

**ESTUDIO  
HIDROLÓGICO (QBDA.  
LA ONDA) PLANTA DE  
PROCESAMIENTO DE  
CARNES PANAMEATS**

**ING. MARIO ARRUE V.  
CED. #7-76-243  
LIC. #78-6-147**

• ESTUDIO HIDROLÓGICO (QBDA. LA HONDA) PLANTA DE  
PROCESAMIENTO DE CARNES PANAMEATS

ING. MARIO ARRUE V.

CED. # 7-76-243

LIC. # 78-6-147

• CONTENIDO

1. Introducción
2. Descripción de la cuenca
3. Ubicación del cajón pluvial
4. Delimitación de la cuenca
5. Uso y cobertura del suelo
6. Geomorfología
7. Geología
8. Definición del río principal
9. Clima
10. Usos del agua
11. Precipitación
12. Humedad relativa
13. Temperatura
14. Vientos
15. Evapotranspiración potencial
16. Estimación de los caudales de diseño
17. Intensidad de la precipitación
18. Descripción y detalles de la obra
19. Conclusiones y Recomendaciones



## 1. INTRODUCCIÓN

Este estudio es un informe con los resultados del Estudio Hidrológico e Hidráulico para el diseño del cajón pluvial sobre la quebrada La Honda, ubicado en el corregimiento de Los Angeles, Dto. De Los Santos, provincia de Los Santos.

El estudio tiene como objetivo general estimar las condiciones hidrológicas e hidráulicas y la geometría requerida para un cajón pluvial sobre la Quebrada La Honda. Como objetivos específicos se plantearon los siguientes:

-Realizar el análisis hidrológico y estimación de caudales máximos en la quebrada La Honda, a la altura del cajón pluvial, para diferentes períodos de retorno.

-Realizar el análisis hidráulico del cauce de la quebrada en el tramo correspondiente del cajón pluvial, utilizando un periodo de retorno de 1:50 años.

-Determinación para el diseño hidráulico del cajón pluvial.

-Para el análisis hidrológico se utilizó la fórmula racional

$$Q = C I A / 360$$

Q – Caudal en mt<sup>3</sup>/por seg.

I – intensidad de lluvia mm/hora

A – área de la cuenca en has.

C – coef. de escorrentía



## 2. DESCRIPCIÓN DE LA CUENCA

La quebrada La Honda se encuentra entre las cuencas hidrológicas de Tonosí y La Villa(126). Se localiza en la provincia de Los Santos, en la región hídrica del Pacífico Central entre las coordenadas geográficas 7° 20' y 80° 00' de Latitud Norte y 80° 00' y 80° 30' de Longitud Oeste. Es reconocida como una de las diez cuencas prioritarias del país (ANAM 2013).

Esta formada por los ríos Guararé, Perales, Mensabé, Salado, Purio, Muñoz, Mariabé, Pedasi, Oria y Caña, el área de drenaje total de la cuenca es de 2170 Km<sup>2</sup>, hasta la desembocadura al mar y la longitud del río principal, que es el río Guararé, es de 45 Km. El caudal mensual promedio es de 5.96 m<sup>3</sup> por segundo(ANAM 2013).

La cuenca presenta una precipitación media anual de 1623mm. La precipitación oscila entre 1000 y 2400mm/año, se observa una disminución gradual desde el interior de la cuenca hasta el litoral. El 93% de la lluvia ocurre entre los meses de mayo a noviembre. Esta cuenca presenta un índice de disponibilidad de 2.99%, lo que indica que, anualmente, la cuenca se encuentra en equilibrio, donde la oferta alcanza a cubrir la demanda por recurso, aunque en los meses de estiaje, se presentan algunos déficits severos, lo que hace más vulnerable a cualquier variación (ANAM, 2007).

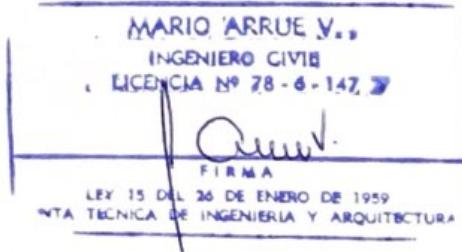
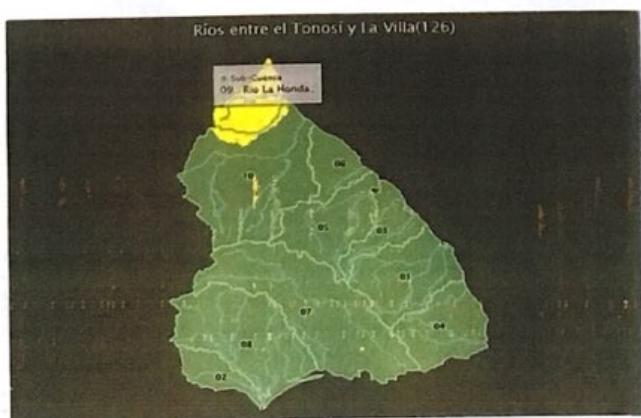
La elevación media de la cuenca es de 140 msnm y el punto más alto se encuentra en el cerro Canajagua, ubicado al Oeste de la cuenca, con una elevación de 833 msnm (ANAM, 2013).

El clima de la cuenca es el tropical de sabana, con ligeras influencias del clima tropical húmedo, pero no es muy significativo en las áreas del cerro Canajagua.

La zona de vida predominante es bosque seco tropical que se presenta en un 65% de la superficie de la cuenca.

Las áreas protegidas que se encuentran en esta cuenca son el bosque del Colmón de Macaracas, Reserva Forestal y Marítima de Santa Ana y Reserva Hidrológica del río Cacao (ANAM, 2013).

Especificamente el proyecto del Cajón Pluvial sobre la quebrada La Honda se encuentra ubicado en el área norte de la cuenca hidrográfica 126, entre los ríos Tonosí y La Villa, cuyas características generales fueron descritas arriba.



