

**REPÚBLICA DE PANAMÁ  
PROVINCIA DE VERAGUAS**

**ESTUDIO HIDROLÓGICO**

UBICACIÓN REGIONAL: COLINDANTE DONDE SE  
REALIZARÁ EL PROYECTO RESIDENCIAL ALTOS DE  
ATALAYA, CORREGIMIENTO ATALAYA CABECERA (HOY  
SAN ANTONIO), DISTRITO DE ATALAYA, PROVINCIA DE  
VERAGUAS.

SOLICITANTE:

**“PROMOTORA HORIZONTE DE PARÍS , S.A.”**  
FOLIO N° 155603055

Representante Legal  
**JEAN PIERRE ALPHONSE LUCIEN BONNET**  
CEDULA: N° E – 8 – 125214

PROFESIONAL RESPONSABLE:  
**FRANKLIN VEGA PERALTA**  
CÉDULA N°: 9 – 127 – 064  
LIC. 94 - 005-003  
Lic. 3,277 -95

FECHA: Abril / 2023.

## INTRODUCCIÓN

Este Estudio Hidrológico tiene como objetivo fundamental estimar los caudales máximos que escurren a través de una quebrada denominada Qda. La Mata, ubicada adyacente al perímetro donde se desarrolla proyecto urbanístico sobre la Finca N° 30187169, llevada a cabo por la sociedad **PROMOTORA HORIZONTE DE PARIS, S.A.** Este estudio se hace con la finalidad de calcular y diseñar una sección hidráulica para colocar un vado temporal sobre el cauce de una pequeña quebrada denominada La Mata en una distancia de 5.0 metros de longitud y 6.80 metros de ancho. De esta forma se pretende evacuar y drenar el agua que escurre en la quebrada debido a su pequeña cuenca. La actividad será financiada por la empresa solicitante, dentro del concepto de inversión privada en esta zona declarada como de expansión urbana. La fuente estudiada, se ubica 350 mts. colateral al el camino de la CPA hacia la Montañuela, sector Quintas de María, corregimiento San Antonio, distrito de Atalaya, correspondiendo a quebrada La Mata de pequeño caudal en la época seca y que capta y aumenta su escorrentía en la época de invierno, debido a la precipitación. El proyecto prevé colocar 3 líneas de tubos y vado en cauce en un tramo de 5 metros según el caudal máximo que se puede esperar con las precipitaciones en la época de invierno. Sobre esta fuente no existen registros de caudales, en consecuencia no se puede presentase información que haya sido registrada. Las características e información aquí desarrollada, se fundamentan en lo estudiado en el sitio donde se realizará el proyecto.

**DESCRIPCIÓN GENERAL PARA LA SOLICITUD DE  
CONSTRUCCIÓN DE LA OBRA.**

**I. Ubicación Cartográfica del Proyecto:** Mediante sistema de posicionamiento global (GPS) y verificado en mapa cartográfico a escala de 1: 50,000 (Hoja 4040 III – SERIES – 762 - Santiago), compilado por el Instituto Geográfico Tommy Guardia – Panamá, las coordenadas del tramo actual de la quebrada y las coordenadas con el cambio en el sistema UTM WGS 84, son:

**Coordenadas del Punto de Estudio:**

E 512433.44 N 892399.79

H= 54m snm

**II. Identificación de la Propiedad donde se construirá la obra:**

La obra se ubica aledaña al inmueble Código de ubicación 9005 Folio Real 30187169, propiedad de **PROMOTORA HORIZONTE DE PARIS, S.A.**

**III. Identificación del Profesional Responsable:**

Nombre: Ingeniero Franklin Vega Peralta

Cédula: 9 – 127 -064

Licencia: 94 - 005 -003

Licencia: 3,277 - 95.

