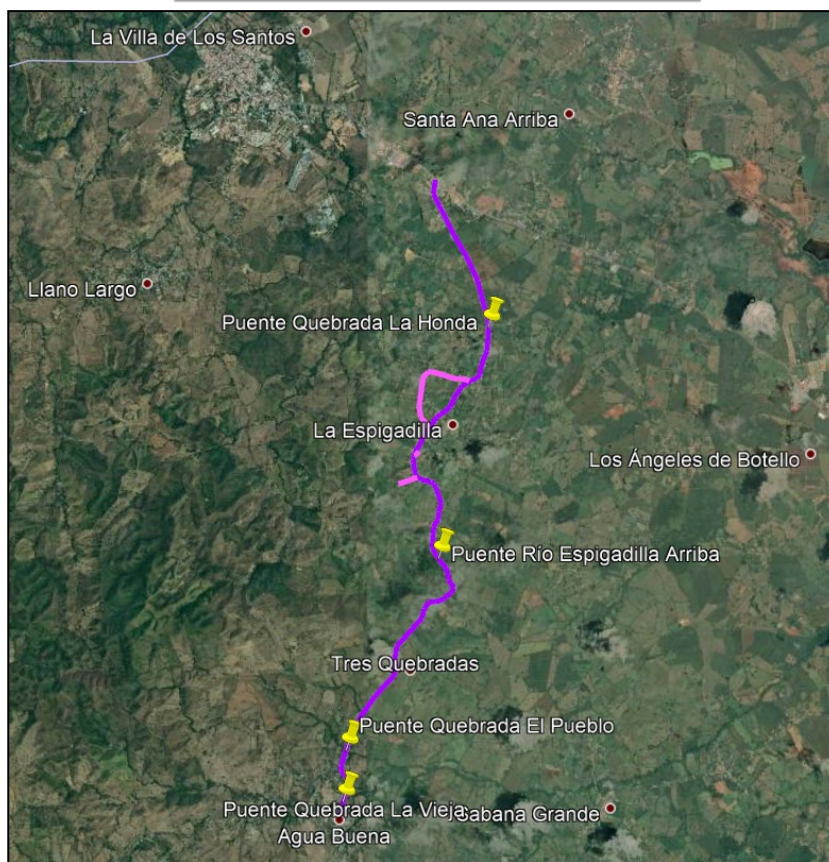


CONTRATO No. UAL-1-22-2021
REHABILITACIÓN DE LA CARRETERA EL EJIDO - LA ESPIGADILLA - TRES QUEBRADAS -
AGUA BUENA

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO PARA OBRA EN CAUCE
PUENTE RÍO ESPIGADILLA ARRIBA



CONTRATISTA



CONCRETO ASFÁLTICO NACIONAL, S.A.

DISEÑADOR

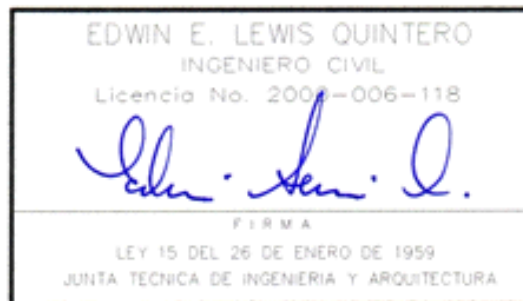


ALLCONSULT GROUP, S.A.

JUNIO 2021

TABLA DE CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN	1
II. METODOLOGÍA	3
III. LOCALIZACIÓN REGIONAL	4
IV. CLIMATOLOGÍA.....	5
V. ÁREA DE DRENAJE	8
VI. DETERMINACIÓN DEL CAUDAL MÁXIMO INSTANTÁNEO.....	10
VII. CONCLUSIONES.....	15
VIII. BIBLIOGRAFÍA	16

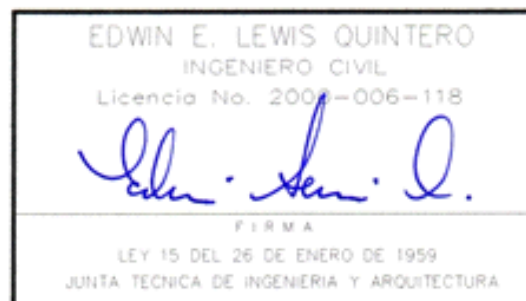
ANEXO A. FICHA TÉCNICA PARA MINISTERIO DE AMBIENTE

