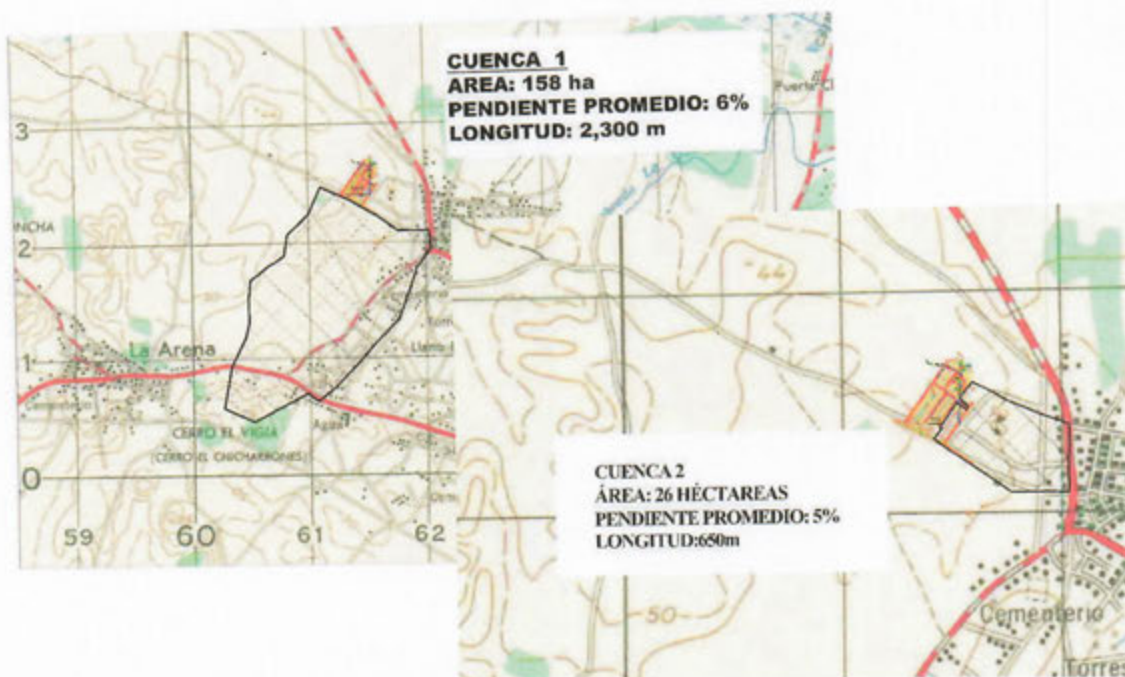


# REPÚBLICA DE PANAMÁ

## ESTUDIO HIDROLÓGICO PARA RESIDENCIAL "SENDEROS DE DON BOSCO" PROPIEDAD DE DAVLI CONSTRUCTORA, S.A. CHITRE, HERRERA PANAMA



MARZO 2019.

FLORENCIO E. SANDOVAL C.  
INGENIERO CIVIL  
Licencia No. 2005-006-059  
  
FIRMA  
Ley 15 del 26 de Enero de 1959  
Código Técnico de Ingeniería y Arquitectura



## Contenido


Introducción: .....	4
Objetivos:.....	4
ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO .....	5
1. Generalidades:.....	6
1.1. Localización Geográfica: .....	6
1.2. Característica Morfológica: .....	7
1.3. Geomorfología:.....	8
1.4. Red Climatológica:.....	8
1.5. Temperatura:.....	8
1.6. Precipitación:.....	9
1.7. Hidrología: .....	9
ESTUDIO HIDROLÓGICO .....	11
2. Análisis hidrológico de las aguas superficiales para el área de estudio. ....	12
2.1. Método Racional: .....	12
2.2. Condiciones establecidas para método de la Formula Racional: .....	12
2.3. Intensidad de lluvia: .....	12
2.4. Coeficiente de escorrentía: .....	13
2.5. Coeficiente de rugosidad de Manning: .....	13
2.6. Tiempo de Concentración (Tc): .....	13
2.7. Cálculos para la estimación de los caudales para 1:50 años de los drenajes pluviales Existentes en el Proyecto. ....	14
2.8. Cuadro Resumen de Caudales por el Método Racional. ....	15
3. Diseño y cálculos propuestos para los desagües pluviales existentes en el Proyecto. ....	16
3.1. Metodología para el cálculo del Drenaje pluvial "Sin Nombre 1": (Manning). ....	18
3.1.1. Cálculo de la pendiente longitudinal del drenaje pluvial "Sin Nombre 1": .....	19
3.1.2. Cálculo del área de la sección transversal: .....	19
3.1.3. Cálculo del Canal (Manning) reemplazando el modelo matemático de la sección transversal trapezoidal drenaje pluvial "Sin Nombre 1" .....	21
3.1.4. Cálculo de la velocidad para la sección trapezoidal del drenaje pluvial "Sin Nombre 1" ( $Q = 42.57 \text{ m}^3/\text{s}$ y $A = 9.61 \text{ m}^2$ ): .....	22
3.1.5. Cálculo del Cajón (Manning) reemplazando el modelo matemático de la sección rectangular del drenaje pluvial "Sin Nombre 1" .....	22





3.1.6. Cálculo de la velocidad de la sección rectangular del drenaje pluvial "Sin Nombre 1" ( $Q = 21.28 \text{ m}^3/\text{s}$ y $A = 7.44 \text{ m}^2$ ):	23
3.2. Metodología para el cálculo del Drenaje pluvial "Sin Nombre 2": (Manning).	24
3.2.1. Cálculo de la pendiente longitudinal del drenaje pluvial "Sin Nombre 2":	24
3.2.2. Cálculo del área de la sección transversal:	25
3.2.3. Cálculo del Canal (Manning) reemplazando el modelo matemático de la sección transversal trapezoidal drenaje pluvial "Sin Nombre 2"	26
3.2.4. Cálculo de la velocidad para la sección trapezoidal del drenaje pluvial "Sin Nombre 1" ( $Q = 11.11 \text{ m}^3/\text{s}$ y $A = 3.41 \text{ m}^2$ ):	27
3.2.5. Cálculo del Cajón (Manning) reemplazando el modelo matemático de la sección rectangular del drenaje pluvial "Sin Nombre 2"	27
3.2.6. Cálculo de la velocidad de la sección rectangular del drenaje pluvial "Sin Nombre 1" ( $Q = 13.08 \text{ m}^3/\text{s}$ y $A = 2.53 \text{ m}^2$ ):	29
3.3. Secciones transversales del drenaje pluvial:	29
3.4. Cuadro de cálculos de crecidas máximas y niveles de terracería para un período de retorno de 1:50 años para los drenajes en estudio.	44
4. Conclusiones	46
5. Recomendaciones	47
ANEXOS	49

FLORENCIO E. SANDOVAL E.  
 INGENIERO CIVIL  
 Licencia No. 2005-006-039



FIRMA  
 Ley 15 del 26 de Enero de 1959  
 Ley Técnica de Ingeniería y Arquitectura

## Introducción:

El presente proyecto, Residencial Senderos De Don Bosco, está ubicado en La Península de Azuero, Provincia de Herrera, Distrito de Chitré, Corregimiento de Monagrillo. Es un proyecto Residencial que cuenta con 80 lotes.

Éste residencial cuenta con 2 drenajes pluviales los cuales no están identificados en el mosaico topográfico que para propósito de nuestro estudio los denominaremos como drenaje pluvial "Sin Nombre 1" el cual fluye de la parte Suroeste del terreno su longitud es aproximadamente de 391 m, drenaje pluvial "Sin Nombre 2" que fluye este de la parte del terreno con una longitud de 392 m. Los drenajes no presentan aguas permanentes, pues las lluvias en la península de Azuero son escasas y solo cuenta con agua de escorrentía. Se analizará la sección óptima, que nos brindará los niveles seguros de la terracería a utilizar en donde apliquen.

Los análisis y cálculos que se realizarán, serán para determinar las relaciones hidráulicas sean seguras además de los niveles seguros de terracería establecidos en el manual de construcción del Ministerio de Obras Públicas de la República de Panamá. Para los drenajes en estudio, el diseño propuesto constara de 2 secciones de cajones armados de concreto y dos secciones de canales abiertos conformados en concreto para el desalojo seguro de las aguas de escorrentía que pasan por el proyecto residencial. Tomando en consideración los retiros de servidumbre correspondientes a los establecidos por la ley.

Como se verá, la terracería está mínima será 1.50 m, por arriba de Nivel de Aguas Máximas Estimadas (NAME), para el diseño de los canales abiertos.

Cabe destacar que el método utilizado para el análisis hidrológico de este proyecto es el Método Racional y las curvas Intensidad Duración y Frecuencia (IDF) que se utilizan, son las recomendadas por el MOP para la vertiente pacifico de panamá, las cuales están sobrevaloradas para el área de La Península de Azuero que es donde se realizara este proyecto.

## Objetivos:

- Realizar el estudio hidrológico, para los desagües pluviales existentes que tiene paso a través de la propiedad donde se desarrollará el proyecto residencial, por medio del análisis establecido, por el Ministerio de Obras Públicas.
- Proponer un diseño por medio de los cálculos del método racional en cual consiste en establecer niveles seguros para las relaciones hidráulicas del tirante para las secciones de cajones de concreto y canales abiertos ( $Y/H \leq 0.80$ , para un retorno de 50 años) y cumplir con los requisitos establecidos por el MOP para el desalojo de las aguas de escorrentías que se presenten en el desagüe pluvial dentro del terreno.
- Comprobar el análisis por el método racional para el diseño seguro de los cajones y canales abiertos, siguiendo las normas y guías establecidas por el M.O.P. Así como también los retiros de servidumbres establecidos por la ley.

FLORENCIO E. SANDOVAL C.  
INGENIERO CIVIL  
Licencia No. 2205-006-059  
  
FIRMA  
Ley 15 del 26 de Enero de 1969  
Código Técnico de Ingeniería y Arquitectura

## ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO





# 1. Generalidades:

## 1.1. Localización Geográfica:

El presente proyecto, Residencial Senderos De Don Bosco, está ubicado Corregimiento de Monagrillo, distrito de Chitré, provincia de Herrera, en La Península de Azuero. La finca donde se desarrollará el proyecto presenta tres cuencas las cuales generan tres flujos que cruzan el proyecto, los mismos no presentan aguas permanentes pues las lluvias en la península de Azuero son escasas y solo cuenta con aguas de escorrentía. Los drenajes pluviales en estudio no aparecen en el Mosaico Topográfico Tommy Guardia, pero son pertenecientes a la vertiente del Pacífico y forma parte de la Cuenca N° 128 (Río La Villa).

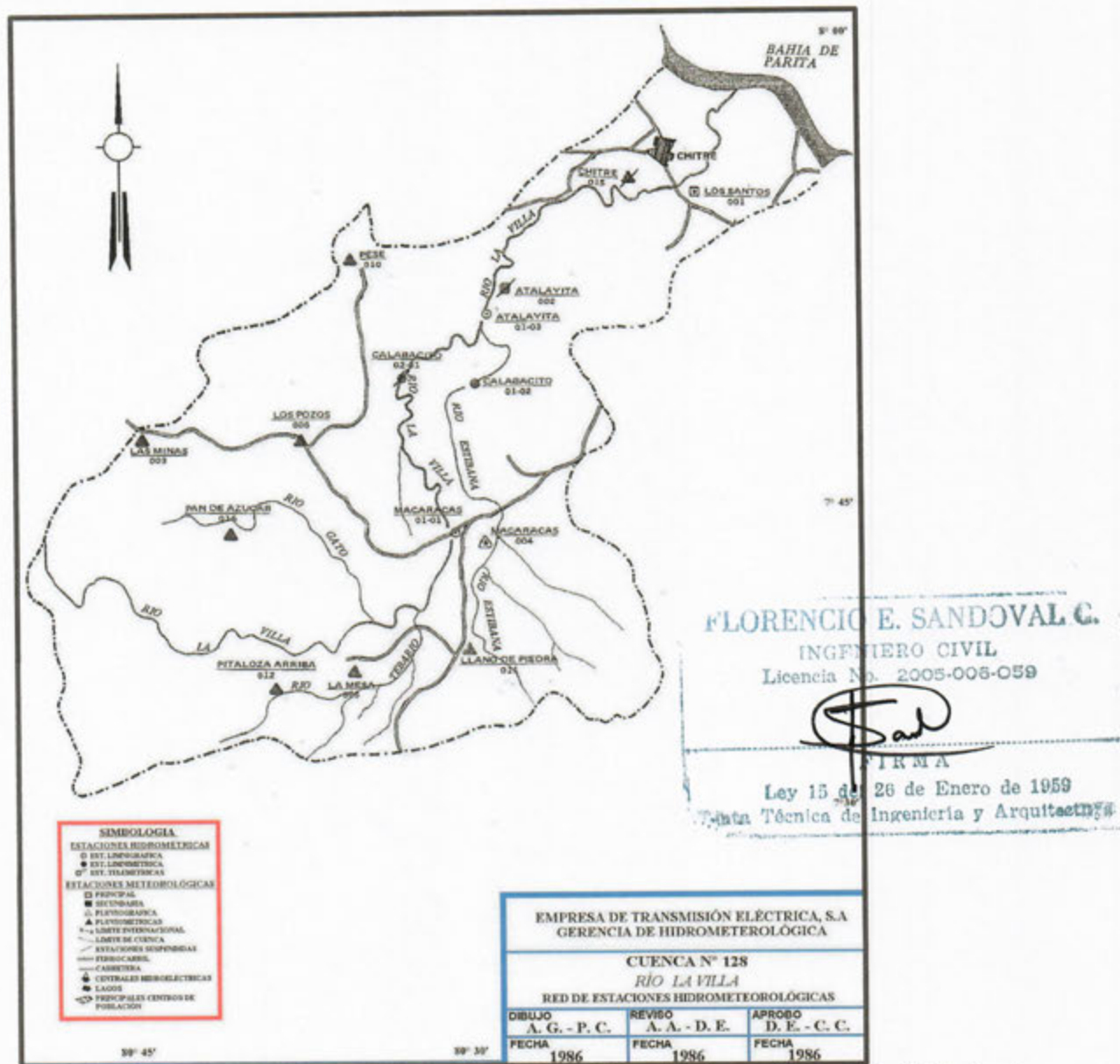


Imagen 1: Extracto de la Ficha Técnica de la cuenca donde pertenece el drenaje Pluvial "sin Nombre" en estudio. Fuente Análisis Regional de Crecidas Máximas de Panamá, Hidrometeorología Panamá, ETESA

## 1.2. Característica Morfológica:

El proyecto presenta tres (3) drenajes pluviales los cuales no están denominados en el mosaico topográfico de TOMMY GUARDIA producto de tres cuencas las cuales definiremos a continuación:

- **CUENCA-1:** La Cuenca-1 tiene una extensión territorial de  $A = 158$  Hectáreas, hasta su paso por el proyecto Residencial Senderos de Don Bosco. La elevación máxima de la cuenca es de  $E_{\max} = 57.00$  msnm y su elevación mínima es de  $E_{\min} = 17.00$  msnm, largo aproximado de la cuenca 2,300.00 ml, ancho aproximado de la cuenca 1230.00 ml, con una pendiente media de  $Sc = 6\%$ ; Tiene una forma alargada en la dirección Norte-Sur. El producto de la misma, son las aguas de escorrentías generadas le denominaremos, Drenaje Pluvial "Sin Nombre 1".



Imagen 2: Cuenca-1 y su extensión, hasta su paso por el proyecto residencial, extracto de Tommy Guardia

- **CUENCA-2:** La Cuenca-2 tiene una extensión territorial de 26.00 Hectáreas, hasta su paso por el proyecto Residencial Senderos de Don Bosco. La elevación máxima de la cuenca es de 29.00 msnm y su elevación mínima es de 18.00 msnm, largo de la cuenca 650.00 ml, con una pendiente media de 5%; Tiene una forma alargada en la dirección Este-Oeste. El producto de la misma, son las aguas de escorrentías generadas le denominaremos, Drenaje Pluvial "Sin Nombre 2".

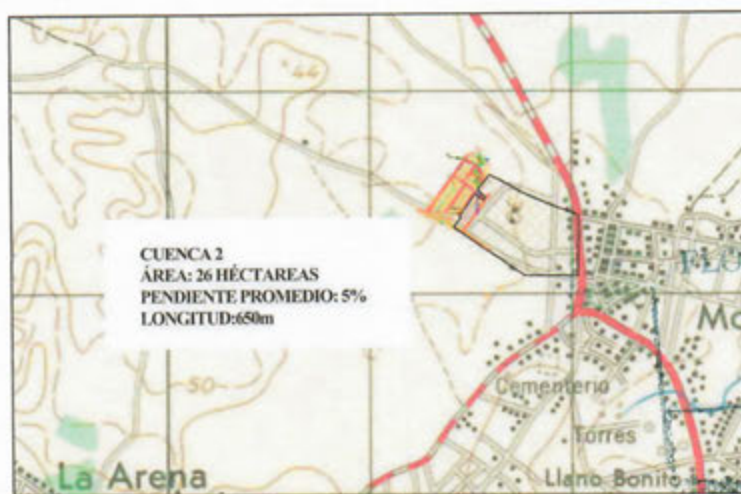


Imagen 3: Cuenca-2 y su extensión, hasta su paso por el proyecto residencial, Extracto de Tommy Guardia

FLORENCIO E. SANDOVAL-C.  
INGENIERO CIVIL  
Licencia No. 2005-006-059  
FIRMA  
Ley 15 del 26 de Enero de 1959  
Técnica de Ingeniería y Arquitectura



### 1.3. Geomorfología:

Utilizando la clasificación topográfica de Murphy, nos encontramos que la geomorfología del área del proyecto es de planicies, las cuales se definen como superficies continentales de suaves pendientes, relieve local menor a 100 m.s.n.m. poca diferencia latitudinal y probabilidades de ser ondulados, horizontales, inclinados y escalonados.

