

**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 Ángeles, Dtto. 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 periodos 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 formula racional

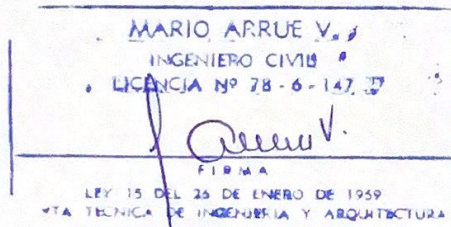
$$Q=CiA/360$$

Q – Caudal en mt<sup>3</sup>/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 8° 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).

Está formada por los ríos Guararé, Perales, Mensabé, Salado, Purio, Muñoz, Mariabé, Pedasí, 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>/s 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).

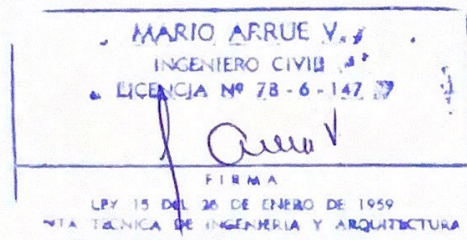
La elevación media de la cuenca es de 140 msnm y el punto más alto se encuentra en el cerro Canajagua, ubicado al Oeste de la cuenca, con una elevación de 833 msnm (ANAM, 2013).

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.

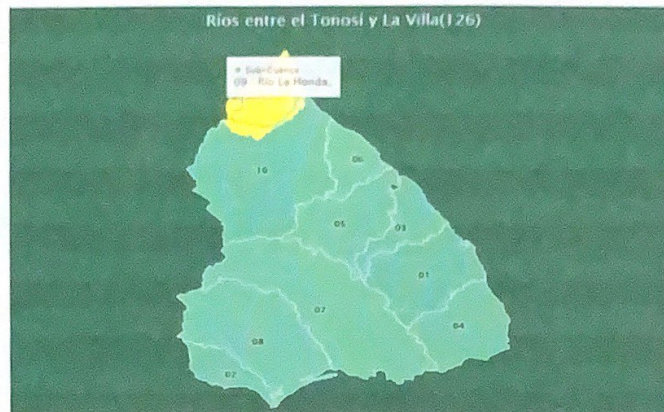
La zona de vida predominante es bosque seco tropical que se presenta en un 65% de la superficie de la cuenca.

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).

Específicamente 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 está 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 Guararé. 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.

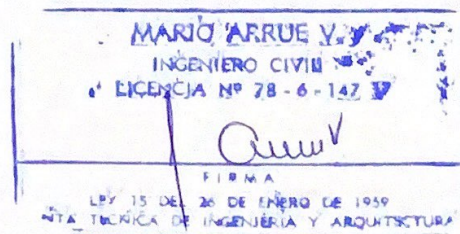
### 5. USO Y COBERTURA DEL SUELO

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

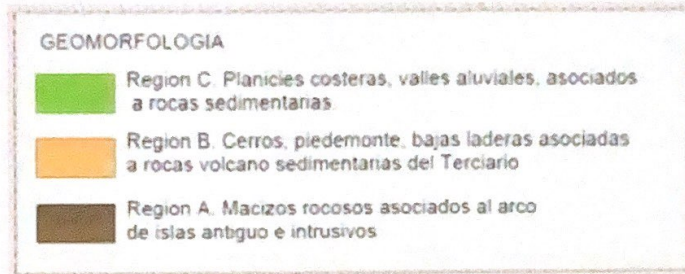
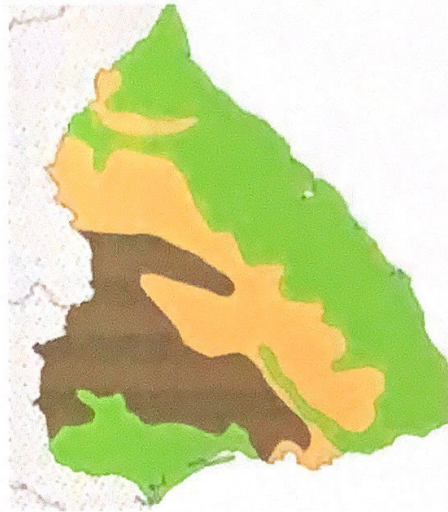
### 6. GEOMORFOLOGÍA

Utilizando la clasificación topográfica de Murphy, nos encontramos que la geomorfología del área del proyecto es de planicies, las cuales se definen como superficies 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.