**VII. Aspectos Legales**

**7.1. Decreto Ley N° 35 de 22 de septiembre de 1966; sobre el Uso de Las Aguas.**

“Establece la reglamentación para la explotación de las aguas del Estado cuyo aprovechamiento debe ser de interés social, procurando su racionalización, conservación y la administración eficiente de las mismas. El agua es a la vez, un bien de dominio público, de aprovechamiento libre, con sujeción a lo dispuesto por la Ley de Aguas. Por tal Razón las aguas fluviales, lacustres, marítimas, subterráneas y atmosféricas, dentro del territorio Nacional Continental e Insular; el subsuelo, la Plataforma Continental Submarina y el espacio aéreo de la República, están sujetas a dicha normativa Legal “Decreto-Ley N° 35 de 1966”.

#### **7.2. Decreto Ejecutivo N° 70 de 27 de julio de 1973.**

Reglamenta el Decreto Ley N° 35 de 1966, normando el otorgamiento de permisos o concesiones para uso de las Aguas y se determina la integración y funcionamiento del Consejo consultivo de Recursos Hidráulicos.

#### **7.3. Decreto N° 55 de 13 de junio de 1973; sobre Servidumbres de Aguas.**

Reglamenta las servidumbres de agua, estableciendo las servidumbres naturales, las servidumbres de acueducto, las servidumbres de estribo de presa y de parada y las servidumbres de abrevadero. Norma los procedimientos para obtener la autorización de servidumbres de aguas, define los gravámenes o impuestos a pagar por el usufructo en diferentes predios; el que sufre gravamen se denomina sirviente y el que recibe el beneficio se denomina, predio dominante.

#### **7.4. Resolución AG – 0342-2005, para la autorización de obra en cauce.**

**7.5. Reglamentaciones vigentes sobre obras en servidumbres pluviales establecidas por el Ministerio de Obras Públicas y El Ministerio de Vivienda.**

**7.6. Ley General de Ambiente de la República de Panamá.**

Creada en el año 1998, establece que la administración del ambiente es un deber del Estado, por lo tanto crea las normas básicas para la Protección, Conservación, y Recuperación del Ambiente, promoviendo el uso sostenible de los Recursos Naturales.

**Artículo 80:** Se podrán realizar actividades que varíen el régimen, la Naturaleza o la calidad de las aguas o que alteren los cauces, con la Autorización de la Autoridad Nacional del Ambiente, según concordancia con otros artículos de la presente Ley.

**Artículo 81:** El Agua es un bien de dominio Público en todos sus estados. Su conservación o uso es de interés social y su uso se encuentra condicionado a la disponibilidad del, Recurso y las necesidades reales del objeto a que se destinan.

**Artículo 82:** Los Usuarios que aprovechen los Recursos Hídricos están obligados a realizar obras necesarias para su conservación de conformidad con el Plan de Manejo Ambiental y el Contrato de Concesión Respectivo.

**Artículo 83:** La Autoridad Nacional del Ambiente creara programas especiales de manejo de cuencas, y su manejo estará en función de el nivel de su deterioro o por situaciones de estrategias de conservación.

## **VIII. ESTUDIO HIDROLÓGICO**

### **8.1. Datos Climáticos Predominantes en la Región:**

#### **8.1.1. Comportamiento Climático General Para la Región Estudiada:**

Según la clasificación Köppen, el Clima predominante para la región donde se desarrollará el proyecto es Húmedo Tropical (bh-T), con temperaturas máximas que oscilan en los 33.2 °C, siendo el mes de marzo el más caluroso, coincidiendo con la inversión de los movimientos de las masas de aire y el cambio de estación climática. Las temperaturas mínimas registradas para este sector de Santiago promedian los 22.1 °C, coincidiendo con el invierno en el hemisferio Norte. La humedad relativa que se registra para esta área promedia el 74.42%, siendo la más alta entre los meses de septiembre y noviembre (Datos obtenidos de la Estación Meteorológica Tipo A; Santiago - 2001).