Las planicies se encuentran asentadas sobre roca sedimentaria. Estas se elevan desde la costa hacia tierra adentro hasta una distancia aproximada de 200 m. Las mismas las encontramos bordeando las costas de la Bahía de Panamá.

### 1.4. Red Climatológica:

La cuenca del drenaje pluvial "Sin Nombre" pertenece a la Cuenca N° 128 (El Rio La Villa). Las estaciones climatológicas activas más cercanas a la misma son las que se presentan en el **Tabla 1** siendo la estación de Los Santos (128-001) que se encuentra dentro de la cuenca N° 128, la que se utilizó para describir las principales características climáticas de las cuencas

Nombre De La Estación	No. De la Cuenca	Latitud Norte	Longitud Oeste	Elevación (msnm)	Año de Instalación
LOS SANTOS	128-001	7° 56' 27"	-80° 25' 03"	16 msnm	1/10/1964
PARITA	130-002	8° 00' 03"	-80° 31' 13"	43 msnm	1/12/1966
EL EJIDO	126-016	7° 55' 00"	-80° 23' 00"	30 msnm	1/10/1976

Tabla 1: Estaciones utilizadas dentro del estudio hidrológico (fuente: [http://www.hidromet.com.pa/clima\\_historicos.php?sensor=1](http://www.hidromet.com.pa/clima_historicos.php?sensor=1))

La estación LOS SANTOS, se utilizó debido a que tiene la información más completa y actualizada de las características climáticas cercanas al área de estudio.

### 1.5. Temperatura:

Se estima una temperatura Media Anual de 27.8 °C. La temperatura máxima anual es de 38.4 °C, y la temperatura mínima anual es de 14.4°C.

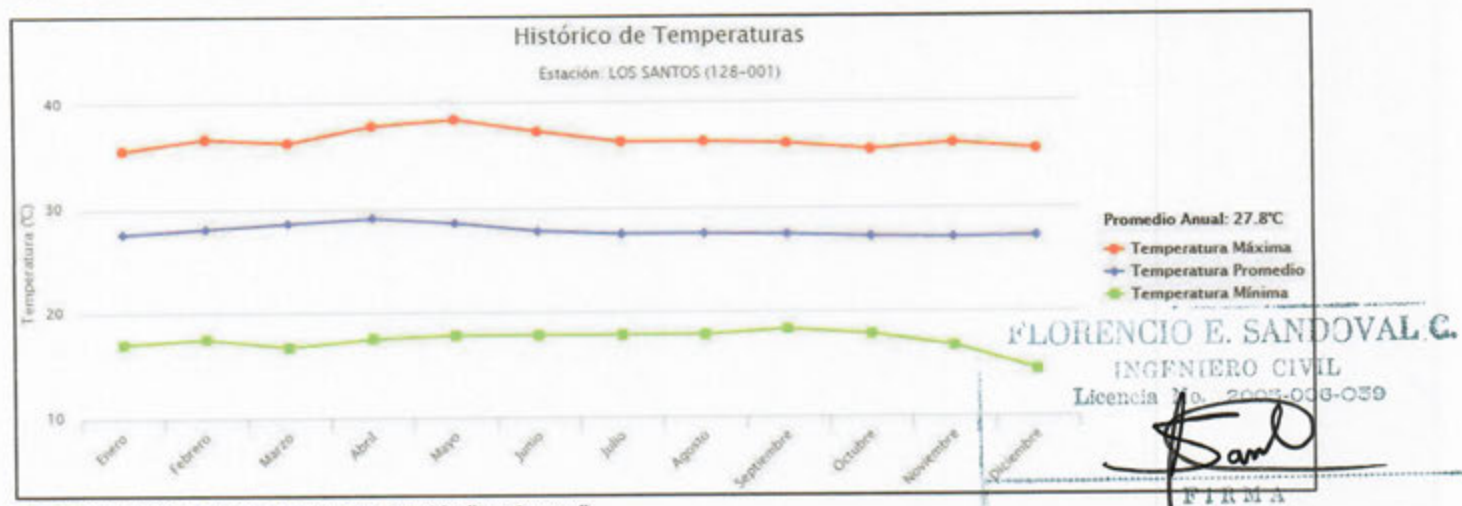


Imagen 4: Histórico de temperaturas, Estación "Los Santos"



## 1.6. Precipitación:

De acuerdo al registro de datos de los años (1964 - Actualidad) en el área de estudio se estima una precipitación media anual de 88.9 mm, siendo los meses de septiembre y octubre los de mayor precipitación y los meses de febrero y marzo los de menor precipitación.

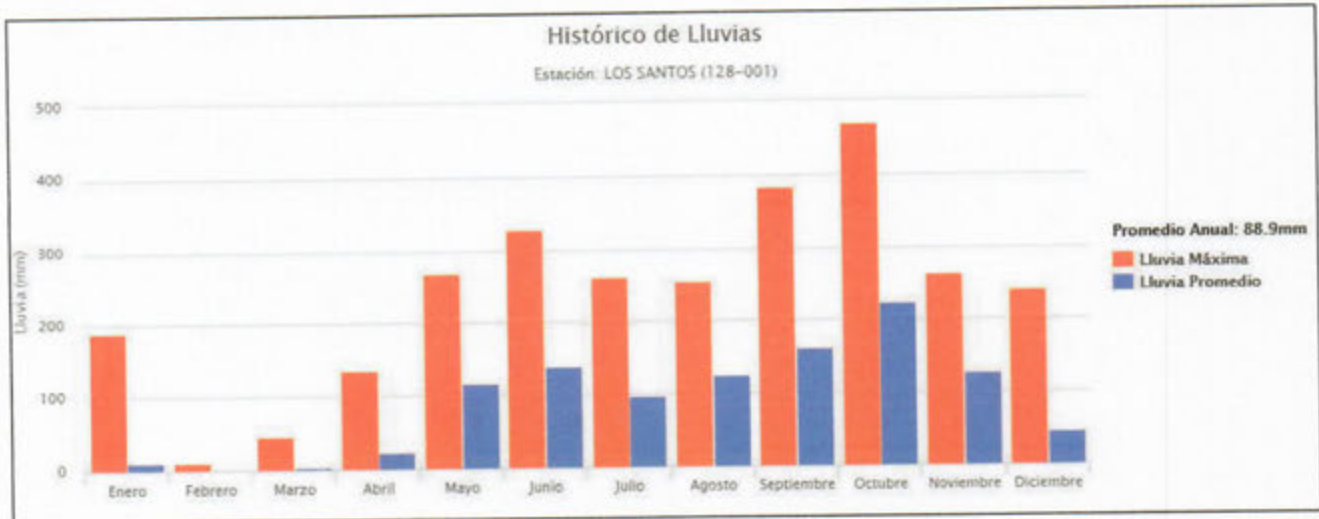


Imagen 5: Histórico de Lluvias, Estación "Los Santos".

## 1.7. Hidrología:


El drenaje pluvial, se ubica dentro de la zona de vegetación escasa y cuenta por encontrarse en la península de Azuero con lluvias escasas, caracterizado por un clima tropical de sabana. Estas características, su relieve plano y ondulado, la deforestación del área y las escasas lluvias hacen que pierda su potencial hídrico.

FLORENCIO E. SANDOVAL G.  
INGENIERO CIVIL  
Licencia No. 2005-008-059  
  
FIRMA  
Ley 15 del 26 de Enero de 1969  
Cartera Técnica de Ingeniería y Arquitectura



Imagen 6: Vista aérea, tomada durante la época lluviosa donde se puede apreciar algunas de las características cualitativas de poca vegetación de los drenajes pluviales en estudio.

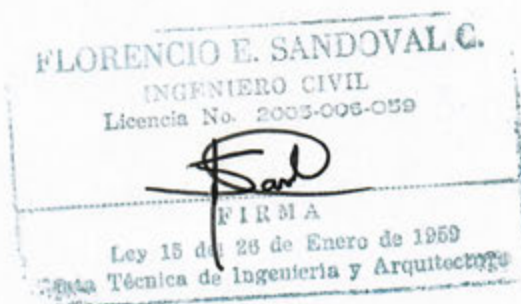
FLORENCIO E. SANDOVAL C.  
INGENIERO CIVIL  
Licencia No. 2003-006-059

  
FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959  
Ley Técnica de Ingeniería y Arquitectura



## ESTUDIO HIDROLÓGICO



## 2. Análisis hidrológico de las aguas superficiales para el área de estudio.

### 2.1. Método Racional:

La fórmula racional es utilizada para áreas menores de 250.00 hectáreas como parte de la solución que se brinda para el análisis hidrológico

$$Q = \frac{C * i * A}{360}$$

Ecuación 1: Para el cálculo de caudal máximo encontrado.

En donde:

Q = Caudal máximo encontrado en m<sup>3</sup>/s.

C = Coeficiente de escorrentía (diseños pluviales en áreas urbanas deforestadas)

i = Intensidad de lluvia en mm/hora

A = Área de drenaje en hectáreas.

### 2.2. Condiciones establecidas para método de la Formula Racional:

- El porcentaje máximo de escurrimiento para una intensidad particular de una lluvia ocurre si la duración de la misma es igual o mayor que el tiempo de concentración.
- El porcentaje máximo de escurrimiento para una intensidad específica de lluvia con duración igual o mayor que el tiempo de concentración es directamente proporcional a la intensidad de la lluvia.
- La frecuencia de ocurrencia del escurrimiento máximo es la misma que la de la intensidad de la lluvia con la cual se calculó. El escurrimiento máximo por área unitaria disminuye conforme aumenta el área de drenaje y la intensidad de la lluvia disminuye conforme aumenta su duración.
- El coeficiente de escorrentía, permanece constante en una cuenca para todas las tormentas.

### 2.3. Intensidad de lluvia:

Utilizaremos las fórmulas de Intensidad - Duración - Frecuencia (IDF), recomendadas por el Ministerio de Obras Publica (MOP), para la vertiente del Pacifico del País, las cuales fueron desarrolladas de la recopilación de datos de lluvia desde 1921 hasta 1972. De este Estudio se generaron curvas (IDF), para periodos de retorno de 1:2, 1:5, 1:10, 1:20, 1:25, 1:30 y 1:50 años, las mismas continúan en uso (Ver Gaceta Oficial No. 24,766).

Donde tenemos que:

- Para un periodo de retorno de 1:10 años, la ecuación que se establece es la siguiente:

$$i = \frac{323}{36 + T_c} \times 25.40$$

Ecuación 2: Para el cálculo de intensidad de lluvia con un retorno de 1:10 años.

FLORENCIO E. SANDOVAL G.

INGENIERO CIVIL

Licencia No. 2005-006-059

FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959

Carta Técnica de Ingeniería y Arquitectura



- Y para un periodo de retorno de 1:50 años, la ecuación que se establece es la siguiente:

$$i = \frac{370}{33 + T_c} \times 25.40$$

Ecuación 3: Para el cálculo de intensidad de lluvia con un retorno de 1:50 años

En donde tenemos que nuestras variables son:

i = Intensidad de lluvia en pulgadas /hora.  
T<sub>c</sub> = Tiempo de concentración en minutos.

#### 2.4. Coeficiente de escorrentía:

Se define como el porcentaje de lluvia, que aparece como escurrimiento directo. Utilizaremos un coeficiente de escorrentía promedio de C = 0.90, Para diseños pluviales en áreas sub-urbanas y en rápido crecimiento.

#### 2.5. Coeficiente de rugosidad de Manning:

Se define dependiendo del tipo de superficie en contacto con el agua, utilizaremos un coeficiente de 0.025, por tratarse de cauce de tierra lisa con Vegetación Rasante para los tiempos de escorrentía dentro de la cuenca.

#### 2.6. Tiempo de Concentración (T<sub>c</sub>):

Se define como el tiempo requerido, para que escurra el agua, desde el punto más distante de una cuenca, hasta el punto de control del flujo o caudal. Existen varias fórmulas para calcular el tiempo de concentración, utilizaremos la de Kirpich.

$$T_c = 0.0195 \left( \frac{L}{\sqrt{S_c}} \right)^{0.77}$$

Ecuación 4: Para el cálculo de tiempo de concentración (T<sub>c</sub>).

En donde tenemos que nuestras variables son:

T<sub>c</sub> = Tiempo de concentración en minutos  
L = Longitud de la cuenca en metros  
S<sub>c</sub> = Pendiente promedio de la cuenca en m/m.

Para nuestro análisis racional por medio de la ecuación de Kirpich necesitaremos establecer el tiempo de concentración de flujos para cada una de las cuencas en estudio por los cual tenemos:

- Cálculo de los tiempos de concentración para la CUENCA - 1:

L= 2,300.00 m.  
S<sub>c</sub>= 0.006 m/m.

$$T_{c1} = 0.0195 \left( \frac{2,300}{\sqrt{0.006}} \right)^{0.77}$$

T<sub>c1</sub>= 54.19 minutos.

Ecuación 5: Para el cálculo de tiempo de concentración (T<sub>c</sub>) del drenaje pluvial "Sin Nombre 1".

FLORENCIO E. SANDOVAL C.

INGENIERO CIVIL

Licencia No. 2005-006-059

Ley 15 del 26 de Enero de 1959

Acta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

- Cálculo de los tiempos de concentración para la CUENCA - 2:

$L = 650 \text{ m.}$

$Sc = 0.005 \text{ m/m.}$

$$T_{c2} = 0.0195 \left( \frac{650}{\sqrt{0.005}} \right)^{0.77}$$

$T_{c2} = 21.97 \text{ minutos.}$

Ecuación 6: Para el cálculo de tiempo de concentración ( $T_c$ ) del drenaje pluvial "Sin Nombre 2".

Cuenca	Tiempo de Concentración ( $T_c$ ) (minutos)
CUENCA - 1	54.19
CUENCA - 2	21.97

Tabla 2: Resumen de tiempos de concentración por cuencas dentro del área de estudio.

## 2.7. Cálculos para la estimación de los caudales para 1:50 años de los drenajes pluviales Existentes en el Proyecto.

Para la CUENCA - 1, tenemos que:

$$Q = \frac{C * i * A}{360}$$

Cálculos para un periodo de 1:50 años

$$Q = \frac{C * \left( \frac{370}{33 + T_{c1}} * 25.40 \right) * A}{360}$$

Asignado los valores constantes para  $C = 0.90$ ,  $T_{c1} = 54.19$ ,  $A = 158$

$$Q = \frac{0.90 * \left( \frac{370}{33 + 54.19} * 25.40 \right) * 158}{360}$$

Tenemos que

$$Q = \frac{0.90 * (107.79) * 158}{360} = 42.57 \text{ m}^3/\text{s}$$

Para la CUENCA - 2, tenemos que:

$$Q = \frac{C * i * A}{360}$$

Cálculos para un periodo de 1:50 años

$$Q = \frac{C * \left( \frac{370}{33 + T_{c2}} * 25.40 \right) * A}{360}$$

FLORENCIO E. SANDOVAL E.  
INGENIERO CIVIL  
Licencia No. 2005-003-059  
  
FIRMA  
Ley 15 del 26 de Enero de 1959  
Código Técnico de Ingeniería y Arquitectura



Asignado los valores constantes para  $C = 0.90$ ,  $T_{c2} = 21.97$ ,  $A = 26$

$$Q = \frac{0.90 * \left( \frac{370}{33 + 21.97} * 25.40 \right) * 26}{360}$$

Tenemos que

$$Q = \frac{0.90 * (170.96) * 26}{360} = 11.11 \text{ m}^3/\text{s}$$

## 2.8. Cuadro Resumen de Caudales por el Método Racional.


Periodo de Retorno (AÑOS)	Caudal (Q) (m <sup>3</sup> /s)
<b>CUENCA - 1</b>	
1:50	42.57
<b>CUENCA - 2</b>	
1:50	11.11

Tabla 3: Resumen de caudales calculados por el método racional.

**Nota:** El caudal obtenido para un periodo de retorno de 1:50 años, permitirá obtener los niveles de agua en el canal o sistema proyectado, con el propósito que sirvan de referencia para establecer los niveles mínimos de terracería de áreas del proyecto que colindan con los drenajes pluviales a diseñar. El nivel de terracería propuesto será en base a  $Y / H \leq 0.80$  (AASHTO).

En el caso de los canales se deberá guardar una distancia de 1.50 m mínimo sobre el nivel de aguas máximas extraordinarias (NAME).

FLORENCIO E. SANDOVAL G.  
INGENIERO CIVIL  
Licencia No. 2005-006-059



FIRMA  
Ley 15 del 26 de Enero de 1959  
Sistema Técnico de Ingeniería y Arquitectura

### 3. Diseño y cálculos propuestos para los desagües pluviales existentes en el Proyecto.

Evalutando la condición de las cuencas en estudio al proyecto el diseño propuesto constará cajones de concreto armado de para la captación y descargas de flujos pluviales mientras que el paso de a través del proyecto será por medio de canales abiertos revestidos en concreto, los cuales tendrán su correspondiente servidumbre pluvial en conjunto con los cálculos para establecer los niveles seguros de terracería como lo establece el manual del Ministerio de Obras Públicas de la República de Panamá.

