOZ		
DIBUJO: CHRISTIAN ALFREDO HIDALGO GARCIA		
PROYECTO: PROPUESTA DE SOLUCIÓN DEL DRENAJE PLUVIAL, PARA EL SECTOR DENOMINADO CHAPULTEPEC, EN EL MUNICIPIO DE ENSENADA, BAJA CALIFORNIA.		
FECHA: NOVIEMBRE DEL 2014		

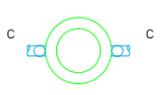


CABEZAL DE ATARJEA

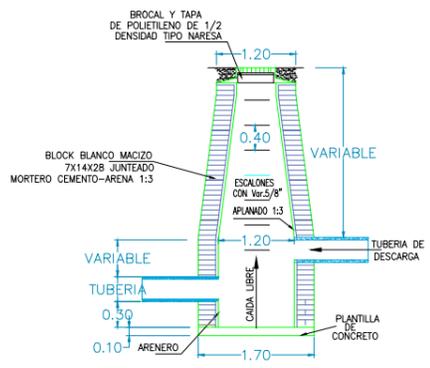


CORTE A-A  
POZO DE VISITA EN CABEZAL DE ATARJEA  
S/E ACOT. EN MTS

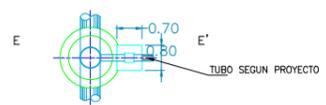
TIPO A



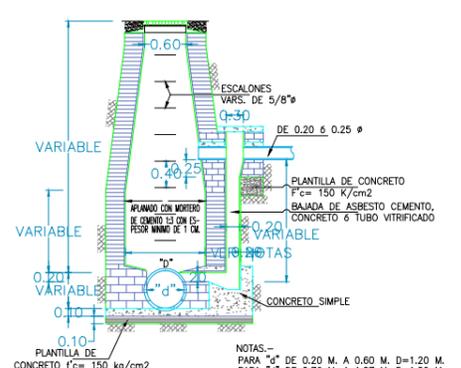
PLANTA  
POZO DE VISITA CON CAIDA LIBRE



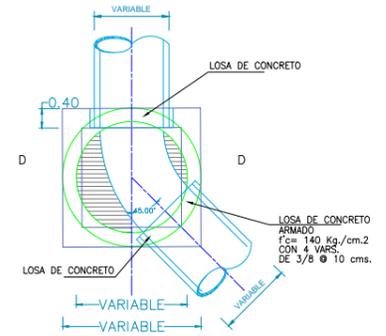
CORTE C-C  
POZO DE VISITA CON CAIDA LIBRE  
S/E ACOT. EN MTS



