

# **ESTUDIO HIDROLÓGICO**

## **MICRO CUENCA QUEBRADA EL JAGUA A FAVOR DE ANMINI, S.A.**

Lugar:

EL JAGUA, CORREGIMIENTO DE DOLEGA, DISTRITO DE  
DOLEGA - PROVINCIA DE CHIRQUI  
RÉP. DE PANAMÁ.

**FUENTE HÍDRICA: QUEBRADA EL JAGUA**

CONSEJO TÉCNICO NACIONAL  
DE AGRICULTURA  
**RICARDO A. SERRANO A.**  
ING. AGRÍCOLA UND EN ING. DE C. HIDROG.  
06/01/2014

**ELABORADO POR: ING. RICARDO SERRANO**

I.P. #: 4892 - 04

**ENERO 2017**

## **INTRODUCCIÓN:**

La hidrología y climatología de la Quebrada El Jagua se encuentra comprendida en este estudio, con el propósito de caracterizar las variables climatológicas e hidrológicas que definen el comportamiento y tendencias que se presentan durante el ciclo hidrológico para el área de la micro cuenca hasta el sitio de colindancia para el desarrollo de un Proyecto de Lotificación Hacienda El Jagua promovido por ANMINI, S.A.

## **Conceptos Generales:**

**-Área de Drenaje:** Área en km<sup>2</sup> de la superficie terrestre drenada por un único sistema pluvial.

**-Cuenca:** Para este documento se refiere a la cuenca principal o base (#108 “río Chiriquí”) en la que se ubica el Proyecto y abarca la micro cuenca de estudio

**-Micro cuenca de estudio:** Se refiere al área de drenaje delimitada para el brazo de la Quebrada El Jaqua. También se le puede llamar Cuenca de Aportación.

**-Proyecto:** Se refiere al Proyecto de Lotificación: Hacienda El Jaqua a desarrollar por el Promotor.

**-Traslado de Caudales:** Metodología comúnmente utilizada en hidrología para estudiar numéricamente los valores de caudales registrados por una estación cercana en un sitio o punto de interés de la misma cuenca o vecinas con características hidrológicas similares.

## **1. UBICACIÓN DEL PROYECTO Y PUNTO SOBRE BRAZO DE LA QDA. EL JAGUA**

## 1.1 MAPA DE LOCALIZACIÓN REGIONAL DEL PROYECTO

La ubicación político-administrativa corresponde al Corregimiento de Tinajas, en el Distrito de Dolega, Provincia de Chiriquí, de la República de Panamá.



Fuente: Instituto Geográfico Nacional Tomás Guardia

**Ubicación Regional:**

Para llegar al sitio proyecto se deberá ir por la Vía Boquete hasta el Cruce de Los Anastacios, luego girar a la izquierda y tomar la vía en dirección hacia San Pablo Viejo hasta llegar al cruce de vía Boquete (bajando), de aquí se recorren aproximadamente 1600 metros hasta llegar a la entrada del proyecto a mano izquierda, al frente de este queda el Mini Super Lili Rosa

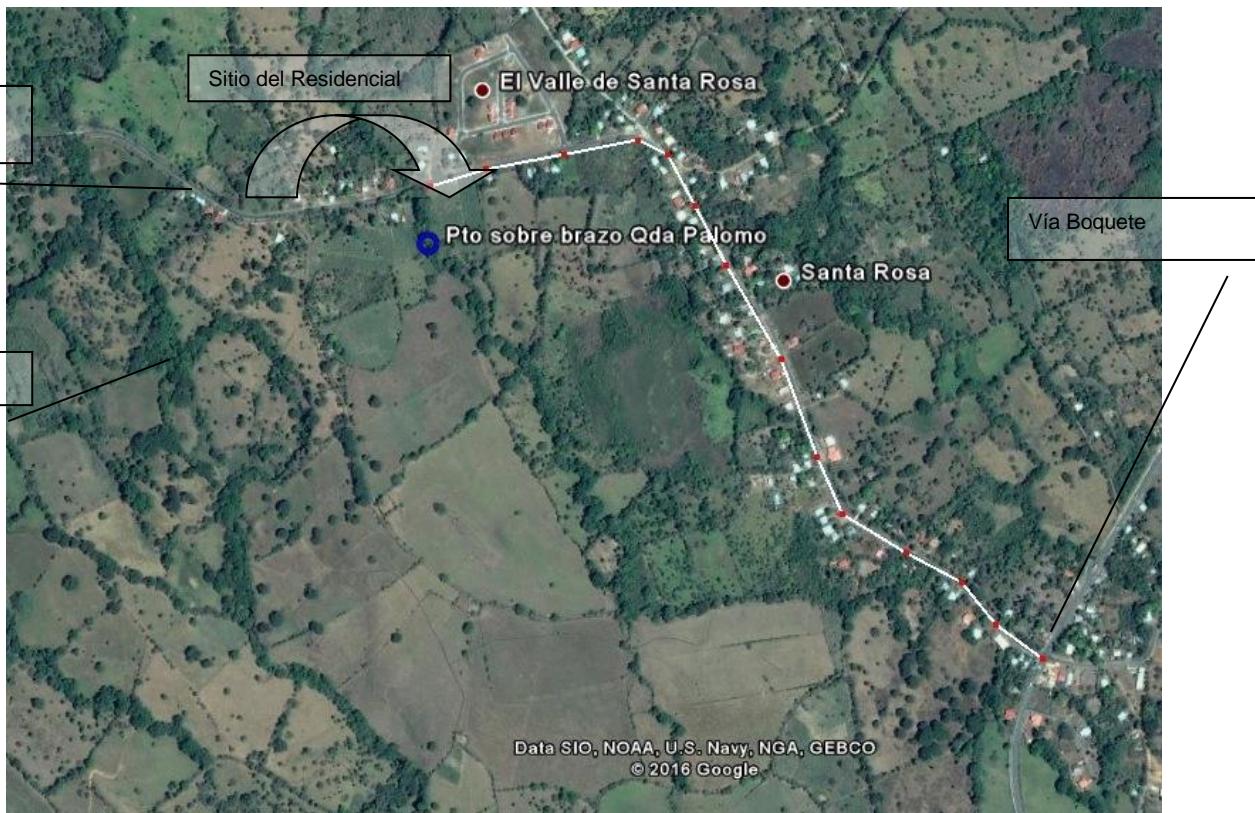


Figura #2. Ubicación satelital del sitio del proyecto.

## 1.2 MAPA (HOJA TOPOGRÁFICA) A ESCALA 1:50,000

**Hoja Topográfica: “DAVID” # 3741-III DEL IGNTG**

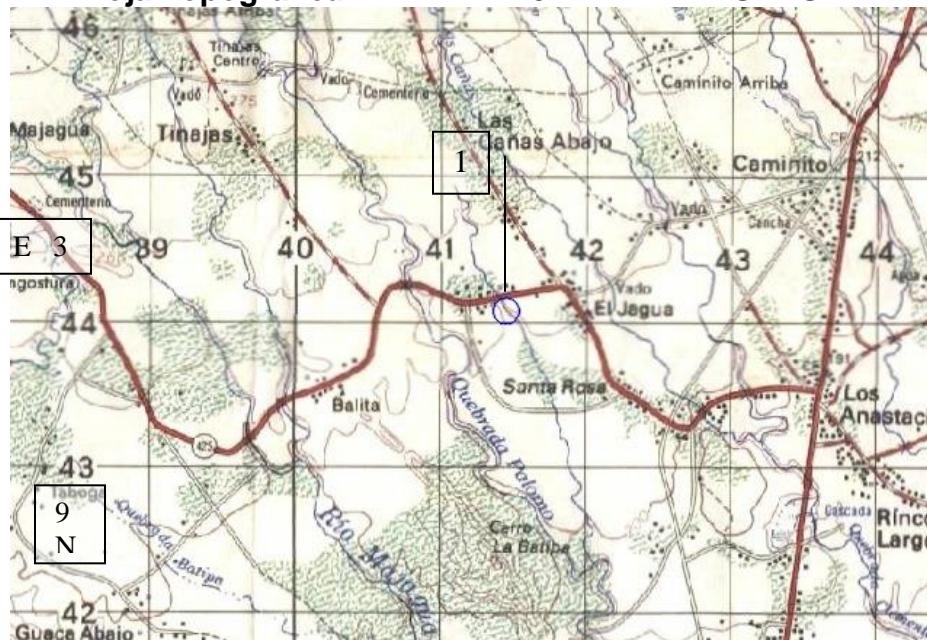


Figura #3. Mapa de localización del proyecto en Hoja 1:50,000 de Tommy Guardia.

**CUADRO 1. PUNTO DE INTERES E INFLUENCIA EN EL MAPA DE LOCALIZACIÓN 1:50,000**

# en el mapa	LUGAR	COORDENADAS (UTM)	ELEVACIÓN (M.S.N.M.)
1	Sitio de Cierre o Micro cuenca de aporte del brazo de la Qda Jagua hasta la colindancia con Lotificación Hacienda El Jagua	341441 mE 944304 mN	223

### 1.3 Descripción General de la Cuenca en la que se ubica el Proyecto:

El Proyecto Lotificación Hacienda El Jagua, se ubica en la cuenca del río Chiriquí, que se localiza en la provincia de Chiriquí, en la parte occidental de la república de Panamá, entre las coordenadas 8°15' y 8°53' de Latitud Norte y 82°10' y 82°33' de Longitud Oeste.

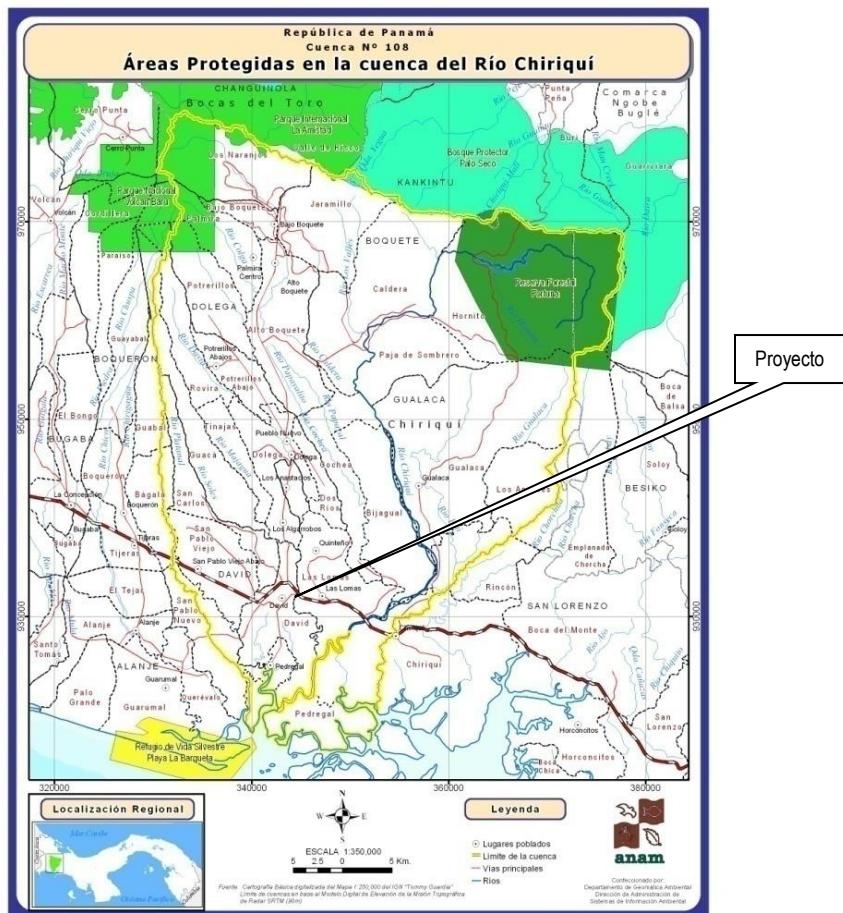
El área de drenaje de la cuenca del río Chiriquí es de 1995.0 km<sup>2</sup>, hasta la desembocadura al mar, y la longitud del río Principal es de 130 Km.