I. INTRODUCCIÓN

El objetivo principal de este estudio hidrológico e hidráulico es el de determinar el Caudal Máximo ($Q_{\text{Máximo}}$) y el Nivel de Aguas Máximas Extraordinario (NAME) para el Puente sobre la Río Espigadilla Arriba para el Proyecto de Rehabilitación de la Carretera El Ejido - La Espigadilla - Tres Quebradas - Agua Buena, ubicado en la Provincia de Los Santos. La localización regional del proyecto y la localización específica se presentan en las Figuras 1.1 y 1.2.



Figura 1.1. Localización Regional del Proyecto



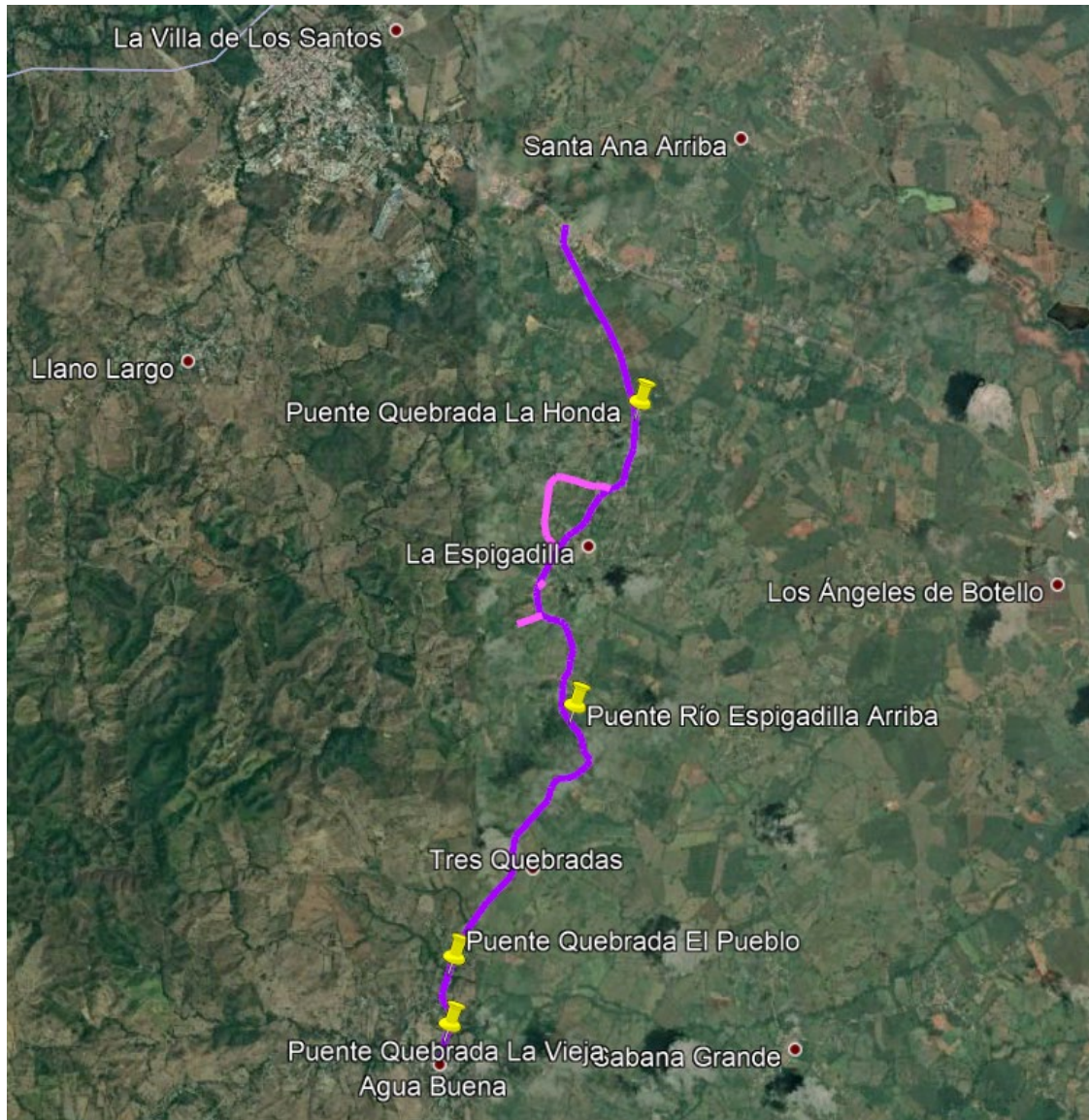


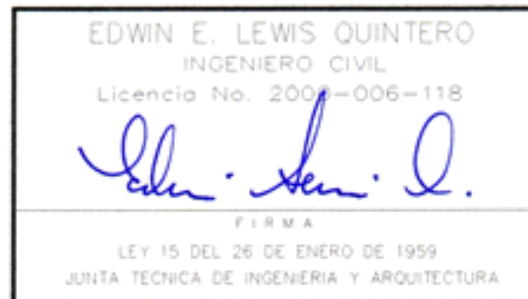
Figura 1.2. Localización Específica del Proyecto

II. METODOLOGÍA

El objetivo principal de este estudio hidrológico e hidráulico es el de determinar el Caudal Máximo ($Q_{\text{Máximo}}$) y el Nivel de Aguas Máximas Extraordinario (NAME) para el Puente sobre la Río Espigadilla Arriba para el Proyecto de Rehabilitación de la Carretera El Ejido - La Espigadilla - Tres Quebradas - Agua Buena, ubicado en la Provincia de Los Santos.

Para la determinación del área de drenaje de la cuenca se utilizaron los Mosaicos Cartográficos de Panamá en escala 1:50,000 del Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia y el software Autodesk, AutoCAD Civil 3D.

El análisis hidrológico fue desarrollado utilizando el Método Racional adoptado por el Ministerio de Obras Públicas para cuencas con un área de drenaje menor a 250 Hectáreas.



III. LOCALIZACIÓN REGIONAL

La Figura 3.1 presenta la ubicación regional del sitio de estudio.