#### **8.1.2. Datos de Estación Meteorológica más cercana.**

Se tomó información de la estación meteorológica más cercana, correspondiendo a la Estación Principal Tipo A, ubicada en el aeropuerto de Santiago de Veraguas y Estación Tipo B Divisa, Herrera. En esta se tienen los siguientes datos y registros:

##### **Estación Tipo B, Divisa:**

Nº de Cuenca: 132: Río Santa María.

Latitud: N 08° 06'; Longitud: W 80° 41'

Elevación: 12 metros snm.

Estación: Secundaria Tipo B.

Precipitación Pluvial em Milímetros (mm); Registros: Período 2001 - 2010

2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
1,641.5	1,131.4	2,872.1	1,509.6	1,705.8	1,711.9	2,044.4	2,057.9	1,235.9	1,961.5

Promedio de Precipitación Pluvial: 1,787.2 mm

Fuente: Situación física de Panamá-Contraloría General, 2010.

### Estación Tipo A, Aeropuerto de Santiago:

Nº de Cuenca: 120: Río San Pedro.

Latitud: N 08° 05'; Longitud: W 80° 58'

Elevación: 88 metros snm.

Estación: Principal Tipo A.

Precipitación Pluvial em Milímetros (mm); Registros: Período 2001 - 2010

2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
2,443.7	1,660.7	2,497.7	1,946.2	2,349.2	2,232.5	3,001.9	2,456.7	2,535.8	2,700.7

Promedio de Precipitación Pluvial: 2,607.13 mm

Fuente: Situación física de Panamá-Contraloría General, 2010.

Promedio de Temperaturas en Grados Centígrados.

Meses	Anual	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Máxima	<b>33.2</b>	32.6	33.8	35.2	35.4	33.9	32.0	33.1	33.4	32.1	31.7	31.5	---
Mínima	<b>22.1</b>	20.0	21.0	20.9	21.3	23.1	23.0	23.2	22.7	22.6	23.0	22.5	---
Media	<b>27.6</b>	26.3	27.4	28.1	28.4	28.5	27.5	28.2	28.1	27.4	27.4	27.0	23.6

Fuente: Situación Física de Panamá, Contraloría General.

Radiación: Se registra una Radiación Promedio de 17.5MJ/M<sup>2</sup>/día, con los siguientes datos mensuales: Radiación en MJ/M<sup>2</sup>/día.

Meses	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Radiación	18.8	21.4	22.5	19.6	16.9	15.4	15.5	16.2	16.0	15.3	15.8	16.0

Fuente: Extraída a Tráves del programa CROPWAT.

Insolación en Porcentaje (%).

Meses	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Insolación	63.0	60.0	63.0	60.0	47.0	42.0	38.0	37.0	30.0	30.0	46.0	57.0

Fuente: Situación Física de Panamá, Contraloría General.

Evaporación en Milímetros (mm)- Año 2008 - 2010

Meses	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Evaporación	170.6	152.3	248.9	188.9	127.3	90.4	99.6	123.1	105.5	94.1	96.1	141.1

Fuente: Situación Física de Panamá, Contraloría General.

Humedad Relativa en %.

Meses	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
H.R (%)	67.2	63.4	63.4	65.4	80.6	54.5	83.6	84.3	85.6	84.7	86.0	74.3

Fuente: Situación Física de Panamá, Contraloría General.

Velocidad del Viento en m/s (metros sobre segundos)- Fuente: Contraloría General.

Meses	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Velocidad	1.2	1.6	1.6	1.4	1.0	0.9	0.7	0.8	0.9	0.7	0.7	0.8

Fuente: Situación Física de Panamá, Contraloría General.