La elevación media de la cuenca es de 270 msnm, y el Volcán Barú, ubicado al noreste de la cuenca, con una altitud de 3474 msnm.

El río Chiriquí tiene como afluentes principales a los ríos: Caldera, Los Valles, Estí, Gualaca y los que nacen en las laderas del Volcán Barú como: Cochea, David, Majagua, Soles y Platanal.

#### **1.4 Identificación del proyecto dentro de Áreas protegidas;**

Las áreas protegidas según el mapa en la Cuenca # 108 denominada Río Chiriquí y elaborado por MIAMBIENTE ubica dos áreas protegidas denominadas Parque Nacional Volcán Barú y Reserva Forestal Fortuna. El Proyecto NO se encuentra en ninguna de estas áreas protegidas.



**Figura #4. Mapa de ubicación de áreas protegidas en relación al proyecto.**

## **2. DEFINICIÓN DEL RÍO PRINCIPAL**

El cauce principal de la cuenca # 108 denominada río Chiriquí tiene como río o cauce principal el río Chiriquí y tiene una longitud aproximada de 130 km.

La Quebrada El Jagua tiene una longitud aproximada de 22 kilómetros desde su nacimiento hasta su desembocadura en el río Majagua.

## 2.1 Área de drenaje:

**Micro Cuenca del Proyecto:** Se define como la delimitación fisiográfica del área de drenaje tomando en cuenta el cauce principal y sus afluentes. El área de drenaje tiene su cierre en un punto sobre el brazo de la Quebrada Jagua de influencia y colindancia con el proyecto; el área de drenaje es de (Micro Cuenca de Influencia) es de 0.69 Km<sup>2</sup>

**Mapa de área de drenaje de la Micro Cuenca: Qda. Jagua hasta colindancia con el Proyecto  
Lotificación Hacienda El Jagua (Sitio de Cierre en colindancia con el Proyecto)**

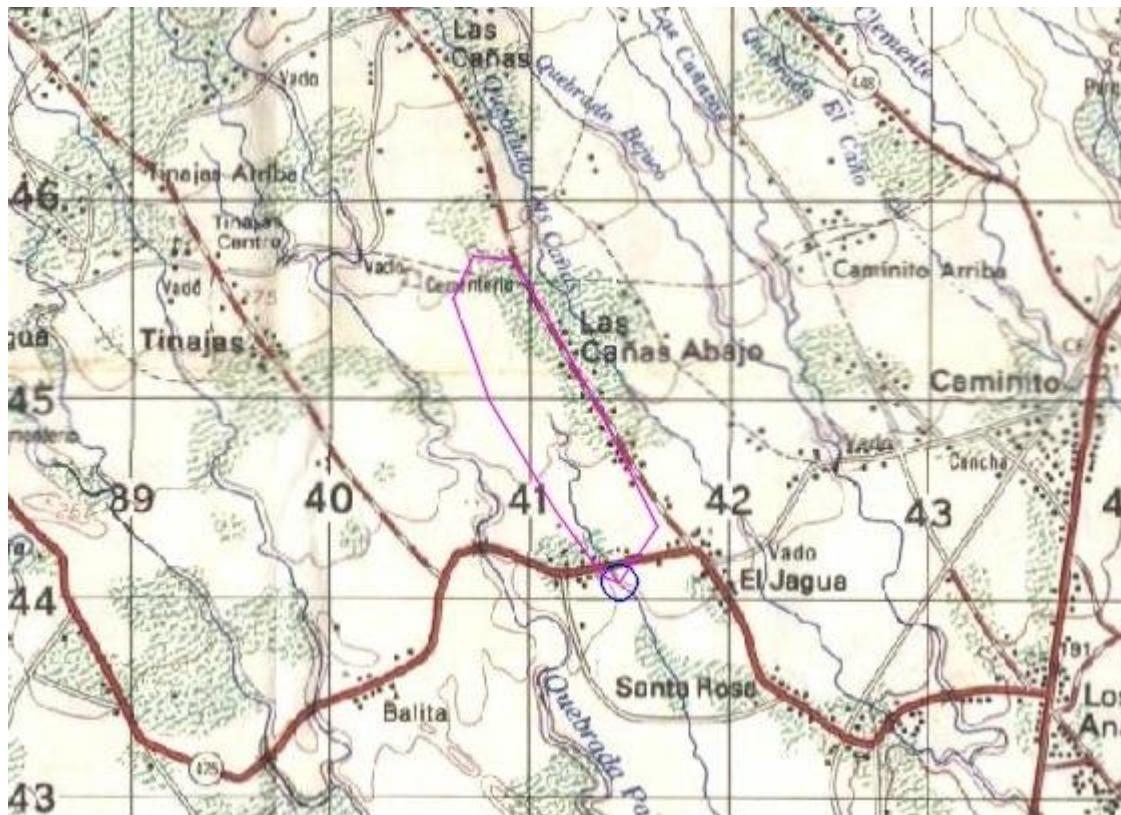


Figura #5. Mapa con el área de drenaje de la micro cuenca del proyecto.

### 3. CAUDALES

El caudal es el volumen de agua que pasa a través de una sección transversal del río en la unidad de tiempo. El caudal medio diario es el volumen de agua que pasa a través de una sección transversal del río durante el día dividido por el número de segundos del día, mientras que el caudal medio mensual es la media aritmética de los caudales medios diarios del mes.

#### 3.1 Recopilación, verificación y validez de la información (metodología utilizada)

Según las bases técnicas y en el caso de este estudio se verificó la calidad de la estadística disponible efectuando su homogenización, relleno y extensión, utilizando los métodos hidrológicos convencionales para un período mínimo de 15 años consecutivos con una antigüedad de la estadística recopilada que no supera los últimos 20 años. A las series con datos faltantes se les denomina series originales, ya que no han sido llenadas ni alteradas desde su generación por parte del personal encargado del manejo de las estaciones hidrométricas.

Para el análisis de caudales se utilizaron una serie homologada de 34 años a partir del año 1978 hasta el año 2011 (información disponible), certificada por ETESA.

Para el caso del presente estudio, la información recopilada para generar los resultados objeto del análisis hidrológico, incluye:

#### Datos de Caudales Promedios Mensuales de Estación Chiriquí, Interamericana (108-01-02)

##### Estación Hidrológica Chiriquí, Interamericana:

Localizada a aproximadamente 50 metros aguas abajo del puente, en la carretera Interamericana, en la provincia de Chiriquí, Distrito de David, corregimiento de David, entre las coordenadas 8°25' Latitud Norte y 82°21' Longitud Oeste. Su elevación es de 10 msnm y el área de drenaje es de 1337 km<sup>2</sup>. Fue instalada el 6 de junio de 1955 y hasta el 15 de junio de 1955 operó con un juego de reglas limnimétricas. En junio de 1956, se instaló un limnígrafo Stevens A-35. En mayo de 1975, la estación fue reubicada 120 metros aguas abajo en el sitio actual, con una capacidad de registro de 10.00 metros. En febrero de 1997 se instaló un equipo automático.

#### 3.2 Variación Mensual de los Caudales en la sub cuenca de estudio. (metodología utilizada).

La variación mensual de los caudales en el sitio colindante al Proyecto se aprecia en las dos épocas marcadas del año hidrológico para la república de Panamá, observándose que para la época lluviosa se tiene un caudal de 108 L/s con el mayor pico en el mes de octubre con un valor de 174 L/s y el menor valor en el mes de abril en el cual se inicia la recarga hídrica de los acuíferos. El caudal promedio multianual en el sitio de Colindancia con el Proyecto Lotificación Hacienda El Jagua, para el período de 56 años analizados corresponde a 82.5 L/s.

En la determinación de los caudales promedios anuales hasta el sitio del Proyecto, se utilizó el método de la Transposición o traslado de caudales, el cual considera los caudales medios registrados en una Cuenca Base con características de vegetación y forma similares. Como cuenca base se utilizó la Estación Chiriquí-Interamericana con un área de drenaje: 1337 km<sup>2</sup> y el área de drenaje de la micro cuenca de estudio hasta el sitio del Proyecto con un área de drenaje de 0.69 km<sup>2</sup>.

$$\text{Factor de área} = \frac{\text{AreaSubCuenca de estudio}}{\text{AreaCuencaBase}} * \frac{\text{PptSubdeCuenca(en estudio)}}{\text{PptCuenca(base)}}$$

**Cuadro 2.** Caudales Promedios en L/s trasladados hasta el sitio de colindancia del Proyecto con el Brazo de la Quebrada Jagua. Período: 1957 - 2012