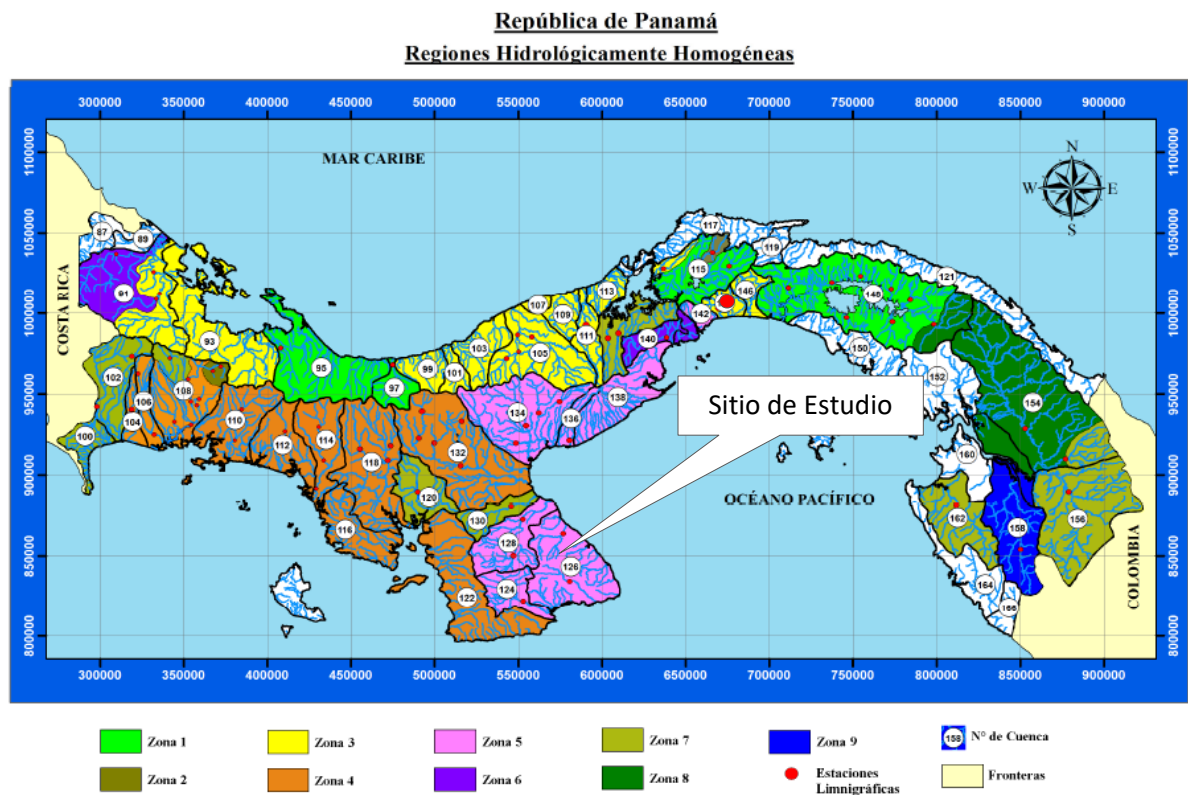


FIGURA 3.1. LOCALIZACIÓN REGIONAL DEL SITIO DE ESTUDIO

IV. CLIMATOLOGÍA

A continuación, se presentan los datos históricos de Precipitación y Temperatura para la Estación Los Santos de la Empresa de Transmisión Eléctrica (ETESA) que es la estación más próxima al sitio de estudio.

Estación	LOS SANTOS (128-001)
Río	RIO LA VILLA
Lugar	LOS SANTOS
Elevación	16 msnm
Latitud	7° 56' 27"
Longitud	-80° 25' 03"
Años de Registro	57
Fecha de Inicio	1/10/1964
Fecha Final	null

FIGURA 4.1. DATOS ESTACIÓN LOS SANTOS (ETESA)