### 3. UBICACIÓN DEL CAJÓN PLUVIAL

El cajón pluvial propuesto esta ubicado sobre la quebrada La Honda. Es un pequeño curso pluvial que no mantiene un nivel de agua superficial permanente. El punto del cajón pluvial se ubica aproximadamente a 7km de La Villa de Los Santos sobre la carretera nacional que comunica a La Villa de Los Santos con Guarare. Las coordenadas del sitio propuesto para el cajón pluvial son:

Lat. 7-54'-06" N

Long 80-20'-54" O

### 4. DELIMITACIÓN DE LA CUENCA

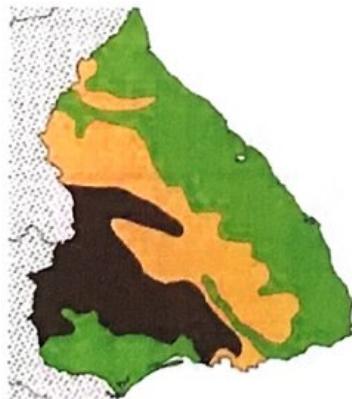
La cuenca de la quebrada La Honda tiene un área 47 kilómetros cuadrados hasta el punto del cajón pluvial. La longitud de la quebrada es de 9.62 km. La elevación máxima es de 209 metros y su elevación mínima es de 15 metros. La pendiente promedio es de 1.4%. El ancho de la cuenca es de 10 kilómetros.

### 5. USO Y COBERTURA DEL SUELO

La cuenca de la quebrada La Honda presenta una cobertura de pastos en 94% de su área. También presenta un 3% de bosque secundario y pastizales. El poblado de Los Angeles de Botello y La Espigadilla representa un 3% de superficie.

### 6. GEOMORFOLOGÍA

Utilizando la clasificación topográfica de Murphy, encontramos que la geomorfología del área del proyecto es de planicies, las cuales se definen como superficies de suaves pendientes, relieve local menor de 100 metros sobre el nivel del mar, poca diferencia latitudinal y probabilidades de ser ondulados, horizontales y escalonados.



GEOMORFOLOGÍA	
Region C.	Pianicies costeras, valles aluviales, asociados a rocas sedimentarias.
Region B.	Cerro, piedemonte, bajas laderas asociadas a rocas volcánicas sedimentarias del Terciario
Region A.	Macizos rocosos asociados al arco de islas antiguo e intrusivos

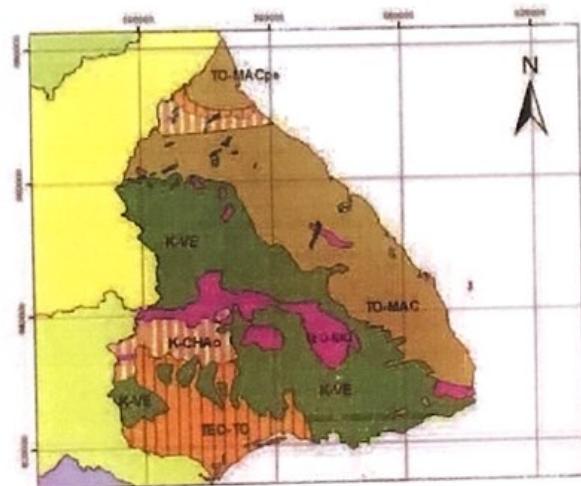
MARIO ARRUE V.  
INGENIERO CIVIL  
LICENCIA N° 78-6-147, 37  
*[Signature]*  
FIRMA  
LEY 15 DEL 26 DE ENERO DE 1959  
INTA TÉCNICA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

## 7. GEOLOGÍA

El proyecto se ejecutará en zonas levemente onduladas de las áreas cercanas a las costas de Los Santos.

Las características geológicas de la subcuenca de la quebrada La Honda se sustentan en los orígenes volcánicos sedimentarios de sus componentes litológicos y además por fenómenos tectónicos durante su consolidación y en especial por eventos posteriores que han trastocado y modificado la conformación original de la superficie de toda la península de Azuero, en conjunto con los fenómenos que han evolucionado a lo largo de más de 64.87 millones de años hasta la consolidación de lo que hoy en día conocemos como el Istmo de Panamá.

El proyecto del Cajón Pluvial se encuentra en una franja geológicamente definida como Terciario Eoceno Oligoceno de la Formación Tonosí, compuesta de lutitas, areniscas, calizas y tobas. Estas rocas, afloran parcialmente en la cuenca alta, atravesándola de Este a Oeste (TEO-TO).

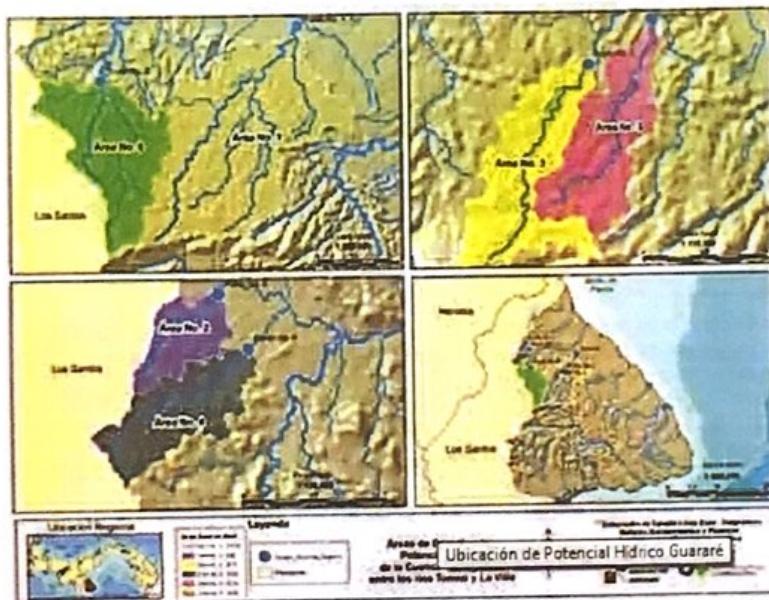


MARIO ARRUE V.,  
INGENIERO CIVIL  
LICENCIA N° 78-6-142  
Quint.  
FIRMA  
LEY 15 DEL 26 DE ENERO DE 1959  
INTA TÉCNICA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

## 8. DEFINICIÓN DEL RÍO PRINCIPAL

La cuenca hidrológica # 126, entre los ríos Tonosí y La Villa, cuyo río principal es el río Guararé el cual cuenta con una longitud de 45Km y su caudal mensual promedio es de 5.96 mt/3 por seg.(ANAM, 2013).