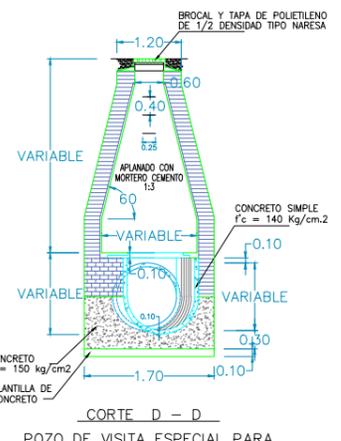
PLANTA  
POZO CON CAIDA ADOSADA



CORTE E-E  
POZO CON CAIDA ADOSADA HASTA 2.00 M.  
S/E ACOT. EN MTS

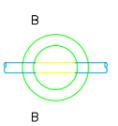


PLANTA  
S/E ACOT. EN MTS

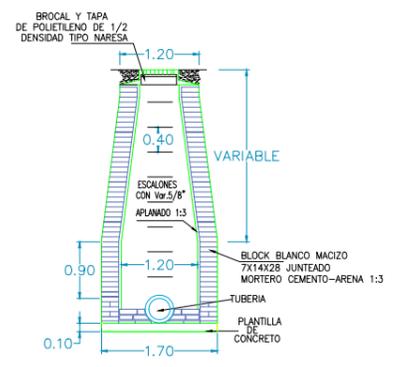


CORTE D-D  
POZO DE VISITA ESPECIAL PARA DEFLEXIONES HASTA DE 45°  
S/E ACOT. EN MTS

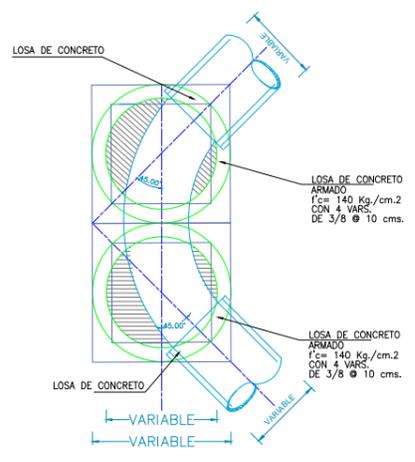
HDC '689: @L-CB''()§



PLANTA  
POZO DE VISITA TIPO COMUN

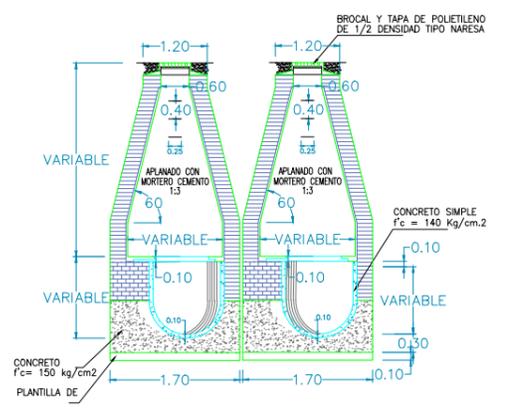


CORTE B-B  
POZO DE VISITA TIPO COMUN  
S/E ACOT. EN MTS

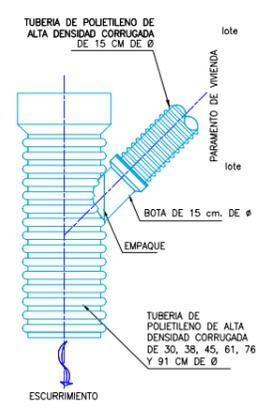


PLANTA  
S/E ACOT. EN MTS

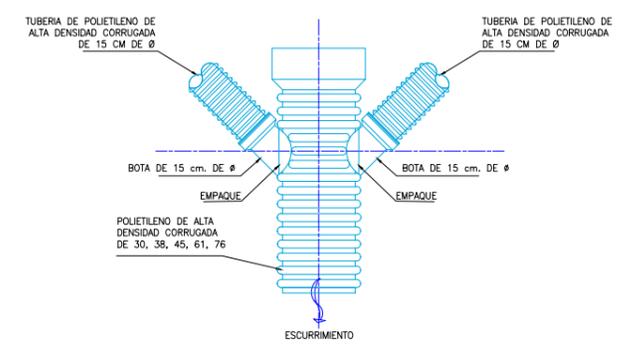
HDC '789: @L-CB''-§§



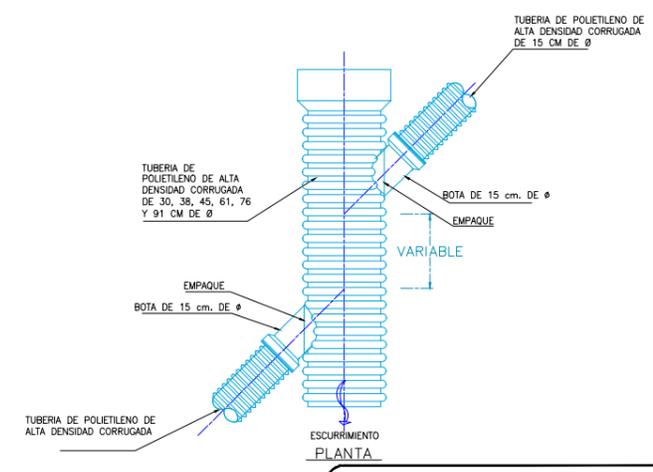
PLANTA  
S/E ACOT. EN MTS



PLANTA  
CONEXION DESCARGA DOMICILIARIA TIPO 1 (D T-1)



PLANTA  
CONEXION DESCARGA DOMICILIARIA TIPO 2 (D T-2)

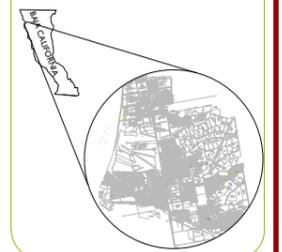


DETALLES GENERALES

SIN ESCALA



LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGIA

NOTAS

- 1.- LAS COTAS RISEN AL DIBUJO.
- 2.- LAS ACOTACIONES ESTAN EN METROS.
- 3.- LOS NIVELES DE LAS TAPAS DE LOS POZOS QUEDARAN DEFINIDOS DE ACUERDO A LOS NIVELES DE LA VIALIDAD, POR SIEMPRE QUEDARAN CUBIERTOS POR EL PAVIMENTO.
- 4.- LAS TUBERIAS DE DRENAJE SERAN DE POLIETILENO CORRUGADO (PEAD), Y CON DIAMETROS DE ACUERDO A LOS PLANOS DEL PROYECTO E SPECIFICOS DE COLECTORES DE PLANTA Y FRETE.

CONTIENE:

ESCALA:	M2 DE RENOVACION:	PLANO:
SIN ESCALA	-	DG-01
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGON		
ASESOR:		
M. en C. LUIS POMPOSO VIGUERAS MUÑOZ		
DIBUJO:		
CHRISTIAN ALFREDO HIDALGO GARCIA		
PROYECTO:		
PROPUESTA DE SOLUCION DEL DRENAJE PLUVIAL PARA EL SECTOR DENOMINADO CHARILTEPEC EN EL MUNICIPIO DE ENSENADA, BAJA CALIFORNIA.		
FECHA:		
NOVIEMBRE DEL 2014		