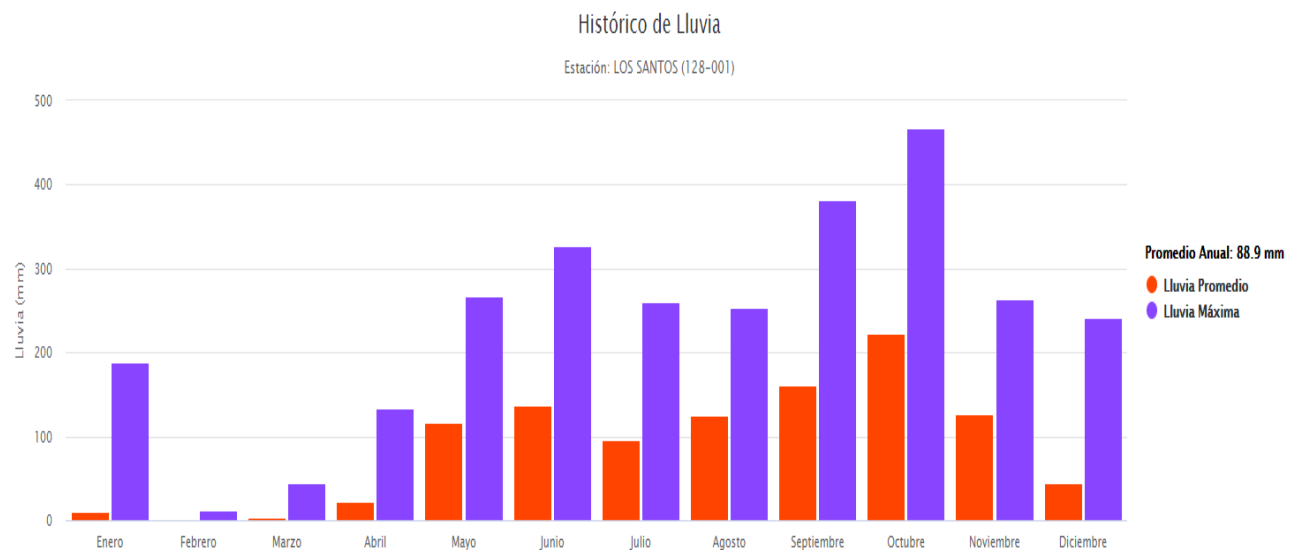


FIGURA 4.2. DATOS HISTÓRICOS DE PRECIPITACIÓN – CUENCAS ENTRE EL RÍO TONOSÍ Y EL RÍO LA VILLA

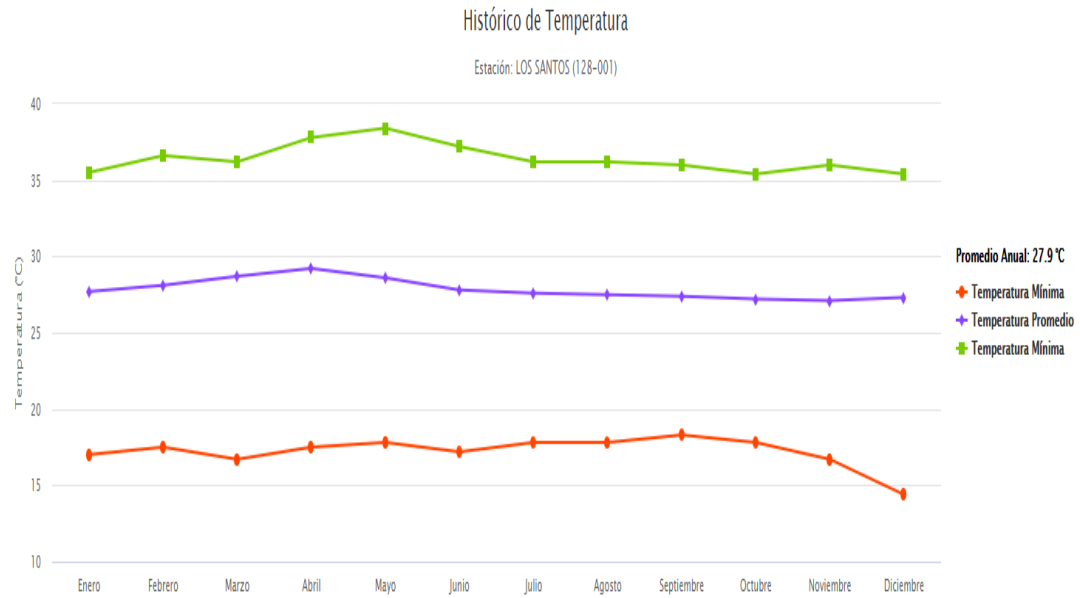
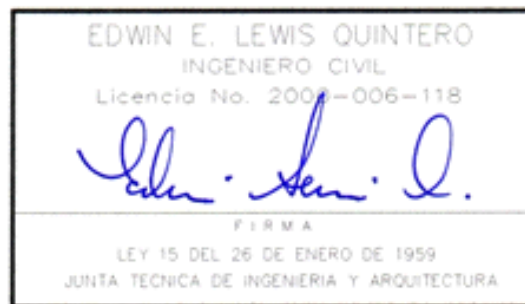


FIGURA 4.3. DATOS HISTÓRICOS DE TEMPERATURA – CUENCAS RÍOS ENTRE EL TONOSÍ Y LA VILLA



Para el caso de los datos históricos de Caudal, se obtiene información de la Estación Los Santos.

Estación	RIOS ENTRE TONOSI Y LA VILLA (126-01-01)
Lugar	PASO EL NANZAL
Elevación	10 msnm
Latitud	74900
Longitud	801800
Años de Registro	31
Área de Drenaje	357 Km ²
Fecha de Inicio	1/01/1967
Fecha de Fin	1/12/1998

