

**DISEÑO HIDROLOGICO E HIDRAULICO**

**PROYECTO**

**SOLUCION PLUVIAL ENTUBAMIENTO DE UN CAUCE PLUVIAL,  
PARA LA FINCA 30399570**

**UBICADO**

**EN EL DISTRITO DE LA ARRAIJA, PROVINCIA DE PANAMA**

**NOVIEMBRE 2024**

## **I - ESTUDIO IDRAULICO**

En la región de Centroamérica posiblemente, Panamá es uno de los países, en que los fenómenos físicos climáticos ocurren con menor intensidad. Los huracanes que afectan el Caribe, en la mayoría de los casos, dejan sentir sus efectos en nuestro país, porque activan la Zona de Convergencia Intertropical (ZCI), intensificando las lluvias. Afortunadamente, Panamá se ubica fuera de la ruta que generalmente siguen estos fenómenos meteorológicos.

Nuestro país al igual que los países centroamericanos, de manera recurrente, se ven afectados por variaciones, climáticas de carácter inter-anual, originadas tanto por condiciones locales, como por señales climáticas de alcance mundial, las cuales ejercen gran influencia en todos los aspectos de la sociedad. Son eventos naturales que generan desastres sociales por la magnitud de las transformaciones, efectuadas a la naturaleza. Estos eventos ocasionan, cuantiosas pérdidas económicas y en vidas humanas.

## **A - ASPECTOS CLIMATOLÓGICOS DEL ÁREA DE LA CUENCA EN ESTUDIO:**

### **A-1 EL CLIMA**

El clima del área en estudio está influenciado, por la migración anual de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCI), la cual divide los vientos alisios del noreste y sureste de los hemisferios sur y norte, respectivamente.

La Zona de Convergencia Intertropical se caracteriza por un área nubosa debido a la convergencia de las corrientes opuestas de aire, la cual genera mayor cantidad de lluvias.

Durante la ausencia de la banda nubosa, la cantidad de lluvia disminuye, situación que da lugar a una pronunciada estación seca, más o menos intensa en la Vertiente del Pacífico y ligera en la Atlántica.

Las lluvias en la Vertiente Atlántica , presentan un comportamiento diferente al que ocurre en el Sector Pacífico, en el Atlántico, especialmente en las regiones central y noroeste del país, por lo general llueve todo el año, debido al efecto de la actividad frontal. En la Vertiente del Pacífico, se producen altas presiones durante la estación lluviosa y muy baja durante la estación seca.

De acuerdo a estudios realizados, por el antiguo Instituto de Recursos Hidráulicos y Electrificación (IRHE), otras de las causas de las lluvias en Panamá, la constituyen las tormentas que se forman en las costas pacíficas de Colombia, donde las masas de aires caliente que ascienden por la costa pacífica, desde Colombia hacia Panamá, concentran una gran cantidad de humedad sobre la cordillera. Esta concentración de humedad, produce las tormentas que ocurren en la Vertiente del Pacífico Panameño, las cuales se extienden hasta la cuenca en estudio.

Según la clasificación de Koppen, el clima de la cuenca de los cauces estacionarios, es denominado, tropical de sabana

## **A-2 LA PRECIPITACIÓN**

Las precipitaciones en el área de estudio, generalmente son convectivas y orográficas. Las corrientes marinas, con altas temperaturas, favorecen el calentamiento y la evaporación. A medida que el aire cargado de humedad se desplaza hacia la tierra, las masas de aire tropiezan con las barreras montañosas, dando origen a precipitaciones con valores de hasta 3,200 mm al año, en el área de la capital. En la cuenca del Río Caimito, la precipitación promedio anual es de aproximadamente 2,000 mm en su parte alta y de 1,500 a 2000 mm ., en su parte baja.

El mes con más baja precipitación es Febrero y el mes más lluvioso es Octubre, lo que representa una diferencia significativa de las lluvias registradas en el área de la cuenca, de acuerdo al Cuadro A-2.1, que indica la distribución mensual de lluvias, de las tres estaciones descritas, dentro del área en estudio.

Los valores de temperatura, precipitación, evaporación y vientos, fueron obtenidos del último boletín Hidrometeoro lógico de la Contraloría General de la República del año 2001, cabe destacar que estos datos, fueron recopilados por las estaciones más cercanas a La Chorrera ( Río Caimito, Chame y Altos de Campana).