Año	Caudales Trasvasados al área en estudio												Promedios		
	Época Lluviosa						Época Seca						Prom.	Prom.	Prom.
	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	Anual	E.Lluv	E.Seca
<b>PRIMERA DÉCADA</b>															
1957	47.7	90.1	77.7	54.7	96.3	145.1	94.9	82.5	43.8	28.0	16.1	12.6	65.81	86.14	25.14
1958	56.0	111.3	75.7	88.1	98.5	115.0	75.9	43.4	43.3	43.3	25.1	16.4	66.00	82.98	32.03
1959	21.0	100.8	62.3	86.0	89.7	173.6	96.6	50.5	22.9	21.6	14.1	17.4	63.04	85.07	19.00
1960	42.3	89.0	82.3	94.9	100.0	174.3	148.9	80.7	33.0	25.7	19.5	18.0	75.72	101.55	24.05
1961	20.3	35.5	63.8	68.1	124.8	128.6	151.1	41.3	37.8	18.2	18.9	13.5	60.17	79.19	22.12
1962	35.5	101.0	74.6	92.8	131.7	150.9	104.4	53.9	47.2	27.9	19.4	21.4	71.73	93.10	28.99
1963	25.5	61.6	68.1	48.7	87.9	148.5	156.4	63.0	32.7	28.2	23.2	34.4	64.86	82.46	29.65
1964	28.7	85.9	116.3	139.4	120.4	200.4	105.0	44.7	35.6	15.5	16.4	14.8	76.93	105.10	20.58
1965	21.7	30.7	23.0	21.4	42.7	66.3	48.0	35.6	56.9	35.2	23.3	9.9	34.56	36.17	31.35
1966	95.4	160.9	111.5	115.5	131.5	186.6	92.5	84.3	38.5	41.9	25.0	35.5	93.26	122.28	35.22
Prom.	39.4	86.7	75.5	80.9	102.3	148.9	107.4	58.0	39.2	28.6	20.1	19.4	67.21	87.40	26.81
<b>SEGUNDA DÉCADA</b>															
1967	23.2	95.1	71.3	111.1	139.0	194.7	114.1	67.5	46.0	26.1	20.8	35.7	78.73	102.01	32.18
1968	59.8	104.4	130.6	86.9	148.2	184.7	104.7	60.6	39.2	49.0	42.8	30.0	86.73	109.99	40.23
1969	30.1	54.7	56.9	88.4	159.3	161.1	145.1	63.3	21.1	24.0	17.3	20.2	70.13	94.87	20.67
1970	61.4	117.9	124.7	98.8	189.2	197.4	172.9	154.5	59.1	58.0	26.9	89.9	112.56	139.60	58.50
1971	68.1	89.4	91.8	128.2	219.9	190.4	138.8	59.5	61.6	24.3	36.5	29.0	94.80	123.27	37.85
1972	57.9	80.4	53.0	76.5	109.6	122.1	103.7	51.4	29.6	22.2	18.1	32.0	63.04	81.83	25.45
1973	61.4	125.0	149.6	181.6	192.4	285.9	161.8	101.9	28.3	26.8	16.2	20.9	112.65	157.46	23.04
1974	91.9	140.6	82.9	96.2	182.4	226.9	87.0	49.5	65.6	27.8	27.4	27.3	92.14	119.69	37.04
1975	32.4	81.5	86.8	111.7	184.6	166.5	262.0	103.1	34.7	25.1	15.1	21.7	93.77	128.59	24.13
1976	50.9	111.7	83.3	76.2	82.7	181.0	118.2	61.4	47.9	30.4	31.0	20.0	74.55	95.67	32.29
Prom.	53.7	100.1	93.1	105.6	160.7	191.1	140.9	77.3	43.3	31.4	25.2	32.7	87.91	115.30	33.14
<b>TERCERA DECADA</b>															
1977	31.0	99.0	74.7	108.5	137.9	165.9	142.4	43.9	41.1	22.0	24.2	23.0	76.12	100.40	27.56
1978	53.5	103.4	93.5	77.0	140.3	208.1	127.1	75.9	21.8	30.2	21.6	18.9	80.94	109.86	23.11
1979	108.0	102.9	88.6	112.4	194.5	225.0	201.5	64.6	31.9	20.7	25.8	69.0	103.73	137.17	36.85
1980	69.4	121.7	66.8	120.6	150.6	162.2	155.0	67.3	40.2	39.7	19.4	20.8	86.14	114.21	30.02
1981	108.8	214.8	88.4	140.9	147.5	205.8	151.5	74.2	40.3	36.4	30.5	37.9	106.41	141.47	36.29
1982	81.5	121.2	53.3	45.0	119.3	214.8	75.1	52.6	33.9	25.3	20.2	15.5	71.47	95.34	23.74
1983	32.2	63.4	68.4	56.7	130.3	137.4	128.7	53.7	28.9	16.0	25.0	18.8	63.28	83.84	22.15
1984	49.8	119.0	121.6	138.7	209.4	195.7	184.8	79.3	43.7	19.2	25.1	17.3	100.30	137.30	26.29
1985	42.1	97.9	66.5	107.5	137.9	119.1	95.5	47.5	35.4	27.1	23.0	20.9	68.37	89.26	26.58
1986	56.8	83.0	63.0	66.2	138.3	274.0	57.6	34.6	45.3	21.1	29.7	20.3	74.15	96.69	29.08
Prom.	63.3	112.6	78.5	97.3	150.6	190.8	131.9	59.3	36.2	25.8	24.4	26.2	83.09	110.55	28.17
<b>CUARTA DECADA</b>															
1987	27.2	63.7	74.2	104.7	99.6	161.5	77.2	57.2	28.5	27.3	14.3	25.4	63.40	83.16	23.88
1988	35.2	128.4	127.3	250.4	247.2	278.3	108.4	59.2	42.6	40.0	35.0	18.1	114.17	154.28	33.94
1989	28.3	78.7	100.6	89.6	161.4	109.1	79.8	112.7	41.0	43.4	28.8	22.4	74.65	95.03	33.91
1990	52.8	77.9	75.1	67.8	70.4	192.6	178.3	79.1	52.1	30.0	34.3	18.8	77.44	99.25	33.82

1991	118.3	236.7	190.0	239.0	248.3	266.4	162.0	140.5	49.3	71.1	97.9	46.1	155.47	200.15	66.11
1992	36.9	56.7	63.5	72.6	100.0	114.8	71.0	64.4	31.4	22.7	27.2	24.7	57.17	72.50	26.52
1993	105.1	98.2	68.7	101.9	128.5	136.3	109.4	63.2	38.4	26.8	39.6	24.6	78.40	101.42	32.35
1994	45.4	63.1	60.3	76.8	114.2	194.9	130.0	66.1	31.9	24.4	21.2	22.6	70.91	93.86	25.02
1995	68.5	130.3	97.9	203.8	176.5	210.8	73.3	41.8	33.7	26.5	26.9	31.2	93.44	125.37	29.58
1996	52.1	96.5	154.9	100.0	133.5	207.3	120.7	79.6	52.3	42.9	36.6	27.4	91.98	118.07	39.79
Prom.	55.9	103.1	95.9	122.6	151.1	189.4	112.9	70.3	40.1	32.0	33.1	24.7	85.92	112.63	32.50
<b>QUINTA DECADA</b>															
1997	46.3	74.5	54.0	41.5	67.3	89.6	102.7	61.3	43.6	42.4	41.2	40.5	58.75	67.16	41.93
1998	20.8	46.7	85.0	120.4	164.8	167.9	114.4	104.1	27.5	20.7	16.1	17.9	75.53	103.01	20.57
1999	74.2	141.6	64.6	135.0	234.3	244.6	131.0	83.1	41.7	32.0	27.2	34.9	103.69	138.57	33.94
2000	44.9	134.2	66.9	81.2	179.4	109.1	81.2	44.7	79.9	40.1	26.4	32.2	76.69	92.71	44.65
2001	43.8	75.3	50.7	67.0	113.1	131.5	115.1	40.5	25.0	24.8	22.7	20.6	60.84	79.63	23.27
2002	54.9	90.3	82.9	126.8	220.0	135.2	98.5	49.0	28.2	23.8	25.5	24.5	79.96	107.19	25.49
2003	106.0	183.3	106.0	78.4	115.1	138.4	138.7	88.6	29.4	21.0	20.2	28.4	87.79	119.32	24.74
2004	109.3	105.4	92.5	78.2	154.3	187.0	107.4	39.2	35.1	35.8	49.7	41.0	86.24	109.16	40.39
2005	105.2	121.9	102.4	127.6	127.4		192.5	52.4	74.9	37.6	42.6	53.2	94.33	118.48	52.08
2006	55.2	118.3	101.4	79.6	93.3	140.0	104.6	55.3	43.2	46.6			83.75	93.47	44.87
Prom.	66.1	109.1	80.6	93.6	146.9	149.3	118.6	61.8	42.9	32.5	30.2	32.6	80.34	103.25	34.52
<b>SEXTA DECADA (Parcial)</b>															
2007	108.6	125.2	91.8	156.8	180.8	195.8	138.3	62.1	39.3	24.5	19.9	24.3	97.28	132.42	27.00
2008		79.4	147.9	165.6	169.0	214.7	168.5	84.6	39.0	28.2	31.2	27.2	105.02	147.09	31.40
2009	63.4	105.0	106.9		89.1	99.9	127.6	44.7	40.1	74.3	61.0		81.20	90.94	58.46
2010	80.0	153.2	181.1	182.7	268.8	189.9	152.9	83.2	34.7			50.1	137.65	161.47	42.36
2011			109.1	127.3	123.3	198.5							139.54	139.54	
2012										44.1	32.6		38.36		38.36
Prom.	84.0	115.7	127.3	158.1	166.2	179.8	146.8	68.6	39.4	39.9	37.4	33.8	99.76	130.82	37.64
Multianual															
Prom	57.3	103.2	89.2	105.3	143.8	174.4	123.7	66.6	40.3	31.3	27.7	27.6	82.53	107.94	31.71
Max	118.3	236.7	190.0	250.4	268.8	285.9	262.0	154.5	79.9	74.3	97.9	89.9	285.90	285.90	74.32
Min	20.3	30.7	23.0	21.4	42.7	66.3	48.0	34.6	21.1	15.5	14.1	9.9	9.92	20.34	9.92
Desv	27.0	37.4	31.4	44.1	47.5	46.6	38.5	23.5	11.6	11.7	13.1	13.6	14.04	8.99	1.04

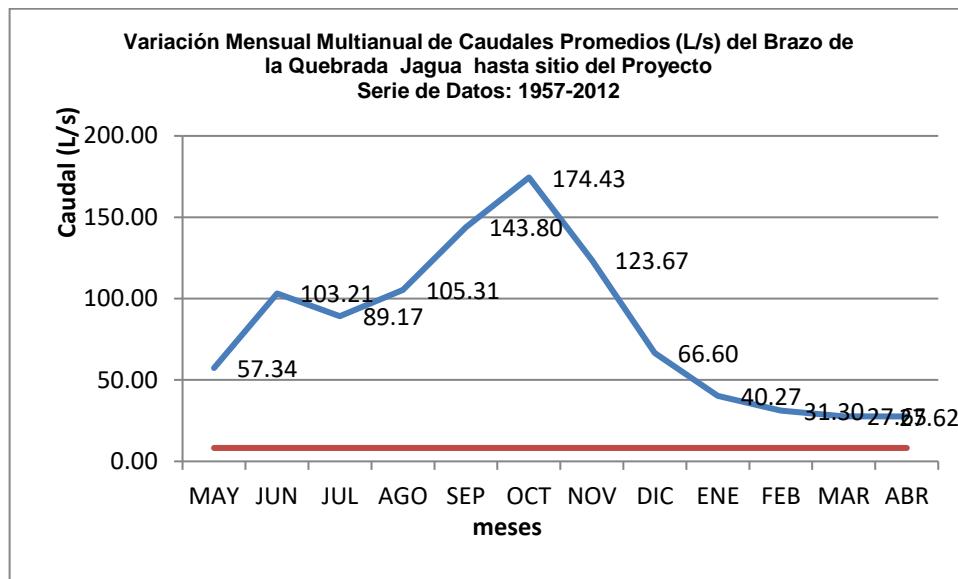


Figura #6. Gráfico de variación mensual de los caudales promedios en la colindancia con el sitio del Proyecto Residencial

En el Cuadro 2 se puede observar el resultado de los valores teóricos correspondientes al traslado de caudales utilizando la metodología con factores de ajustes de área y precipitación utilizando datos confiables certificados por Etesa.

El promedio multianual de caudales promedios para 56 años de registros corresponde a **82.5 L/s**, con una marcada distinción de las dos estaciones características del año hidrológico en la república de Panamá: época seca (enero a abril) y época lluviosa (mayo a diciembre)

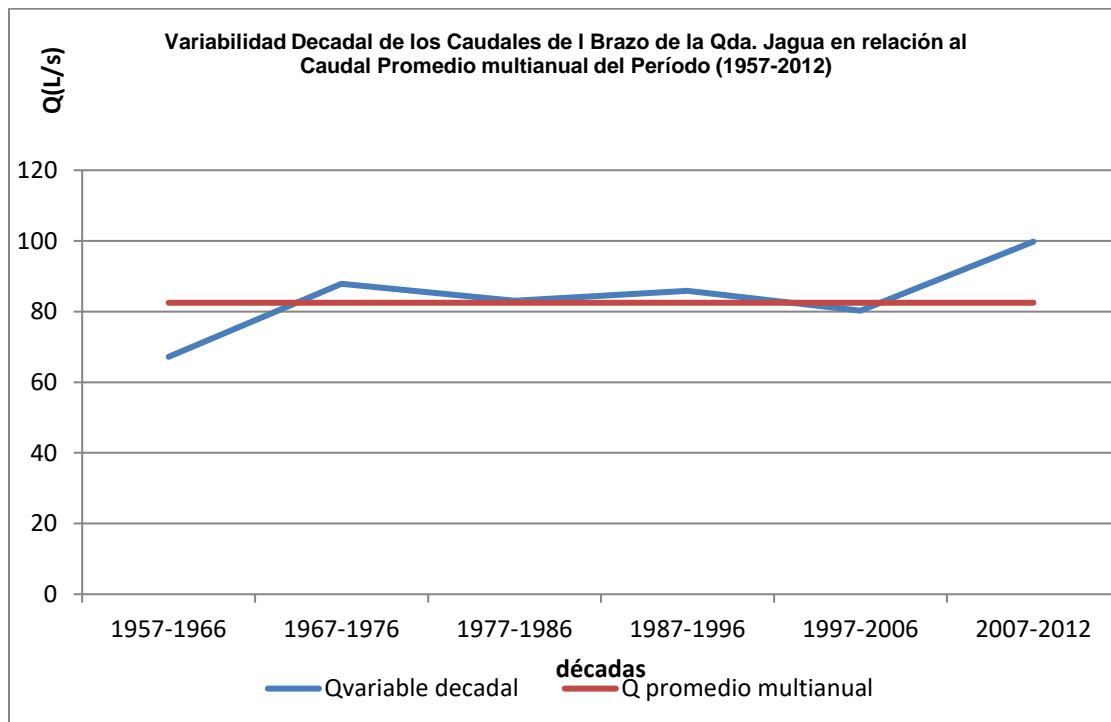


Figura #7. Gráfico de comparación de la variabilidad del caudal decadal vs el caudal promedio multianual hasta el sitio de influencia del Proyecto Lotificación Hacienda El Jagua.