Figura No. 21 Mapa de cuencas y subcuenca y las áreas de drenaje de la Cuenca No. 126.



## 9. CLIMA

La provincia de Los Santos tiene un clima tropical de sabanas. Generalmente se distinguen dos estaciones, la seca y la lluviosa. La primera de ellas se extiende desde finales de noviembre hasta inicios de mayo, y la segunda desde mayo hasta noviembre. La temperatura oscila entre los 23 grados centrigrados y los 32 grados centrigrados en las costas, con mínimas de 14 grados centrigrados en la región montañosa. Las precipitaciones se sitúan a los 1000mm anuales en la costa, aumentando los valores en las zonas montañosas hasta los 4000mm anuales. Pertenece a una zona de vida de Bosque seco Tropical (BsT), según el diagrama de Zonas de Vida de Tosí y las Isoyetas derivadas del mapa del Atlas Nacional de Panamá. Para lograr un mejor detalle de los aspectos meteorológicos en el área de estudio, se tomará como referencia la información registrada por Los Angeles 129-008.



## 10. USOS DEL AGUA

La demanda formal concesionada del agua esta dada por los usuarios registrados, que cuentan con un permiso o concesión para extraer y utilizar el agua, según las normas vigentes del país, ya sea por el Ministerio de Ambiente o por alguna otra de las instituciones relacionadas al sector.

De acuerdo con la base de datos de las concesiones, manejada por Mi Ambiente no existen usuarios registrados con concesión vigente.

Por otro lado, el Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales(IDAAN), es la institución que suministra el agua en las zonas urbanas para uso doméstico. Según la información proporcionada por el IDAAN, la producción no hay concesión vigente.

**Tabla No. 24 Concesiones de aguas registradas en la cuenca entre los ríos Torosí y La Villa, volumen en hm<sup>3</sup>**

Reg	USO	VOLUMEN CONCESIONADO HM <sup>3</sup>			PROP. %
		SECA	TOTAL	ACUMULADO	
11	AGRICOLA	226.002.471	249.070.351	666.542.82	99.87
0	AGRICOLA	0.00	0.00	666.542.82	0.00
	AGRICOLA INDUSTRIAL			666.542.82	
0	AGROINDUSTRIAL	0.00	0.00	666.542.82	0.00
0	AGROPECUARIO	0.00	0.00	666.542.82	0.00
	COMERCIAL			666.542.82	
1	DOMESTICO	537.04	200.20	667.329.06	0.12
	DOMESTICO AGROPECUARIO			667.329.06	
	DOMESTICO COMERCIAL			667.329.06	
	DOMESTICO TURISTICO			667.329.06	
0	HIDROELECTRICO	0.00	0.00	667.329.06	0.00
1	INDUSTRIAL	57.67	28.51	667.415.65	0.01
0	TURISTICO	0.00	0.00	667.415.65	0.00
13		647.388.44	220.027.10	667.415.65	100.00

## 11.PRECIPITACIÓN

La precipitación de la Zona de Convergencia Intertropical que mueve las masas cargadas del Pacífico Central, hacia el Norte, produciendo las primeras lluvias en el mes de abril o mayo, para tener una baja en el mes de junio y normalizarse en el mes de agosto hasta alcanzar su máxima expresión en el mes de octubre.

Utilizando los datos de precipitación registrados en las estaciones meteorológicas de ETESA ubicadas dentro de la cuenca # 126,

- 126-002----- Pocri
- 126-005----- Pedasi
- 126-008----- Los Angeles
- 126-010----- Valle Rico
- 126-012----- La Miel
- 126-013----- El Cañafistulo
- 126-014----- Cañas

MARIO ARRUE V.
INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 78 - 6 - 147, #
<i>[Signature]</i>
FIRMA
LEY 15 DEL 26 DE ENERO DE 1959
INTA TECNICA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

La precipitación anual es de 1598.34 mm, según la estación de Los Angeles 126-008 por ser la más cercana al sitio del proyecto, es de 88.5 mm, siendo los meses de mayor intensidad de lluvia, entre septiembre y octubre con 439 mm de precipitación promedio. Los detalles y ajustes del registro histórico de esta estación se muestran en la tabla. Cabe mencionar que, para el cálculo de la lluvia total en la cuenca, se usaron los valores ajustados mensualmente al valor anual estimada por ETESA.

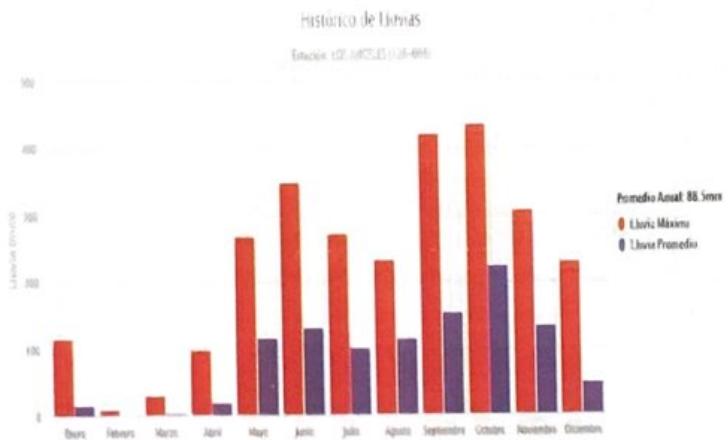
Según los valores ajustados, la cuenca registra una precipitación media anual de 1656 mm. La precipitación oscila entre 1000 y 2400 mm/año, se observa una disminución gradual desde el interior de la cuenca hacia el litoral. El 97.1% de la lluvia ocurre entre los meses lluviosos y el restante se registra entre los meses secos.