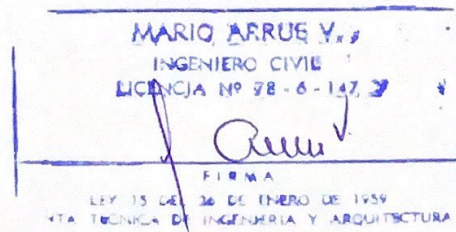


## 7. GEOLOGÍA

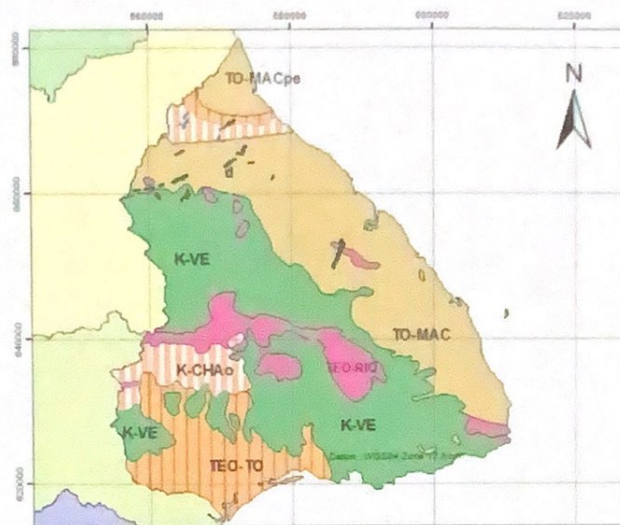
El proyecto se ejecutará en zonas levemente onduladas de las áreas cercanas a las costas de Los Santos.

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).





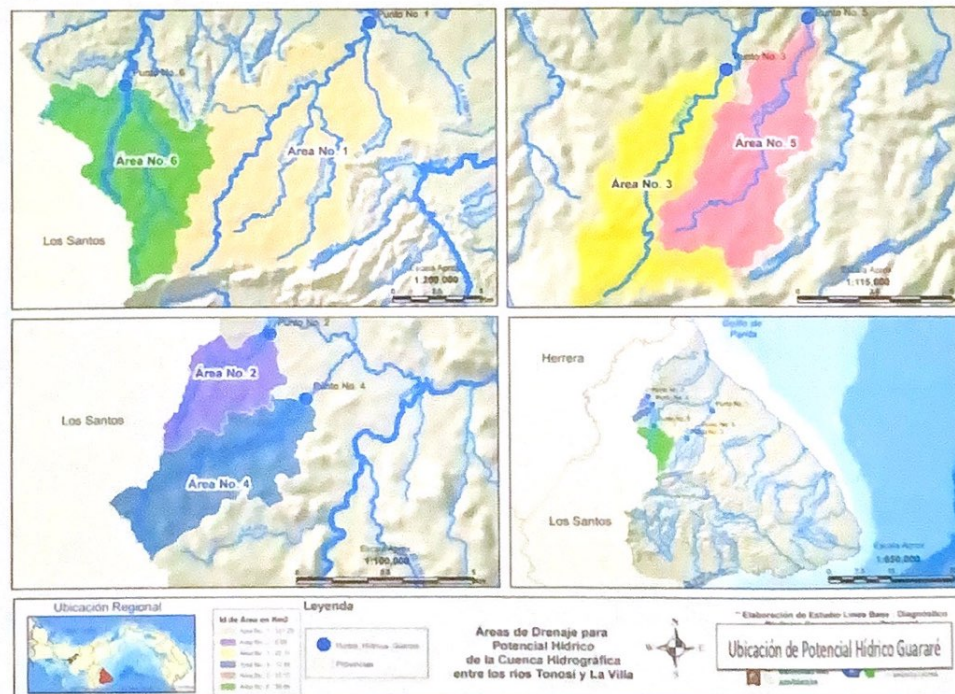


MARIO ARRUE V.  
INGENIERO CIVIL  
• CUIENCIA Nº 78 - 6 - 147  
Firma  
LEY 15 DEL 26 DE ENERO DE 1999  
Nº 1 TECNICA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

## 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 mts/3 por seg. (ANAM, 2013).

**Figura No. 21 Mapa de cuencas y subcuencas 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 centígrados y los 32 grados centígrados en las costas, con mínimas de 14 grados centígrados 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 Tosi 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 Ángeles 129-008.

## 10. USOS DEL AGUA

La demanda formal concesionada del agua está 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 Tonosí y La Villa, volumen en hm<sup>3</sup>**

Reg.	USO	VOLUMEN CONCESIONADO, HM <sup>3</sup>				PROP. %
		LLUVIOSA	SECA	TOTAL	ACUMULADO	
11	ACUICOLA	446,803.43	219,739.39	666,542.82	666,542.82	99.87
0	AGRICOLA	0.00	0.00	0.00	666,542.82	0.00
	AGRICOLA/DOMESTICO				666,542.82	0.00
0	AGROINDUSTRIAL	0.00	0.00	0.00	666,542.82	0.00
0	AGROPECUARIO	0.00	0.00	0.00	666,542.82	0.00
	COMERCIAL			0.00	666,542.82	0.00
1	DOMESTICO	527.04	259.20	786.24	667,329.06	0.12
	DOMESTICO/AGROPECUARIO			0.00	667,329.06	0.00
	DOMESTICO/COMERCIAL			0.00	667,329.06	0.00
	DOMESTICO/TURISTICO			0.00	667,329.06	0.00
0	HIDROELECTRICO	0.00	0.00	0.00	667,329.06	0.00
1	INDUSTRIAL	57.97	28.51	86.49	667,415.55	0.01
0	TURISTICO	0.00	0.00	0.00	667,415.55	0.00
13	8	447,388.44	220,027.10	667,415.55		100.00

