

# MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS



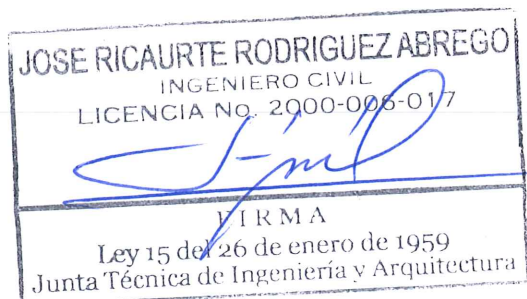
## DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA REHABILITACIÓN DE LA VÍA ATALAYA-MARIATO-QUEBRO-LAS FLORES Y MEJORAMIENTO DEL RAMAL A VARADERO, PANAMÁ PROVINCIA DE VERAGUAS

CONTRATO: AL-1-34-19

### VÍA ATALAYA-MARIATO-QUEBRO-LAS FLORES Y RAMAL A VARADERO

#### ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁLICO

Edición:	01
Fecha:	12/2019





## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>NORMATIVA APLICADA .....</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>PUNTOS DE ESTUDIO.....</b>	<b>1</b>
<b>4</b>	<b>ESTUDIO HIDROLÓGICO.....</b>	<b>2</b>
4.1.1	<i>DETERMINACIÓN DE CAUDALES.....</i>	<i>2</i>
4.1.1.1	Cuencas de aportación .....	2
4.1.1.1	Método Racional .....	3
4.1.1.2	Método ETESA .....	5

## APÉNDICES

### APÉNDICE 1.

### PLANOS DELIMITACIÓN DE CUENCA



## 1 INTRODUCCIÓN

En el presente informe se determinan los caudales de cálculo para los cajones y puentes a proyectar solicitados por pliego para el proyecto *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA REHABILITACIÓN DE LA VÍA ATALAYA-MARIATO-QUEBRO-LAS FLORES Y MEJORAMIENTO DEL RAMAL A VARADERO*.

## 2 NORMATIVA APLICADA

Como documentos de referencias se han tenido en cuenta las siguientes normativas nacionales e internacionales en el diseño del drenaje del camino:

- Pliego de la licitación.
- Manual de Requisitos para la Revisión de Planos, editado por el Ministerio de Obras Públicas (MOP) de la República de Panamá (2014).
- Análisis Regional de Crecidas Máxima de Panamá. Periodo 1971-2006.

## 3 PUNTOS DE ESTUDIO

Según marca el pliego de cargos, los puntos de ubicación de nuevos cajones y nuevas estructuras vehiculares serían los siguientes:

CAMINO	ELEMENTO	ESTACIÓN	OBSERVACIÓN
Atalaya-Mariato-Quebro-Las Flores	CAJÓN	38k+480	ZONA INUNDACIÓN 1
	CAJÓN	38k+800	ZONA INUNDACIÓN 1
	CAJÓN	54k+000	-
	CAJÓN	57k+900	-
	PUENTE	59k+860	-
	CAJÓN	60k+000	-
	CAJÓN	74k+000	-
	CAJÓN	84k+560	ZONA INUNDACIÓN 2
	CAJÓN	84k+800	ZONA INUNDACIÓN 2
	CAJÓN	85k+100	-
	CAJÓN	92k+600	-



CAMINO	ELEMENTO	ESTACIÓN	OBSERVACIÓN
Arena de Quebró-Varadero	CAJÓN	0k+225	ZONA INUNDACIÓN 4
	CAJÓN	0k+650	ZONA INUNDACIÓN 4
	CAJÓN	0k+820	ZONA INUNDACIÓN 4
	PUENTE	2k+300	ZONA INUNDACIÓN 4
	CAJÓN	3k+480	-
	CAJÓN	4k+225	-
	CAJÓN	8k+875	-

## 4 ESTUDIO HIDROLÓGICO

### 4.1.1 DETERMINACIÓN DE CAUDALES

Con las áreas de aportación definidas y debidamente identificadas en los mapas, se define el método y parámetros a utilizarse para el cálculo de las escorrentías.

Para las áreas de drenaje menores de 250 has. se usará el método racional de crecidas y para áreas mayores de 250 has. se usará los parámetros indicados en el Resumen Técnico "Análisis Regional de Crecidas Máximas de Panamá periodo de 1971-2006" elaborado por el departamento de Hidrometeorología de la Empresa de Transmisión Eléctrica, S.A. (ETESA) en septiembre de 2.008.