## **CUADRO A-2.1: DISTRIBUCIÓN MENSUAL DE LAS LLUVIAS EN LAS ESTACIONES DE RÍO CAIMITO.**

ESTACIÓN	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOT
RÍO CAIMITO	0.6	0.0	4.0	1.1	140	101	131	101	71	102	46	49	686

La estación más cercana a Arraijan, es la del Río Caimito. Sólo se tomó la precipitación, del último año dado por el boletín, de la Contraloría General de la República (2001).

Las estaciones más cercanas son la del Río Caimito, Chame y Altos de Campana.

Cabe destacar que no todas las estaciones, hidrometeoro lógicas, recopilan la información de caudales, por lo tanto se tomó el caudal máximo de la estación más cercana al área de estudio (Estación Trapichito – Río Caimito – año 2001), máximo caudal, mes de Octubre y Noviembre de 24 m<sup>3</sup> / s.

### **A-3 TEMPERATURA**

La temperatura en el área de estudio, se caracteriza, por la poca variación estacional y mantiene una temperatura promedio, de 25°C a 27° C.

La Zona de Convergencia Intertropical se caracteriza por un área nubosa debido a la convergencia de las corrientes opuestas de aire, la cual genera mayor cantidad de lluvias.

Durante la ausencia de la banda nubosa, la cantidad de lluvia disminuye, situación que da lugar a una pronunciada estación seca, más o menos intensa en la Vertiente del Pacífico y ligera en la Atlántica.

Las lluvias en la Vertiente Atlántica, presentan un comportamiento diferente al que ocurre en el Sector Pacífico, en el Atlántico, especialmente en las regiones central y noroeste del país, por lo general llueve todo el año, debido al efecto de la actividad frontal.

## **B- ESTIMACIÓN DE CAUDALES**

### **B-1 DESCRIPCIÓN DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA EN ESTUDIO.**

La Cuenca en estudio del cauce, corresponde a un área de drenaje de 63 hectáreas.

La cuenca en estudio nace aproximadamente a unos 00.00 metros de distancia del punto de control, ubicado en la parte lateral de la finca

## **B-2 MÉTODO RACIONAL**

$$QE = CiA / 360$$

En donde:

QE = Caudal máximo encontrado en  $m^3 / s$ .

C = Coeficiente de escurrimiento.

I = Intensidad de lluvia en mm / hora.

A = Área de drenaje en Has.

C = Coeficiente de rugosidad manning.

### **SUPOSICIONES INCLUIDAS EN LA FÓRMULA RACIONAL:**

- a- 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.
- b- 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.
- c- La frecuencia de ocurrencia del escurrimiento máximo es la misma que la de la intensidad de la lluvia con la cual se calculó.
- d- El escurrimiento máximo por área unitaria disminuye conforme aumenta el área de drenaje y la intensidad de la lluvia disminuye conforme aumenta su duración.

e- El coeficiente de escorrentía, permanece constante en una cuenca, para todas las tormentas.

### **B.2-1 Coeficiente de escorrentía:**

Se define como el porcentaje de lluvia, que aparece como escurrimiento directo. Utilizaremos un coeficiente de escorrentía promedio de 0.90 para áreas urbanas deforestadas

B.4-2 Coeficiente de rugosidad de manning, se define dependiendo del tipo de superficie en contacto con el agua, utilizaremos un coeficiente de 0.013, por tratarse de tubos de H.R.

### **B.2-2 Intensidad de lluvia:**

Utilizaremos las fórmulas de Intensidad – Duración – Frecuencia (IDF), recomendadas por el Ministerio de Obras Públicas (MOP), para la cuenca entre el Río Caimito y el Río Juan Díaz, según el nuevo manual de revisión de planos del MOP.

$$i = \frac{a}{d + b}$$

En donde:

$I$  = Intensidad de lluvia en mm. / hora.

$d$  = Tiempo de concentración en horas.

$A$  y  $b$  = Constantes (dependen del período de retorno).