Para este estudio debido se analizarán los drenajes en tomando como base las cuencas que aportan aguas de escorrentías por parte de la Cuenca-1 para la cual se propondrá el diseño del drenaje pluvial "Sin Nombre 1" y la Cuenca-2 tiene dos puntos de aporte de aguas pluviales al polígono, se considerará para el diseño del drenaje pluvial el flujo una sola cuenca la cual ahora enunciaremos dentro de los cálculos y diseños como drenaje pluvial "Sin Nombre 2", con una extensión total de 26 hectáreas.

En cuanto al análisis, cálculos y diseños para efecto de este estudio los elaboraremos de la siguiente forma:

Para la Cuenca – 1, Drenaje pluvial "Sin Nombre 1"

- Diseño y cálculos de cajón en concreto armado para la captación y descargas producto de la Cuenca-1.
- Diseño y cálculos de canal abierto conformado en concreto producto del flujo pluvial de la Cuenca-1 a través del proyecto residencial.

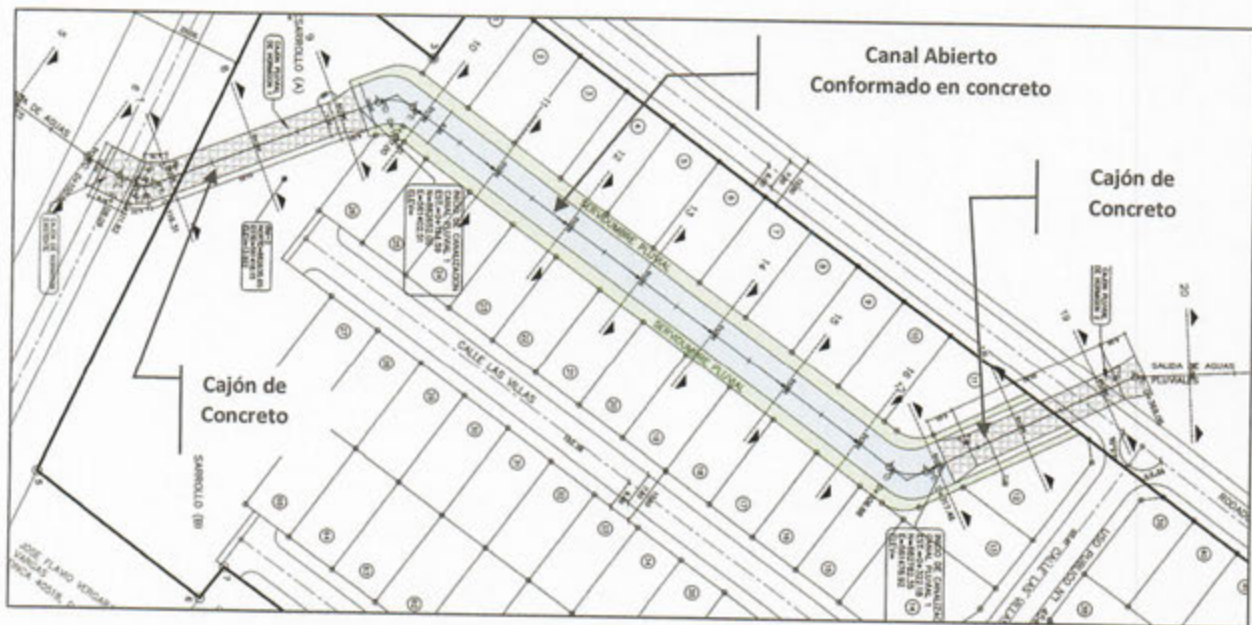


Imagen 7: Extracto del pre-diseño del drenaje pluvial "Sin Nombre 1", donde se ilustra las secciones de Cajón y Canal abierto en concreto.

FLORENCIO E. SANDOVAL G.  
INGENIERO CIVIL  
Licencia No. 2005-006-059

*[Firma manuscrita]*  
FIRMA

Ley 16 del 26 de Enero de 1959  
Estatuto Técnico de Ingeniería y Arquitectura



Para la Cuenca - 2, Drenaje pluvial "Sin Nombre 2"

- Diseño y cálculos de cajón en concreto armado para la captación y descargas producto de la Cuenca-2.
- Diseño y cálculos de canal abierto conformado en concreto producto del flujo pluvial de la Cuenca-2 a través del proyecto residencial.

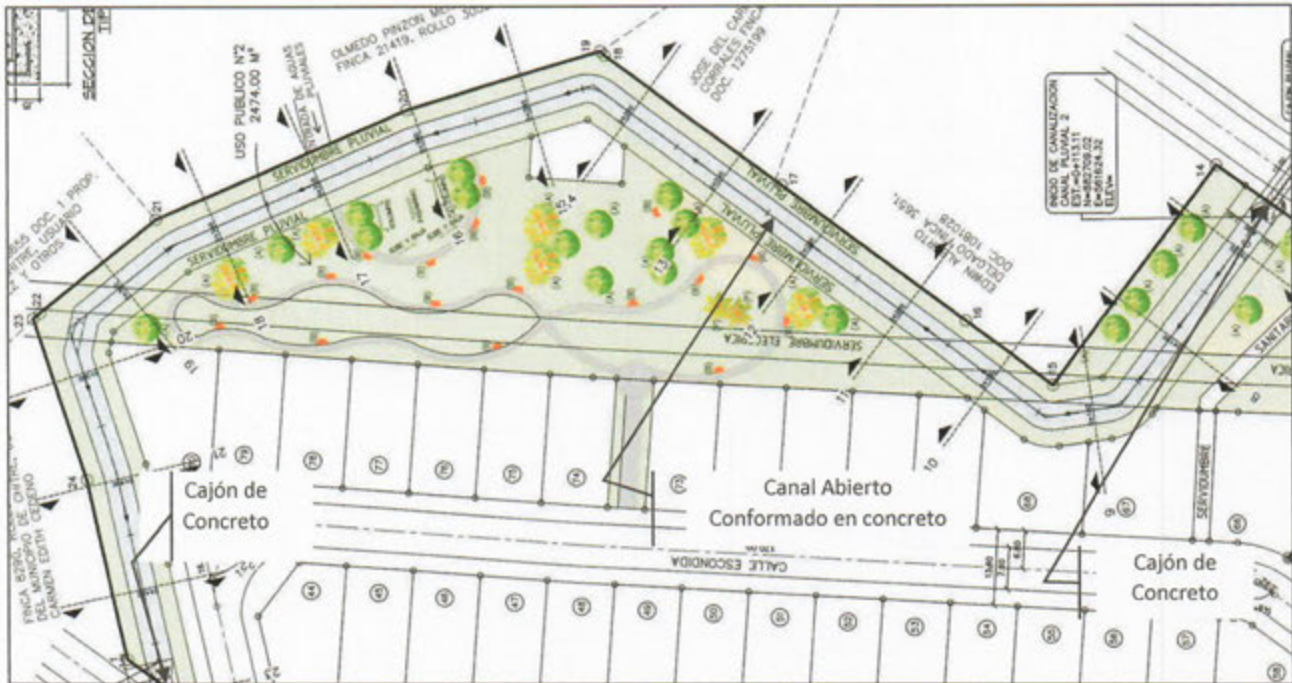


Imagen 8: Extracto del pre-diseño del drenaje pluvial "Sin Nombre 2", donde se ilustra las secciones de Cajón y Canal abierto en concreto.

FLORENCIO E. SANDOVAL C.  
INGENIERO CIVIL  
Licencia No. 2005-006-059  
  
FIRMA  
Ley 16 del 26 de Enero de 1959  
Código Técnico de Ingeniería y Arquitectura

### 3.1. Metodología para el cálculo del Drenaje pluvial "Sin Nombre 1": (Manning).

Para el cálculo de la profundidad de flujo normal utilizaremos la ecuación de Manning para canales abiertos.

$$Q = \left(\frac{c}{n}\right) Rh^{2/3} S_0^{1/2} A$$

Ecuación 7: Para el cálculo de la canal (Q) del drenaje pluvial "Sin Nombre".

En Donde:

Q = caudal en m<sup>3</sup>/s

c = Coeficiente (depende del sistema de unidades) = 1 (sistema métrico).

n = Coeficiente de rugosidad de Manning (depende del tipo de superficie en contacto con el Agua).

Los valores de n se determinan de la siguiente Tabla:

Cunetas y Canales revestidos	
Hormigón	0,013-0,017
Hormigón revestido con relieve	0,016-0,022
Matacán Repellado	0,020-0,030
Paredes de hormigón, fondo de grava	0,017-0,020
Paredes enchachadas, fondo de grava	0,023-0,033

Tabla 4: Coeficientes de Manning para asignar a la constante "n = 0.013"

Rh = Radio Hidráulico en metros.

So = Pendiente longitudinal del cauce en m/m.

A = área de la sección transversal en m<sup>2</sup>.

Para efectos de los cálculos redefinimos, c = 1, n = 0.013, Rh = área de la sección transversal (A) entre perímetro mojado (Pm)

$$Q = \left(\frac{1}{0.013}\right) \left(\frac{A}{P_m}\right)^{2/3} S_0^{1/2} A$$

Ecuación 8: Para el cálculo de la canal (Q) del drenaje pluvial "Sin Nombre 1".





### 3.1.1. Cálculo de la pendiente longitudinal del drenaje pluvial "Sin Nombre 1":

La pendiente del canal se tomará la menor pendiente, pues es la más crítica, la calculamos en base al perfil levantado en campo por medio de la topografía en el centro del curso de agua existente se obtiene una pendiente de  $S_o = 0.030$  m/m.

Esta sección es para un periodo de retorno de 1:50 años, el ancho total incluyendo la servidumbre pluvial o área de protección del cauce es de 14.5 metros.

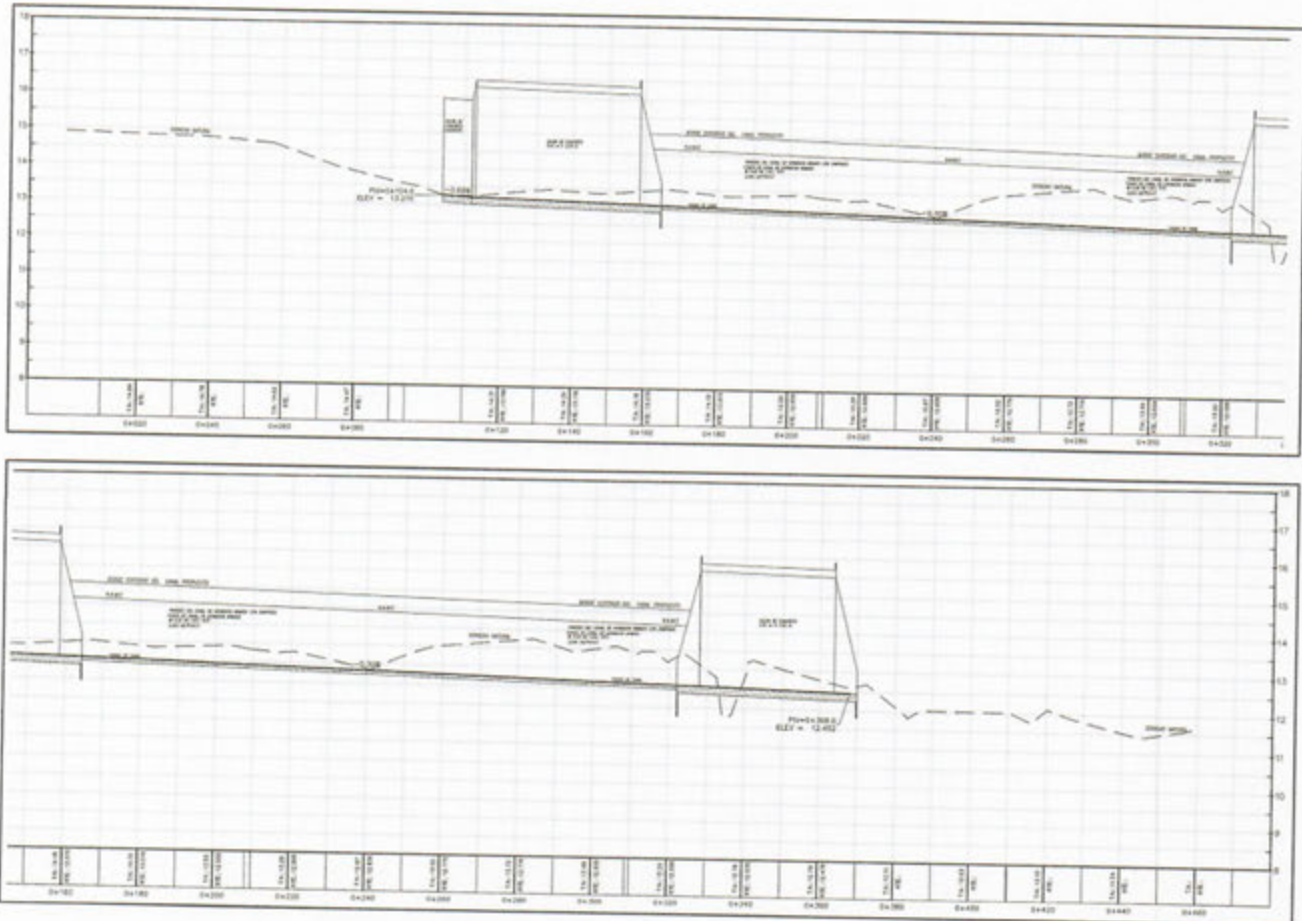


Imagen 9 y 10: Extracto del plano para la sección longitudinal conformada en concreto, propuesta para el drenaje pluvial "Sin Nombre 1"

### 3.1.2. Cálculo del área de la sección transversal:

Tomando en consideración, por su eficiencia al momento de implementarla consideraremos dos secciones, una trapezoidal conformado en concreto con base de 2.5 m., altura de 2.00 m y con taludes 1.5 horizontal @ 1 vertical, en concreto y otra sección de dos líneas rectangulares de 3.05m de base por 3.05 m de altura conformado en concreto.

FLORENCIO E. SANDOVAL  
INGENIERO CIVIL  
Licencia No. 2005-006-059

FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1969

Orden Técnica de Ingeniería y Arquitectura

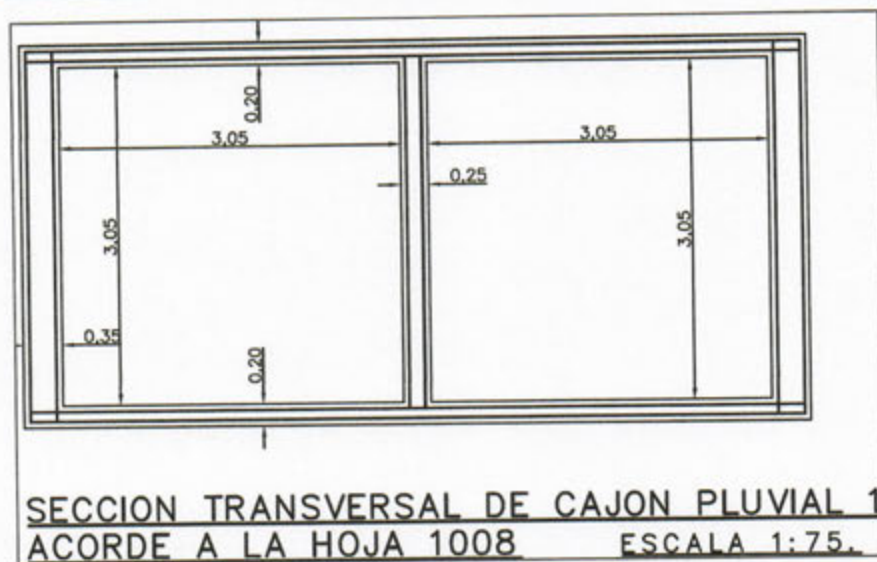
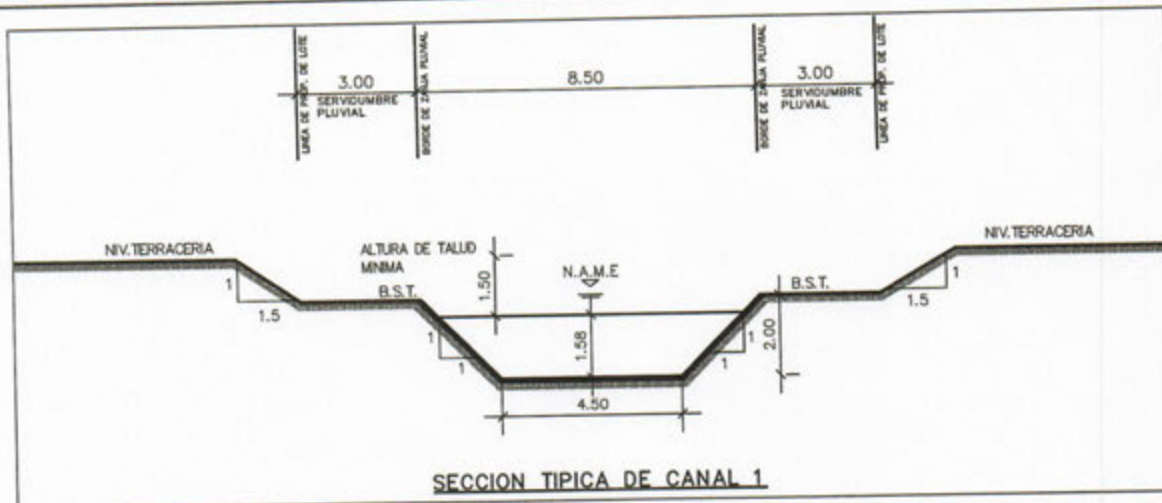


Imagen 11: Secciones transversales óptimas conformada en concreto, propuesta para el drenaje pluvial "Sin Nombre 1"

Para el cálculo del área de la sección transversal, perímetro mojado, radio hidráulico, espejo de agua, utilizaremos las siguientes formulas, para canal (sección trapezoidal) y para el cajón (sección rectangular).