### 3.3 Curva de duración de caudales aprovechables por el proyecto

Por medio de esta curva se selecciona el caudal adecuado para el diseño de una central hidroeléctrica, es una presentación gráfica en la que se ubican en la ordenada los caudales medios de mayor a menor y en las abscisas se ubican los porcentajes de ocurrencia; se grafica sobre este plano el caudal contra su probabilidad de ocurrencia. El mayor Caudal registrado tiene la menor probabilidad de ocurrencia y el mínimo registrado la mayor probabilidad de ocurrencia.

#### **Año Hidrológico completo (Enero a Diciembre)**

La curva de duración de caudales medios para el año hidrológico completo de enero a diciembre para el Brazo de la Quebrada Jagua hasta el sitio de Colindancia corresponde a los valores totales mensuales para la serie de los años 1957 a 2012, observándose en la Figura #8 que los caudales más probables de entre un 75 y 90% de probabilidad corresponde a caudales medios por el orden de los **43 y 25 L/s respectivamente**

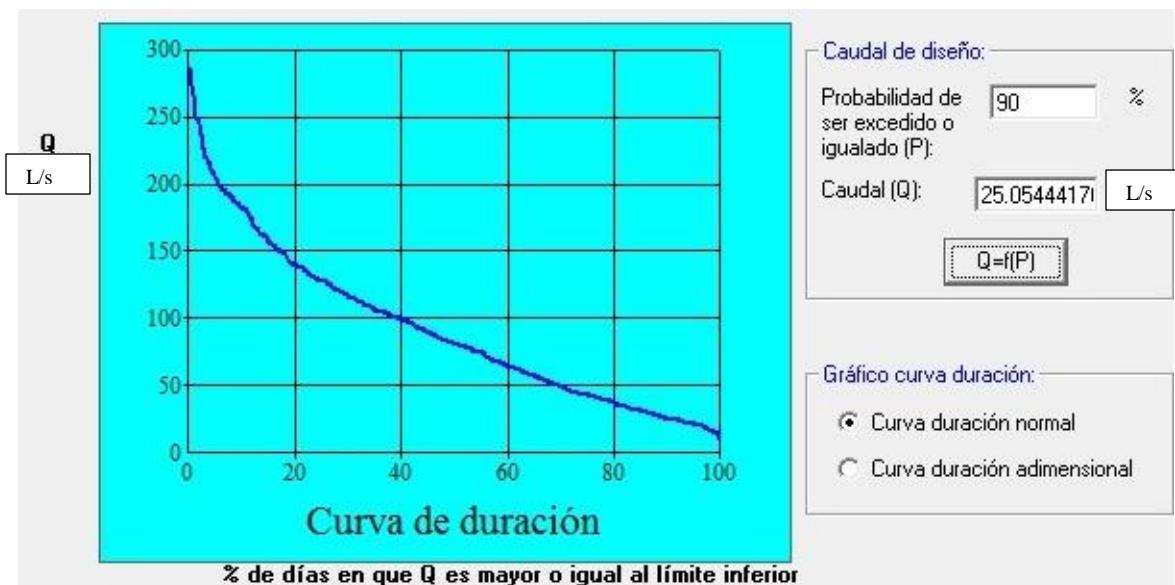


Figura #8. Curva de duración para año hidrológico (ene-dic) en el Proyecto (Brazo de la Qda. Jagua).

#### **Época Seca (Enero a Abril)**

En la curva de duración (Figura #8) de caudales medios para época seca que va de enero a abril para el Brazo de la Quebrada Jagua hasta el sitio de Colindancia se puede observar que los caudales más probables de entre un 75 y 90% de probabilidad corresponde a caudales medios por el orden de los **22 y 18 L/s respectivamente**.



Figura #9. Curva de duración para época seca (ene-abr) en el Proyecto (Brazo de la Qda. Jagua)

#### Época Lluviosa (Mayo a Diciembre)

En la curva de duración (Figura #10) de caudales medios para época lluviosa que va de mayo a diciembre para el Brazo de la Quebrada Jagua hasta el sitio de Colindancia se puede observar que los caudales más probables de entre un 75 y 90% de probabilidad corresponde a caudales medios por el orden de los **67 y 48 L/s respectivamente**.

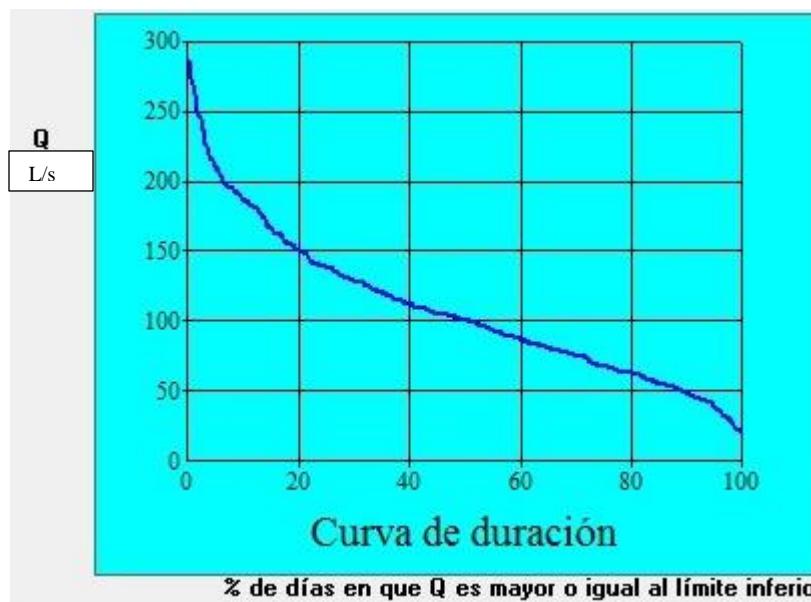


Figura #10. Curva de duración para época lluviosa (may-dic) en el Proyecto (Brazo de la Qda. Jagua)

### 3.4 Análisis de Frecuencia.

El diseño y la planificación de obras hidráulicas están siempre relacionados con eventos hidrológicos futuros. El análisis de frecuencia de información hidrológica relaciona los eventos extremos con su frecuencia de ocurrencia mediante el uso de distribuciones de probabilidad.

Para el análisis de Frecuencia de Caudales en la colindancia con el Proyecto se dividió el año hidrológico en sus marcadas estaciones características: época seca y época lluviosa.

#### **Época Seca:**

En el Cuadro 3 se presentan las probabilidades de ocurrencia de caudales promedios para la época seca producto del análisis de frecuencia, mediante el cual se compararon dos métodos comúnmente utilizados, como lo son: la Distribución Normal y Gumbel;

Se tiene que para una probabilidad de excedencia del 90% de ocurrencia segura de que ocurra un evento cada 1.1 año; los valores de los caudales promedios de métodos para este período de retorno es de 14.5 L/s para el Brazo de la Quebrada Jagua en época seca.

**Cuadro 3.** Períodos de Recurrencia con Probabilidades, para los Caudales Promedios de época seca (ene-abr) en el Proyecto Lotificación Hacienda El Jagua.

Probabilidad de Ocurrencia (%)	Periodo de Retorno en años	Distribución Normal Q = L/s	Gumbel Q = L/s
0.50	200	68	83
1.0	100	64	76
2.0	50	60.5	68
4.0	25	56	60
10.0	10	50	50
20.0	5	44	42
25.0	4	41	39
33.3	3	38	35
50.0	2	32	30
66.7	1.5	26	24.5
75.0	1.33	22	22
80.0	1.30	22	21
90.0	1.1	13	16

#### **Época Lluviosa:**

En el Cuadro 4 se presentan las probabilidades de ocurrencia de caudales promedios para la época lluviosa producto del análisis de frecuencia, mediante el cual se compararon dos métodos comúnmente utilizados, como lo son: la Distribución Normal y Gumbel;

Se tiene que para una probabilidad de excedencia del 90% de ocurrencia segura de que ocurra un evento cada 1.1 año; los valores de los caudales promedios de métodos para este período de retorno es de entre 42.5 L/s para el Brazo de la Quebrada Jagua en época lluviosa

**Cuadro 4.** Períodos de Recurrencia con Probabilidades, para los Caudales Promedios de época lluviosa (may-dic) en el Proyecto Lotificación Hacienda El Jagua.

Probabilidad de Ocurrencia (%)	Periodo de Retorno en años	Distribución Normal Q = L/s	Gumbel Q = L/s
0.50	200	246	305
1.0	100	233	276
2.0	50	218	247
4.0	25	202	217
10.0	10	177	178

20.0	5	153	147
25.0	4	144	136
33.3	3	131	122
50.0	2	108	99.5
66.7	1.5	85	80
<b>75.0</b>	<b>1.33</b>	<b>72</b>	<b>70</b>
80.0	1.30	69	68
90.0	1.1	<b>37</b>	<b>48</b>

### 3.5 Análisis Regional de Crecidas Máximas

Metodología que permite estimar la frecuencia de crecidas máximas que pueden ocurrir en un sitio determinado de un río. Su uso es adecuado especialmente para aquellas cuencas no controladas, ya que sólo se requiere conocer el área de drenaje de la cuenca hasta el sitio en estudio (punto de control) y su ubicación en el país (región o zona hidrológicamente homogéneas). Este análisis se basó fundamentalmente en la información de 58 estaciones limnigráficas o de registro continuo de nivel, de las cuales 49 eran operadas por el entonces IRHE y 6 por la ACP.

#### Caudal Máximo Promedio. (Según zona hidrológica)

$$'Q_{máx.} = K * A^{0.59}$$

'Q<sub>máx.</sub> = Caudal máximo promedio en m<sup>3</sup>/s.