MARIO ACERUE V. S. J.  
INGENIERO CIVIL  
LICENCIA Nº 78-6-147, 2  
FIRMADA  
LEJ 15 DEL 20 DE FEBRERO DE 1959  
A INGENIERIA Y ARQUITECTURA



## 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----- Pedasí

126-008----- Los Ángeles

126-010----- Valle Rico

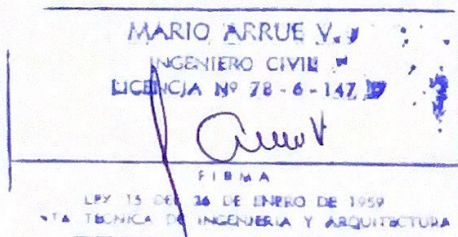
126-012----- La Miel

126-013----- El Cañafistulo

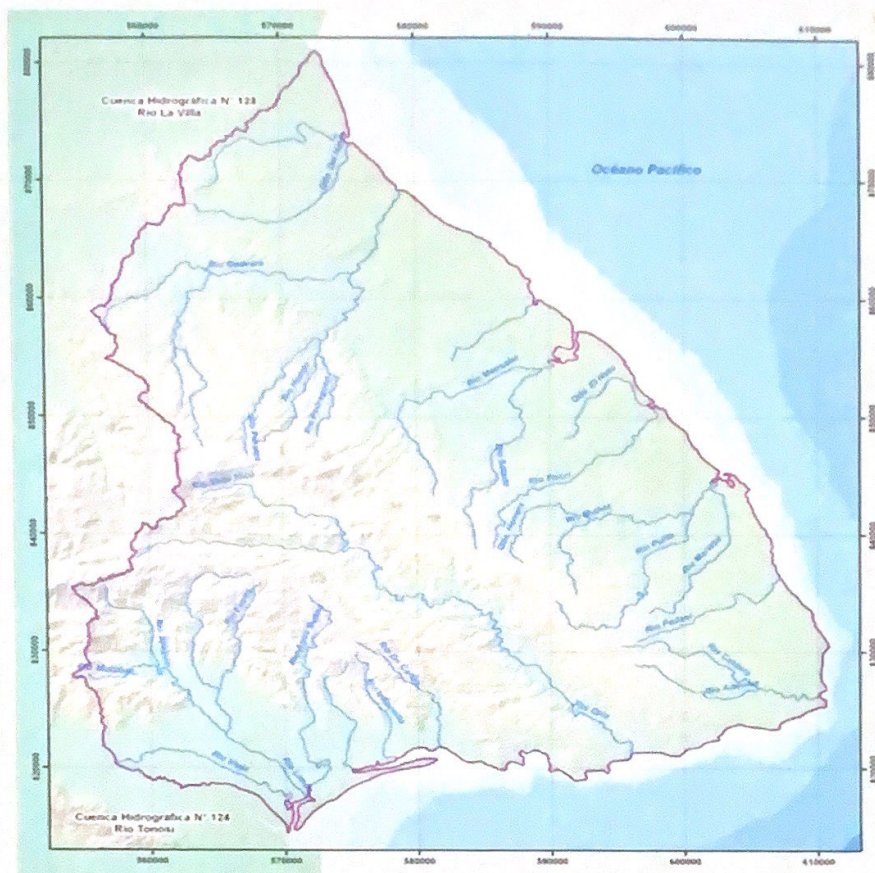
126-014----- Cañas

La precipitación anual es de 1598.34 mm, según la estación de Los Ángeles 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	Río	Lugar	Provincia	Tipo de Estación	Elevación m	Latitud	Longitud	Área de Drenaje	Fecha Inicio	Fecha Final	Operada por
126-01-01	GUARARE	PASO EL NANZAL	LOS SANTOS	Cv	10	7° 49' 00"	80° 18' 00"	357	1/01/1967	1/12/1998	ETESA
126-01-02	GUARARE	CAMINO AL HATO	LOS SANTOS	Cv	20	7° 48' 00"	80° 22' 00"	168	1/01/1966	1/10/1986	ETESA
126-02-02	ORIA	LA MIEL	LOS SANTOS	Cv	250	7° 35' 00"	80° 20' 00"	59.3	1/12/1974	1/03/1980	ETESA
126-03-01	PERALES	CHARCO EL PILON	LOS SANTOS	Cv	10	7° 47' 00"	80° 19' 00"	149	1/05/1977	1/12/1998	ETESA
126-04-01	VALLE RICO	LA HUACA	LOS SANTOS	Cv	170	7° 37' 00"	80° 20' 00"	57.2	1/08/1978	1/12/1998	ETESA

**Tipo de Estación**

Cv Estación Hidrológica Convencional

At Estación Hidrológica Automática

Mx Estación Hidrológica Mota

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

MARIO ARRUE V. J.