Tipo de sección	Área A (m <sup>2</sup> )	Perímetro mojado P (m)	Radio hidráulico Rh (m)	Espejo de agua T (m)
 Rectangular	$by$	$b+2y$	$\frac{by}{b+2y}$	$b$
 Trapezoidal	$(b+zy)y$	$b+2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{(b+zy)y}{b+2y\sqrt{1+z^2}}$	$b+2zy$

Imagen 12: Donde se muestra los modelos matemáticos a definir para el cálculo de la sección transversal trapezoidal y rectangular para los cálculos del cajón.





### 3.1.3. Cálculo del Canal (Manning) reemplazando el modelo matemático de la sección transversal trapezoidal drenaje pluvial "Sin Nombre 1".

En donde tenemos que:

$$Q = \left( \frac{1}{0.013} \right) \left( \frac{A}{P_m} \right)^{2/3} S_0^{1/2} A$$

Reemplazando por el modelo matemático de la sección transversal trapezoidal:

- Para el área de la sección trasversal (A):

$$A = (b + zy)y$$

Ecuación 9: Para el cálculo del área del canal.

Asignamos los valores constantes para  $b = 4.5$ ,  $z = 1$ .

$$A = (4.5 + y)y$$

- Para el perímetro mojado ( $P_m$ ):

$$P_m = b + 2y\sqrt{1 + z^2}$$

Ecuación 10: Para el cálculo del perímetro mojado del canal.

Asignamos los valores constantes para  $b = 4.5$ ,  $z = 1$ .

$$P_m = 4.5 + 2y\sqrt{1 + (1)^2}$$

Reemplazando estas expresiones en la ecuación del cálculo de canal de la fórmula de Manning tenemos que:

$$Q = \left( \frac{1}{0.013} \right) \left( \frac{(b + zy)y}{b + 2y\sqrt{1 + z^2}} \right)^{2/3} S_0^{1/2} \cdot (b + zy)y$$

Asignando los valores a las constantes anteriormente establecidas y el caudal (Q) de 1:50 años tenemos que:

$$42.57 = \left( \frac{1}{0.013} \right) \left( \frac{(4.5y + y^2)}{4.5 + 2y} \right)^{2/3} \cdot (0.030)^{1/2} \cdot (4.5y + y^2)$$

Como puede verse ésta es una ecuación trascendental, cuya solución requiere de un programa de computadora. En éste caso utilizaremos el programa con el método de Newton Raphson:

$$I = f(y)$$

En donde tenemos que:

$I$  = Representa la ecuación igualada a cero.

$f(y)$  = La ecuación trascendental en función de la incógnita (y).

Introduciendo la ecuación en el programa obtenemos el valor más satisfactorio de y:

$$y = 1.58$$



Reemplazamos "y" en las ecuaciones de área y obtenemos que:

$$A = (b + zy)y$$

$$A = (4.5 + y)y$$

$$A = (4.5 + 1.58)1.58 = 9.61 \text{ m}^2$$

3.1.4. Cálculo de la velocidad para la sección trapezoidal del drenaje pluvial "Sin Nombre 1" ( $Q = 42.57 \text{ m}^3/\text{s}$  y  $A = 9.61 \text{ m}^2$ ):

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{42.57}{9.61} = 4.43 \text{ m/s}$$

Verificando  $y/h \leq 0.80$

$$1.58 / 2.00 = 0.79 \leq 0.80$$

Para el caudal de  $42.57 \text{ m}^3/\text{s}$  de un periodo de retorno de 50 años, una sección optima de un canal conformado en concreto armado de 4.50 m de base, altura de 2.00 m y taludes de 1:1 cumple, como lo demuestran los cálculos para el drenaje de las aguas.

3.1.5. Cálculo del Cajón (Manning) reemplazando el modelo matemático de la sección rectangular del drenaje pluvial "Sin Nombre 1".

En donde tenemos que:

$$Q = \left( \frac{1}{0.013} \right) \left( \frac{A}{P_m} \right)^{2/3} S_0^{1/2} A$$

Reemplazando por el modelo matemático de la sección transversal trapezoidal:

- Para el área de la sección trasversal (A):

$$A = by$$

Ecuación 11: Para el cálculo del área del cajón.

Asignamos los valores constantes para  $b = 3.05$ .

$$A = 3.05y$$

- Para el perímetro mojado ( $P_m$ ):

$$P_m = b + 2y$$

Ecuación 12: Para el cálculo del perímetro mojado del cajón.





Asignamos los valores constantes para  $b = 3.05$ .

$$P_m = 3.05 + 2y$$

Reemplazando estas expresiones en la ecuación del cálculo de canal de la fórmula de Manning tenemos que:

$$Q = \left( \frac{1}{0.013} \right) \left( \frac{by}{b + 2y} \right)^{2/3} S_0^{1/2} \cdot by$$

Asignando los valores a las constantes anteriormente establecidas y la mitad del caudal (Q) de 1:50 años (debido a que son dos cajones) tenemos que:

$$21.28 = \left( \frac{1}{0.013} \right) \left( \frac{3.05y}{3.05 + 2y} \right)^{2/3} \cdot (0.030)^{1/2} \cdot 3.05y$$

Como puede verse ésta es una ecuación trascendental, cuya solución requiere de un programa de computadora. En éste caso utilizaremos el programa con el método de Newton Raphson:

$$I = f(y)$$

En donde tenemos que:

$I$  = Representa la ecuación igualada a cero.

$f(y)$  = La ecuación trascendental en función de la incógnita ( $y$ ).

Introduciendo la ecuación en el programa obtenemos el valor más satisfactorio de  $y$ :

$$y = 1.6$$

Reemplazamos " $y$ " en las ecuaciones de área y obtenemos que:

$$A = by$$

$$A = (3.05)1.6 = 4.88 \text{ m}^2$$

3.1.6. Cálculo de la velocidad de la sección rectangular del drenaje pluvial "Sin Nombre 1" ( $Q = 21.28 \text{ m}^3/\text{s}$  y  $A = 7.44 \text{ m}^2$ ):

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{21.28}{4.88} = 4.36 \text{ m/s}$$

Verificando  $y/h \leq 0.80$

$$1.6 / 3.05 = 0.53 \leq 0.80$$

Para el caudal de  $42.57 \text{ m}^3/\text{s}$  de un periodo de retorno de 50 años, una sección optima de dos cajones conformados en concreto armado de 3.05 m de base, altura de 3.05 m cumple, como lo demuestran los cálculos para el drenaje de las aguas, tomando en consideración los requisitos establecidos por el manual del Ministerio de Obras Públicas de la República de Panamá



### 3.2. Metodología para el cálculo del Drenaje pluvial "Sin Nombre 2": (Manning).

Para el cálculo de la profundidad de flujo normal utilizaremos la ecuación de Manning para canales abiertos.

$$Q = \left(\frac{c}{n}\right) Rh^{2/3} S_0^{1/2} A$$

Ecuación 13: Para el cálculo de la canal (Q) del drenaje pluvial "Sin Nombre".

En Donde:

Q = caudal en m<sup>3</sup>/s

c = Coeficiente (depende del sistema de unidades) = 1 (sistema métrico).

n = 0.013

Rh = Radio Hidráulico en metros.

So = Pendiente longitudinal del cauce en m/m.

A = área de la sección transversal en m<sup>2</sup>.

Para efectos de los cálculos redefinimos, c= 1, n= 0.013, Rh = área de la sección transversal (A) entre perímetro mojado (Pm)

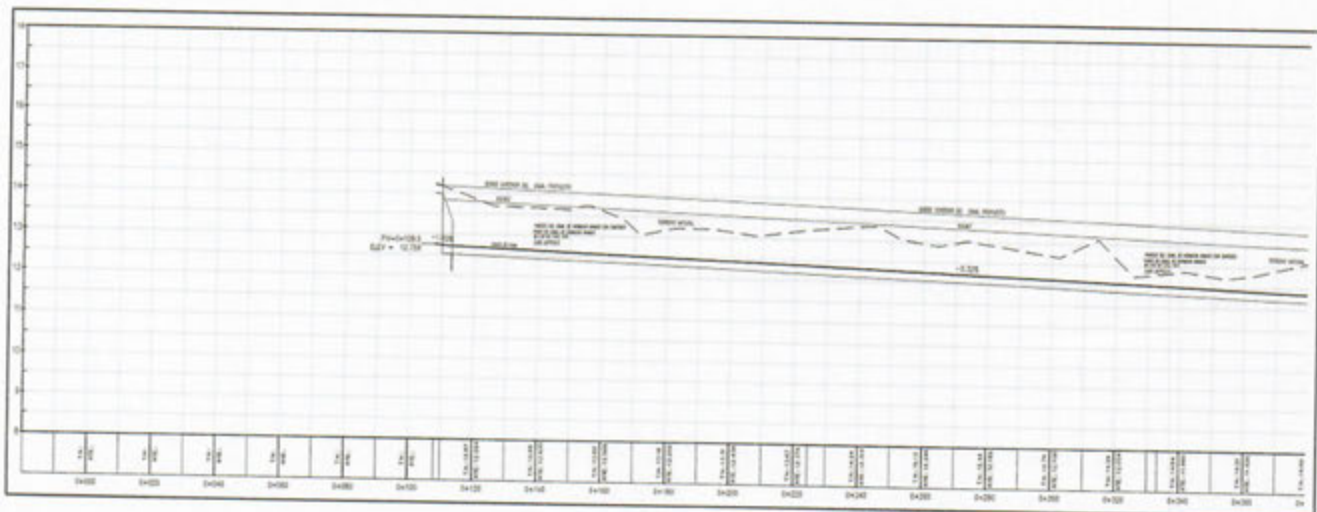
$$Q = \left(\frac{1}{0.013}\right) \left(\frac{A}{P_m}\right)^{2/3} S_0^{1/2} A$$

Ecuación 14: Para el cálculo de la canal (Q) del drenaje pluvial "Sin Nombre 2".

#### 3.2.1. Cálculo de la pendiente longitudinal del drenaje pluvial "Sin Nombre 2":

La pendiente del canal se tomará la menor pendiente, que es la más crítica, la calculamos en base al perfil levantado en campo por medio de la topografía en el centro del curso de agua existente se obtiene una pendiente de So = 0.0032 m/m.

Esta sección es para un periodo de retorno de 1:50 años, el ancho total incluyendo la servidumbre pluvial o área de protección del cauce es de 10.9 metros.



FLORENCIO E. SANDOVAL C.

INGENIERO CIVIL

Licencia No. 2003-006-039



FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959

Sección Técnica de Ingeniería y Arquitectura



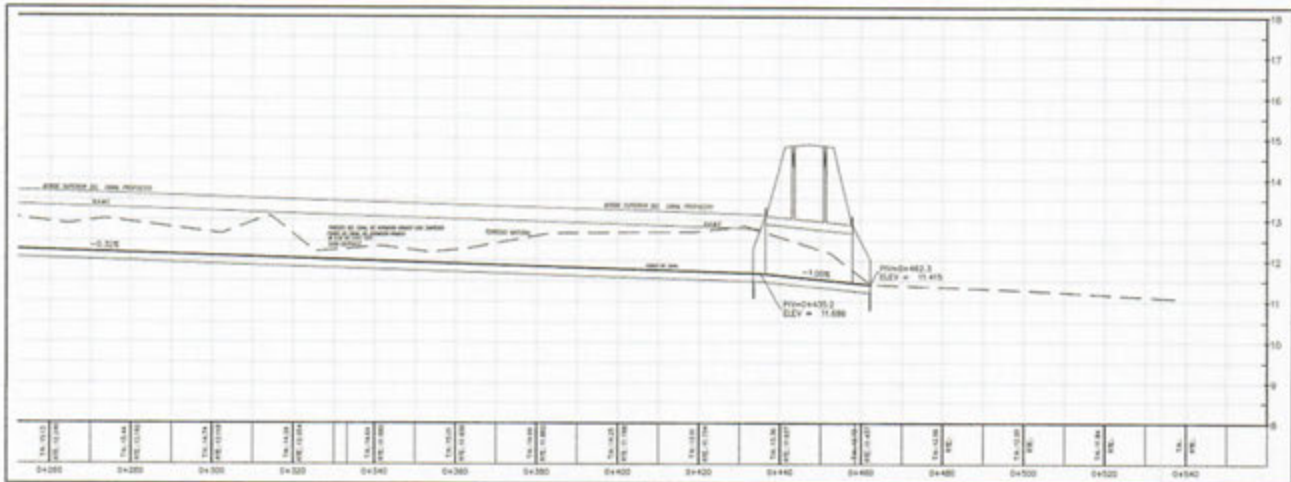
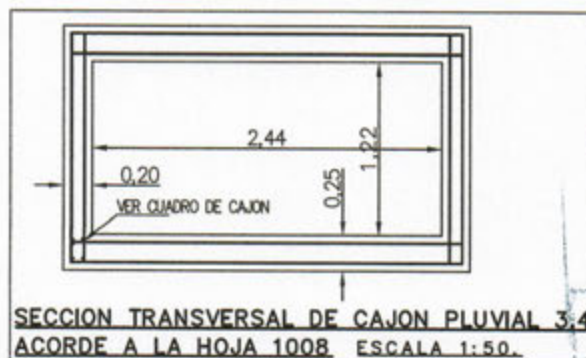
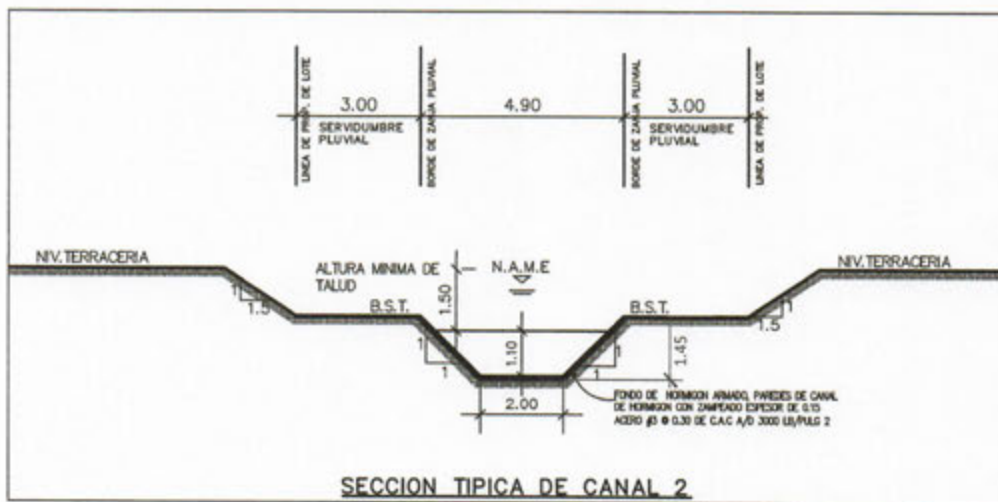


Imagen 13 y 14: Extracto del plano para la sección longitudinal conformada en concreto, propuesta para el drenaje pluvial "Sin Nombre 2"

### 3.2.2. Cálculo del área de la sección transversal:

Tomando en consideración, por su eficiencia al momento de implementarla consideraremos dos secciones, una trapezoidal conformada en concreto con base de 2 m., altura de 1.45 m y con taludes 1 horizontal @ 1 vertical, en concreto y una sección rectangular de 2.44 m de base por 1.22 m de altura conformado en concreto.



FLORENCIO E. SANDOVAL C.  
INGENIERO CIVIL  
Licencia No. 2003-008-059  
FIRMA  
Ley 15 del 26 de Enero de 1959  
Código Técnico de Ingeniería y Arquitectura

Imagen 15: Secciones transversales óptimas conformadas en concreto, propuesta para el drenaje pluvial "Sin Nombre 2"

Para el cálculo del área de la sección transversal, perímetro mojado, radio hidráulico, espejo de agua, utilizaremos las siguientes formulas, para canal (sección trapezoidal).

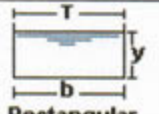
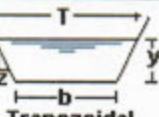
Tipo de sección	Área A (m <sup>2</sup> )	Perímetro mojado P (m)	Radio hidráulico Rh (m)	Espejo de agua T (m)
 Rectangular	by	b+2y	$\frac{by}{b+2y}$	b
 Trapezoidal	(b+zy)y	$b+2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{(b+zy)y}{b+2y\sqrt{1+z^2}}$	b + 2zy

Imagen 16: Donde se muestra los modelos matemáticos a definir para el cálculo de la sección transversal trapezoidal y rectangular para los cálculos del cajón.

3.2.3. Cálculo del Canal (Manning) reemplazando el modelo matemático de la sección transversal trapezoidal drenaje pluvial "Sin Nombre 2".

En donde tenemos que:

$$Q = \left( \frac{1}{0.013} \right) \left( \frac{A}{P_m} \right)^{2/3} S_0^{1/2} A$$

Reemplazando por el modelo matemático de la sección transversal trapezoidal:

- Para el área de la sección trasversal (A):

$$A = (b + zy)y$$

Ecuación 15: Para el cálculo del área del canal.