FIGURA 4.4. DATOS ESTACIÓN RÍOS ENTRE EL TONOSÍ Y LA VILLA

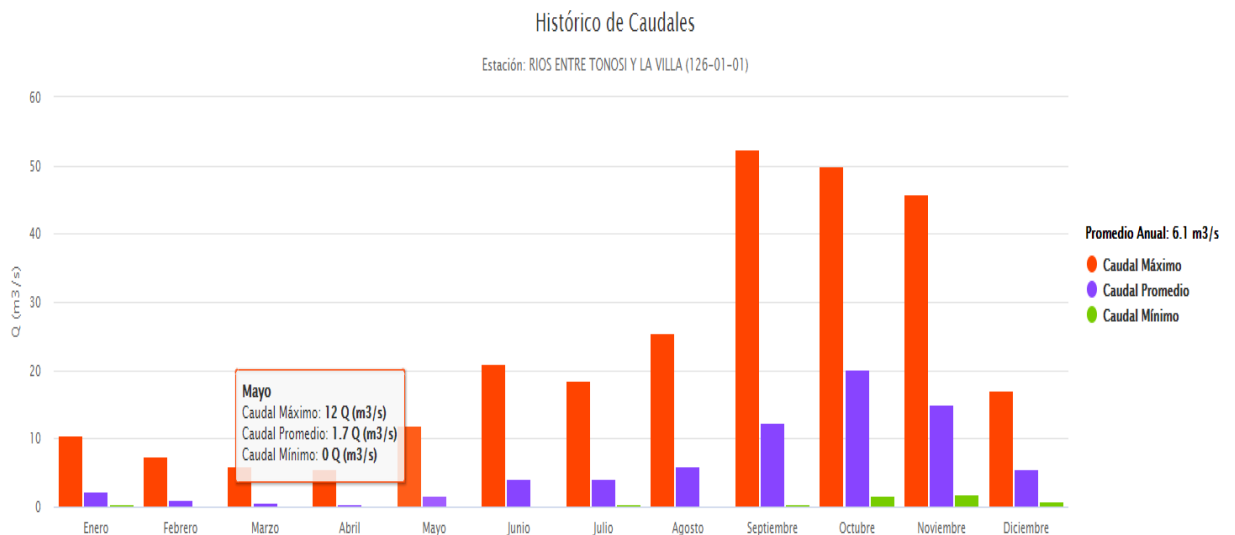


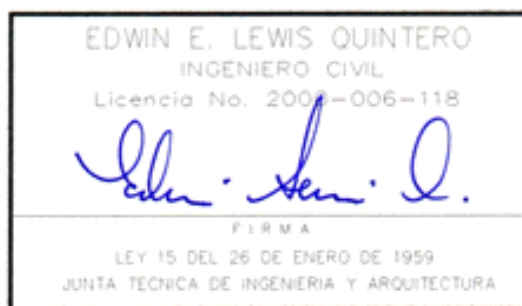
FIGURA 4.5. DATOS HISTÓRICOS DE CAUDAL – CUENCAS ENTRE EL RÍO TONOSÍ Y EL RÍO LA VILLA

V. ÁREA DE DRENAJE

Para la determinación del área de drenaje en el área de estudio, se utilizaron los Mosaicos Cartográficos de la República de Panamá a escala 1:50,000 del Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia. La delimitación de la divisoria de aguas se hizo utilizando curvas de nivel espaciadas 20 metros entre sí y el software Autodesk, AutoCAD Civil 3D. En la Figura 5.1 se presenta el área de drenaje hasta el punto de estudio. La Tabla 5.1 presenta los datos principales de las cuencas de estudio.

**TABLA 5.1. DATOS DE LA CUENCA PARA EL ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA RÍO
ESPIGADILLA ARRIBA**

Área de Drenaje (Ha)	Área de Drenaje (km ²)	Elevación Punto Alto (m)	Elevación Punto Bajo (m)	Longitud de la Cuenca (km)
115.00	1.15	118	55	1.7