INGENIERO CIVIL

LICENCIA Nº 28-6-142

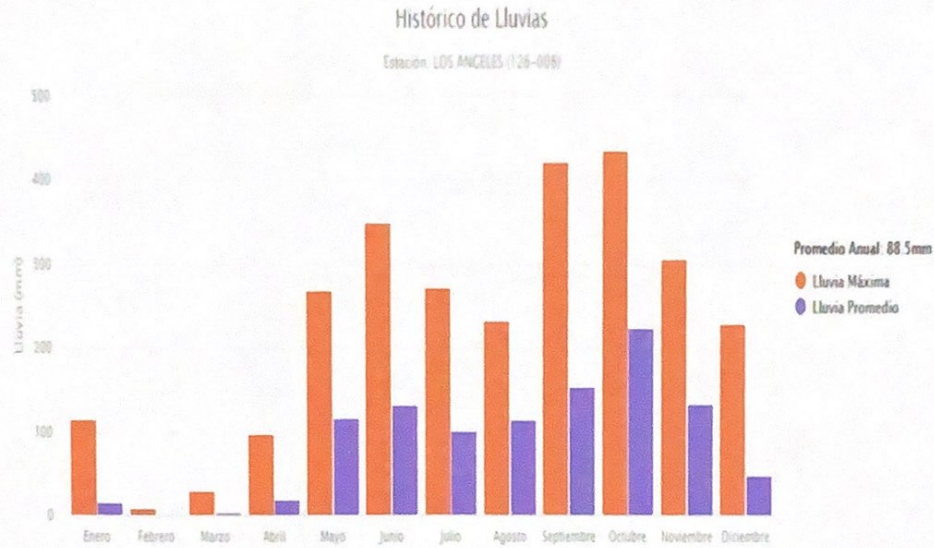
*[Firma]*

FIRMA

LEY 15 DEL 26 DE ENERO DE 1952

UNTA 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			PROPORCION %		
			LATITUD	LONGITUD	ELEVACION	SECTOR	LLUVIOSO	TOTAL	SECTOR	LLUVIOSO	TOTAL
126-002	POCRI	LOS SANTOS	07°40'N	80°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	80°01'O	47	35.97	1,622.26	1,658.23	2.17	97.83	100.00
126-010	VALLE RICO	LOS SANTOS	07°37'N	80°21'O	173	69.53	1,536.71	1,606.25	4.33	95.67	100.00
126-012	LA MIEL	LOS SANTOS	07°33'N	80°20'O	220	63.00	1,775.97	1,838.97	3.43	96.57	100.00
126-013	EL CANAFISTULO	LOS SANTOS	07°37'N	80°13'O	140	43.44	1,395.65	1,439.29	3.02	96.98	100.00
126-015	CANAS	LOS SANTOS	07°27'N	80°16'O	8	37.76	1,688.60	1,736.56	2.17	97.83	100.00
						46.03	1,552.31	1,598.34	2.86	97.14	100.00

MARIO ARRUE V.  
INGENIERO CIVIL  
DIRECCION Nº 78-6-142  
  
FIRMA  
LEY 15 DEL 26 DE ENERO DE 1959  
MTA TÉCNICA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA



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 4 3	112 5 8	163 6 8	205 1 2	184 7 5	176 9 6	208 9 9	146 6 0	85 5 7	1 310 7 4
126-005	7 73	0 95	5 65	21 6 3	141 1 1	214 8 6	264 5 1	263 2 5	232 1 1	203 9 0	212 9 2	89 6 0	1 658 2 3
126-010	17 6 5	3 25	13 4 7	35 1 7	147 9 6	164 0 4	152 1 6	199 5 5	230 8 4	311 8 7	232 2 4	98 0 4	1 606 2 5
126-012	7 05	4 49	5 58	45 8 8	185 1 4	215 4 9	215 0 7	235 7 7	275 0 3	342 5 0	222 3 0	84 6 6	1 838 9 7
126-013	3 49	5 17	7 66	27 1 2	128 0 3	185 9 5	167 2 6	192 6 3	188 6 5	280 0 0	173 8 6	79 4 6	1 439 2 9
126-015	4 51	2 78	0 95	29 5 3	194 9 9	223 1 8	239 6 0	256 6 3	234 4 3	250 0 3	201 5 3	98 4 1	1 736 5 6
MEDIAS	8 00	2 83	5 74	29 4 6	151 6 3	194 5 3	207 2 9	222 1 0	223 0 0	266 2 2	198 2 4	89 2 9	1 598 3 4
%	0 50	0 18	0 36	1 84	9 49	12 17	12 97	13 90	13 95	16 66	12 40	5 59	100 00
ETESA AJUST.	8.29	2.93	5.94	30.5 2	157.1 1	201.5 5	214.7 7	230.1 1	231.0 5	275.8 2	205.3 9	92.5 1	1,656.0 0
ETESA m	0.00 8	0.00 3	0.00 6	0.03 1	0.157	0.202	0.215	0.230	0.231	0.276	0.205	0.09 3	1.656