K = Constante (depende de la región o zona)

A = Área de drenaje de la cuenca en Km<sup>2</sup> (0.69)

**Cuadro 5.** Ecuaciones para determinar crecidas máximas según zonas hidrológicamente homogéneas

ZONA (VER MAPA)	ECUACIÓN	TABLA A USAR PARA FACTOR SEGÚN Tr
1	'Q <sub>máx.</sub> = 34 * A <sup>0.59</sup>	Tabla #1
2	'Q <sub>máx.</sub> = 34 * A <sup>0.59</sup>	Tabla #3
3	'Q <sub>máx.</sub> = 25 * A <sup>0.59</sup>	Tabla #1
4	'Q <sub>máx.</sub> = 25 * A <sup>0.59</sup>	Tabla #4
5	'Q <sub>máx.</sub> = 14 * A <sup>0.59</sup>	Tabla #3
6	'Q <sub>máx.</sub> = 14 * A <sup>0.59</sup>	Tabla #1
7	'Q <sub>máx.</sub> = 9 * A <sup>0.59</sup>	Tabla #3
8	'Q <sub>máx.</sub> = 4.5 * A <sup>0.59</sup>	Tabla #3
9	'Q <sub>máx.</sub> = 25 * A <sup>0.59</sup>	Tabla #3

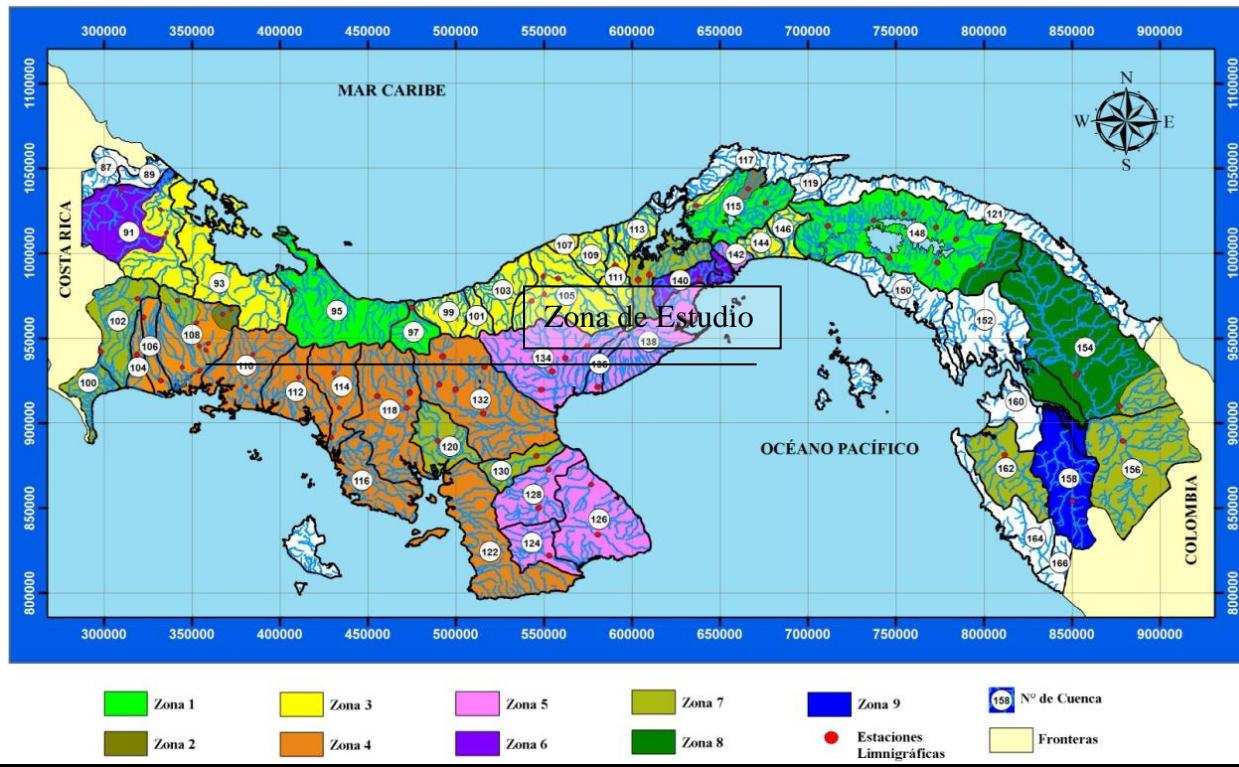


Figura #11. Mapa de Zonas Hidrológicas de Panamá

Zona Hidrológica 4 (Zona en la que se ubica la sub cuenca de estudio)

$$'Q_{máx.} = 25 * A^{0.59} = 25 * 0.69^{0.59} = 5.4 \text{ m}^3/\text{s}$$

#### Caudal Máximo.

$$Q_{máx.} = \text{Índice} ('Q_{máx.})$$

$Q_{máx.}$  = Caudal máximo en  $\text{m}^3/\text{s}$

Factor = Constante (depende del período de retorno) ver Cuadro 6.

$'Q_{máx.}$  = Caudal máximo promedio en  $\text{m}^3/\text{s}$

Cuadro 6.

Índices  $Q_{máx.}/'Q_{máx}$  para distintos períodos de retorno (Tr)

TR (AÑOS)	TABLA #1	TABLA #2	TABLA #3	TABLA #4
1.005	0.28	0.29	0.30	0.34
1.05	0.43	0.44	0.45	0.49
1.25	0.62	0.63	0.64	0.67
2	0.92	0.93	0.92	0.93
5	1.36	1.35	1.32	1.30
10	1.66	1.64	1.60	1.55
20	1.96	1.94	1.88	1.78
50	2.37	2.32	2.24	2.10
100	2.68	2.64	2.53	2.33
1,000	3.81	3.71	3.53	3.14
10,000	5.05	5.48	4.60	4.00

Utilizando el factor según períodos de retorno de la Tabla #4 del Cuadro 6 se tiene:

**Cuadro 7. Caudales máximos según período de retorno para la micro cuenca de estudio hasta el sitio del Proyecto.**

Factor K (Cuadro 6 – Tabla #4)	0.34	0.49	0.67	0.93	1.30	1.55	1.78	2.10	2.33	3.14	4.00
Tr (período de retorno)(años)	1.005	1.05	1.25	2	5	10	20	50	100	1000	10000
Caudal máximo promedio ( $m^3/s$ )	<b>5.4</b>										
( $Q_{máx.}$ ) en $m^3/s$	2	2.6	3.6	5	7	8	9.6	<b>11</b>	12.5	17	22

### Aforo Esporádico en el área de Estudio.

El aforo del Brazo de la Quebrada Jagua se realizó por el método del flotador. Este método consiste en medir el tiempo que un flotador toma en recorrer una distancia medida para obtener el valor de la velocidad superficial y luego se procede a multiplicar por un coeficiente correspondiente para obtener la velocidad media de la corriente.

#### Datos de Aforo con flotador.

##### Aforo del Brazo de la Quebrada Jagua

###### Datos de Campo:

###### Sección #1:

Ancho de la Sección 1: 0.45 m

Área de la sección 1:  $0.0305 \text{ m}^2$

###### Sección #2:

Ancho de la Sección 2: 1.00 m.

Área de la sección 2:  $0.0759 \text{ m}^2$

$$\text{Área promedio} = \frac{0.0305 \text{ m}^2 + 0.0759 \text{ m}^2}{2}$$

Área=  $0.05 \text{ m}^2$

Distancia (Tramo recto)= 3.0 metros

Tiempo promedio (5 repeticiones) = 7.2 segundos

Velocidad= 0.42 m(seg).

$$Q = AxV$$

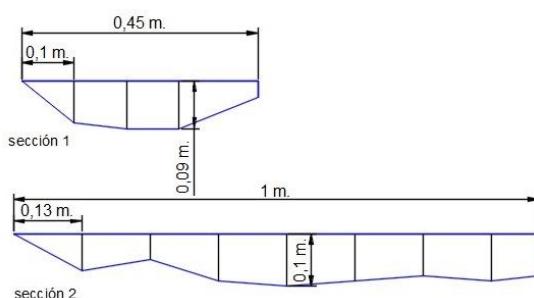
$$Q = 0.05 \text{ m}^2 \times 0.42 \text{ m/s}$$

$$Q = 0.021 \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$Q = 0.021 \text{ m}^3 / \text{s} * 0.85 (\text{factor de corrección})$$

$$Q = 18L / s$$

SECCIONES HIDRÁULICAS BRAZO DE LA QUEBRADA PALOMO



## **4 ANÁLISIS CLIMÁTICO**

El sitio de aprovechamiento se localiza en la región baja de la cuenca del río Chiriquí. La cuenca alta está influenciada por el clima producido por la presencia y altitud del volcán Barú.

De acuerdo con la clasificación de Köppen, el proyecto se encuentra influenciado por tipo de climas, el clima tropical húmedo (Ami) y el clima tropical muy húmedo (Afi).

Clima tropical húmedo (Ami): la precipitación anual es mayor de 2500 mm, uno o más meses con precipitación menor de 60 mm; la temperatura media del mes más frío es inferior a 18 °C. La diferencia entre la temperatura media del mes más cálido y el mes más frío es menor de 5 °C.

Clima tropical muy húmedo (Afi): abundantes lluvias todo el año, el mes más seco precipitaciones menores de 60 mm; temperatura media del mes más frío menor de 18 °C. La diferencia entre la temperatura media del mes más cálido y el mes más frío es menor de 5 °C.

### ***Micro Clima:***

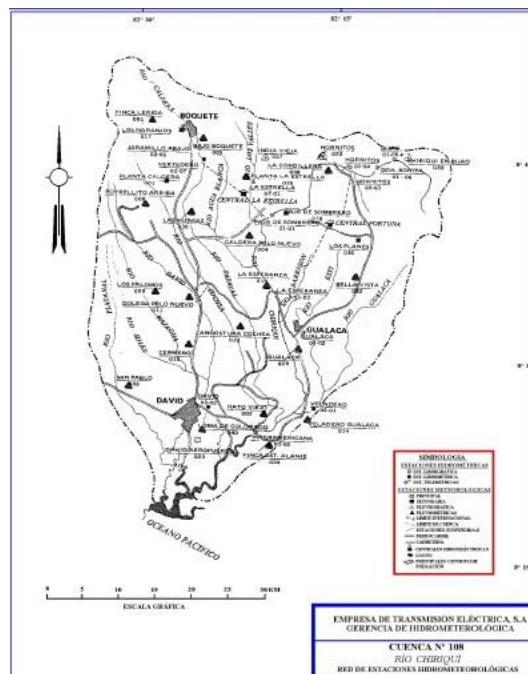
La micro cuenca de estudio en la cual se ubica el proyecto urbanístico se encuentra en el Distrito de Dolega el cual está asentado en una llanura costera, llamada la Llanura cerca de la laguna de Chiriquí, donde predomina un clima típico tropical de sabana con veranos secos (diciembre a abril) y inviernos lluviosos (abril a diciembre) con una temperatura promedio anual de 31 °C durante el día y 26 °C durante la noche.

### **4.1 Precipitación (Definición del régimen de lluvias)**

La cuenca registra una precipitación media anual de 3,642 mm, oscila entre 2,500 mm cerca de las costas y 6,000 mm en la cuenca alta del Río Chiriquí. El 90% de las lluvias ocurren entre los meses de Mayo a Noviembre y el 10% restante entre los meses de Diciembre a Abril.

### **Información Meteorológica**

En la cuenca N° 108 del río Chiriquí, existe una red de estaciones climatológicas instaladas y operadas por el departamento de Hidrometeorología de ETESA. Dicha red se compone de un total de 21 estaciones, 15 pluviométricas que se encargan de medir la cantidad de lluvia ocurrida en todos los días a las 07:00 horas, 3 estaciones donde se registra la lluvia en su cantidad, duración e intensidad, temperaturas extremas y humedad relativa a las 07:00, 13:00 y 18:00 horas y 2 estaciones pluviográficas que indican la distribución temporal de la lluvia, además de proporcionar un registro continuo que permite el cálculo de la intensidad de la misma. Además a esto, se cuenta con una estación ubicada en David donde se registra: lluvia (cantidad, duración e intensidad), temperatura (máxima y mínima), humedad relativa, presión, viento (dirección, recorrido y ráfaga mínima) radiación, horas de sol en registro gráfico continuo y observaciones directas de la evaporación y la temperatura del suelo.