Número	Año	Lugar	Provincia	Eje de Estación	Altitud	Longitud	Fecha de Creación	Fecha Inicio	Fecha Final	Operador
126-01-01 GUARARE		PASO EL MANZAL	LOS SANTOS	Cr	10° 27' 48.00"	80° 12' 00"	35.7 10/1/1967	10/1/1967	10/1/1967	ETESA
126-01-02 GUARARE		CABAN AL HATO	LOS SANTOS	Cr	20° 24' 48.00"	80° 37' 00"	55.8 10/1/1964	10/1/1964	10/1/1964	ETESA
126-02-02 ORA		LA MEX	LOS SANTOS	Cr	20° 27' 38.00"	80° 20' 00"	59.3 1/1/1971	1/1/1971	1/1/1971	ETESA
126-03-01 PERALES		CHARDO EL	LOS SANTOS	Cr	10° 27' 47.00"	80° 39' 00"	14.0 10/1/1977	10/1/1977	10/1/1977	ETESA
126-04-01 VALLE RICO		EL FLOR	LOS SANTOS	Cr	10° 27' 47.00"	80° 20' 00"	97.2 10/1/1976	10/1/1976	10/1/1976	ETESA
Caja de Estaciones										
Cr: Fluvio; Hidrometeorológico Crustáceo										
Cr: Fluvio; Hidrometeorológico Acuático										
Cr: Fluvio; Hidrometeorológico Marítimo										

Fuente: E.T.E.S.A.

MARIO ARRUE V.  
INGENIERO CIVIL  
LICENCIA N° 78-6-147  
Quint.  
FIRMA  
LEY 15 DEL 26 DE ENERO DE 1959  
ESTA TÉCNICA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA



Precipitación anual y por temporada en la cuenca 126, en milímetros (Fuente: ETESA, 2008).

NUMERO	NOMBRE	PROVINCIA	GEOGRÁFICAS			LLUVIA EN MILÍMETROS			PROPORCIÓN %		
			LATITUD	LONGITUD	ELEV	SEC O	LLUVIOSO	TOTAL	SEC O	LLUVIOSO	TOTAL
126-002	POCRI	LOS SANTOS	07°40'N	60°07'O	70	26.49	1,284.25	1,310.74	2.02	97.98	100.00
126-005	PEDASI	LOS SANTOS	07°31'N	60°01'O	47	35.87	1,622.26	1,658.23	2.17	97.83	100.00
126-010	VALLE RICO	LOS SANTOS	07°37'N	60°21'O	173	69.53	1,536.71	1,806.25	4.33	95.67	100.00
126-012	LA MIEL	LOS SANTOS	07°33'N	60°20'O	220	63.00	1,775.97	1,836.87	3.43	98.57	100.00
126-013	EL CANAFISTULCO	LOS SANTOS	07°37'N	60°13'O	140	43.44	1,395.85	1,439.21	3.02	96.93	100.00
126-015	CANAS	LOS SANTOS	07°27'N	60°16'O	8	37.76	1,695.80	1,736.56	2.17	97.83	100.00
						46.03	1,552.31	1,598.34	2.86	97.14	100.00

Precipitación mensual y ajustada en la cuenca 126, en milímetros (Fuente: ETESA, 2008).

NUMERO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	AGO.	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
126-002	7.60	0.35	1.11	17.43	112.58	163.68	205.12	184.75	176.96	208.99	146.69	85.50	1,310.74
126-005	7.73	0.95	5.65	21.63	141.11	214.86	264.51	263.25	232.11	203.90	212.92	89.62	1,656.23
126-010	17.65	13.43	35.17	147.96	164.04	152.16	199.55	230.86	311.87	232.24	98.04	1,606.25	
126-012	7.05	4.49	6.58	45.88	185.14	215.49	215.07	235.77	275.03	342.56	222.30	84.66	1,838.97
126-013	3.49	5.17	7.66	27.12	128.03	185.95	167.26	192.63	188.65	280.00	173.86	79.46	1,439.29
126-015	4.51	2.78	0.95	29.53	194.99	223.18	239.60	256.63	234.43	250.93	201.53	98.41	1,736.56
MEDIAS	8.00	2.83	5.74	29.46	151.63	194.53	207.29	222.10	223.00	266.22	198.24	89.23	1,598.34
%	0.50	0.18	0.36	1.84	9.49	12.17	12.97	13.90	13.95	16.60	12.40	5.59	100.00
ETESA AJUST.				30.52	157.11	201.55	214.77	230.11	231.05	275.82	205.32	92.59	1,656.00
ETESA m				0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1,656

MARIO ARRUE V.  
INGENIERO CIVIL  
LICENCIA N° 78-6-1473  
FIRMA

Quito V.

LEY 15 DEL 26 DE ENERO DE 1959  
ESTA TÉCNICA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

## **12.HUMEDAD RELATIVA**

Este aspecto esta estrechamente relacionado al comportamiento de la precipitación y el viento. Tomando información de la estación de ETESA, ubicada en Pedasi, la cual se ubica dentro del área de la cuenca, registra un promedio anual de 86.3%, con un comportamiento anual como se detalla a continuación:

Ene. – 85.0

Feb. – 85.0

Mar. – 85.0

Abr. – 84.0

May. – 87.0

Jun. – 88.0

Jul.- 88.0

Ago. – 86.0

Sep. – 87.0

Oct. – 87.0

Nov. – 87.0

Dic. – 86.

## **13.TEMPERATURA**

De acuerdo a los datos suministrados por la estación de Valle Rico (126-010), la temperatura media anual es de 25.4 C, siendo la máxima registrada de 29.4 C y la mínima de 21.4 C.

Ene. – 29.2

Feb. – 29.5

Mar. – 30.3

Abr. – 30.4

May. – 29.6

Jun. – 29.0

Jul. – 29.2

Ago. – 29.3

Sep. – 29.4

Oct. – 29.0

Nov. – 28.8

Dic. – 29.2



#### 14.VIENTOS

Según de estación de Los Santos se registran variantes en cuanto a la velocidad y dirección de los vientos predominantes de la región, en la época seca predominan los vientos del norte con mayor intensidad, variando de 0.8 a 2 mt/seg, siendo el promedio de velocidad de 0.8 mt/seg anual.