## 12.HUMEDAD RELATIVA

Este aspecto está estrechamente relacionado al comportamiento de la precipitación y el viento. Tomando información de la estación de ETESA, ubicada en Pedasí, 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

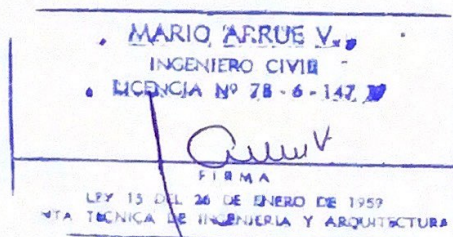
Ago. – 86.0

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

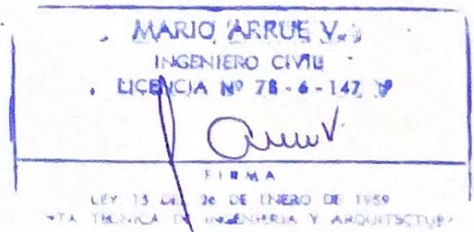
### 14. VIENTOS

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 varían, 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:

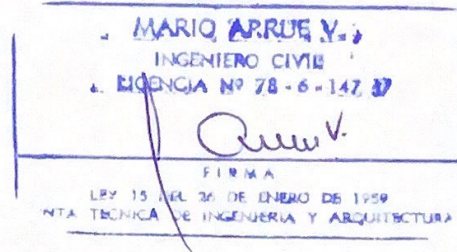
$$Q = CiA/360$$

Q= caudal máx. mts/3 por segundo

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 pluviógrafos 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 mts de ancho por 2.50 mts de alto (en total 7 mts de ancho por 2.50 mts de alto). Dicho cajón pluvial está diseñado para un caudal de diseño de 60.40 mts/3 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.

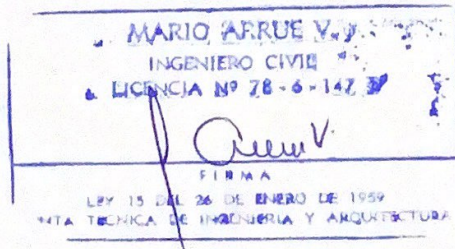
Las implicaciones ambientales en el área de influencia del proyecto se presentan durante la construcción del cajón, por los materiales que se usan como cemento, acero, arena, piedra, etc., así como el uso de maquinaria pesada.

## 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 periodo de retorno de 1:50 años. Los valores obtenidos fueron de 60.40 mts/3 por segundo mediante la fórmula racional  $Q=CiA/360$ .

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 mts 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)

$$T_C = 0.000323 \left[ \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}} \right] \quad \begin{array}{l} L = 9.625 \text{ m} \\ S = 0.014 \\ T_C = \text{HORAS} \end{array}$$

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

$$T_C = 1.95 \text{ HORAS} = 117 \text{ MINUTOS}$$

## INTENSIDAD DE LLUVIA (Fórmula de Método Racional)

$$i = \frac{615 T_R^{0.18}}{(T_C + S)^{0.685}}$$

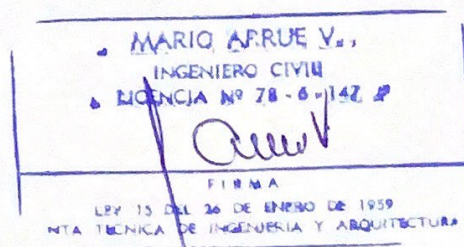
$$i = \text{mm/HORA}$$

$$T_R = 50 \text{ AÑOS}$$

$$T_C = \text{MINUTOS}$$

$$i = \frac{615 (50)^{0.18}}{(117 + 5)^{0.685}}$$

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





## MÉTODO RACIONAL

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

C = COEF. DE ESCORRENTÍA

i = INTENSIDAD DE LLUVIA (mm/hora)

A = HÉCTAREAS

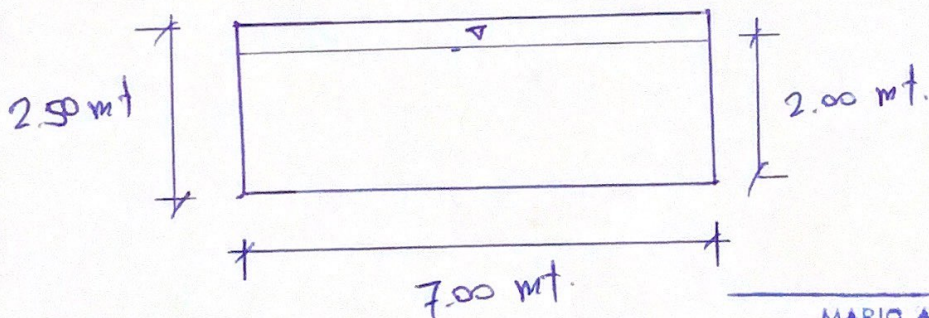
$$C = 0.10 \text{ (VER TABLA)}$$

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

$$A = 4700 \text{ HAS.}$$

$$Q = \frac{(0.10)(46.27)(4700)}{360} = 60.40 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