**8.1.3. Fisiografía:** El terreno donde se ubican la fuente de agua posee topografía plana con alturas en las inmediaciones que en lo general no superan los 100 metros sobre el nivel medio del mar; los suelos moderadamente profundos, con una profundidad cercana a 0.92 metros como promedio; la textura es arcillosa, color chocolate claro, con buen drenaje. Según el Atlas Nacional de la República de Panamá (1998), estos suelos son catalogados como ácidos, en el cual la reacción (pH), oscila entre 5.5 y 6.0. En general, el suelo puede clasificarse como “Suelo Clase IV”. Este es arable, pero con limitaciones, sobre pendientes moderadas, fertilidad baja, moderada profundidad y pueden ser mejorados con medidas agronómicas intensas.

## **8.2. Caudales de la Quebrada S/N, según Estación Meteorológica más próxima:**

**8.2.1. Caudales Promedios Mensuales:** No existe reporte de caudales promedios de la fuente donde se hará la obra. La Estación hidrológica más cercana se ubica a muchos kilómetros de distancia. Por ello no existen datos históricos de la misma.

**8.2.2. Caudales Mínimos Mensuales:** No existen reportes de caudales mínimos de la fuente donde se construirá la obra. La fuente no ha sido objeto de aforos permanentes o periódicos que determinen su caudal.

**8.2.3. Aforos Esporádicos para la estación seca:** La Fuente estudiada no tiene reportes de aforos esporádicos realizados a la misma, ni en época seca ni en época de invierno. Esto se debe que es una quebrada muy pequeña la cual pierde casi todo su caudal en verano. Adicional, por tratarse el estudio de desviar y cambiar el drenaje del cauce, lo más sensato y técnicamente viable es el calcular las máximas crecidas para la pequeña cuenca, del tal forma que se cumpla con el drenaje efectivo del caudal con el canal que se habilitará según la obra en cauce. Ese es el objetivo del presente estudio.

## **8.3. Usuarios que utilizan la Fuente Estudiada.**

Mediante inspección realizada a la fuente se comprobó que no existen personas naturales o jurídicas que estén usufructuando o dándole uso el recurso de esta fuente. Esto se debe a que la cuenca de la

quebrada es pequeña y no existen terceros que la estén usufructuando. Tampoco existen otras obras que estén construidas sobre el cauce de la fuente hídrica estudiada. Debe señalarse que aguas arriba hay algunas viviendas y en la parte de abajo no hay, por lo que en la parte de abajo tampoco hay uso de estas aguas.

#### **8.4. ANÁLISIS HIDRÁULICO DE LA QUEBRADA ESTUDIADA (QUEBRADA PRINCIPAL).**

##### **8.4.1. Definición General de la Cuenca Hidrográfica donde se desarrollara el Proyecto.**

El proyecto se desarrollará en la cuenca N° 132 - Río Santa María el cual pertenece a la vertiente del Pacífico. El área de drenaje total de esta cuenca es de aproximadamente 3,326 Kilómetros cuadrados y desde su nacimiento hasta su desembocadura al mar tiene una longitud en su cauce principal de 168 Kilómetros. La elevación media de la cuenca es de 200 metros sobre el nivel del mar y el punto más alto se encuentra en la cordillera central a 1,528 metros sobre el nivel del mar. Esta cuenca tiene una distribución de la precipitación no uniforme a lo largo de su trayecto, no obstante la distribución de caudales es más uniforme en la parte alta. Esta cuenca está dividida en cuenca en la parte alta, cuenca en la parte media y cuenca en la parte baja. Las dos primeras están más documentadas que la tercera, ya que existen más estaciones meteorológicas en las mismas (alta y media). La fuente hídrica estudiada quebrada la Mata, drena sus aguas a una fuente mayor denominada Qda. Potrero, la cual se ubica en la cuenca Media del Río Santa María.

**8.4.2. Descripción del cauce:** El cauce en estudio se compone de una corriente de agua que recoge las lluvias a unos 3,000 metros (0.3 Kms.), aguas arriba. Su cauce, aguas arriba del sitio de la obra, escurre en un solo ramal principal, el cual esta desprovista de cubierta vegetal. La fuente está influenciada por el aumento de la población que crece en los alrededores. La principal infraestructura cercana es el camino CPA – La Montañuela, ubicado en la parte Este donde se ubicara la obra de vado. En la parte Este se ubica residencial denominado Quitas de María que está en su fase de conclusión.