Según lo comentado anteriormente, el método de cálculo para el dimensionamiento hidráulico depende de las dimensiones de las cuencas aportantes.

#### 4.1.1.1 Cuencas de aportación

CAMINO	ELEMENTO	ESTACIÓN	Superficie (m2)
Atalaya-Mariato-Quebro-Las Flores	CAJÓN	38k+480	1,266,437
	CAJÓN	38k+800	1,266,437
	CAJÓN	54k+000	3,209,738
	CAJÓN	57k+900	192,363
	<b>PUENTE</b>	<b>59k+860</b>	<b>12,417,728</b>
	CAJÓN	60k+000	236,229
	CAJÓN	74k+000	61,335
	CAJÓN	84k+560	48,695
	CAJÓN	84k+800	48,695
	CAJÓN	85k+100	115,716
	CAJÓN	92k+600	3,990,576





CAMINO	ELEMENTO	ESTACIÓN	Superficie (m2)
Arena de Quebró-Varadero	CAJÓN	0k+225	80,751
	CAJÓN	0k+650	236,188
	CAJÓN	0k+820	2,467,381
	PUENTE	2k+300	55,562,339
	CAJÓN	3k+480	181,509
	CAJÓN	4k+225	184,407
	CAJÓN	8k+875	1,587,513

#### 4.1.1.1 Método Racional

El caudal de estas cuencas ha sido determinado mediante la aplicación de la fórmula correspondiente al método racional:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3,6}$$

Siendo:

Q: caudal punta de cálculo (m<sup>3</sup>/s)

I: máxima intensidad media correspondiente a un periodo de retorno considerado y en el intervalo de tiempo igual al tiempo de concentración, en mm/h.

A: área de la cuenca (Km<sup>2</sup>).

C: coeficiente de escorrentía de la cuenca.

#### Coeficiente escorrentía

El coeficiente de escorrentía (c) define la proporción de la componente superficial de la precipitación de intensidad (I).

El coeficiente de escorrentía empleado para el diseño de cajones y estructuras será de 0.85.

Los cajones y puentes a estudiar se encuentran dentro de la Cuenca nº 122 Río entre el San Pedro y el Tonosí, según el Análisis Regional de Crecidas Máximas de Panamá.

#### Intensidad

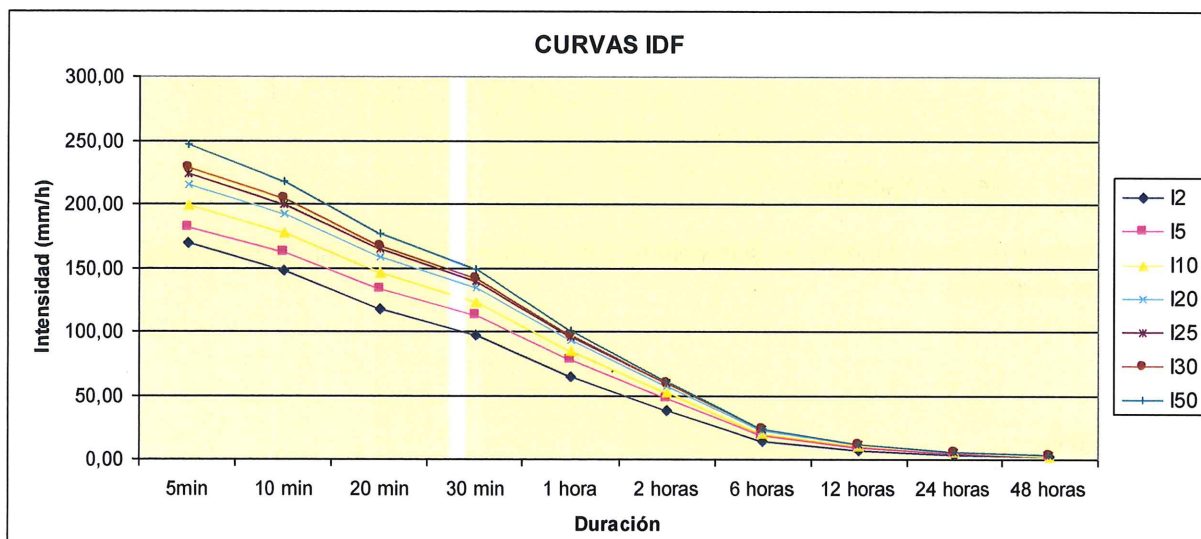
Para este proyecto, las intensidades de lluvias se han obtenido de las formulaciones contenidas en el Estudio de Drenaje de la Ciudad de Panamá, elaborado en el año 1,972, para la vertiente del Pacífico.