## CAJÓN PLUVIAL PROPUESTO



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

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





## FÓRMULA DE MANNING

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

$n$  = COEF. DE RUGOSIDAD

$R_H$  = RADIO HIDRÁULICO

$S$  = PENDIENTE

$V$  = VELOCIDAD (m/seg)

$$n = 0.027$$

$$S = 0.014$$

$$A = by = (7)(2) = 14 \text{ m}^2$$

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

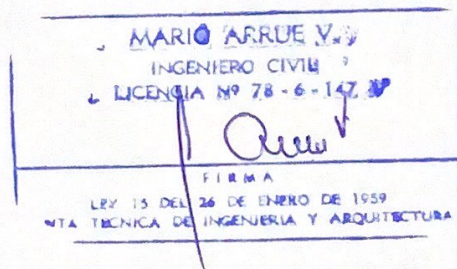
$$V = \frac{1}{0.027} (1.27)^{2/3} (0.014)^{1/2}$$

$$V = 5.11 \text{ m/seg.}$$

$$Q_{\text{calculada}} = VA \\ = (5.11)(14)$$

$$Q_{\text{calculada}} = 71.54 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$$71.54 \text{ m}^3/\text{s} > 60.40 \text{ m}^3/\text{seg}$$



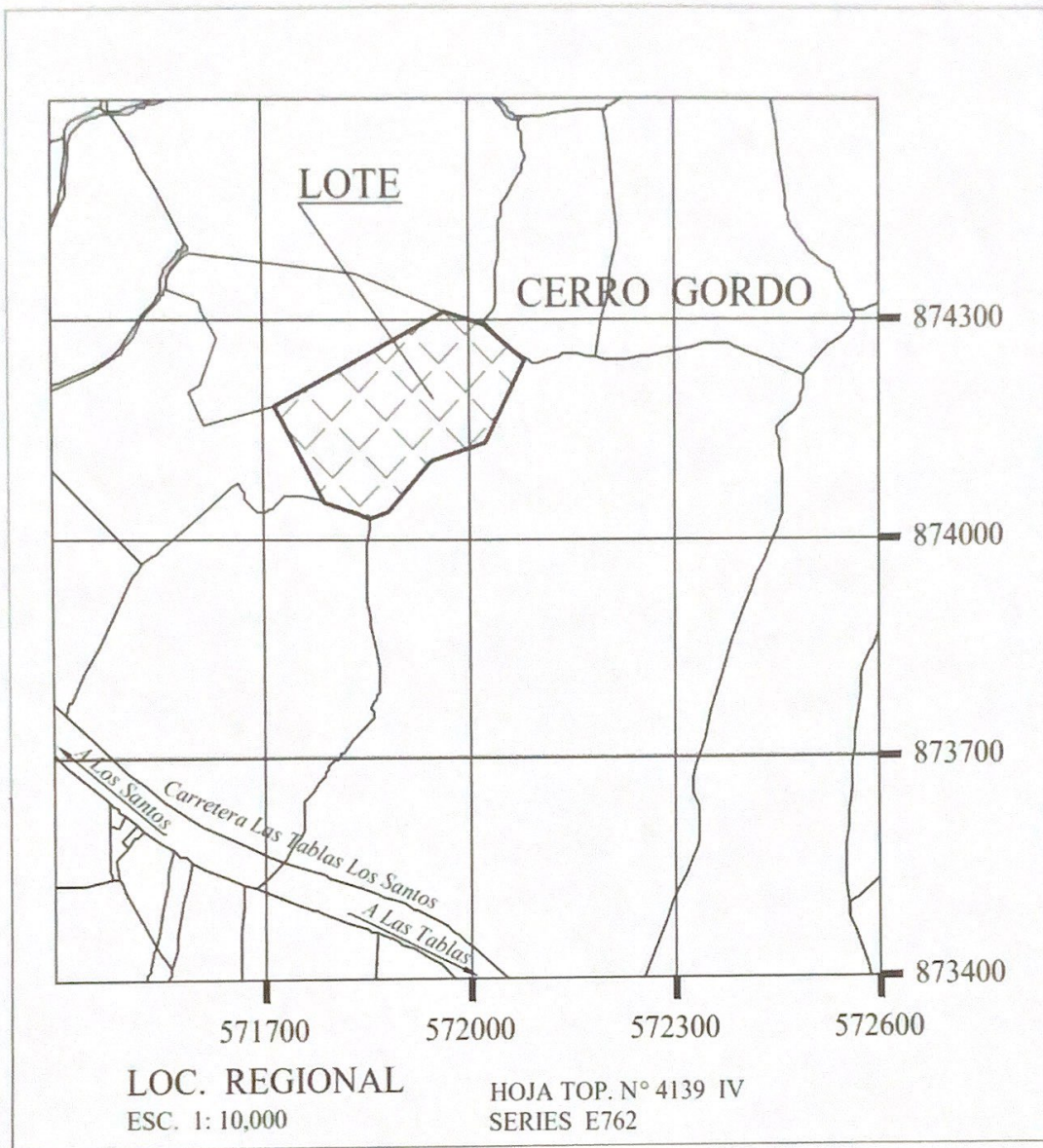


### 3.- NORMATIVIDAD PARA EL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL

<b>Tabla 3.b Coeficiente de escurrimiento "C"</b>	
<b>Tipo de área</b>	<b>Coeficiente "C"</b>
<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 < 0 = 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 < 0 = 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.