Asignamos los valores constantes para b = 2, z = 1.

$$A = (2 + 1y)y$$

- Para el perímetro mojado (P<sub>m</sub>):

$$P_m = b + 2y\sqrt{1 + z^2}$$

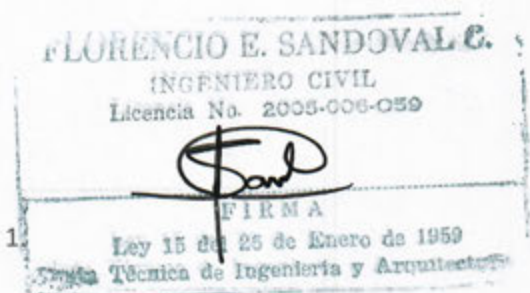
Ecuación 16: Para el cálculo del perímetro mojado del canal.

Asignamos los valores constantes para b = 2, z = 1

$$P_m = 2 + 2y\sqrt{1 + (1)^2}$$

Reemplazando estas expresiones en la ecuación del cálculo de canal de la fórmula de Manning tenemos que:

$$Q = \left( \frac{1}{0.013} \right) \left( \frac{(b + zy)y}{b + 2y\sqrt{1 + z^2}} \right)^{2/3} S_0^{1/2} \cdot (b + zy)y$$





Asignando los valores a las constantes anteriormente establecidas y el caudal (Q) de 1:50 años tenemos que:

$$11.11 = \left( \frac{1}{0.013} \right) \left( \frac{(2+y)y}{2+2y\sqrt{1+(1)^2}} \right)^{2/3} \cdot (0.010)^{1/2} \cdot (2+y)y$$

cómo puede verse ésta es una ecuación trascendental, cuya solución requiere de un programa de computadora. En éste caso utilizaremos el programa con el método de Newton Raphson:

$$I = f(y)$$

En donde tenemos que:

I = Representa la ecuación igualada a cero.

f(y) = La ecuación trascendental en función de la incógnita (y).

Introduciendo la ecuación en el programa obtenemos el valor más satisfactorio de y:

$$y = 1.1$$

Reemplazamos "y" en las ecuaciones de área y obtenemos que:

$$A = (b + zy)y$$

$$A = (2 + 1.1)1.1$$

$$A = (2 + 1.1)1.1 = 3.41 \text{ m}^2$$

3.2.4. Cálculo de la velocidad para la sección trapezoidal del drenaje pluvial "Sin Nombre 1" (Q = 11.11 m<sup>3</sup>/s y A = 3.41 m<sup>2</sup>):

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{11.11}{3.41} = 3.26 \text{ m/s}$$

Verificando  $y/h \leq 0.80$

$$1.1 / 1.45 = 0.745 \leq 0.80$$

Para el caudal de 11.11 m<sup>3</sup>/s de un periodo de retorno de 50 años, una sección optima de un canal conformado en concreto armado de 2.0 m de base, altura de 1.45 m y taludes de 1:1 cumple, como lo demuestran los cálculos para el drenaje de las aguas.

3.2.5. Cálculo del Cajón (Manning) reemplazando el modelo matemático de la sección rectangular del drenaje pluvial "Sin Nombre 2".

En donde tenemos que:

$$Q = \left( \frac{1}{0.013} \right) \left( \frac{A}{P_m} \right)^{2/3} S_0^{1/2} A$$

FLORENCIO E. SANDOVAL C.

INGENIERO CIVIL

Licencia No. 2005-006-059



FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959

Ordenanza de Ingeniería y Arquitectura



Reemplazando por el modelo matemático de la sección transversal trapezoidal:

- Para el área de la sección trasversal (A):

$$A = by$$

Ecuación 17: Para el cálculo del área del cajón.

Asignamos los valores constantes para  $b = 2.44$ .

$$A = 2.44y$$

- Para el perímetro mojado ( $P_m$ ):

$$P_m = b + 2y$$

Ecuación 18: Para el cálculo del perímetro mojado del cajón.

Asignamos los valores constantes para  $b = 2.44$ .

$$P_m = 2.44 + 2y$$

Reemplazando estas expresiones en la ecuación del cálculo de canal de la fórmula de Manning tenemos que:

$$Q = \left( \frac{1}{0.013} \right) \left( \frac{by}{b + 2y} \right)^{2/3} S_0^{1/2} \cdot by$$

Asignando los valores a las constantes anteriormente establecidas y el caudal (Q) de 1:50 años tenemos que:

$$13.08 = \left( \frac{1}{0.013} \right) \left( \frac{2.44y}{2.44 + 2y} \right)^{2/3} \cdot (0.01)^{1/2} \cdot 2.44y$$

Como puede verse ésta es una ecuación trascendental, cuya solución requiere de un programa de computadora. En éste caso utilizaremos el programa con el método de Newton Raphson:

$$I = f(y)$$

En donde tenemos que:

$I$  = Representa la ecuación igualada a cero.

$f(y)$  = La ecuación trascendental en función de la incógnita ( $y$ ).

Introduciendo la ecuación en el programa obtenemos el valor más satisfactorio de  $y$ :

$$y = 0.99$$

Reemplazamos " $y$ " en las ecuaciones de área y obtenemos que:

$$A = by$$

$$A = (2.44)0.99 = 2.41 \text{ m}^2$$

FLORENCIO E. SANDOVAL C.  
INGENIERO CIVIL  
Licencia No. 2003-006-059  
  
FIRMA  
Ley 15 del 26 de Enero de 1959  
Nota Técnica de Ingeniería y Arquitectura



- 3.2.6. Cálculo de la velocidad de la sección rectangular del drenaje pluvial "Sin Nombre 1" ( $Q = 13.08 \text{ m}^3/\text{s}$  y  $A = 2.53 \text{ m}^2$ ):

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{11.11}{2.41} = 4.6 \text{ m/s}$$

Verificando  $y/h \leq 0.80$

$$0.99 / 1.22 = 0.80 \leq 0.80$$

Para el caudal de  $11.11 \text{ m}^3/\text{s}$  de un periodo de retorno de 50 años, una sección optima de un cajón conformado en concreto armado de 2.44 m de base, altura de 1.83 m cumple, como lo demuestran los cálculos para el drenaje de las aguas, tomando en consideración los requisitos establecidos por el manual del Ministerio de Obras Públicas de la República de Panamá

### 3.3. Secciones transversales del drenaje pluvial:

Como parte del estudio se realizaron las secciones establecidas 100 m aguas arriba como parte de los requisitos establecidos por el Ministerio de Obras Públicas en su manual de requisitos y normas generales actualizadas para la revisión de planos, hasta un drenaje existente.

Para las secciones transversales Drenaje Pluvial "Sin Nombre 1" tenemos lo siguiente:



FLORENCIO E. SANDOVAL C.

INGENIERO CIVIL

Licencia No. 2005-036-059

FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959

Carta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

SECCION 0+040.00

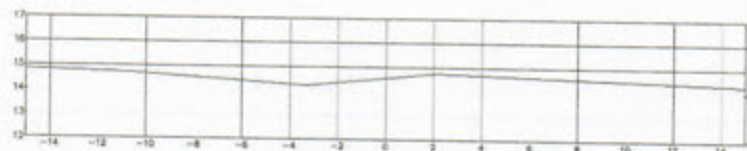
SECCION 100 MTS AGUA ARRIBA FUERA DEL AREA DE DESARROLLO RESIDENCIAL.

SECCION 0+060.00

SECCION 100 MTS AGUA ARRIBA FUERA DEL AREA DE DESARROLLO RESIDENCIAL.

SECCION 0+080.00

SECCION 100 MTS AGUA ARRIBA FUERA DEL AREA DE DESARROLLO RESIDENCIAL.

SECCION 0+100.00

SECCION 100 MTS AGUA ARRIBA FUERA DEL AREA DE DESARROLLO RESIDENCIAL.

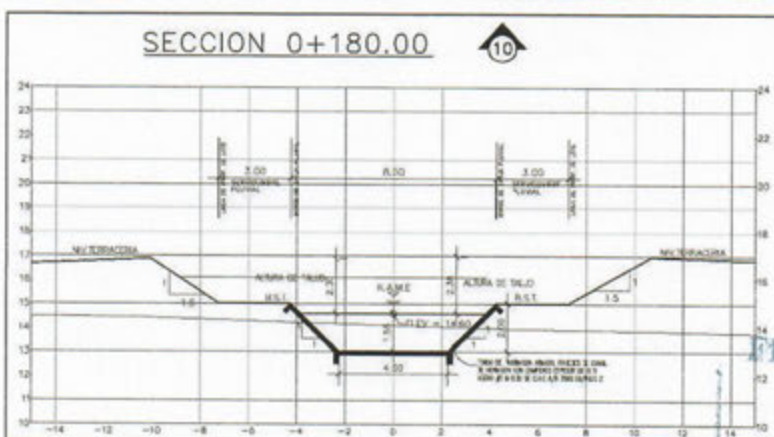
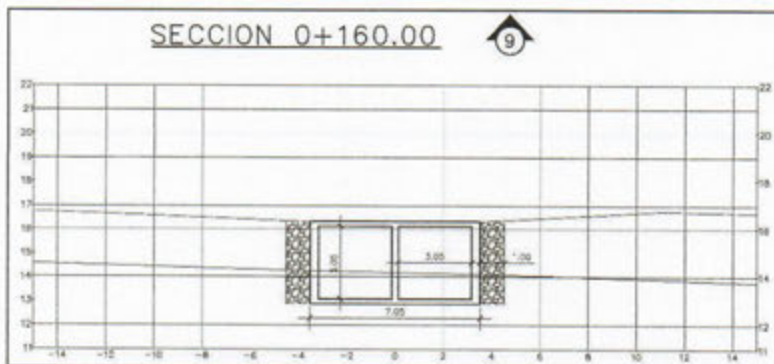
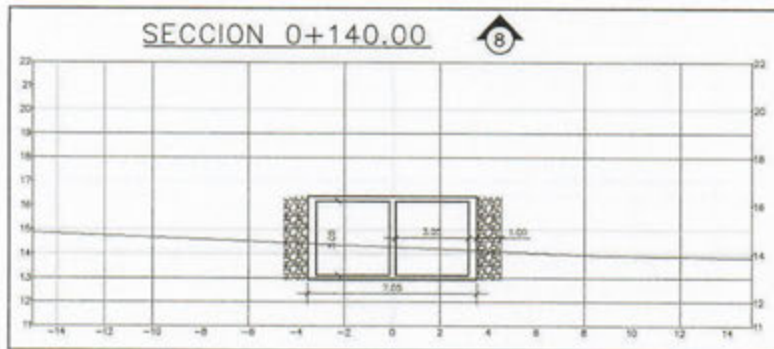
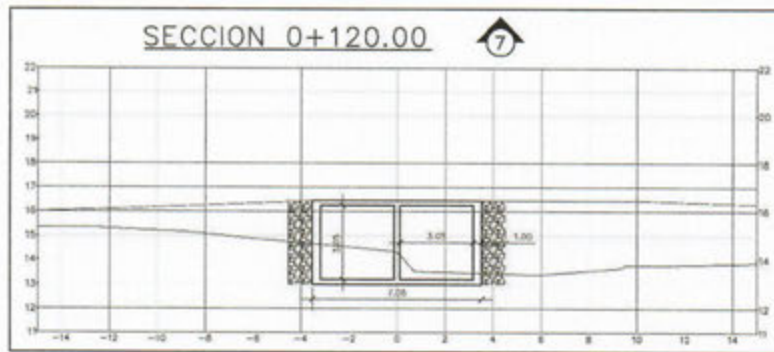
FLORENCIO E. SANDOVAL E.

INGENIERO CIVIL

Licencia No. 2003-003-039

Ley 16 del 26 de Enero de 1959 **Página 30 de 49**  
Cartera Técnica de Ingeniería y Arquitectura

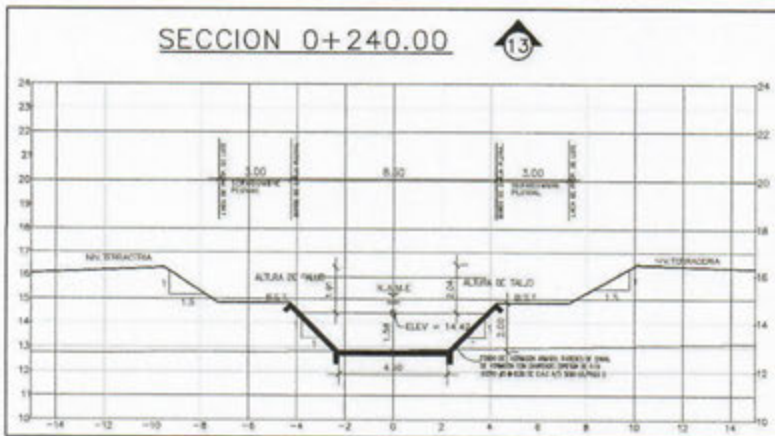
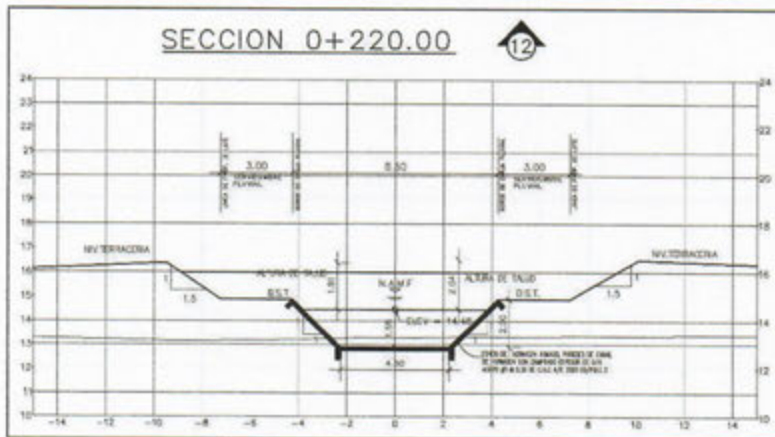
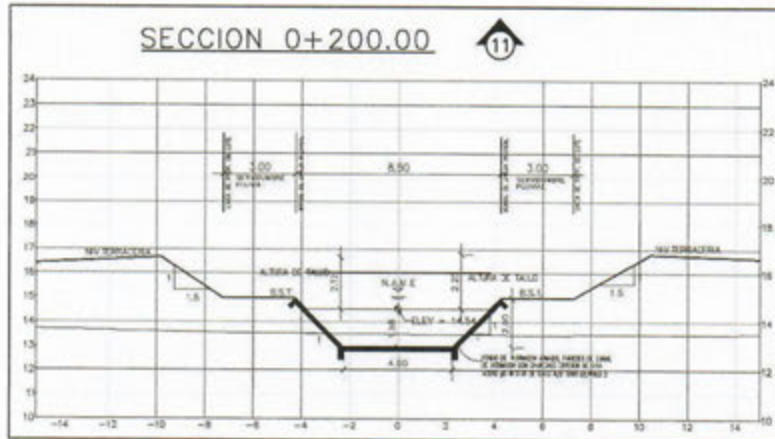




**FLORENCIO E. SANDOVAL**  
INGENIERO CIVIL  
Licencia No. 2005-006-050

  
FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959  
Código Técnico de Ingeniería y Arquitectura



**FLORENCIO E. SANDOVAL &**

INGENIERO CIVIL

Licencia No. 2005-005-039

  
FIRMA

Ley 15 del 20 de Enero de 1959

Lista Técnica de Ingeniería y Arquitectura





FLORENCIO E. SANDOVAL C.

INGENIERO CIVIL

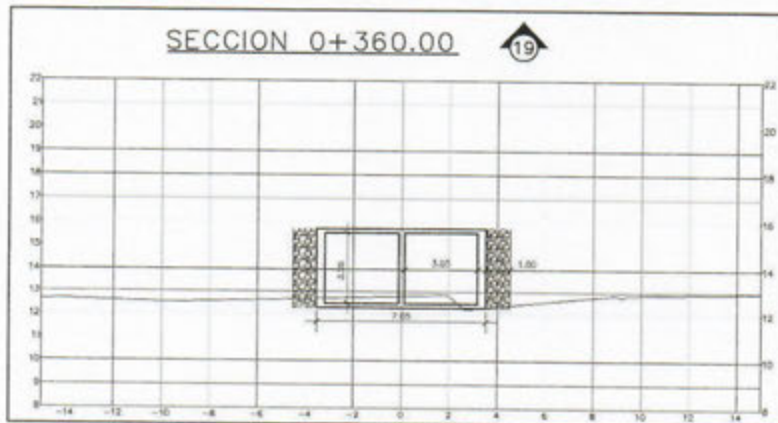
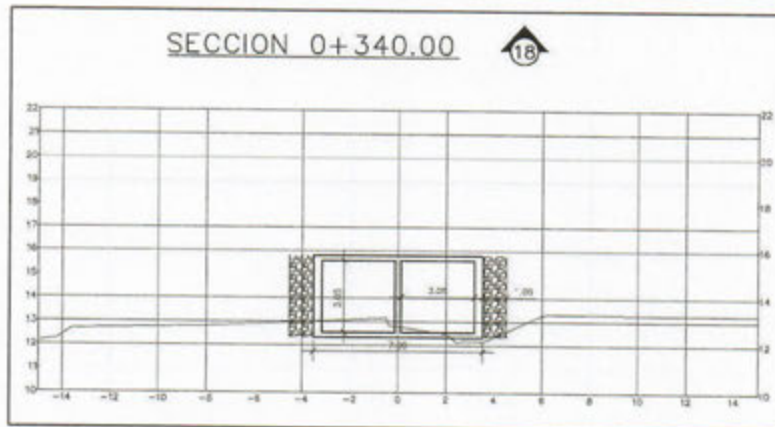
Licencia No. 2003-036-059



FIRMA

Ley 18 del 26 de Enero de 1969

Cartera Técnica de Ingeniería y Arquitectura



FLORENCIO E. SANDOVAL C.