Estas fórmulas fueron obtenidas de datos estadísticos sobre precipitaciones pluviales en un periodo de 57 años, dichos datos fueron obtenidos en las Estaciones Meteorológicas de Balboa Heights y Balboa Docks, adyacentes a la ciudad de Panamá y próximas a la zona de Ancón.

De la recopilación de datos de precipitación pluvial en los lugares antes mencionados, se han obtenido curvas de Intensidad-Duración y Frecuencia, para periodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 25, 30 y 50 años.

A continuación se representan las curvas IDF obtenidas:



### Periodo de retorno

El periodo de retorno a utilizar dependerá del tipo de estructura a diseñar. Para el diseño del drenaje serán usados los criterios siguientes, establecidos en el pliego de cargos.

1:20 años para alcantarillas tubulares de pluviales, aliviaderos de sistemas pluviales y zanjas.

1:50 años para cajones pluviales, cauces de ríos y quebradas.

1:100 años para puentes

Las fórmulas correspondientes a cada uno de estos periodos de retorno para obtener las Intensidades en la Vertiente Pacífica en cajones, quebradas y cauces de ríos es la siguiente:

$$I = \frac{370}{T_c + 33}$$

Periodo de retorno 1 cada 50 años

Donde

I = Intensidad de lluvia en pulg./hora

Tc = Tiempo de concentración en minutos



### Tiempo de concentración

Se define tiempo de concentración ( $T_c$ ) como el tiempo necesario para que el agua de lluvia caída en el punto más alejado de la sección de desagüe de una cuenca llegue a dicha sección.

La duración de la tormenta de diseño será igual al tiempo de concentración.

Una vez representadas las cuencas y deducidas las características físicas de las mismas, la expresión a utilizar es la desarrollada por Témez:

$$T_c = 0.3 \cdot \left[ \frac{L}{S^{0.25}} \right]^{0.76}$$

Donde

$T_c$  = Tiempo de concentración (h)

$L$  = Longitud del cauce principal (km)

$S$  = Pendiente del cauce principal (m/m)

#### **4.1.1.2 Método ETESA**

Una vez analizadas las cuencas de estudio se ha determinado que, algunas áreas de aportación son superiores a 250 has. por lo que para la obtención del caudal de cálculo se usará el método de Lavalin.

- Se determina el área de drenaje de la cuenca del sitio de interés en  $\text{Km}^2$ .
- De acuerdo a la localización geográfica del recurso a analizar, se determina la zona a la que pertenece según la Región Hidrológicamente Homogénea (ETESA).
- Se calcula el caudal promedio máximo utilizando una de las cinco ecuaciones elaboradas por ETESA para este fin, en función de la Zona establecida.

Zona	Número de ecuación	Ecuación	Distribución de frecuencia
1	1	$Q_{\text{máx}} = 34A^{0.59}$	Tabla # 1
2	1	$Q_{\text{máx}} = 34A^{0.59}$	Tabla # 3
3	2	$Q_{\text{máx}} = 25A^{0.59}$	Tabla # 1
4	2	$Q_{\text{máx}} = 25A^{0.59}$	Tabla # 4
5	3	$Q_{\text{máx}} = 14A^{0.59}$	Tabla # 1
6	3	$Q_{\text{máx}} = 14A^{0.59}$	Tabla # 2
7	4	$Q_{\text{máx}} = 9A^{0.59}$	Tabla # 3
8	5	$Q_{\text{máx}} = 4.5A^{0.59}$	Tabla # 3
9	2	$Q_{\text{máx}} = 25A^{0.59}$	Tabla # 3

Fuente: Cuadro 7, "Resumen Técnico Análisis Regional de Crecidas Máximas de Panamá Período 1971-2006"





- Se calcula el Qmax instantáneo para el periodo de retorno requerido, multiplicando el caudal antes obtenido por uno de los siguientes factores en función del sitio de estudio.