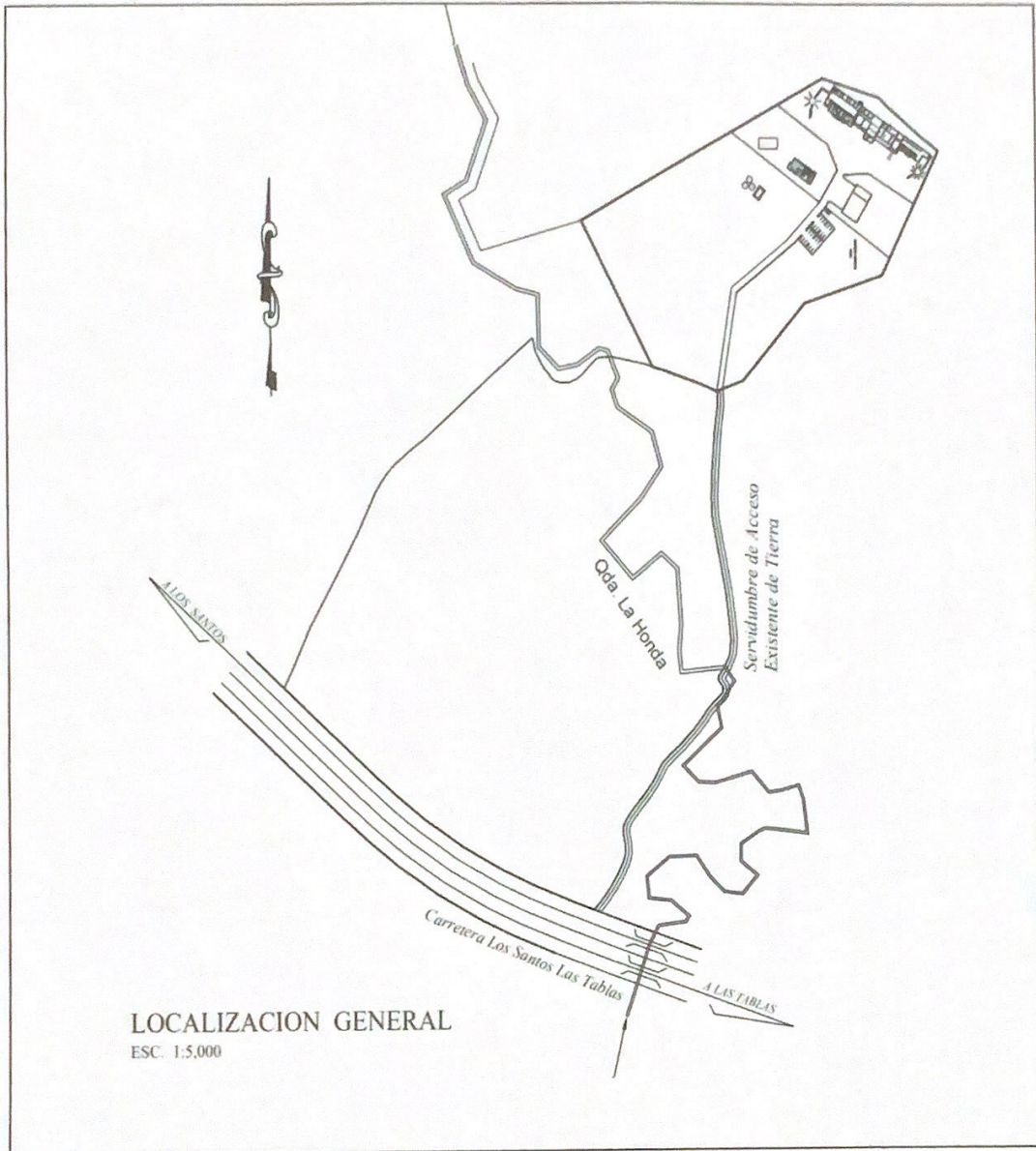
MARIO ARRUE V.,  
INGENIERO CIVIL  
LICENCIA N° 78-6-142