#### 15.EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL

Para todo el país, ETESA (UNESCO, 2007) ha estimado el ETp, según el modelo de FAO (Penham- Monteith, los detalles del método se explican en Aparicio et. al., 2002). De acuerdo con estos resultados, los valores varian, desde 400 mm/año en las partes serranas más altas, hasta poco más de 1,350 mm/año en las zonas costeras de ambos litorales.

Para la cuenca # 126, la ETp puede considerarse aproximadamente de 1340 mm/año, con lo cual, el volumen de evapotranspiración anual es de 2,920 hm<sup>3</sup>, equivalente al 81% de la lluvia. Desde aquí puede deducirse que entonces, la cuenca no es precisamente abundante en flujo por los ríos, dado que gran parte de la lluvia regresa a la atmósfera por evapotranspiración.

#### 16. ESTIMACIÓN DE LOS CAUDALES DE DISEÑO

Para la estimación de los caudales de diseño en la subcuenca de la quebrada La Honda, tomando en cuenta las características de la subcuenca, anteriormente descritas, se decidió utilizar el Método Racional, que es ampliamente utilizado, en cuencas en la que no se cuentan con mucha información hidrometeorológica, expresado en la siguiente fórmula matemática:

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

Q= caudal max mt<sup>3</sup>/s

C= coef. de escorrentía

i= intensidad de lluvia en mm/h

A= área de drenaje en has.

Suposiciones incluidas en el Método Racional

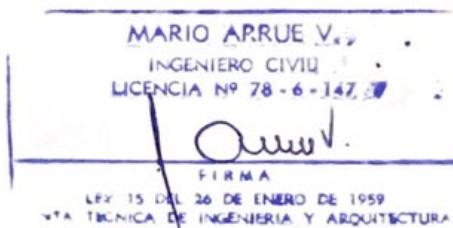
- El porcentaje máximo de escurrimiento ocurre si la duración de la lluvia es igual o mayor que el tiempo de concentración.

- 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 intensidad de la lluvia con la cual se calculó.

- El escurrimiento máximo del área unitaria disminuye conforme aumenta su duración.

- El coeficiente de escorrentía permanece constante en la cuenca para todas las lluvias.



## 17. INTENSIDAD DE LA PRECIPITACIÓN

Para la estimación de caudales en pequeñas cuencas sin muchas mediciones fluviográficas ni datos hidrometeorológicos, es común recurrir a modelos de precipitación-escorrentía, que permitan calcular las intensidades de lluvia y los caudales de diseño y creciente máxima.

## 18. DESCRIPCIÓN Y DETALLES DE LA OBRA

La obra consiste en la construcción de un cajón pluvial de hormigón armado doble de 3.50 mt de ancho por 2.50 mt de alto (en total 7 mt de ancho por 2.50 mt de alto). Dicho cajón pluvial está diseñado para un caudal de diseño de 60.40 mt<sup>3</sup>/s por segundo, utilizando un período de retorno de 1:50 años. El cajón pluvial está ubicado en el cauce de la quebrada La Honda en las coordenadas Lat. 7-54'-06" N y Long. 80-20'-54" O. Adjunto detalles típicos estructurales del MOP.

Las implicaciones ambientales en el área de influencia del proyecto se presentan durante la construcción del cajón, por los materiales que se usan como cemento, acero, arena, piedra, etc., así como el uso de maquinaria pesada.

## 19. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La quebrada La Honda, en el sitio en donde se ubicará el cajón pluvial, es un curso de agua que drena una cuenca de 47 kilómetros cuadrados en el distrito de Los Santos, Provincia de Los Santos. Los análisis hidrológicos de la cuenca permitieron definir caudales máximos instantáneos en el sitio del cajón para un período de retorno de 1:50 años. Los valores obtenidos fueron de 60.40 mt<sup>3</sup>/s por segundo mediante la fórmula racional  $Q = C_1 A / 360$ .

Como propuesta para la geometría del cajón pluvial y considerando los criterios de la Dirección de Estudios y Diseños del Ministerio de Obras Públicas (MOP), se definió un cajón pluvial doble de 2.50 mt de alto por 7mt de ancho.

Recomendamos para evitar erosiones superficiales de los taludes y rellenos de aproximación, utilizar taludes 1.5H : 1V o más, que no alteren la sección transversal del actual cauce. Los taludes serán revestidos con grama. A la entrada y salida del cajón se utilizarán gaviones. Igualmente se recomienda mantener el cauce de la quebrada limpio, de tal forma que no se produzcan represamientos del flujo.



## TIEMPO DE CONCENTRACIÓN ( $T_c$ ) (MÉTODO DE KIRPICH)

$$T_c = 0.000323 \left[ \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}} \right] \quad L = 9.625 \text{ mt}$$

$S = 0.014$

$T_c = 1 \text{ hora}$

$$T_c = 0.000323 \left[ \frac{(9.625)^{0.77}}{(0.014)^{0.385}} \right]$$

$$T_c = 1.95 \text{ horas} = 117 \text{ minutos}$$

## INTENSIDAD DE LLUVIA (FÓRMULA DEL MÉTODO PARCIAL)

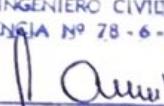
$$i = \frac{615 T_p^{0.18}}{(T_c + s)^{0.695}} \quad i = \text{mm/hora}$$

$T_p = 50 \text{ AÑO}$

$T_c = \text{MINUTOS}$

$$i = \frac{615 (50)^{0.18}}{(117 + s)^{0.695}}$$

$$i = 46.27 \text{ mm/hora}$$

MARIO ARRUE Y.  
INGENIERO CIVIL  
LICENCIA N° 28-6-142.9  
  
FIRMA  
LEY 15 DEL 26 DE ENERO DE 1959  
NTA TÉCNICA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

## MÉTODO RACIONAL

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

C = COEF. DE ESCORRIMIENTO

i = INTENSIDAD DE LLUVIA (mm/hora)

A: HECTAREAS

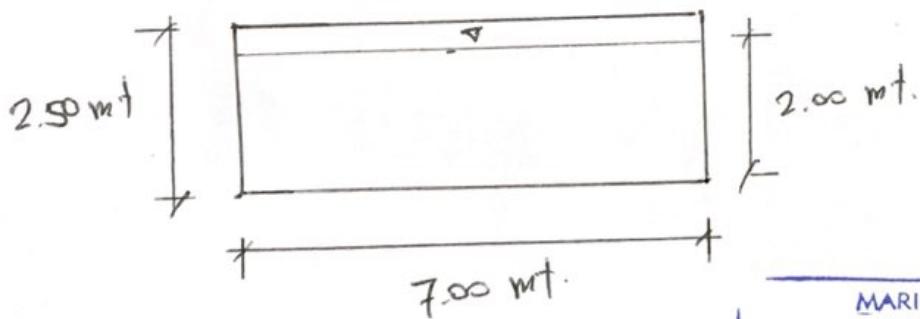
C = 0.10 (VER TABLA)

i = 46.27 mm/hora

A = 4700 HAS.