<i>Factores Q<sub>máx.</sub>/ Q<sub>prom.máx</sub> para distintos Tr.</i>				
<i>Tr, años</i>	<i>Tabla # 1</i>	<i>Tabla # 2</i>	<i>Tabla # 3</i>	<i>Tabla # 4</i>
1.005	0.28	0.29	0.3	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	1.6	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	4.6	4.00

Fuente: Cuadro 6, "Resumen Técnico Análisis Regional de Crecidas Máximas de Panamá Periodo 1971-2006"

Para la zona de estudio, Zona 4, la tabla de distribución de frecuencias que relaciona los caudales máximo y promedio para distintos periodos de retorno es la Tabla 4.

Para el cálculo del caudal promedio se aplica la Ecuación 2, dada por la siguiente expresión:

$$Q = 25 \times A^{0,59}$$

Siendo A el área de drenaje hasta el punto de control, en km<sup>2</sup>.

Se adjunta a continuación el plano elaborado por ETESA para la determinación de las áreas hidrológicamente homogéneas, en el que se determina que el área del Proyecto queda incluida dentro de la Zona 4. La zona de estudio se ubica en la cuenca 122.

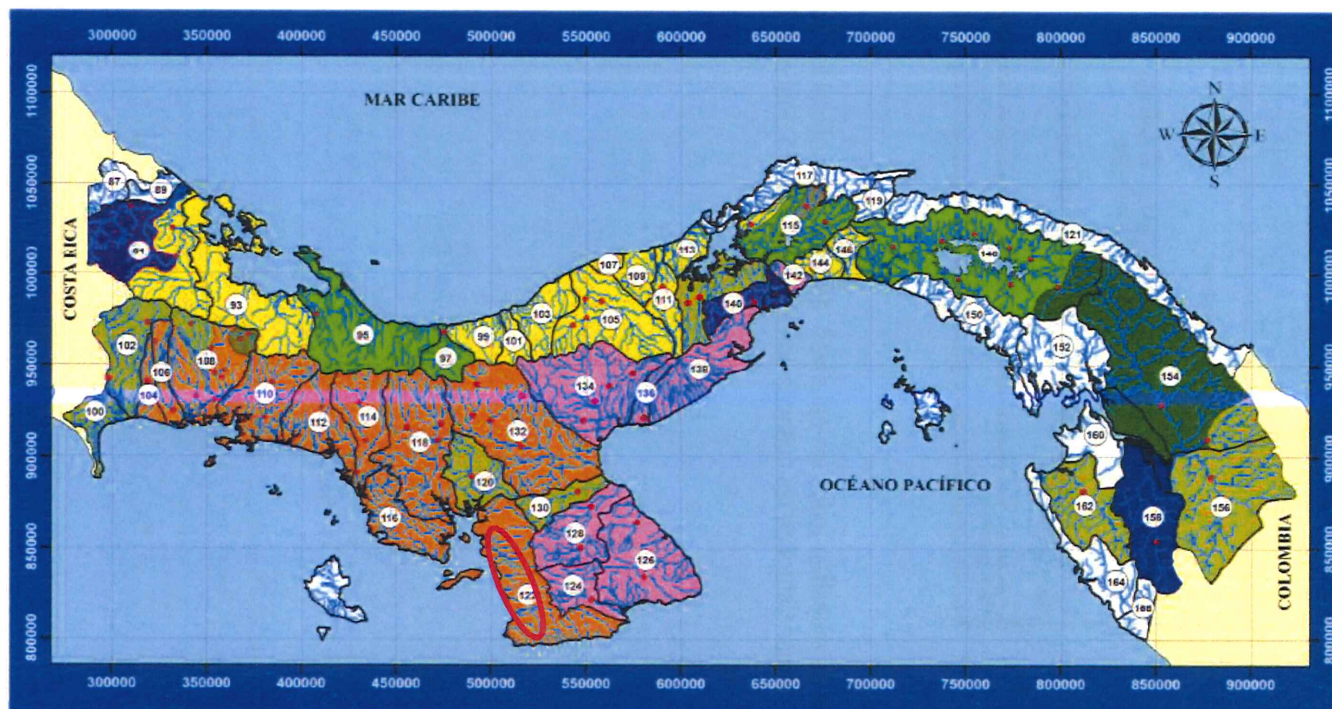




VÍA ATALAYA-MARIATO-QUEBRO-LAS FLORES Y RAMAL A VARADERO



**República de Panamá**  
**Regiones Hidrológicamente Homogéneas**



Fuente: Figura 73, "Resumen Técnico Análisis Regional de Crecidas Máximas de Panamá Periodo 1971-2006"