**Figura #13. Mapa de red de estaciones Hidrometeorologicas de la Cuenca #108**

## **4.2 ISOYETAS**

## Variación espacial de la precipitación. Mapa de Isoyetas

El mapa de isoyetas fue ajustado tomando como bueno la información de caudal ya que este parámetro por lo general se mide con más exactitud; pues se considera que su medición está sujeta a menores errores, aunque en todo momento se respetó los valores de lluvia de las estaciones consideradas. El mapa de isoyetas media anual de la sub cuenca en estudio se trazó en mapa a escala 1:50,000 con la utilización de la herramienta informática AutoCad Civil 3D 2012. De acuerdo al mapa de isoyetas, la precipitación media anual en la micro cuenca de estudio, oscila entre 3700 y 3600 mm al año.

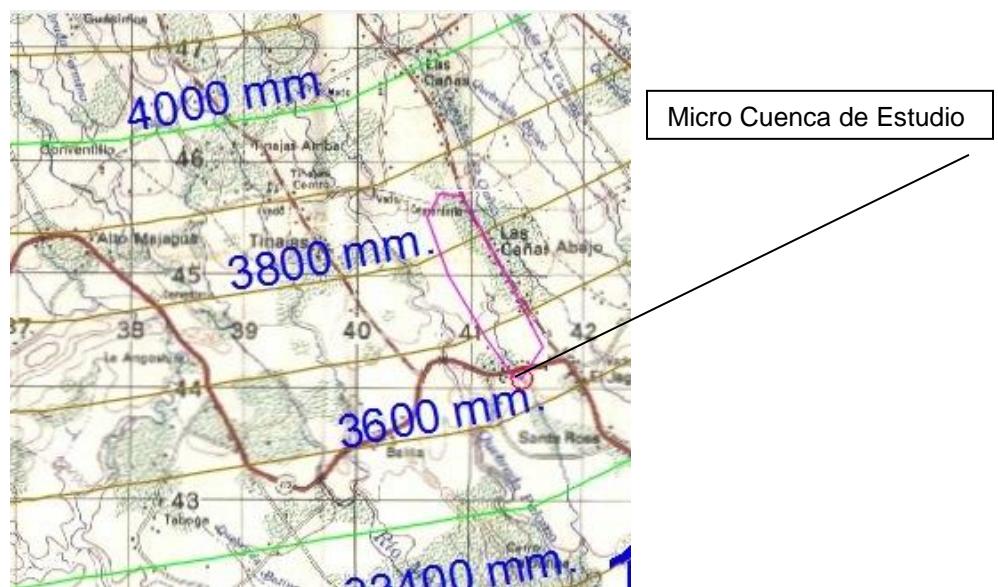


Figura #14. Mapa de isoyetas para la Micro Cuenca de estudio con influencia en el proyecto.

## 5. BALANCE HÍDRICO SUPERFICIAL (de la micro cuenca de estudio)

### 5.1 Estimación de la Temperatura:

El cálculo de la temperatura se hace en base a la ecuación altotérmica, la cual en base a ecuaciones estimadas por mes utiliza la elevación en el sitio de estudio

#### TEMPERATURAS EN EL SITIO DE ESTUDIO

Elevación Promedio: 223 m.s.n.m.

Meses	Temp. Media °C	T.Máx Prom °C	T.Min. Prom °C
ENERO	25.20	29.97	20.43
FEBRERO	25.64	30.67	20.62
MARZO	26.23	31.23	21.21
ABRIL	26.38	31.15	21.69
MAYO	26.03	30.23	21.84
JUNIO	25.62	29.47	21.71
JULIO	25.72	29.47	21.56
AGOSTO	25.68	29.53	22.51
SEPTIEMBRE	25.45	29.35	21.22
OCTUBRE	25.35	29.17	21.18
NOVIEMBRE	25.33	29.05	21.20
DICIEMBRE	25.34	29.52	20.85
Promedio	<b>25.66</b>	<b>29.90</b>	<b>21.34</b>

\* En base a las ecuaciones altotérmicas.

### 5.2 Estimación de la Evapotranspiración Potencial (ETP) y Evapotranspiración Real (ETR)

En el sistema de Zonas de Vida la Evapotranspiración Potencial es una función de la Bio-temperatura ( $T_{bio}$ ) y una constante (58.93) definida en el sistema, de acuerdo a la relación siguiente:  $ETP = 58.93 * T_{bio}$

Por lo tanto se hace necesario definir la bio-temperatura así como una manera práctica para estimarla. Por consiguiente el concepto de bio-temperatura en el sistema de Zonas de Vida se refiere al rango de temperaturas en las que el ecosistema está efectivamente fotosintetizando.

El mismo sistema de zonas de vida propone los valores de cero y treinta grados para ese rango. La lógica de estos valores es que a temperaturas por debajo de cero la actividad fotosintética está paralizada y para valores por encima de treinta la eficiencia neta de la fotosíntesis es negativa. Esto último es especialmente cierto para las especies con un sistema de fijación de carbono C3, el cual incluye a la mayoría de las especies forestales en el trópico húmedo.

Para el cálculo de la bio-temperatura los valores por encima o por debajo del rango tienen valores de cero. Por lo tanto para estimar la bio-temperatura se requiere información detallada (horaria) de la localidad o localidades de interés. Dicha información no está normalmente disponible y para poder aproximarla el mismo sistema de Zonas de Vida propone una ecuación empírica que estima una corrección para la temperatura media, mensual o anual, basada en la latitud a la que está ubicada la localidad de interés. Dicha relación se incluye a continuación:

$$T^{bio} = T - (3 * \text{Latitud}/100) * (T - 24)^2$$

Dónde T es la temperatura en grados centígrados y la latitud se expresa en formato decimal. La relación debe aplicarse solamente a temperaturas mayores de 24 grados centígrados.

$$\begin{aligned} T^{bio} &= T - (3 * \text{Latitud}/100) * (T - 24)^2 \\ T^{bio} &= 25.66 - (3 * 8.54/100) * (25.66 - 24)^2 \\ T^{bio} &= 24.94 \end{aligned}$$

#### Estimación de la Evapotranspiración real anual media.

En la estimación de la evapotranspiración potencial anual media para la sub cuenca de estudio, se obtuvo a partir de la siguiente fórmula propuesta por Holdridge:

$$ETP = 58.93 * T^{bio}$$

Donde,

$T^{bio}$  = Biotemperatura anual media en °C. (Entre 0 y 30)

Para el cálculo de la relación de la evapotranspiración potencial (RE) se utilizó la siguiente expresión:

$$RE = ETP / Ppt$$

Donde,

RE = Relación de Evapotranspiración potencial (mm)

ETP = Evapotranspiración potencial anual media (mm)

Ppt = Precipitación Anual media.(mm)

El valor de RE entra al nomograma para el cálculo del movimiento de agua en las asociaciones climáticas y se obtiene el factor F que es la relación entre la ETR y la ETP. Del nomograma de Holdridge (ICE, Costa Rica) se obtienen las siguientes expresiones analíticas para el factor F.

$$F = ETR/ETP$$

$$F = 7.4617 (RE)^3 - 10.46 (RE)^2 + 4.63 (RE) + 0.273; \text{ para } RE = (0.026 < RE < 0.45)$$

Finalmente se obtiene la ETR, de la siguiente expresión:

$$ETR = F * ETP$$

Donde,

F = Factor de relación ETp y ETR

ETP = Evapotranspiración potencial anual media (mm)

ETR = Evapotranspiración real anual media (mm)

**Cuadro 8.** Estimación de la Evapotranspiración Real anual media en la micro cuenca de estudio.

Variable Climática	Micro Cuenca de estudio
	$T = 25.66 ^\circ\text{C}$
<b>T bio</b>	24.94
<b>Ppt</b>	3650 mm
<b>ETP</b>	1470 mm
<b>RE</b>	0.40
<b>F</b>	0.93
<b>ETR</b>	1367 mm

Llamamos escorrentía a la lámina de agua que circula en una cuenca de drenaje, es decir la altura en milímetros de agua de lluvia escurrida y extendida uniformemente. Normalmente se

considera como la precipitación menos la evapotranspiración real. Para el cálculo del balance hídrico medio de la Micro Cuenca de Estudio (hasta el Proyecto), se utilizó la siguiente ecuación simplificada:

$$\langle Q \rangle = \langle P \rangle - \langle ETR \rangle$$

Donde,

$Q$  = Escorrentía anual media (mm/año)

$P$  = Precipitación Anual promedio (mm/año)

$ETR$  = Evapotranspiración real media (mm/año))

$$\langle Q \rangle = 3650 \text{ mm/año} - 1367 \text{ mm/año}$$

$$\langle Q \rangle = 2283 \text{ mm/año}$$

**Q promedio Multianual: 82.5 L/s = 3770 mm para un área de 0.69 km<sup>2</sup> (micro cuenca de estudio)**

**Coeficiente de escorrentía de la micro cuenca de estudio: entre 1.03**

**Rendimiento: 119.5 L/s/Km<sup>2</sup>**

# REGISTROS DE CAUDALES

## (DATOS ORIGINALES)



**CAUDALES PROMEDIOS MENSUALES(m<sup>3</sup>/s)**  
CHIRIQUÍ, INTERAMERICANA

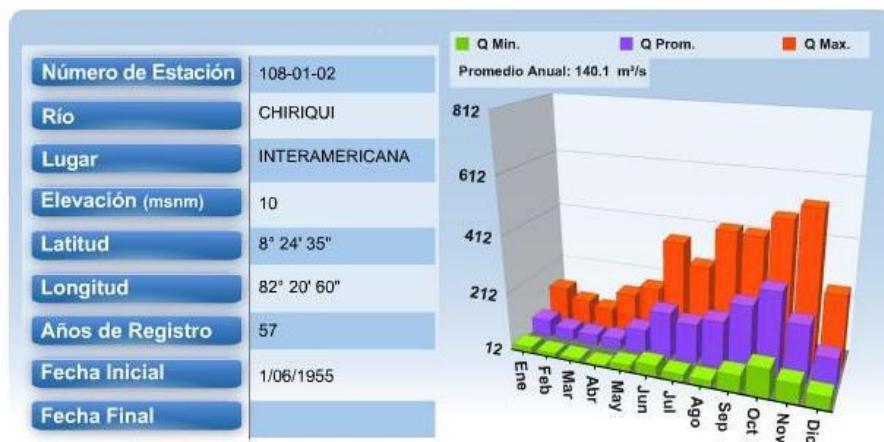
Latitud: 08°25' N  
 Longitud: 81°21' O  
 Elevación: 10 m.s.n.m.  
 Inicio : 01 de junio de 1955

Número: 108-01-02  
 Provincia: Chiriquí  
 Área de Drenaje: 1337 km<sup>2</sup>  
 Tipo de Estación: Limnigráfica