### **B.2-3 Período de retorno (Pr):**

Se define como el intervalo de tiempo promedio, entre eventos que igualan o exceden una magnitud específica. Para período de retorno de 1:50 años, los valores de  $k$  y  $b$  son 370 y 33

$$I = \frac{317.666}{T_c + 0.881} \text{ mm. / Hora (1:50 años).}$$

### **B.2-4 Tiempo de concentración (tc):**

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 siguiente.

#### **Cauce N°1**

$$T_c = \frac{L}{60} + 0.85$$

En donde:

$T_c$  = Tiempo de concentración en minutos.

$L$  = Longitud de la cuenca en metros.

$.85$  = constante.

$$T_c = \frac{300 + 60}{.85} = 5.88 \text{ minutos}$$

$$T_c = 5.88 \text{ minutos. (0.098 horas)}$$

#### **B.2-5 Período de retorno de 1:50 años:**

$$I = \frac{317.666}{0.098 + 0.881} \text{ mm. / Hora (1:50 años).}$$

$$I = 324.48$$

$$Q_E = C \times I \times A = \frac{.90}{360} \times 324.48 \times 63 = 12.17 \text{ m}^3 / \text{s.}$$

## **II. CÁLCULOS HIDRÁULICOS**

## A – Método de Cálculo:

Para el cálculo de la capacidad del cauce existente y la profundidad del flujo normal, utilizaremos la siguiente ecuación, para tubos.

$$A = \frac{\pi \times d^2}{4}$$

$$RH = d/4$$

$$QD = C \times A \times \sqrt{RH \times s}$$

En donde:

A = Área del tubo

RH = Radio Hidráulico del tubo

QD = Caudal de Diseño en m<sup>3</sup> / seg.

C =  $RH^{1.4865} / n$ .

S = Pendiente de Diseño del cauce o pendiente natural del Cauce.

N = Coeficiente de Rugosidad de Manning (0.013), para Tubos de H.R.

### **A-1 Cálculo de la capacidad del tubo propuesto**

$$S = 18.32 - 12.333/185 = .0323 \%$$

$$d = 48 \times 2.54 = 121.92 = 1.22$$

$$A = \frac{\pi \times (d)^2}{4}$$

$$A = \frac{3.1416 \times (1.22)^2}{4} = 1.17$$

$$A = 1.17 \text{ m.}$$

$$RH = d / 4 = 1.22 / 4 = .305\text{m.}$$

$$RH = .305 \text{ m.}$$

$$C = RH^{.16}/n = .305^{.16}/.013 = 63.61$$

### **A-2 CÁLCULO DEL CAUDAL DE DISEÑO**

$$QD = C \times A \times \sqrt{RH \times s}$$

$$QD = 63.61 \times 1.17 \times \sqrt{.305 \times 0.0323}$$

$$QD = 7.39 \text{ m}^3 / \text{seg.} \times 2 = 14.78$$

$$QD \geq QE = 14.78 \text{ m}^3 / \text{seg.} \geq 12.17 \text{ m}^3 / \text{seg.}$$

$$Q_E / Q_D = 12.17 \text{ m}^3 / \text{seg.} / 14.78 \text{ m}^3 / \text{seg.} = 0.823$$

**A continuación calcularemos las relaciones hidráulicas:  $q /$**

**$Q$  y  $d / D$**

$$q / Q = (\theta / 360 - \text{Sen } \theta / 2 \pi) (1 - 180 / \pi \theta * \text{Sen } \theta) \cdot 67$$

$$q / Q = (225 / 360 - (-0.707 / 2 (3.1416))) (1 - 180 / 3.1416 (225)(-0.707)) \cdot 67$$

$$q / Q = (0.625 + 0.113) (1 - (0.255) (-0.707)) \cdot 67$$

$$q / Q = (0.738) (1.117)$$

$$q / Q = 0.824$$

$$d / D = 1 / 2 (1 - \text{Cos } \theta / 2)$$

$$d / D = 0.5 (1 - \text{Cos } 225 / 2)$$

$$d / D = 0.5 (1 - \text{Cos } 112.50)$$

$$d / D = 0.5 (1 - (-0.383))$$

$$d / D = 0.5 (1.383)$$

$$d / D = 0.692 \leq 0.80$$

$$d = 0.692 (48)$$

$$d = 33.216$$