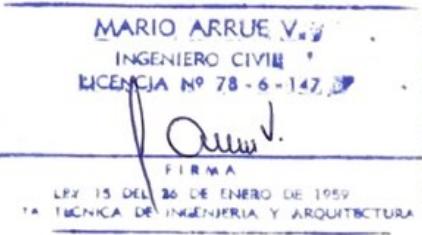
$$Q = \frac{(0.10)(46.27)(4700)}{360} = 40.40 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

## CÁSÓN PLUVIAL PROGRESIVO



$$b = 7.00 \text{ mt}$$

$$y = 2.00 \text{ mt}$$



FÓRMULA DE MANNING

$$V = \frac{1}{n} R_H^{2/3} S^{1/2}$$

$n$  = COEF. D = RUGOSIDAD

$R_H$  - RADIO HIDRÁULICO

$n = 0.027$

$S$  - PENDIENTE

$S = 0.014$

$V$  = VELOCIDAD (mt/sec)

$$\Delta = b \cdot y = (7)(2) = 14 \text{ mt}^2$$

$$R_H = \frac{by}{b + 2y} = \frac{(7)(2)}{7 + 2(2)} = 1.27 \text{ mt.}$$

$$V = \frac{1}{0.027} (1.27)^{2/3} (0.014)^{1/2}$$

$$V = 5.11 \text{ mt/sec.}$$

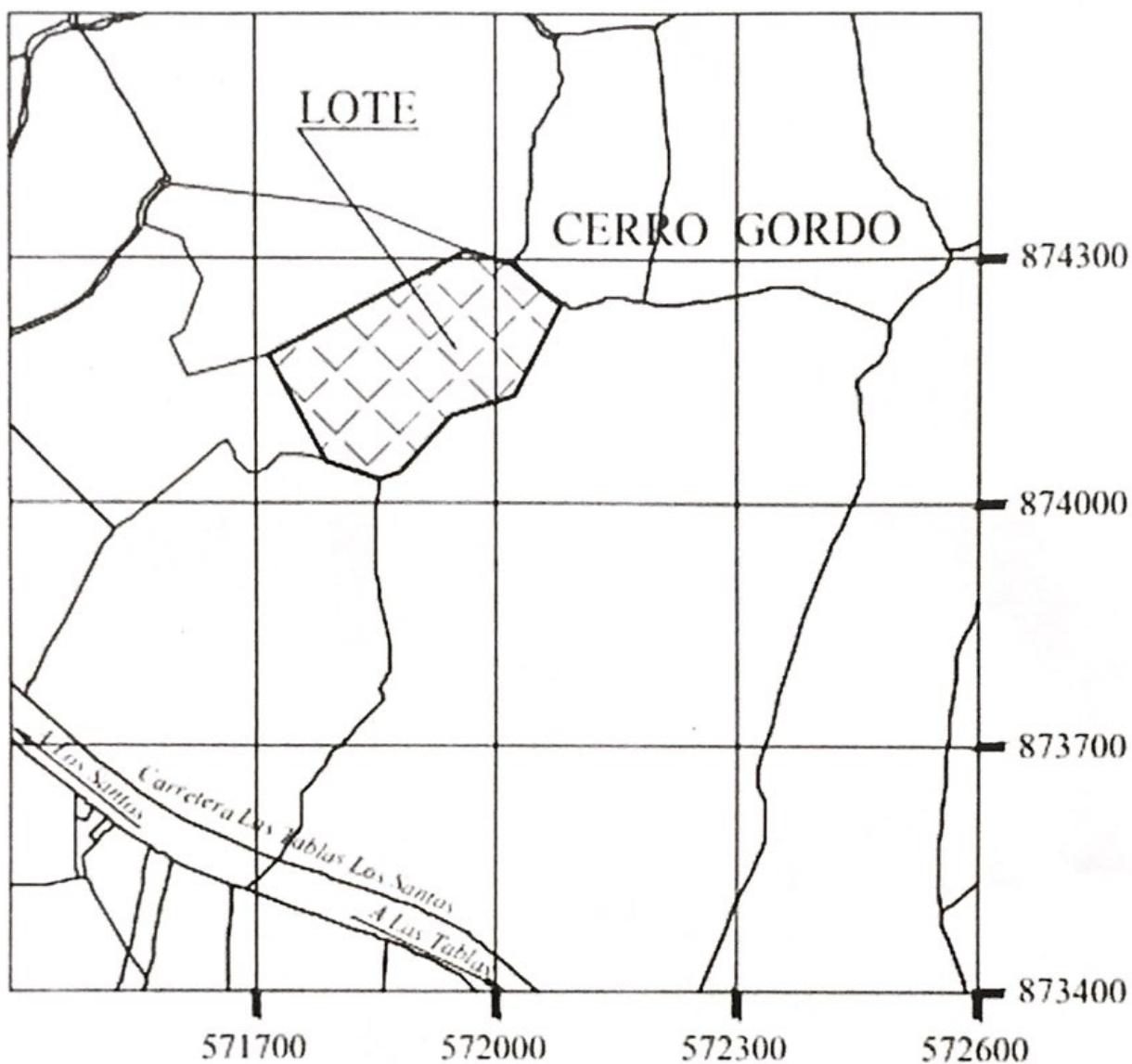
$$Q_{C_{MANN}} = V \Delta \\ = (5.11)(14)$$

$$Q_{C_{MANN}} = 71.54 \text{ mt}^3/\text{sec.}$$

$$71.54 \text{ mt}^3/\text{s} > 60.40 \text{ mt}^3/\text{sec}$$

MARIO ARRUE V.	INGENIERO CIVIL
LICENCIA N° 78-6-147	
FIRMA	
LEY 15 DEL 26 DE ENERO DE 1959 TA TÉCNICA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA	