INGENIERO CIVIL  
Licencia No. 2003-003-059

FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959  
Técnica de Ingeniería y Arquitectura



SECCION 0+400.00

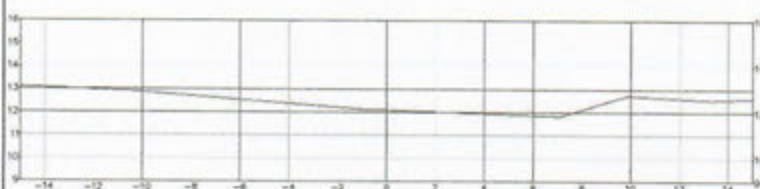
21



SECCION 100 MTS AGUA ARRIBA FUERA DEL AREA DE DESARROLLO RESIDENCIAL.

SECCION 0+420.00

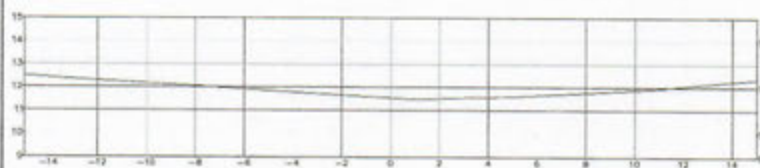
22



SECCION 100 MTS AGUA ARRIBA FUERA DEL AREA DE DESARROLLO RESIDENCIAL.

SECCION 0+440.00

23



SECCION 100 MTS AGUA ARRIBA FUERA DEL AREA DE DESARROLLO RESIDENCIAL.

FLORENCIO E. SANDOVAL G.

INGENIERO CIVIL

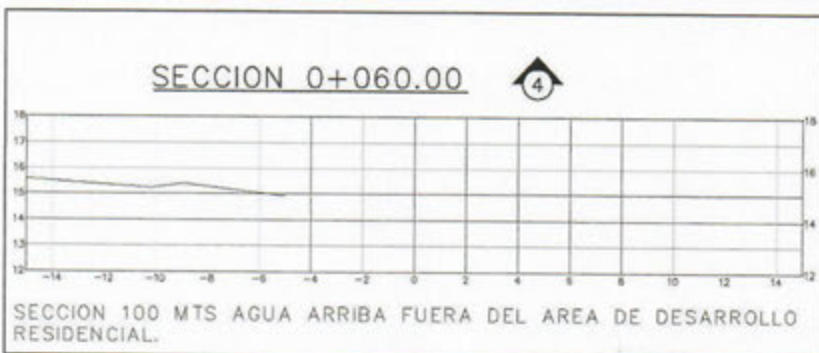
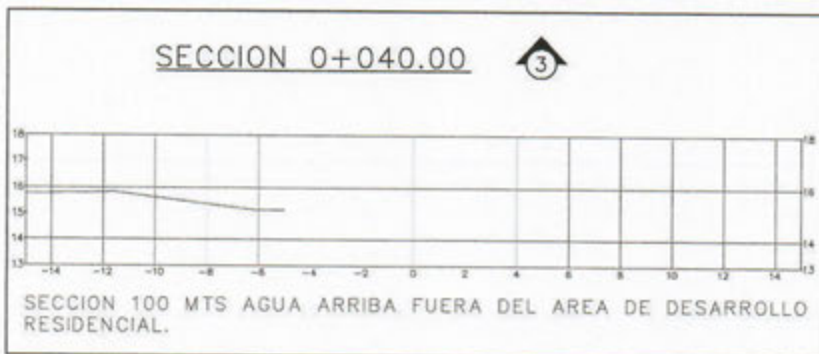
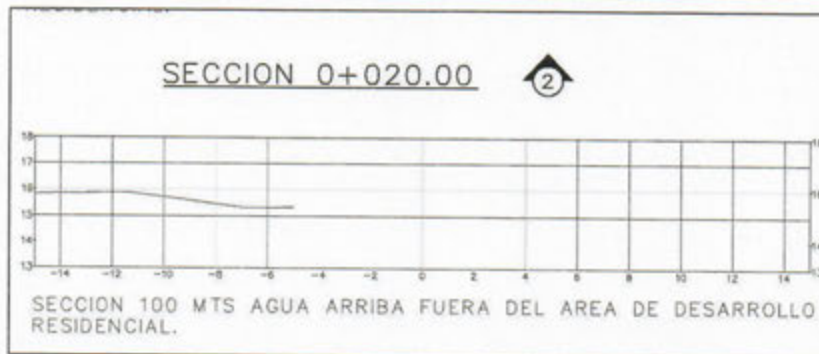
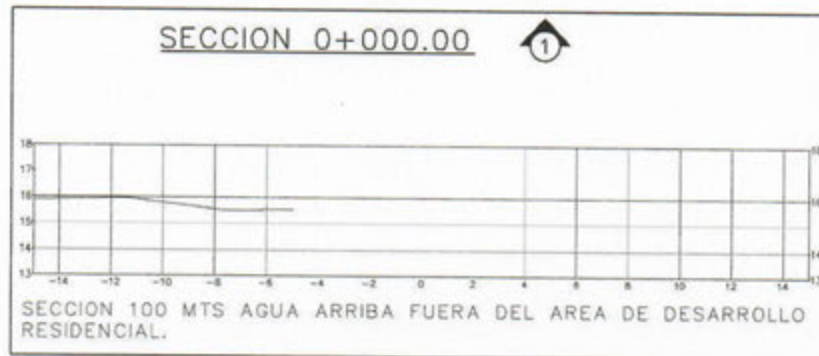
Licencia No. 2005-005-039

FIRMA

Ley 1 del 26 de Enero de 1959

Código Técnico de Ingeniería y Arquitectura

Las secciones transversales las el drenaje pluvial "Sin Nombre 2" tenemos:



FLORENCIO E. SANDOVAL C.  
INGENIERO CIVIL  
Licencia No. 2005-005-059



FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959  
Ejercita Técnica de Ingeniería y Arquitectura



SECCION 0+080.00

5



SECCION 100 MTS AGUA ARRIBA FUERA DEL AREA DE DESARROLLO RESIDENCIAL.

SECCION 0+100.00

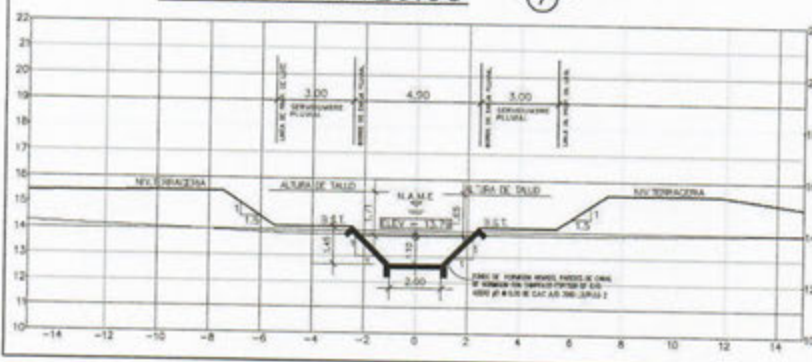
⑥



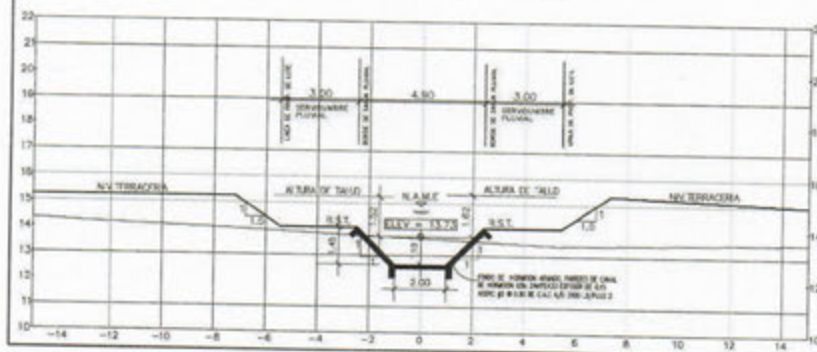
SECCION 100 MTS AGUA ARRIBA FUERA DEL AREA DE DESARROLLO RESIDENCIAL.

SECCION 0+120.00

7



SECCION 0+140.00



FLORENCIO E. SANDOVAL C.

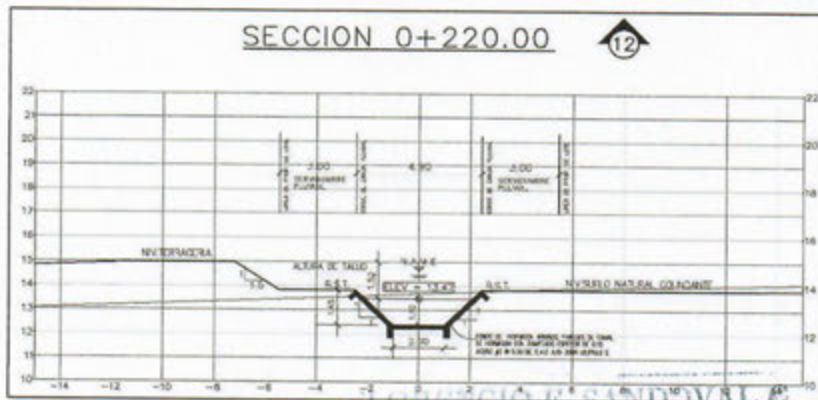
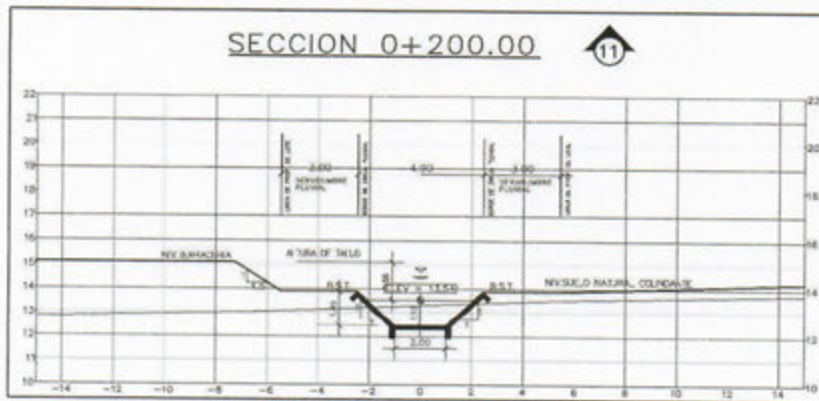
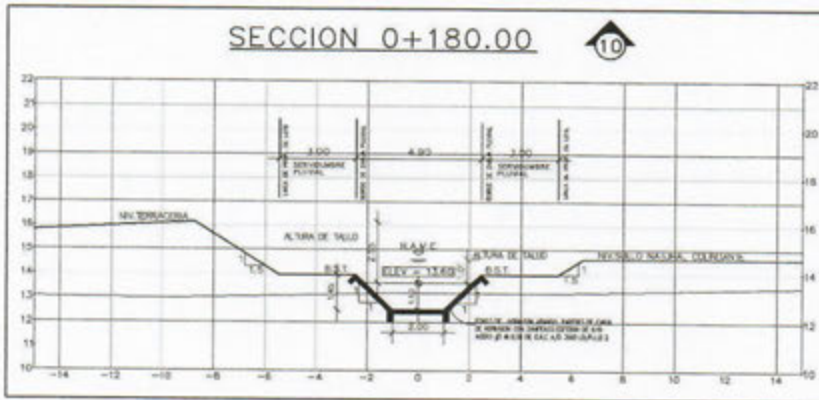
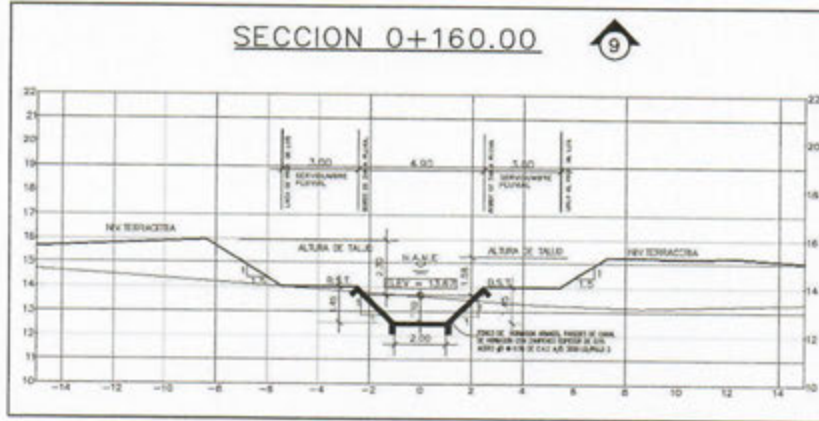
INGENIERO CIVIL

Licencia No. 2005-006-059

F I R M A

Ley 15 del 28 de Enero de 1959

Escuela Técnica de Ingeniería y Arquitectura



FLORENCIO E. SANDOVAL C.

INGENIERO CIVIL

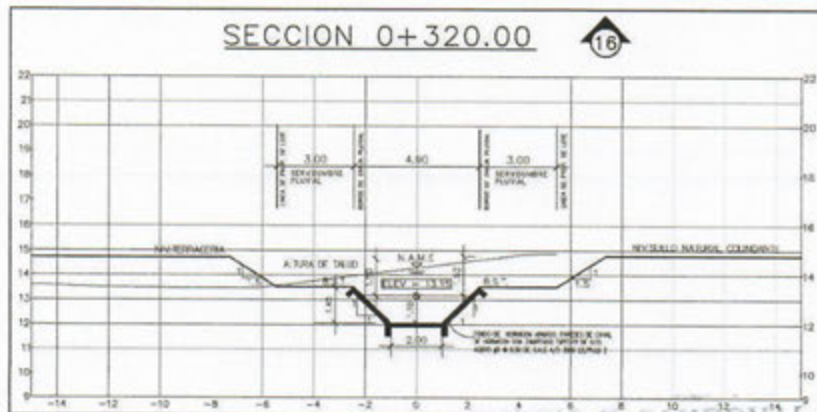
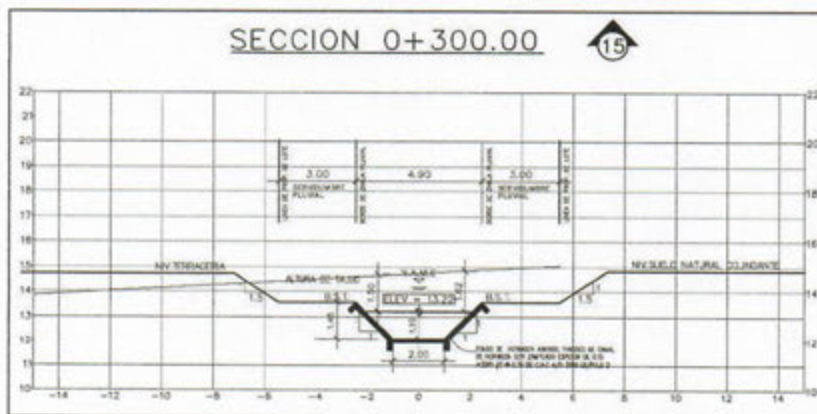
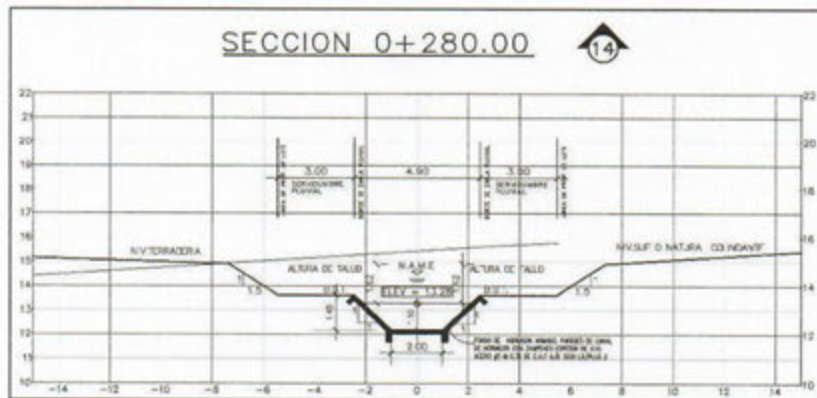
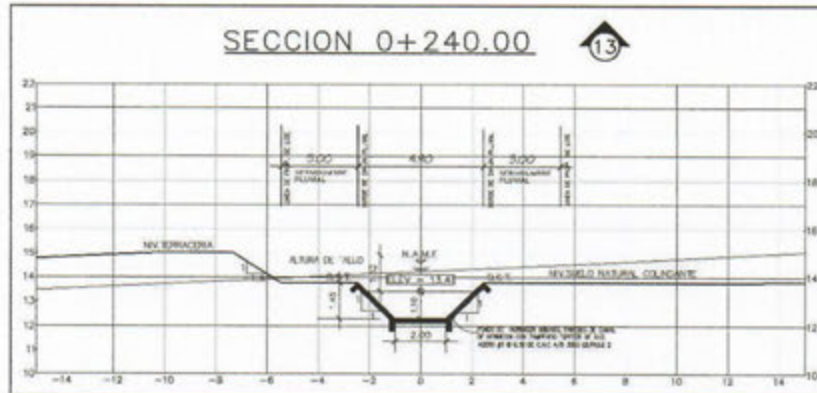
Licencia No. 2005-000-009