Año	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	Anual
<b>1957</b>	81.89	154.61	133.36	93.82	165.26	248.96	162.84	141.57	75.09	48.09	27.68	21.68	112.90
<b>1958</b>	96.10	191.02	129.83	151.13	168.95	197.31	130.14	74.41	74.26	74.23	43.10	28.19	113.22
<b>1959</b>	36.08	172.99	106.83	147.60	153.92	297.80	165.71	86.62	39.35	37.11	24.14	29.77	108.16
<b>1960</b>	72.65	152.61	141.15	162.74	171.53	299.11	255.49	138.46	56.64	44.09	33.42	30.89	129.90
<b>1961</b>	34.90	60.84	109.44	116.86	214.12	220.62	259.24	70.84	64.87	31.25	32.43	23.23	103.22
<b>1962</b>	60.89	173.31	128.03	159.13	225.90	258.83	179.13	92.52	80.94	47.91	33.36	36.72	123.06
<b>1963</b>	43.70	105.66	116.79	83.55	150.78	254.78	268.39	108.12	56.17	48.41	39.81	59.08	111.27
<b>1964</b>	49.32	147.31	199.55	239.07	206.59	343.74	180.17	76.71	61.16	26.66	28.09	25.35	131.98
<b>1965</b>	37.17	52.64	39.47	36.67	73.25	113.74	82.36	61.11	97.64	60.46	40.03	17.03	59.30
<b>1966</b>	163.75	276.03	191.27	198.13	225.53	320.10	158.77	144.67	66.07	71.84	42.95	60.85	160.00
<b>1967</b>	39.80	163.19	122.37	190.59	238.43	334.00	195.80	115.88	79.00	44.83	35.65	61.33	135.07
<b>1968</b>	102.56	179.06	224.03	149.06	254.30	316.87	179.67	104.03	67.25	84.03	73.35	51.42	148.80
<b>1969</b>	51.69	93.80	97.54	151.59	273.36	276.45	249.00	108.63	36.15	41.21	29.74	34.71	120.32
<b>1970</b>	105.37	202.20	214.02	169.43	324.65	338.61	296.60	265.06	101.47	99.56	46.11	154.31	193.12
<b>1971</b>	116.82	153.35	157.50	219.98	377.30	326.68	238.20	102.04	105.76	41.68	62.60	49.68	162.63
<b>1972</b>	99.33	137.96	90.98	131.25	188.01	209.40	177.98	88.25	50.75	38.03	31.00	54.86	108.15
<b>1973</b>	105.32	214.50	256.59	311.59	330.10	490.48	277.60	174.90	48.53	46.06	27.74	35.82	193.27
<b>1974</b>	157.71	241.13	142.22	165.13	313.00	389.26	149.29	84.99	112.57	47.72	47.05	46.82	158.07
<b>1975</b>	55.66	139.86	148.94	191.71	316.65	285.65	449.56	176.92	59.46	43.05	25.83	37.25	160.88
<b>1976</b>	87.38	191.57	142.85	130.72	141.96	310.53	202.75	105.36	82.16	52.08	53.11	34.27	127.89
<b>1977</b>	53.16	169.91	128.16	186.10	236.50	284.61	244.23	75.34	70.46	37.71	41.55	39.40	130.59
<b>1978</b>	91.80	177.39	160.48	132.17	240.70	357.06	218.00	130.22	37.42	51.79	36.98	32.36	138.86
<b>1979</b>	185.29	176.49	151.97	192.78	333.60	386.05	345.67	110.79	54.68	35.48	44.32	118.41	177.96
<b>1980</b>	119.01	208.83	114.57	206.94	258.41	278.32	265.90	115.46	68.97	68.06	33.21	35.76	147.79
<b>1981</b>	186.61	368.43	151.66	241.77	253.03	353.00	259.87	127.24	69.22	62.51	52.37	64.96	182.56
<b>1982</b>	139.74	208.00	91.36	77.17	204.69	368.58	128.77	90.18	58.21	43.34	34.68	26.65	122.61
<b>1983</b>	55.16	108.81	117.30	97.24	223.47	235.74	220.77	92.18	49.58	27.37	42.91	32.18	108.56
<b>1984</b>	85.47	204.17	208.66	237.97	359.30	335.77	317.00	136.04	74.89	32.94	42.99	29.60	172.07
<b>1985</b>	72.29	168.00	114.08	184.39	236.67	204.35	163.86	81.45	60.76	46.44	39.38	35.79	117.29
<b>1986</b>	97.47	142.44	108.04	113.53	237.30	470.06	98.86	59.33	77.64	36.21	50.93	34.78	127.21

<b>1987</b>	46.68	109.37	127.30	179.59	170.82	277.00	132.49	98.05	48.84	46.85	24.57	43.59	108.76
<b>1988</b>	60.33	220.24	218.42	429.52	424.03	477.42	186.00	101.52	73.11	68.64	60.07	31.07	195.86
<b>1989</b>	48.49	134.96	172.62	153.77	276.90	187.11	136.97	193.40	70.32	74.51	49.47	38.41	128.08
<b>1990</b>	90.51	133.72	128.85	116.25	120.81	330.42	305.93	135.71	89.40	51.48	58.92	32.29	132.86
<b>1991</b>	203.00	406.00	326.00	410.00	426.00	457.00	278.00	241.00	84.60	122.00	168.00	79.10	266.73
<b>1992</b>	63.37	97.21	109.00	124.62	171.52	196.95	121.87	110.53	53.90	38.89	46.74	42.46	98.09
<b>1993</b>	180.39	168.46	117.86	174.86	220.38	233.81	187.72	108.45	65.95	45.92	67.87	42.26	134.50
<b>1994</b>	77.96	108.25	103.42	131.82	195.90	334.32	223.10	113.41	54.72	41.91	36.40	38.70	121.66
<b>1995</b>	117.59	223.60	167.94	349.61	302.83	361.68	125.75	71.71	57.76	45.50	46.10	53.61	160.31
<b>1996</b>	89.41	165.47	265.81	171.62	229.03	355.68	207.00	136.52	89.74	73.52	62.82	47.00	157.80
<b>1997</b>	79.41	127.90	92.64	71.28	115.43	153.78	176.18	105.19	74.84	72.70	70.66	69.53	100.79
<b>1998</b>	35.72	80.07	145.84	206.52	282.73	288.03	196.30	178.56	47.23	35.59	27.68	30.63	129.58
<b>1999</b>	127.35	242.87	110.86	231.66	402.03	419.71	224.77	142.55	71.57	54.84	46.62	59.88	177.89
<b>2000</b>	77.07	230.23	114.78	139.28	307.83	187.26	139.26	76.76	136.99	68.76	45.37	55.30	131.58
<b>2001</b>	75.16	129.17	86.96	114.87	194.08	225.64	197.53	69.43	42.94	42.53	38.89	35.34	104.38
<b>2002</b>	94.12	154.91	142.24	217.58	377.43	231.89	169.00	84.01	48.37	40.87	43.68	41.98	137.17
<b>2003</b>	181.77	314.47	181.81	134.55	197.51	237.42	238.00	152.06	50.37	36.09	34.57	48.74	150.61
<b>2004</b>	187.55	180.89	158.66	134.09	264.75	320.82	184.26	67.19	60.24	61.36	85.24	70.31	147.95
<b>2005</b>	180.54	209.12	175.61	218.90	218.50		330.32	89.88	128.57	64.44	73.17	91.19	161.84
<b>2006</b>	94.72	202.88	174.01	136.62	160.09	240.26	179.44	94.87	74.04	79.92			143.69
<b>2007</b>	186.27	214.78	157.52	269.03	310.12	336.00	237.25	106.51	67.44	42.07	34.07	41.69	166.90
<b>2008</b>		136.20	253.72	284.08	290.02	368.29	289.05	145.08	66.86	48.44	53.60	46.59	180.18
<b>2009</b>	108.80	180.16	183.33		152.91	171.37	218.94	76.63	68.79	127.51	104.59		139.30
<b>2010</b>	137.29	262.75	310.63	313.53	461.20	325.74	262.32	142.68	59.45			85.88	236.15
<b>2011</b>			187.13	218.36	211.47	340.62							239.39
<b>2012</b>									75.64	55.97			65.81
<b>Prom</b>	98.37	177.08	152.98	180.67	246.71	299.26	212.18	114.26	69.08	53.70	47.44	47.39	141.59
Max	203.00	406.00	326.00	429.52	461.20	490.48	449.56	265.06	136.99	127.51	168.00	154.31	490.48
Min	34.90	52.64	39.47	36.67	73.25	113.74	82.36	59.33	36.15	26.66	24.14	17.03	17.03
Desv	46.34	64.11	53.84	75.59	81.45	79.92	66.06	40.40	19.85	19.99	22.55	23.38	24.09

Referencia: Empresa de Transmisión Eléctrica S.A. (ETESA)



# REGISTROS DE PRECIPITACIONES

## (ESTACIONES MÁS PRÓXIMAS AL SITIO DE ESTUDIO)



EMPRESA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA S.A.  
GERENCIA DE HIDROMETEOROLOGÍA

PRECIPITACIÓN MENSUAL (mm)  
DAVID AEROPUERTO

Latitud: 08°24' N  
 Longitud: 82°25' O  
 Elevación: 27 m.s.n.m.  
 Información desde: junio ,1967

Número: 108-023  
 Provincia: Chiriquí  
 Tipo de Estación: Pluviográfica

Año	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	Anual
1969	136.6	117.3	119.1	122.0	111.5	116.0	111.2	139.7	2.50	202.3	207.2	203.5	3,050.80
1970	148.4	108.3	84.3	64.5	64.9	104.2	70.6	118.6	144.30	ND	252.2	254.3	3,132.00
1971	165.0	123.1	121.0	124.2	119.9	140.4	124.5	142.4	44.40	206.6	305.0	208.7	2,670.50
1972	160.7	124.3	134.9	148.2	106.6	121.4	112.5	142.7	44.40	243.6	284.1	237.3	2,670.50
1973	124.2	121.8	119.1	127.8	120.9	118.9	114.9	172.4	26.6	216.6	188.9	187.5	2,994.30
1974	145.3	123.3	125.5	123.7	113.2	102.2	113.6	131.4	46.6	257.7	280.5	143.5	2,699.10
1975	150.6	114.3	131.3	155.7	112.3	113.4	97.2	133.1	17.9	203.7	260.0	199.8	2,283.00
1976	116.5	105.9	121.0	113.4	126.7	112.1	119.3	121.6	56.7	214.0	191.7	187.3	2,005.10
1977	134.3	135.7	122.3	141.5	114.1	133.6	138.6	ND	0.0	191.3	225.4	186.0	2,444.00
1978	155.8	138.2	144.0	133.0	158.6	113.4	131.0	119.1	8.1	205.3	222.9	198.4	2,348.90
1979	155.0	105.6	118.8	96.7	119.3	126.8	105.0	167.8	0.4	168.8	213.3	177.9	2,657.60
1980	144.1	120.6	122.1	100.8	123.8	122.0	109.7	136.8	11.4	263.9	268.2	214.5	2,267.40
1981	151.3	120.7	137.3	140.5	123.8	114.9	120.7	168.6	0.8	195.5	188.7	181.2	2,602.70
1982	133.0	102.1	105.8	134.8	111.2	93.3	54.0	89.0	62.4	224.0	200.1	169.3	2,243.80
1983	136.6	103.0	112.1	84.1	94.6	87.9	105.3	123.0	8.6	229.7	258.6	182.5	2,524.70
1984	153.5	122.0	128.5	130.0	104.6	136.4	108.7	128.9	32.6	288.1	254.6	213.9	2,555.40
1985	128.4	112.0	112.5	113.9	87.4	104.1	113.8	132.8	3.2	237.4	ND	204.0	2,378.40
1986	130.9	115.3	113.0	120.1	122.1	134.9	121.6	152.5	0.3	229.0	217.0	157.8	2,668.40
1987	142.8	138.1	117.1	110.9	125.7	110.1	114.7	125.4	3.1	187.5	251.7	179.6	2,342.10
1988	146.1	135.3	121.7	135.4	124.8	138.2	116.4	132.8	1.6	200.8	218.3	184.5	2,520.50
1989	128.7	105.0	129.5	107.1	115.0	132.0	94.7	131.7	25.8	208.5	251.3	210.0	2,252.70
1990	131.8	112.2	122.7	121.6	104.4	105.1	105.3	120.5	67.1	233.6	229.5	144.5	2,427.50
1991	110.8	101.2	113.5	108.6	115.2	87.6	89.7	131.8	67.7	184.2	207.9	167.2	2,173.40
1992	156.4	118.4	124.0	140.4	123.3	114.6	99.5	166.5	0.0	163.4	300.1	205.0	2,074.60
1993	156.0	119.5	107.8	112.4	113.6	87.2	99.6	104.7	95.5	177.4	279.9	208.7	2,843.60
1994	122.2	107.5	125.6	107.2	133.3	117.0	92.2	110.6	9.0	182.4	223.1	176.4	2,810.10
1995	127.1	106.7	117.0	119.3	109.9	119.8	115.6	115.3	0.0	236.8	114.9	198.1	2,881.70
1996	185.9	137.5	140.7	124.1	107.7	112.2	102.6	123.1	73.7	285.2	242.5	222.8	2,825.10
1997	138.4	115.4	112.2	119.4	133.9	110.5	110.1	154.3	92.3	235.6	291.2	228.9	2,227.20