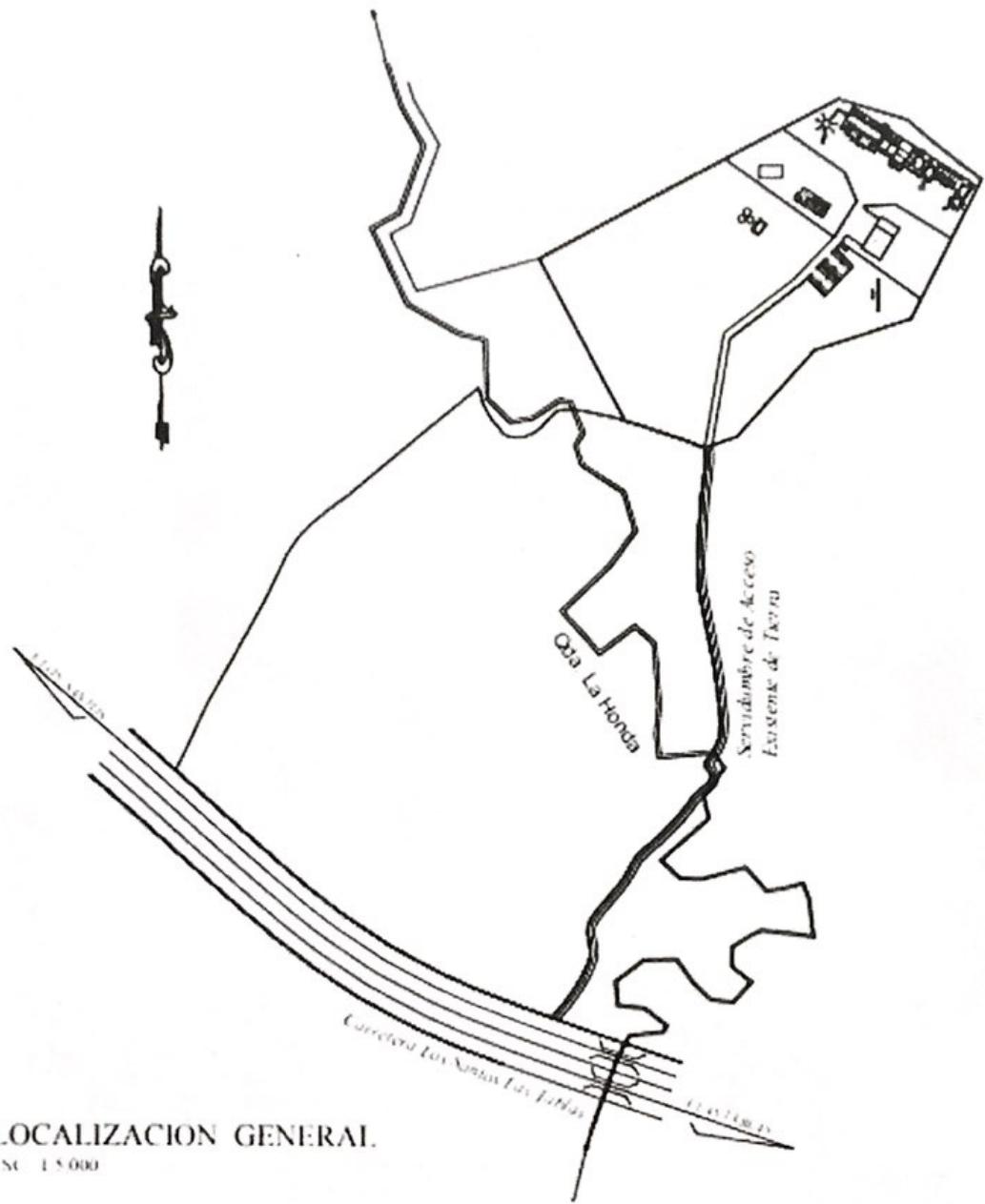
Aunv.



LOC. REGIONAL  
 ESC. 1: 10,000

HOJA TOP. N° 4139 IV  
 SERIES E762

MARIO ARRUE V.  
 INGENIERO CIVIL  
 LICENCIA N° 78-6-142  
 FIRMA  
 LEY 15 DE 26 DE ENERO DE 1959  
 FEDACION DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA



LOCALIZACION GENERAL.

ESC - 1:5 000

MARIO ARRUE V. INGENIERO CIVIL LICENCIA N° 78 - 6 - 147, 3 <i>Arrue</i> FIRMA
LEY 15 DEL 26 DE ENERO DE 1959 TÉCNICA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