Para la delimitación de la cuenca de esta fuente hídrica (Área de Drenaje: AD), además de apoyarnos con la información contenida en el mosaico topográfico suministrado por Tommy Guardia Hoja 4040 – III, Serie – 762 – Santiago, que cubre el área en estudio, se realizó un reconocimiento en campo y tomando en cuenta los drenajes existentes en el mapa cartográfico. En anexos se presenta la ubicación, longitud del drenaje, área de drenaje y la fisiografía en mapa a escala 1: 50,000.

**8.4.3. Consideraciones Hidrológicas:** En la actualidad, el área tributaria de esta micro cuenca tiene superficie de escorrentía en un 90% homogénea dado el carácter vegetal de pastos y suelo desnudo. No obstante hay un 10% donde se ubican viviendas y calles debido a la potencial expansión urbana de Atalaya. Por lo anterior el 90 por ciento del suelo está al natural, principalmente con suelo descubierto y pastos sembrados. El siguiente análisis se hará con el propósito de demostrar, que las mayores intensidades de lluvias, no afectaran a las área circundantes; en consecuencia los cálculos se realizaran en base a la sección natural de cauce y la superficie de drenaje que esta

compuesto en este caso por 90% de superficies cubierta con pastos y suelo desnudo y un 10% con infraestructuras urbanas, que incluye el futuro proyecto de viviendas a desarrollar.

**8.4.4. Variables para el Cálculo Hidrológico:** Para la obtención del caudal real máximo que puede generarse hasta el sitio de obra hidráulica, se levantó una sección transversal en el punto donde se colocaran las alcantarillas. Para tal efecto, el cálculo se efectuó en las coordenadas Este: 512433.44 y Norte: 892399.79 (Z = H: 54 m snm), que corresponde a la ubicación del punto donde se ubica el vado a habilitar, especificado en el Mapa Cartográfico 1:50,000, anexo.

**A continuación las variables:**

✓ **Área de Drenaje:** El área de la micro cuenca tiene una superficie aproximada estimada de 150.0 hectáreas (1,500,000 m<sup>2</sup>) y la longitud que debe recorrer la gota más lejana es de aproximadamente 3,000 metros. El desnivel medio total de la micro - cuenca (pendiente media= S) desde a gota más lejana al punto donde se construirá la obra, es de 0.009 metro por metro (m/m), como se muestra en la sección del plano topográfico donde se define y calcula el área de drenaje (ver anexos).

✓ **Estimación de caudal:**

Como el área de drenaje de la cuenca en estudio tiende y es menor a 250 Hectáreas, utilizaremos en método racional para la estimación de caudales.

$$Q = (C \times i \times A) / 360 \text{ donde:}$$

Q : Caudal Máximo en m<sup>3</sup>/s

C : Coeficiente de escorrentía

I : intensidad de lluvia en mm/hora

A : Área de drenaje de la cuenca en Hectáreas.

Las suposiciones incluidas en la formula racional son:

1. El porcentaje máximo de escurrimiento para una intensidad particular de lluvia ocurre si la duración de la lluvia es igual o mayor que el tiempo de concentración.
2. El porcentaje máximo de escurrimiento para una intensidad específica de lluvia con una duración igual o mayor que el tiempo de concentración es directamente proporcional a la intensidad de lluvia.
3. La frecuencia de ocurrencia del escurrimiento máximo es la misma que la intensidad de la lluvia con la cual se calculó.
4. El escurrimiento máximo por área unitaria disminuye conforme aumenta el área de drenajes y la intensidad de lluvia disminuye conforme aumenta su duración.
5. El coeficiente de escorrentía permanece constante para todas las tormentas en una cuenca.