El período de retorno a utilizar depende del tipo de estructura a diseñar y de lo establecido en el Pliego de cargos. Para el diseño del drenaje los criterios establecidos por el MOP son los siguientes:

Tipo de estructura	Periodo de retorno, en años
Alcantarillas pluviales de forma tubular, aliviaderos de sistemas pluviales, zanjias, cajones pluviales de calles y avenidas	1:20
Estructuras cerradas de más de 25 m de longitud y cauces de rios y quebradas.	1:50
Para puentes	1:100

A continuación se muestran todos los caudales de aportación obtenidos para cada cuenca. Para conocer la ubicación y nomenclatura de las cuencas consultar Apéndice 1. Plano de Cuencas.



CARRETERA ATALAYA-MARIATO-QUEBRO-LAS FLORES

Cuenca	Est	Superficie (m2)	Longitud cauce	Cota alta	Cota baja	Pte cauce	Tc (min)	Periodo retorno	l(mm/h)	C	Q (m3/s)	Región Hidrometeorológica (Zona)	Superficie (km2)	Qprome.max (m3/s)	Q max instantáneo (m3/s)
CAJÓN	38k+480	1,266,437	4,274	190	10	0.042	99.1	50	71.144	0.85	21.27				
CAJÓN	38k+800	1,266,437	4,274	190	10	0.042	99.1	50	71.144	0.85	21.27				
CAJÓN	54k+000	3,209,738						50				4	3.21	49.75	104.47
CAJÓN	57k+900	192,363	438	40	20	0.046	17.3	50	186.923	0.85	8.49				
<b>PUENTE</b>	<b>59k+860</b>	<b>12,417,728</b>						<b>100</b>				<b>4</b>	<b>12.42</b>	<b>110.52</b>	<b>257.50</b>
CAJÓN	60k+000	236,229	1,121	120	20	0.089	31.1	50	146.674	0.85	8.18				
CAJÓN	74k+000	61,335	203	80	35	0.222	7.1	50	234.170	0.85	3.39				
CAJÓN	84k+560	48,695	385	35	10	0.065	14.7	50	197.228	0.85	2.27				
CAJÓN	84k+800	48,695	385	35	10	0.065	14.7	50	197.228	0.85	2.27				
CAJÓN	85k+100	115,716	507	20	10	0.020	22.6	50	168.883	0.85	4.61				
CAJÓN	92k+600	3,990,576						50				4	3.99	56.57	118.79



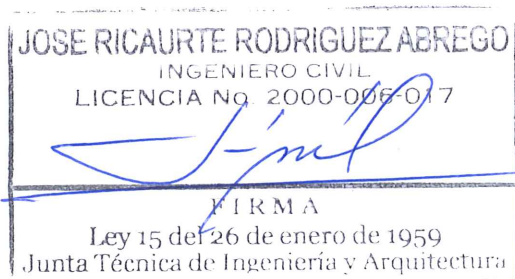
CAMINO ARENA DE QUEBRÓ-VARADERO

Cuenca	Est	Superficie (m2)	Longitud cauce	Cota alta	Cota baja	Pte cauce	Tc (min)	Periodo retorno	I(mm/h)	C	Q (m3/s)	Región Hidrometeorológica (Zona)	Superficie (km2)	Qprome.max (m3/s)	Q max instantáneo (m3/s) (Tr=100años)
CAJÓN	0k+225	80,751	262	20.5	20	0.002	21.4	50	172.845	0.85	3.30				
CAJÓN	0k+650	236,188	553	20.5	20	0.001	43.5	50	122.919	0.85	6.85				
CAJÓN	0k+820	2,467,381	1,768	32	20	0.007	71.7	50	89.787	0.85	52.31				
<b>PUENTE</b>	<b>2k+300</b>	<b>55,562,339</b>						<b>100</b>				<b>4</b>	<b>55.56</b>	<b>267.52</b>	<b>623.33</b>
CAJÓN	3k+480	181,509	434	40	20	0.046	17.1	50	187.482	0.85	8.03				
CAJÓN	4k+225	184,407	433	50	15	0.081	15.4	50	194.310	0.85	8.46				
CAJÓN	8k+875	1,587,513	2,353	160	30	0.055	59.8	50	101.277	0.85	37.96				





VÍA ATALAYA-MARIATO-QUEBRO-LAS FLORES Y RAMAL A VARADERO



## APÉNDICE 1. PLANOS DELIMITACIÓN DE CUENCAS