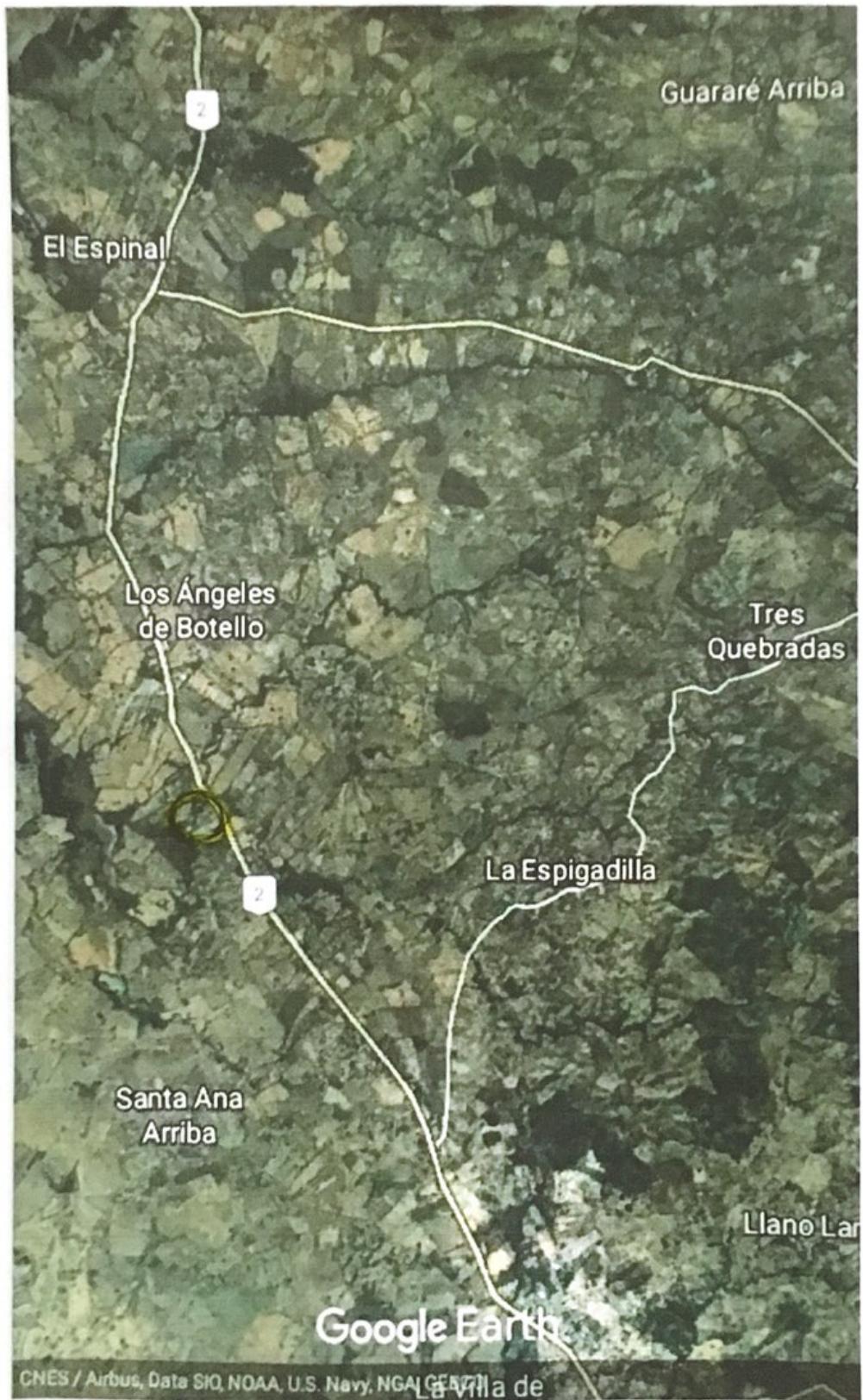
3.- NORMATIVIDAD PARA EL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL

---

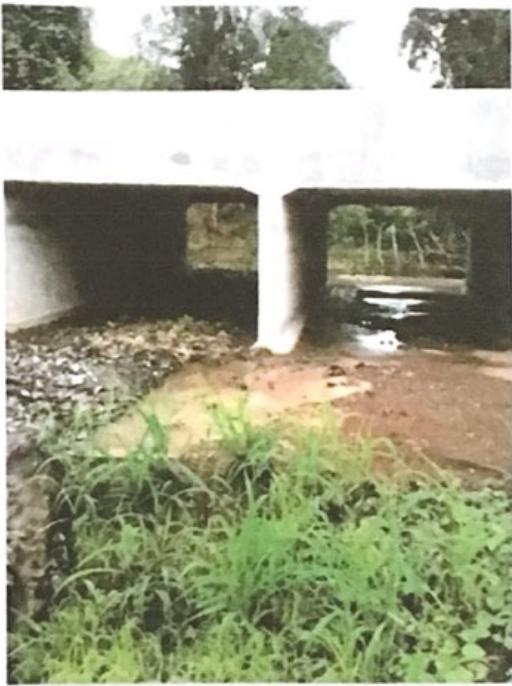
**Tabla 3.b Coeficiente de escurrimiento "C"**

Tipo de área	Coeficiente "C"
<b>Residencial</b>	
Áreas unifamiliares	0.30 – 0.50
Unidades múltiples separadas	0.40 – 0.60
Unidades múltiples conectadas	0.60 – 0.75
Áreas departamentales	0.50 – 0.70
Techos	0.75 – 0.95
Casa habitación	0.50 – 0.70
<b>Comercial</b>	
Centro de la ciudad	0.70 – 0.95
Fuera del centro de la ciudad	0.50 – 0.70
Techos	0.75 – 0.95
<b>Industrial</b>	
Ligera	0.50 – 0.80
Pesada	0.60 – 0.90
Techos	0.75 – 0.95
<b>Calles</b>	
Asfalto	0.70 – 0.95
Concreto	0.80 – 0.95
Adoquín	0.70 – 0.85
Aceras y andadores	0.75 – 0.85
Terracerías	0.25 – 0.60
<b>Parques, jardines, prados</b>	
Suelo arenoso plano < o = a 2%	0.05 - 0.10
Suelo arenoso pendiente de 2 a 7%	0.10 – 0.15
Suelo arenoso pendiente de 7% o mayor	0.15 – 0.20
Suelo arcilloso plano < o = a 2%	0.13 – 0.17
Suelo arcilloso pendiente 2 a 7%	0.18 – 0.22
Suelo arcilloso pendiente de 7% o mayor	0.25 – 0.35
<b>Áreas no urbanizadas</b>	0.10 – 0.30
<b>Áreas de monte o bosque según su pendiente y características del suelo</b>	0.01 – 0.20

Al seleccionar el coeficiente de escurrimiento debe tomarse en cuenta también que depende de las características y condiciones del suelo, como la humedad antecedente, el grado de compactación, la porosidad, la vegetación, la pendiente y el almacenamiento por alguna depresión, así como la intensidad de la lluvia.







## **11. BIBLIOGRAFÍA**

- Instituto Geográfico Tommy  
Guardia
- Empresa de Transmisión Eléctrica
- S.A. (Etesa)
- Contraloría General de la  
República(Dirección de Estadística  
Y Censo
  - Plan de Ordenamiento  
Territorial Ambiental de la  
Cuenca del río La Villa(CATIE)
  - Cuenca río La Villa CATHALAC