- ✓ **Coeficiente de Escorrentía:** Se define como el porcentaje de la lluvia que aparece como escurrimiento directo. En el recorrido por la cuenca se pudo comprobar que el suelo del área de drenaje está cubierta principalmente por pastos y suelo desnudo, así como también un área cubierta por infraestructura actual y futura (Esto incluye la construcción del residencial). En consecuencia, tomaremos un coeficiente de escorrentía que se recomienda para cubierta de pastos en más de 75% del terreno y topografía plana. Este valor recomendado es  $C = 0.30$ , para un periodo de retorno de 50 años.

- ✓ **Intensidad de la lluvia:** utilizaremos ecuaciones recomendadas por el MOP para la vertiente del pacífico:

$$i_{50} = 370 / (tc + 33); \text{ período de 50 años.}$$

Donde:

i: Intensidad de lluvia en pulgada/hora

tc: Tiempo de concentración en minutos

- ✓ **Tiempo de concentración:** Se define como el tiempo requerido para que escurra el agua desde el punto más distante de una cuenca hasta el punto de medición de flujo o caudal. Existen varias fórmulas para calcular el tiempo de concentración, utilizaremos la ecuación de Kirpich.

$$Tc = 3.7688 * (L / \sqrt{p})^{0.77}$$

Donde:

Tc: tiempo de concentración en minutos.

L: Longitud de la cuenca en Kms.

p: Pendiente media de la cuenca en m/m

Cálculo del tiempo de concentración:

Sección	Altura	Longitud	Pendiente	tc
	Desnivel (m)	Km	m/m	min
Hasta el Punto de Obra	28	3.0	0.009	53.79

- ✓ **Cálculo de la Intensidad de Lluvia: Utilizaremos un periodo de retorno de 1 en 50 años:**

$$i_{50} = 370 / (tc + 33) = 370 / (53.79 + 33) = 4.26 \text{ pulg./hr.}$$

tc	i	i
min	Pulg / hr	mm/ hr

53.79	4.26	108.20
-------	------	--------

✓ **Cálculo del caudal:**

$$Q = (C \times i \times A) / 360$$

C	i	AD	Q <sub>r</sub>
Adimensional	mm / hr	Hectáreas	m <sup>3</sup> / seg.
0.30	108.20	150.0	<b>13.25</b>

Q<sub>r</sub> máx (caudal real máximo) = **13.25m<sup>3</sup>/seg o 477.53 pie<sup>3</sup>/seg.**

**REVISEMOS:** El caudal Q real máximo calculado (**13.25 m<sup>3</sup>/seg. o 477.53 pie<sup>3</sup>/s**), es el que puede drenar y concentrarse en el punto de las alcantarillas a colocar en la quebrada, según los cálculos hidrológicos para un **periodo de retorno de 50 años**. En esa perspectiva es fundamental asegurar que las tuberías a colocar en él vado, tengan capacidad para evacuar este caudal aún con las más fuertes intensidades de lluvia para esta región de la comunidad de donde se desarrolla el proyecto. De esta forma no vamos a los cálculos hidráulicos de la **Tabla Nº 1 – Calculo de diámetro y numero de alcantarillas**, en la sección de anexos. En ella se muestra que con las especificaciones de tres líneas de tuberías con diámetro de 1.20 m de diámetros de evacuan adecuadamente 522.1 pie<sup>3</sup>/s o 14.80 m<sup>3</sup>/s, con un margen de seguridad del 20% más del caudal calculado. Es decir al ser el caudal de diseño de **522.1 pie<sup>3</sup>/s o 14.80 m<sup>3</sup>/s**, mayor que el caudal máximo esperado de **13.25 m<sup>3</sup>/seg. o 477.53 pie<sup>3</sup>/s** para una taza de retorno de 50 años, las tres líneas de alcantarillas de 1.20 metros de diámetro cumplen con las especificaciones necesarias para la instalación del vado sin que allá problemas de desbordamientos o inundaciones en las áreas circundantes.