FIRMA

Ley 15 del 25 de Enero de 1959

Técnica de Ingeniería y Arquitectura





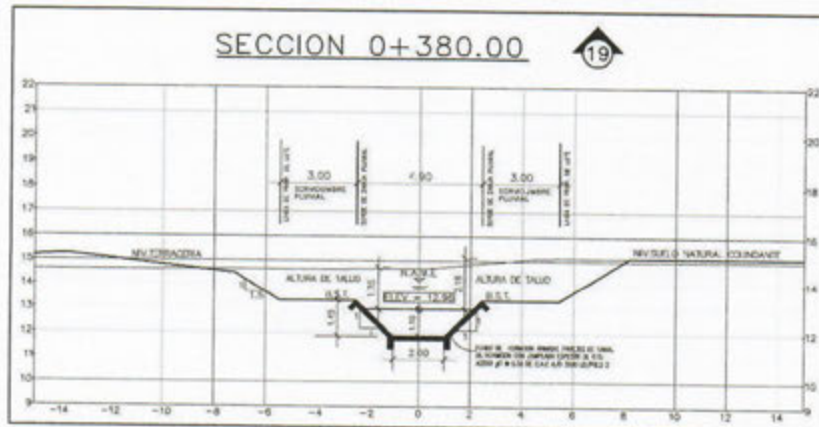
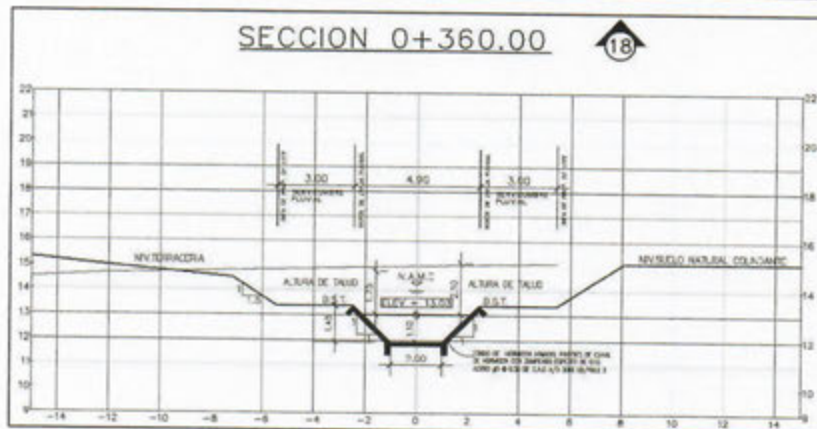
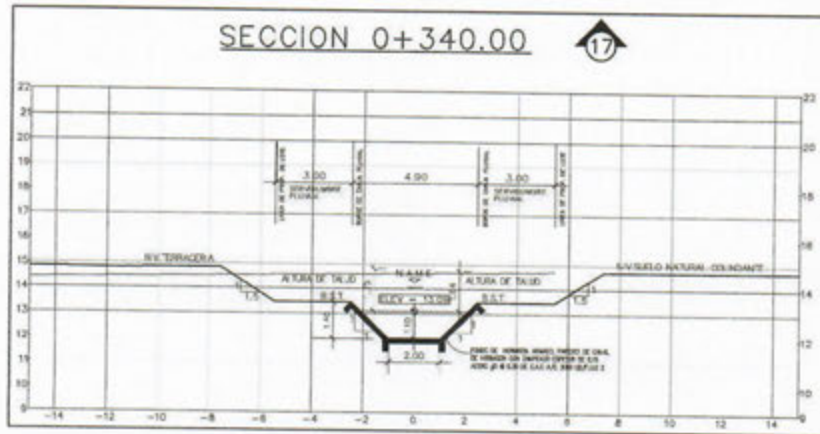
FLORENCIO E. SANDOVAL

INGENIERO CIVIL  
Licencia No. 2003-003-059


FIRMA

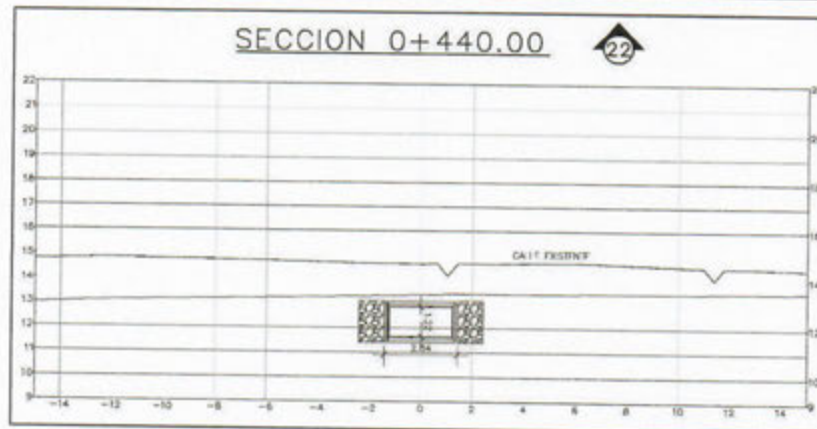
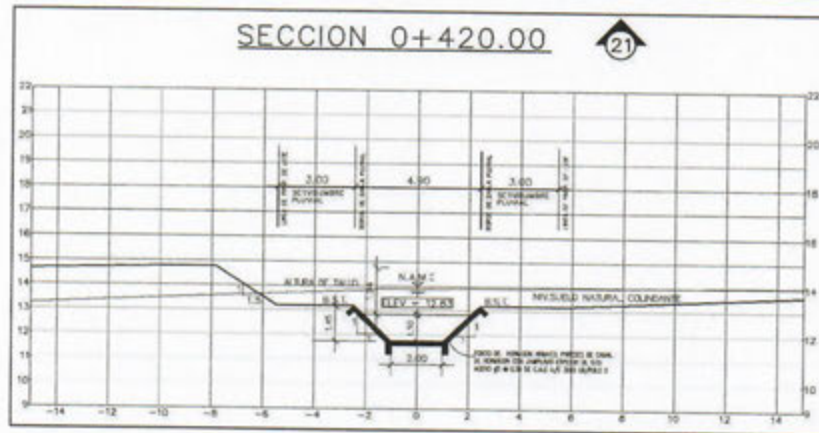
Ley 15 del 26 de Enero de 1959

Instituto de Ingenieros y Arquitectos



**LORENCIO E. SANDOVAL C.**  
 INGENIERO CIVIL  
 Licencia No. 2005-008-059  
  
 FIRMA  
 Ley 18 del 20 de Enero de 1959  
 Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura





FLORENCIO E. SANDOVAL C.

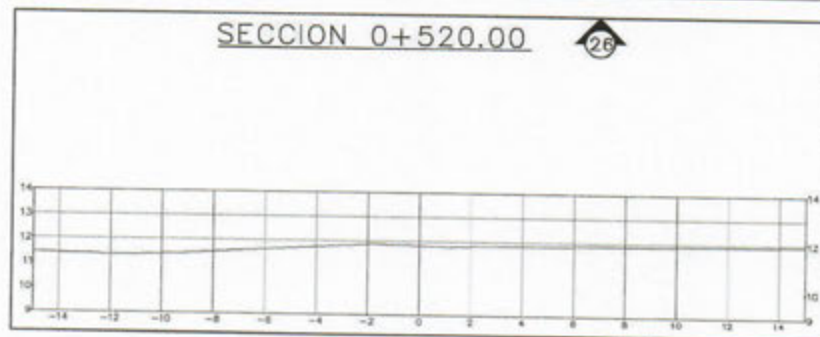
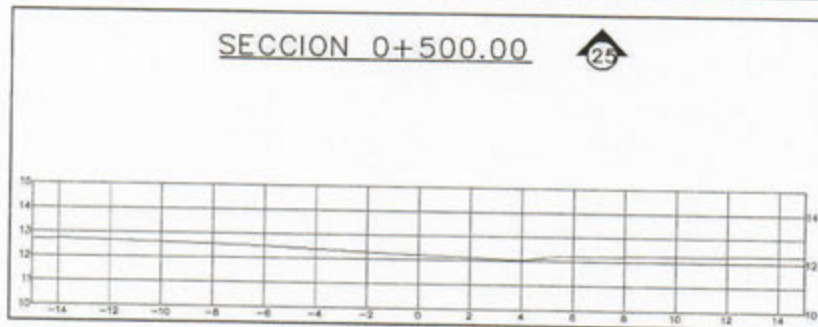
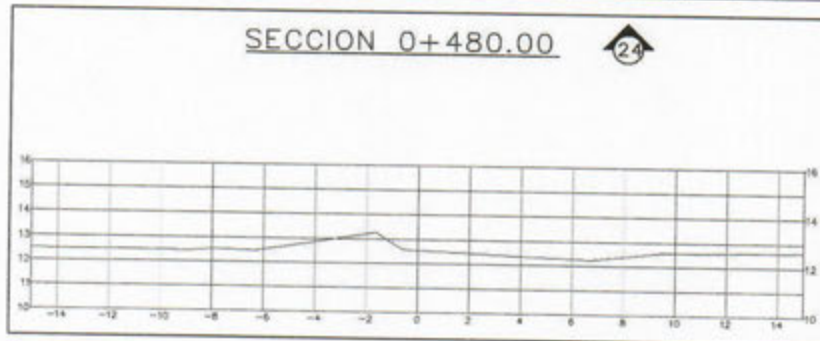
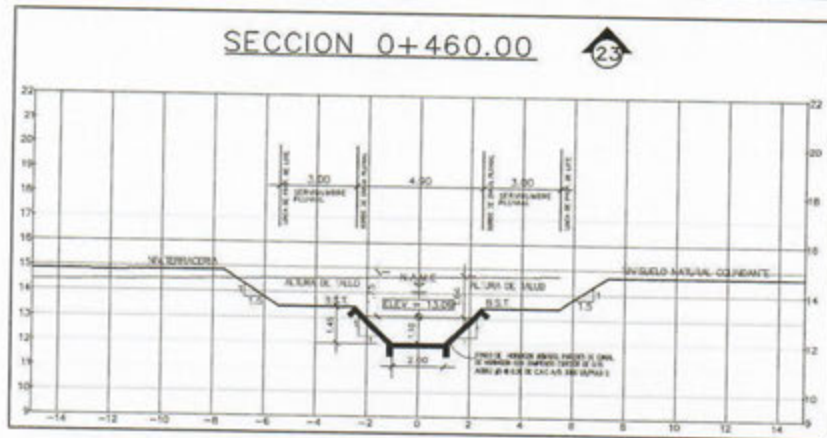
INGENIERO CIVIL

Licencia No. 2005-006-C39

FIRM A

Ley 15 del 26 de Enero de 1959

Ley 15 del 26 de Enero de 1966  
Técnica de Ingeniería y Arquitectos



**FLORENCIO E. SANDOVAL G.**

INGENIERO CIVIL

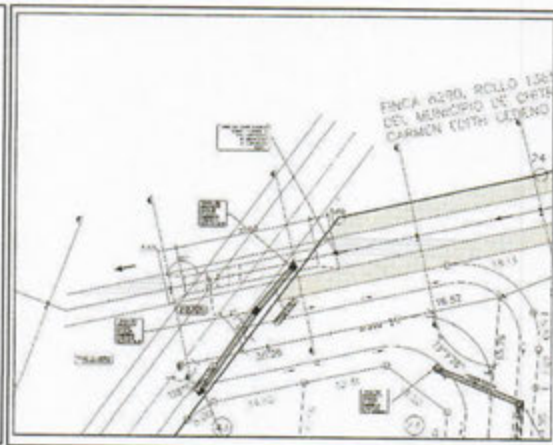
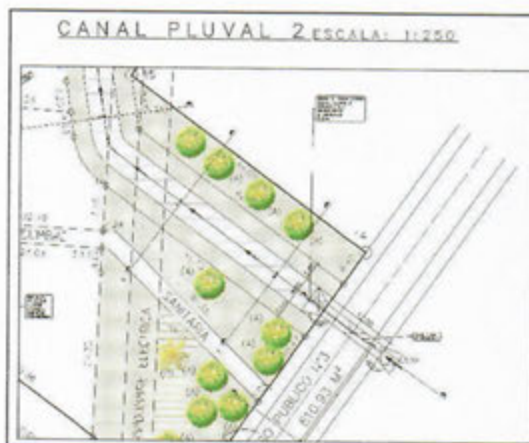
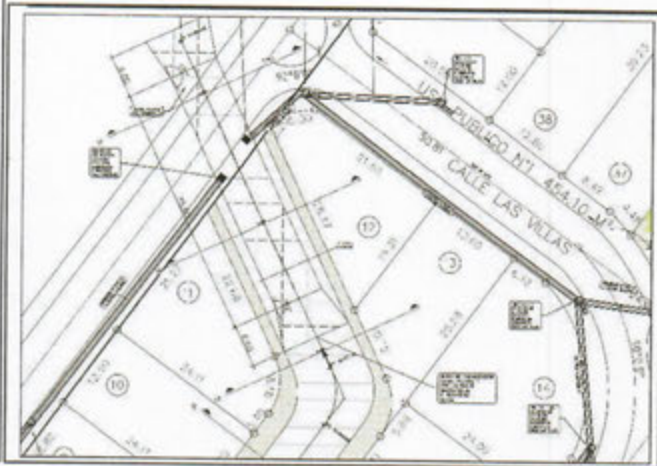
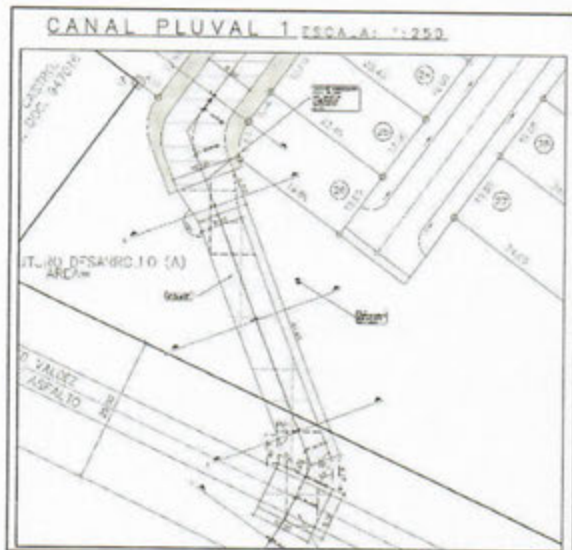
Licencia No. 2003-006-059

FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959

Página Técnica de Ingeniería y Arquitectura

Ampliaciones de las transiciones en planta de los drenajes pluviales en estudio:



FLORENCIO E. SANDOVAL E.  
INGENIERO CIVIL  
Licencia No. 2005-006-059

*[Signature]*  
FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959  
Código Técnico de Ingeniería y Arquitectura



3.4. Cuadro de cálculos de crecidas máximas y niveles de terracería para un período de retorno de 1:50 años para los drenajes en estudio.

CANAL 1						
ESTACION	FONDO EXISTENTE	NAME	BST	TERRACERIA DER	TERRACERIA IZQ	OBS
OK+000.00	-	-	-	-	-	100 M ARRIBA
OK+020.00	-	-	-	-	-	100 M ARRIBA
OK+040.00	-	-	-	-	-	100 M ARRIBA
OK+060.00	-	-	-	-	-	100 M ARRIBA
OK+080.00	-	-	-	-	-	100 M ARRIBA
OK+100.00	-	-	-	-	-	100 M ARRIBA
OK+120.00	13.196	-	-	-	-	Cajón Pluvial
OK+140.00	13.136	-	-	-	-	Cajón Pluvial
OK+160.00	13.076	-	-	-	-	Cajón Pluvial
OK+180.00	13.016	14.6	15.02	-	-	Cajón Pluvial
OK+200.00	12.956	14.54	14.96	16.79	16.66	
OK+220.00	12.896	14.48	14.9	16.51	16.38	
OK+240.00	12.836	14.42	14.84	16.45	16.32	
OK+260.00	12.776	14.36	14.78	16.21	16.39	
OK+280.00	12.716	14.3	14.72	16.22	16.2	
OK+300.00	12.656	14.24	14.66	15.98	16.07	
OK+320.00	12.596	14.18	14.6	15.94	15.81	
OK+340.00	12.536	-	-	-	-	Cajón Pluvial
OK+360.00	12.476	-	-	-	-	Cajón Pluvial
OK+380.00	12.11	-	-	-	-	100 M ARRIBA
OK+400.00	12.03	-	-	-	-	100 M ARRIBA
OK+420.00	12.1	-	-	-	-	100 M ARRIBA
OK+440.00	11.54	-	-	-	-	100 M ARRIBA

Tabla 5: Cuadro de cálculos de crecidas máximas y niveles de terracería para un período de retorno de 1:50 años Drenaje Pluvial "Sin Nombre1".