*Arrue*

FIRMA

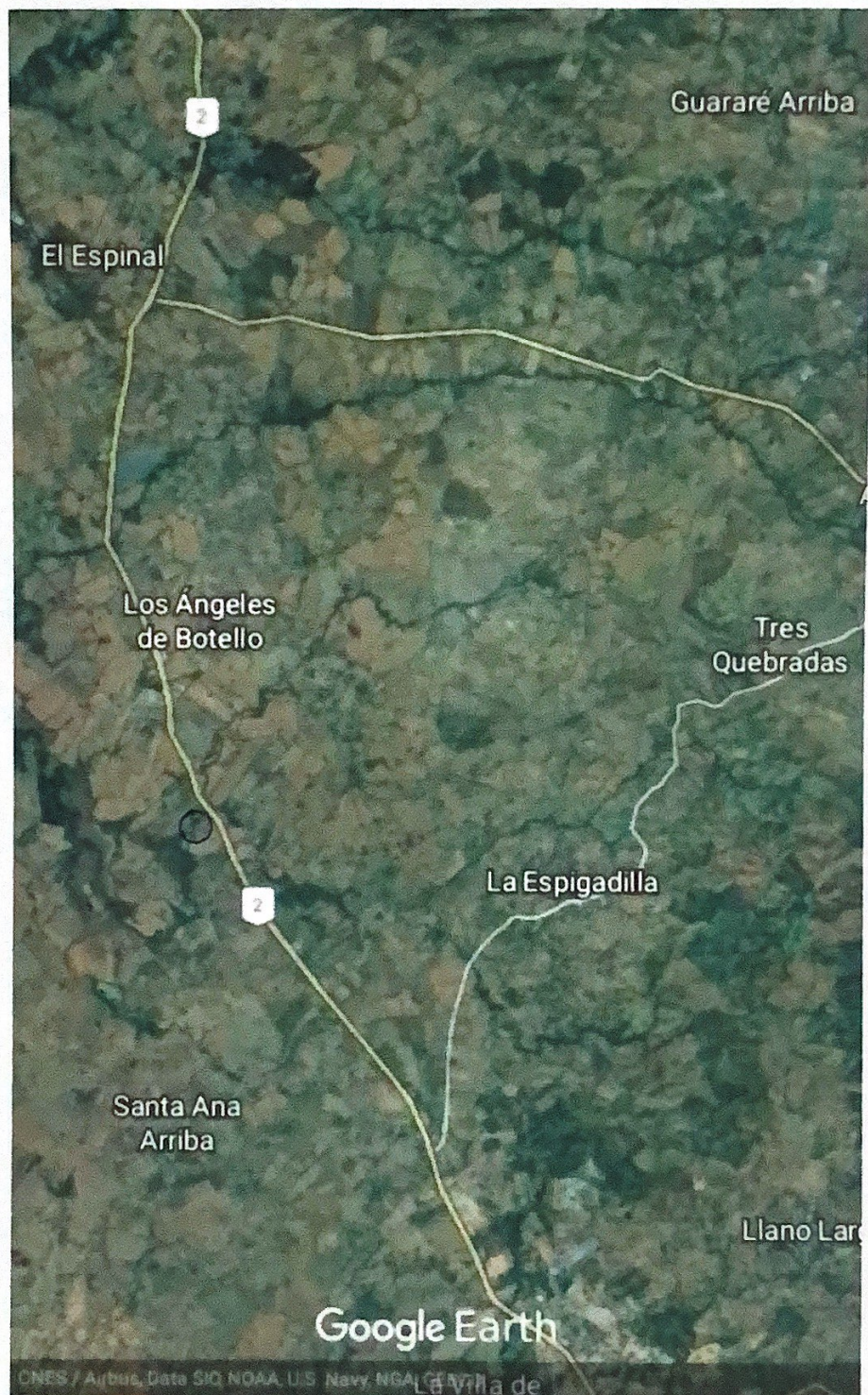
LEY 15 DEL 06 DE ENERO DE 1959  
NTA TÉCNICA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA



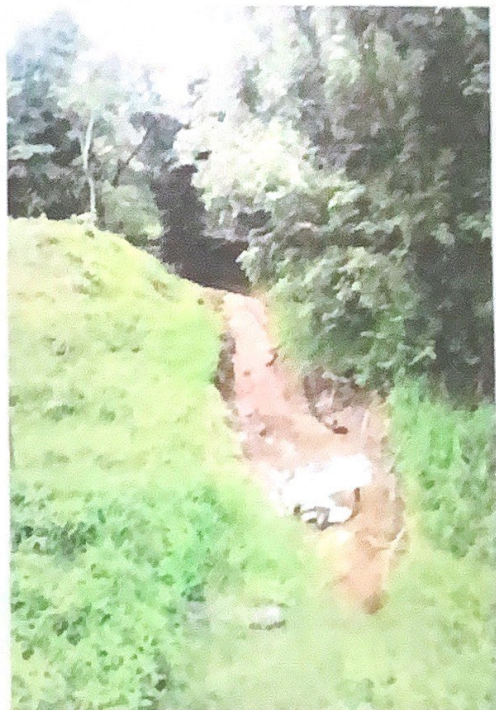


MARIO ARRIETA V.  
INGENIERO CIVIL  
LICENCIA N° 28-6-147  
*Mario Arrieta V.*  
FIRMA  
LEY 15 DEL 26 DE ENERO DE 1959  
N° 1 TECNICA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA















## 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

-ANAM-Elaboración de la línea base: Diagnostico biofísico, socioeconómico, y potencial energético de la cuenca hidrográfica 126.