<b>1998</b>	121.9	108.9	109.3	127.0	130.5	115.6	118.3	131.8	0.0	219.9	218.8	174.4	<b>2,976.40</b>
<b>1999</b>	144.5	116.5	119.0	137.3	120.3	126.1	92.8	<b>ND</b>	20.7	195.5	322.1	177.8	<b>3,073.20</b>
<b>2000</b>	122.7	121.6	128.0	135.9	110.8	105.2	115.5	140.9	35.1	263.1	200.8	166.2	<b>2,624.00</b>
<b>2001</b>	147.6	123.5	137.7	117.2	145.8	120.0	124.7	144.7	10.8	224.0	279.8	170.5	<b>2,683.20</b>
<b>2002</b>	109.1	109.5	151.5	125.2	121.9	79.4	85.2	104.6	22.0	233.4	255.7	161.8	<b>2,092.20</b>
<b>2003</b>	122.0	90.0	119.1	116.4	104.8	106.7	85.9	126.5	10.3	169.6	207.2	168.2	<b>3,092.10</b>
<b>2004</b>	123.3	104.7	115.2	113.5	126.8	108.6	90.2	140.9	0.0	224.9	281.7	187.0	<b>2,398.20</b>
<b>2005</b>	124.5	97.0	105.3	104.0	85.4	93.0	95.6	110.8	21.2	171.1	196.2	142.3	<b>2,787.50</b>
<b>2006</b>	131.8	88.4	93.8	112.4	108.0	77.8	96.6	100.5	175.6	168.7	214.2	153.0	<b>2,576.50</b>
<b>2007</b>	479.1	233.7	316.3	497.1	407.2	413.0	281.3	69.8	3.0	0.0	28.7	149.3	<b>2,878.50</b>
<b>2008</b>	461.6	180.4	485.2	488.1	251.1	672.2	556.1	87.4	0.0	59.4	20.4	64.8	<b>3,326.70</b>
<b>2009</b>	348.8	325.2	265.9	252.7	208.4	377.4	423.9	48.6	25.4	14.4	36.7	5.0	<b>2,332.40</b>
<b>2010</b>	277.9	508.1	520.5	430.9	463.7	424.7	432.1	99.1	30.1	103.2	22.2	311.2	<b>3,623.70</b>
<b>2011</b>	308.0	414.4	419.1	399.1	243.3	359.8	311.1	153.7	7.2	49.5	67.7	116.7	<b>2,849.60</b>
<b>2012</b>	401.6	180.3	179.1	402.2	198.8	364.4	170.2	47.5	3.5	0.1	10.9	121.0	<b>2,079.60</b>
<hr/>													
<b>Prom</b>	323.01	317.07	303.32	359.09	382.41	408.57	282.75	78.07	29.82	20.46	36.97	100.97	<b>2,612.93</b>
Max	595.80	614.20	600.30	545.20	692.80	679.90	630.10	270.60	175.60	103.20	159.80	311.20	<b>3,092.10</b>
Min	134.70	135.90	96.10	165.30	196.10	181.80	66.10	0.30	0.00	0.00	0.00	0.30	<b>2,005.10</b>
Desv	101.34	103.80	108.73	109.60	125.05	124.46	122.89	55.46	39.03	25.74	37.16	77.84	

Fuente: Empresa de Transmisión Eléctrica S.A. (ETESA)



## EMPRESA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA S.A

## GERENCIA DE HIDROMETEOROLOGÍA

## TOTAL MENSUAL DE PRECIPITACIÓN - mm

**LATITUD** : 08°35' N      **Nº ESTACIÓN:** 108-009  
**LONGITUD** : 82°28' N      **PROVINCIA :** CHIRIQUÍ  
**ELEVACIÓN** : 420 msnm      **DISTRITO :** DOLEGA  
**FECHA DE INICIO:** MAR-1963      **ESTACIÓN LOS JAGUAS**      **CORREGIMIENTO:** LOS ANASTACIOS  
**TIPO DE ESTACIÓN:** CC

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1970	148.3	34.5	124.0	470.9	530.0	544.0	845.0	533.5	790.0	789.5	412.5	206.0	5428.2
1971	126.5	120.5	60.5	316.1	568.7	369.9	231.5	802.7	712.7	927.1	600.2	27.0	4863.4
1972	79.0	41.0	53.0	145.3	470.6	554.0	198.5	480.9	400.6	543.6	614.3	93.0	3673.8
1973	86.0	34.0	23.5	228.6	485.2	646.2	731.6	693.1	863.3	828.7	515.0	144.8	5280.0
1974	63.0	37.0	283.4	128.3	719.0	650.4	435.6	715.5	787.6	961.1	206.0	43.5	5030.4
1975	68.8	43.5	34.0	103.5	604.3	527.6	500.2	823.6	931.2	673.3	507.1	225.7	5042.8
1976	40.0	5.0	8.5	296.4	360.2	355.1	119.8	309.1	358.1	577.2	328.8	30.0	2788.2
1977	0.0	0.0	96.5	196.8	584.7	305.6	131.8	562.9	711.1	673.0	498.7	211.3	3972.4
1978	28.5	31.5	190.5	291.8	491.6	371.3	473.7	355.0	838.9	536.9	369.6	172.8	4152.1
1979	15.0	46.0	166.5	363.4	679.0	402.0	335.3	595.0	675.8	773.6	593.6	217.8	4863.0
1980	72.0	152.1	25.5	105.0	1018.6	460.9	503.9	449.4	614.5	477.2	616.5	222.5	4718.1
1981	30.5	4.0	103.5	348.3	825.4	843.0	391.5	758.9	545.4	1043.1	535.5	75.0	5504.1
1982	102.5	46.5	47.5	303.3	562.6	415.3	201.0	243.8	566.3	757.3	101.5	148.0	3495.6
1983	11.0	34.0	26.5	78.0	309.8	459.8	319.4	273.4	753.6	583.4	560.8	278.0	3687.7
1984	13.5	166.3	220.1	265.3	481.2	514.4	525.5	516.7	599.8	1193.5	792.6	4.0	5292.9
1985	6.0	2.0	158.6	260.4	464.1	651.2	425.5	537.6	608.0	489.6	340.1	106.5	4049.6
1986	2.0	179.1	78.0	69.1	562.3	597.2	174.5	434.1	636.6	1207.2	137.4	56.5	4134.0
1987	11.5	5.0	101.5	84.3	431.7	503.3	870.7	496.3	678.9	604.8	122.0	78.0	3988.0
1988	1.0	12.0	176.8	226.5	341.6	620.6	449.3	1033.1	684.3	1271.3	372.1	77.5	5266.1
1989	3.6	4.0	7.0	12.0	512.7	740.8	806.2	503.4	1040.2	450.9	470.2	249.6	4800.6
1990	51.5	43.0	49.0	251.8	859.5	336.9	472.1	296.6	409.3	1086.4	556.0	45.0	4457.1
1991	171.3	4.0	93.8	137.8	606.7	507.8	299.6	446.2	592.7	459.1	228.3	149.6	3696.9
1992	0.0	16.5	45.0	207.3	501.5	351.8	243.0	440.2	644.6	320.8	511.4	33.0	3315.1
1993	146.5	55.0	139.0	470.2	619.5	639.6	372.4	600.0	833.4	899.6	565.6	117.8	5458.6
1994	83.8	72.5	35.0	160.8	341.3	405.7	235.8	543.1	671.5	649.5	411.8	94.0	3704.8
1995	0.0	0.0	304.6	278.5	585.6	701.8	370.5	742.0	654.2	627.4	334.1	283.1	4881.8
1996	131.5	0.5	116.8	105.0	468.6	685.5	649.5	443.4	918.4	647.0	526.0	66.5	4758.7
1997	65.0	0.0	99.8	98.3	394.7	468.1	189.3	179.8	405.4	510.5	585.7	102.0	3098.6

<b>1998</b>	0.0	88.5	9.0	130.8	427.4	604.0	526.0	739.3	648.9	523.1	285.8	376.3	<b>4359.1</b>
<b>1999</b>	171.1	127.8	10.0	243.8	569.7	653.0	284.0	721.6	1221.1	860.4	424.3	164.3	<b>5451.1</b>
<b>2000</b>	32.5	0.5	25.0	100.0	606.2	646.3	373.1	270.8	777.1	470.9	271.5	99.0	<b>3672.9</b>
<b>2001</b>	23.0	0.0	119.0	72.5	579.8	368.7	359.6	398.0	683.7	781.3	463.3	43.0	<b>3891.9</b>
<b>2002</b>	17.5	9.0	21.0	27.5	276.6	328.3	284.4	398.1	632.7	634.3	180.8	70.5	<b>2880.7</b>
<b>2003</b>	8.0	70.5	142.8	338.1	465.7	801.6	414.1	655.7	608.5	914.4	561.8	152.5	<b>5133.7</b>
<b>2004</b>	29.0	69.0	52.0	84.0	605.4	482.3	438.6	451.2	674.9	676.2	392.6	37.5	<b>3992.7</b>
<b>2005</b>	132.0	14.5	239.3	232.0	418.8	447.7	430.4	628.6	385.6	494.3	581.3	135.0	<b>4139.5</b>
<b>2006</b>	98.6	15.7	18.6	249.4	490.5	550.6	570.4	340.4	509.7	746.3	417.5	239.5	<b>4247.2</b>
<b>2007</b>	5.3	39.3	70.6	512.8	905.2	604.7	449.7	888.0	540.9	683.8	259.0	95.0	<b>5054.3</b>
<b>2008</b>	15.3	237.3	131.0	163.3	810.7	369.2	683.0	850.7	597.6	851.0	637.2	23.2	<b>5369.5</b>
<b>2009</b>	31.2	8.0	95.8	38.4	578.4	576.1	253.5	571.6	333.9	685.0	261.9	117.5	<b>3551.3</b>
<b>2010</b>	10.5	263.1	74.6	603.5	553.1	631.3	1041.7	954.8	867.9	648.8	504.4	176.0	<b>6329.7</b>
<b>Prom.</b>	<b>52.0</b>	<b>52.0</b>	<b>94.6</b>	<b>214.6</b>	<b>552.9</b>	<b>529.1</b>	<b>429.5</b>	<b>553.1</b>	<b>668.5</b>	<b>720.3</b>	<b>430.6</b>	<b>129.0</b>	<b>4426.2</b>



# ANEXOS

## REGISTRO FOTOGRÁFICO



Toma de coordenadas UTM en el área de aforo.



Área de la Quebrada Sin Nombre escogida para aforar.