FLORENCIO E. SANDOVAL &  
 INGENIERO CIVIL  
 Licencia No. 2005-006-059


  
 FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959  
 Ley Técnica de Ingeniería y Arquitectura

CANAL 2						
ESTACION	FONDO EXISTENTE	NAME	BST	TERRACERIA DER	TERRACERIA IZQ	OBS
OK+000.00	-	-	-	-	-	100 M ARRIBA
OK+020.00	-	-	-	-	-	100 M ARRIBA
OK+040.00	-	-	-	-	-	100 M ARRIBA
OK+060.00	-	-	-	-	-	100 M ARRIBA
OK+080.00	-	-	-	-	-	100 M ARRIBA
OK+100.00	-	-	-	-	-	100 M ARRIBA
OK+120.00	12.694	13.79	14.14	15.45	15.5	
OK+140.00	12.63	13.73	14.08	15.35	15.25	
OK+160.00	12.566	13.67	14.02	15.25	15.97	
OK+180.00	12.502	13.6	13.95	14.62	16.15	
OK+200.00	12.438	13.54	13.89	13.89	15.1	
OK+220.00	12.374	13.47	13.82	13.82	14.99	
OK+240.00	12.31	13.41	13.76	13.76	15.02	
OK+260.00	12.246	13.35	13.7	15.56	14.95	
OK+280.00	12.182	13.28	13.63	14.9	14.9	
OK+300.00	12.118	13.22	13.57	14.84	14.72	
OK+320.00	12.054	13.15	13.5	14.78	14.72	
OK+340.00	11.99	13.09	13.44	14.73	14.85	
OK+360.00	11.926	13.03	13.38	15.13	14.53	
OK+380.00	11.862	12.96	13.13	15.15	14.46	
OK+400.00	11.798	12.9	13.25	14.58	14.86	
OK+420.00	11.734	12.83	13.18	13.18	14.77	
OK+440.00	11.637	-	-	-	-	Cajón Pluvial
OK+460.00	11.437	-	-	-	-	Cajón Pluvial
OK+480.00	11.33	-	-	-	-	100 M ARRIBA
OK+500.00	11.21	-	-	-	-	101 M ARRIBA
OK+520.00	11.13	-	-	-	-	102 M ARRIBA

Tabla 6: Cuadro de cálculos de crecidas máximas y niveles de terracería para un período de retorno de 1:50 años Drenaje Pluvial "Sin Nombre1".

FLORENCIO E. SANDOVAL C.  
INGENIERO CIVIL  
Licencia No. 2008-008-039



FIRMA  
Ley 15 del 26 de Enero de 1959  
Caja Técnica de Ingeniería y Arquitectura



## 4. Conclusiones

Una vez realizada la gira técnica al área de estudio y analizadas las condiciones Hidro-Climáticas de la cuenca en donde se va a realizar el proyecto residencial se puede concluir lo siguiente:

- Los caudales generados, para periodos de retorno 50 años los podemos observar en la siguiente tabla.


Periodo de Retorno (AÑOS)	Caudal (Q) (m <sup>3</sup> /s)
<b>CUENCA - 1</b>	
1:50	42.57
<b>CUENCA - 2</b>	
1:50	11.11

- La precipitación promedio es baja debido a las condiciones climáticas en el área del proyecto lo que se traduce en volúmenes bajos de escorrentía<sup>1</sup>.
- El tiempo de concentración para cada una de las cuencas es el siguiente:

Cuenca	Tiempo de Concentración (Tc) (minutos)	Hectareaaje (ha)
CUENCA - 1	54.19	18
CUENCA - 2	21.97	26

- Lo cual indica que la cuenca, tiene la capacidad de desalojar el volumen de agua rápidamente, de presentarse alguna incidencia de flujo en la misma, sumado a las características morfológicas del lugar en la cual presenta una baja densidad de vegetación.
- Tomando el cálculo por el método racional las estructuras civiles en diseño son:
  - Para el drenaje pluvial "Sin Nombre 1"
    - Un cajón de dos líneas de secciones rectangulares conformadas en concreto de 3.05 de base por 3.05 de altura.
    - Un canal abierto de canal abierto conformado en concreto de sección trapezoidal con base de 4.5 m, altura de 2 m y con taludes 1 horizontal @ 1 vertical.
  - Para el drenaje pluvial "Sin Nombre 2"
    - Un cajón de 2.44 de ancho y 1.22 de altura conformado en concreto.
    - Un canal abierto de 2m de base y 1.45 m de altura con taludes 1 @ 1
- Todos los cálculos cumplen con las relaciones hidráulicas que exige el Ministerio de Obras Públicas.
- El diseño de canal cumple con los retiros y servidumbres establecidos por la ley.

FLORENCIO E. SANDOVAL E.  
INGENIERO CIVIL  
Licencia No. 2008-000-059



FIRMA

Ley 15 del 20 de Enero de 1959  
Código Técnico de Ingeniería y Arquitectura

<sup>1</sup> análisis de estudios establecidos por red hidrometeorología de ETESA [http://www.hidromet.com.pa/clima\\_historicos.php?sensor=1](http://www.hidromet.com.pa/clima_historicos.php?sensor=1)



## 5. Recomendaciones

Para finalizar el presente estudio hidrológico e hidráulico del proyecto se recomienda lo siguiente:

- Mantener un nivel de terracería seguro, en los terrenos cercanos o adyacentes a los flujos de agua no permanentes, tal cual se presenta en la tabla de terracerías y vemos a continuación:

CANAL 1						
ESTACION	FONDO EXISTENTE	NAME	BST	TERRACERIA DER	TERRACERIA IZQ	OBS
OK+000.00	-	-	-	-	-	100 M ARRIBA
OK+020.00	-	-	-	-	-	100 M ARRIBA
OK+040.00	-	-	-	-	-	100 M ARRIBA
OK+060.00	-	-	-	-	-	100 M ARRIBA
OK+080.00	-	-	-	-	-	100 M ARRIBA
OK+100.00	-	-	-	-	-	100 M ARRIBA
OK+120.00	13.196	-	-	-	-	Cajón Pluvial
OK+140.00	13.136	-	-	-	-	Cajón Pluvial
OK+160.00	13.076	-	-	-	-	Cajón Pluvial
OK+180.00	13.016	14.6	15.02	-	-	Cajón Pluvial
OK+200.00	12.956	14.54	14.96	16.79	16.66	
OK+220.00	12.896	14.48	14.9	16.51	16.38	
OK+240.00	12.836	14.42	14.84	16.45	16.32	
OK+260.00	12.776	14.36	14.78	16.21	16.39	
OK+280.00	12.716	14.3	14.72	16.22	16.2	
OK+300.00	12.656	14.24	14.66	15.98	16.07	
OK+320.00	12.596	14.18	14.6	15.94	15.81	
OK+340.00	12.536	-	-	-	-	Cajón Pluvial
OK+360.00	12.476	-	-	-	-	Cajón Pluvial
OK+380.00	12.11	-	-	-	-	100 M ARRIBA
OK+400.00	12.03	-	-	-	-	100 M ARRIBA
OK+420.00	12.1	-	-	-	-	100 M ARRIBA
OK+440.00	11.54	-	-	-	-	100 M ARRIBA

FLORENCIO E. SANDOVAL C.  
 INGENIERO CIVIL  
 Licencia No. 2005-006-059  
  
 FIRMA  
 Ley 15 del 20 de Enero de 1959  
 Poderes Técnicos de Ingeniería y Arquitectura

CANAL 2						
ESTACION	FONDO EXISTENTE	NAME	BST	TERRACERIA DER	TERRACERIA IZQ	OBS
OK+000.00	-	-	-	-	-	100 M ARRIBA
OK+020.00	-	-	-	-	-	100 M ARRIBA
OK+040.00	-	-	-	-	-	100 M ARRIBA
OK+060.00	-	-	-	-	-	100 M ARRIBA
OK+080.00	-	-	-	-	-	100 M ARRIBA
OK+100.00	-	-	-	-	-	100 M ARRIBA
OK+120.00	12.694	13.79	14.14	15.45	15.5	
OK+140.00	12.63	13.73	14.08	15.35	15.25	
OK+160.00	12.566	13.67	14.02	15.25	15.97	
OK+180.00	12.502	13.6	13.95	14.62	16.15	
OK+200.00	12.438	13.54	13.89	13.89	15.1	
OK+220.00	12.374	13.47	13.82	13.82	14.99	
OK+240.00	12.31	13.41	13.76	13.76	15.02	
OK+260.00	12.246	13.35	13.7	15.56	14.95	
OK+280.00	12.182	13.28	13.63	14.9	14.9	
OK+300.00	12.118	13.22	13.57	14.84	14.72	
OK+320.00	12.054	13.15	13.5	14.78	14.72	
OK+340.00	11.99	13.09	13.44	14.73	14.85	
OK+360.00	11.926	13.03	13.38	15.13	14.53	
OK+380.00	11.862	12.96	13.13	15.15	14.46	
OK+400.00	11.798	12.9	13.25	14.58	14.86	
OK+420.00	11.734	12.83	13.18	13.18	14.77	
OK+440.00	11.637	-	-	-	-	Cajón Pluvial
OK+460.00	11.437	-	-	-	-	Cajón Pluvial
OK+480.00	11.33	-	-	-	-	100 M ARRIBA
OK+500.00	11.21	-	-	-	-	101 M ARRIBA
OK+520.00	11.13	-	-	-	-	102 M ARRIBA

- Para mantener un buen drenaje del agua, es necesario tener limpio el cauce, evitando tener en la zona de influencia del proyecto la formación de embalses de basura sólida, y de empalizadas, con el objetivo de controlar los desbordamientos para los diferentes volúmenes y niveles a que pueda tener el agua, para los distintos periodos de retornos.
- En las áreas de erosión marcada se debe realizar labores de conservación de suelo, para así evitar la pérdida de suelo y una mayor socavación de las laderas del drenaje pluvial.
- Se debe cumplir con la servidumbre del drenaje pluvial, establecidos por la ley para así garantizar la seguridad dentro del área de estudio

FLORENCIO E. SANDOVAL E.

INGENIERO CIVIL

Licencia No. 2005-006-059

FIRMA

Ley 16 del 26 de Enero de 1959

Código Técnico de Ingeniería y Arquitectura

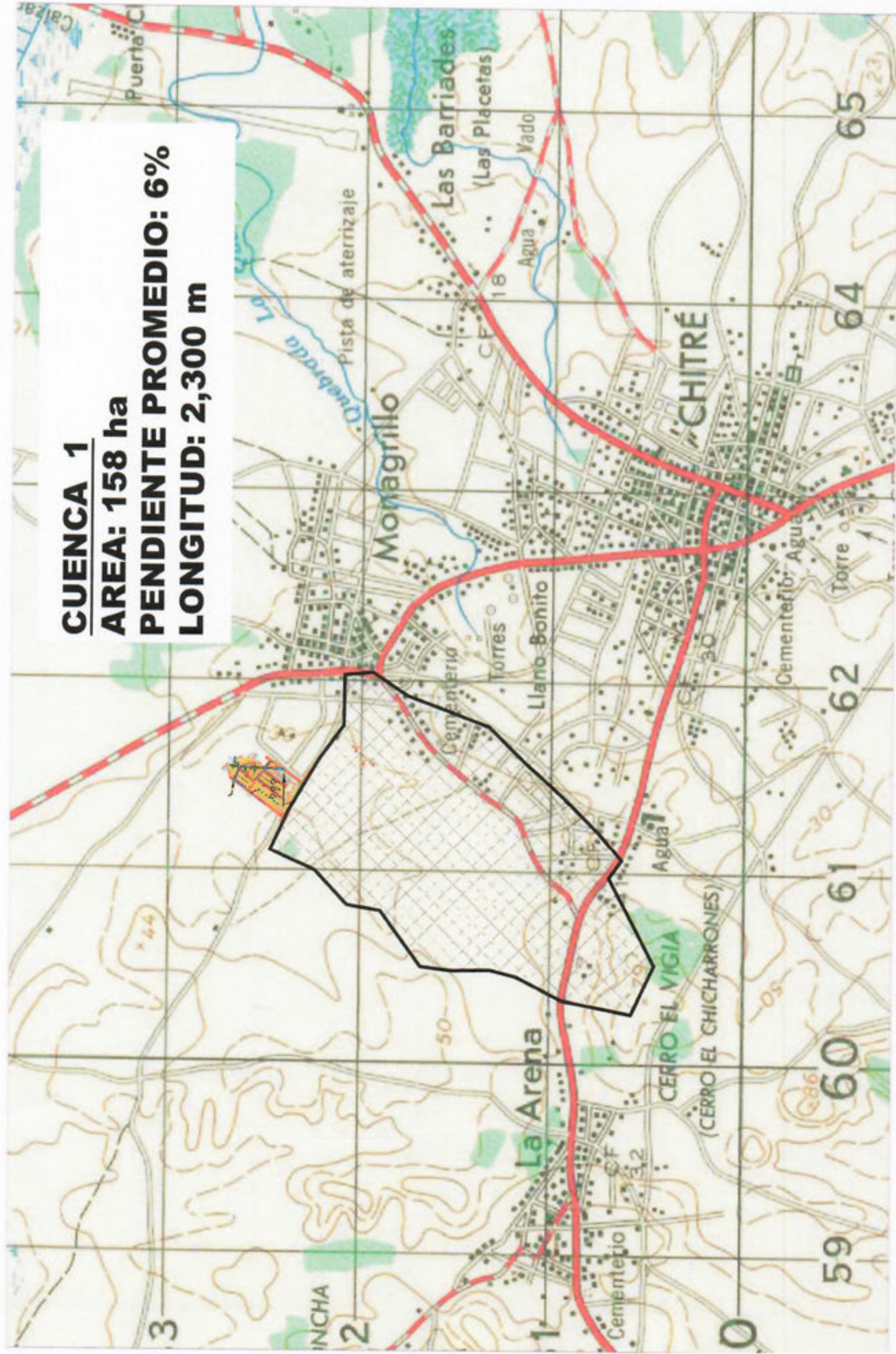


## ANEXOS

**FLORENCIO E. SANDOVAL C.**  
INGENIERO CIVIL  
Licencia No. 2005-006-059  
  
FIRMA  
Ley 15 del 26 de Enero de 1969  
Área Técnica de Ingeniería y Arquitectura

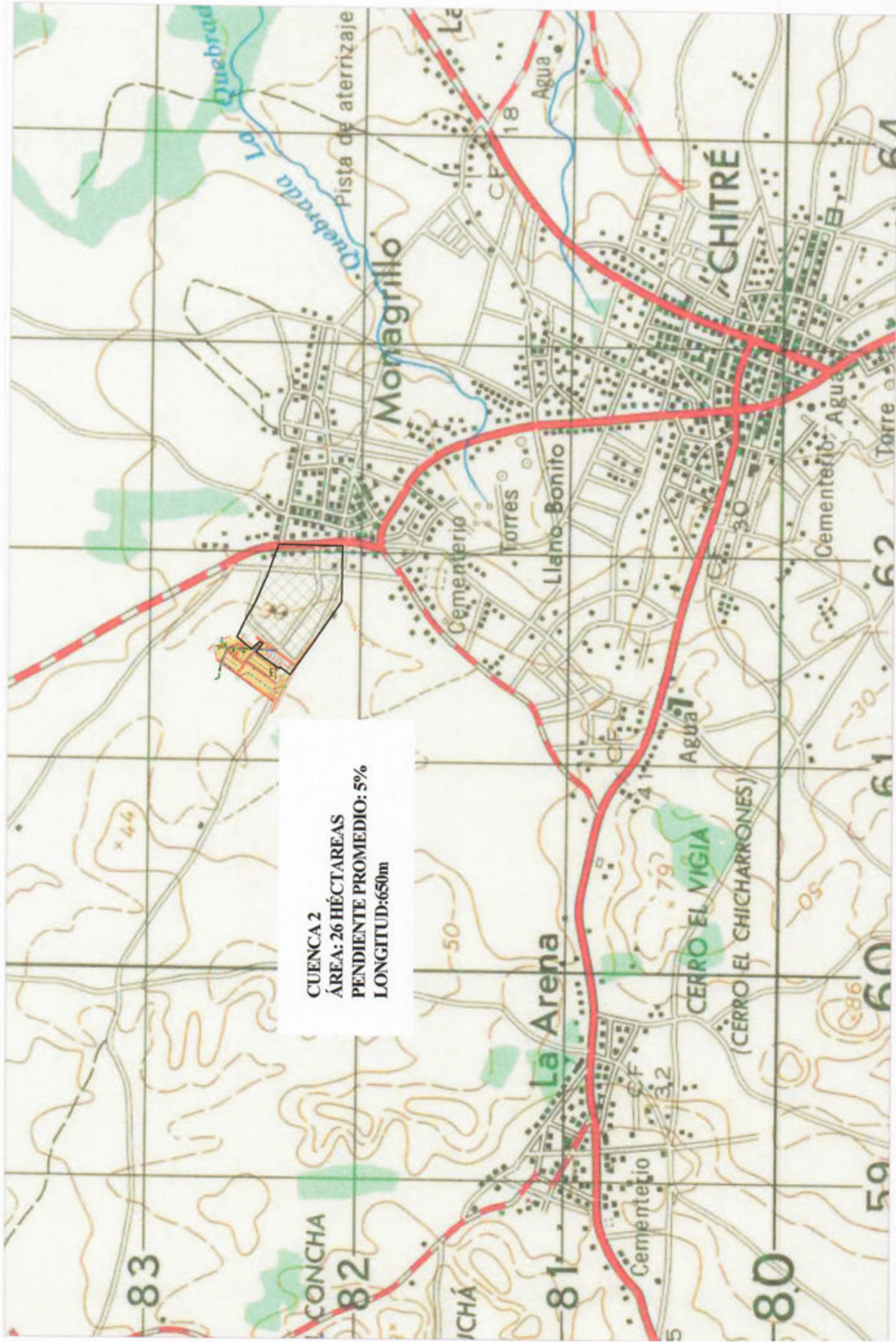


**CUENCA 1**  
**AREA: 158 ha**  
**PENDIENTE PROMEDIO: 6%**  
**LONGITUD: 2,300 m**





CUENCA 2  
ÁREA: 26 HÉCTAREAS  
PENDIENTE PROMEDIO: 5%  
LONGITUD: 650m







Scale 1:50,000  
Escala 1:50,000

Legend

Legend

Legend

Legend

Legend

Legend

Legend

Legend

Legend

Legend

Legend

Legend

Legend

Legend

Legend

Legend

Legend

Legend

Legend

Legend

Legend

Legend

Legend

Legend

Legend

Legend

Legend