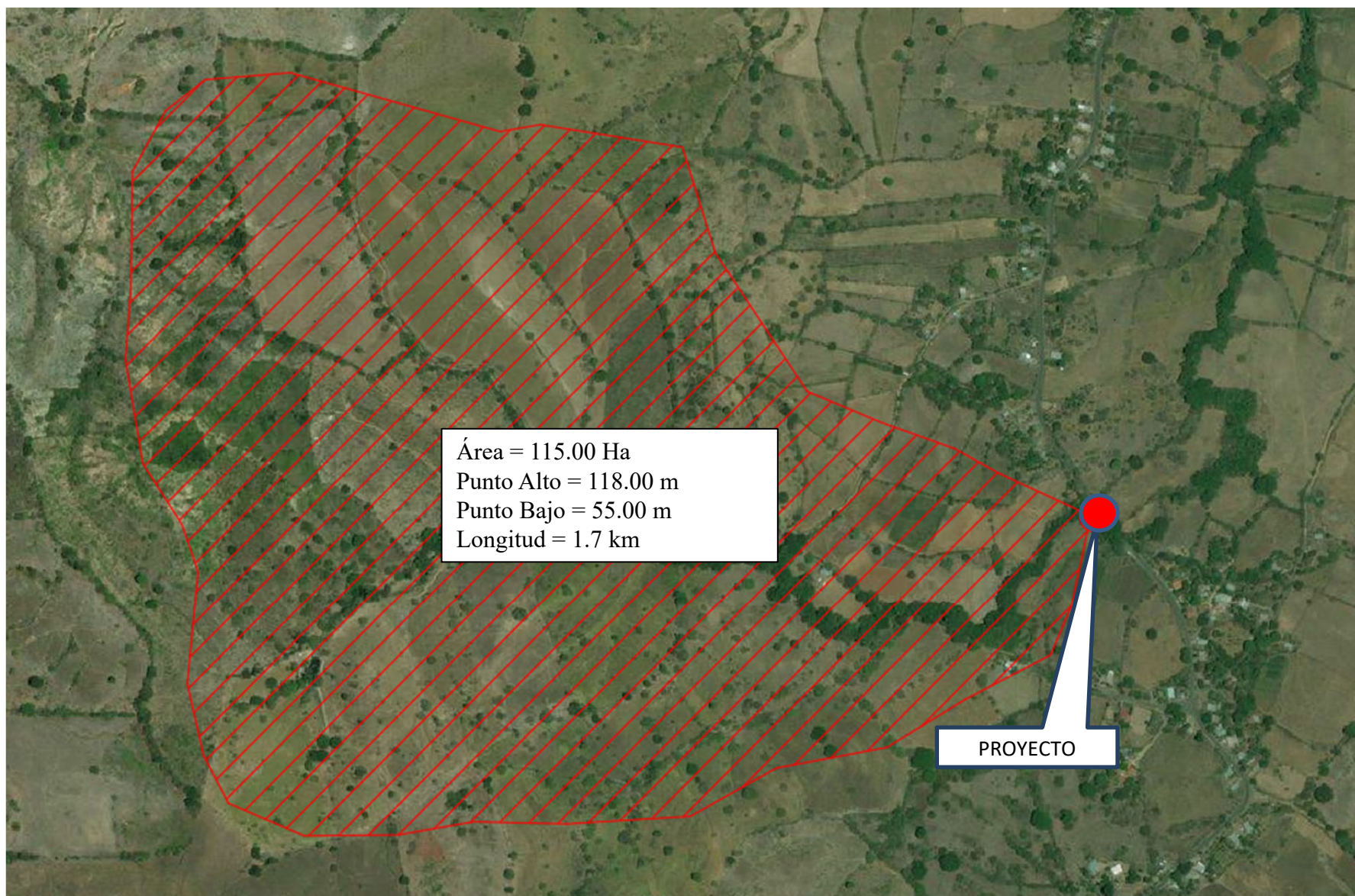


Figura 5.1. Área de Drenaje Río Espigadilla Arriba

VI. DETERMINACIÓN DEL CAUDAL MÁXIMO INSTANTÁNEO

MÉTODO RACIONAL

Para la determinación de los caudales máximos se utilizó el Método Racional, el cual se puede expresar de la siguiente manera:

$$Q = CiA$$

Donde

Q = Caudal Máximo

C = Coeficiente de Escorrentía

i = Intensidad de Lluvia para un Período de Retorno Especificado

A = Área de Drenaje de la Cuenca

El Método Racional empezó a utilizarse alrededor de la mitad del siglo XIX, es probablemente el método más ampliamente utilizado hoy en día para el diseño de Alcantarillado de Aguas Pluviales (Pilgrim, 1986; Linsley, 1986).

Con relación a la intensidad de lluvia, se adoptaron las relaciones de Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF) para la Ciudad de Panamá, que son las más utilizadas por el Ministerio de Obras Públicas en sus diseños (Guardia, 1972).

TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

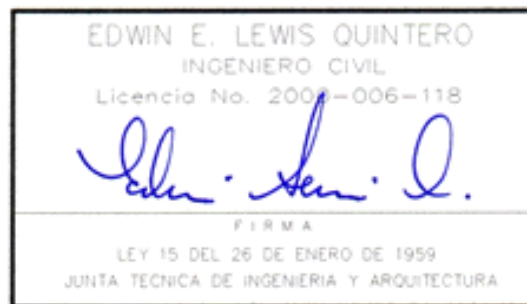
El tiempo de concentración es el tiempo que demora una gota de agua para fluir del punto más remoto de la cuenca hasta la salida. Para este estudio se evaluó la siguiente ecuación empírica de California Culverts Practice para determinar el tiempo de concentración.

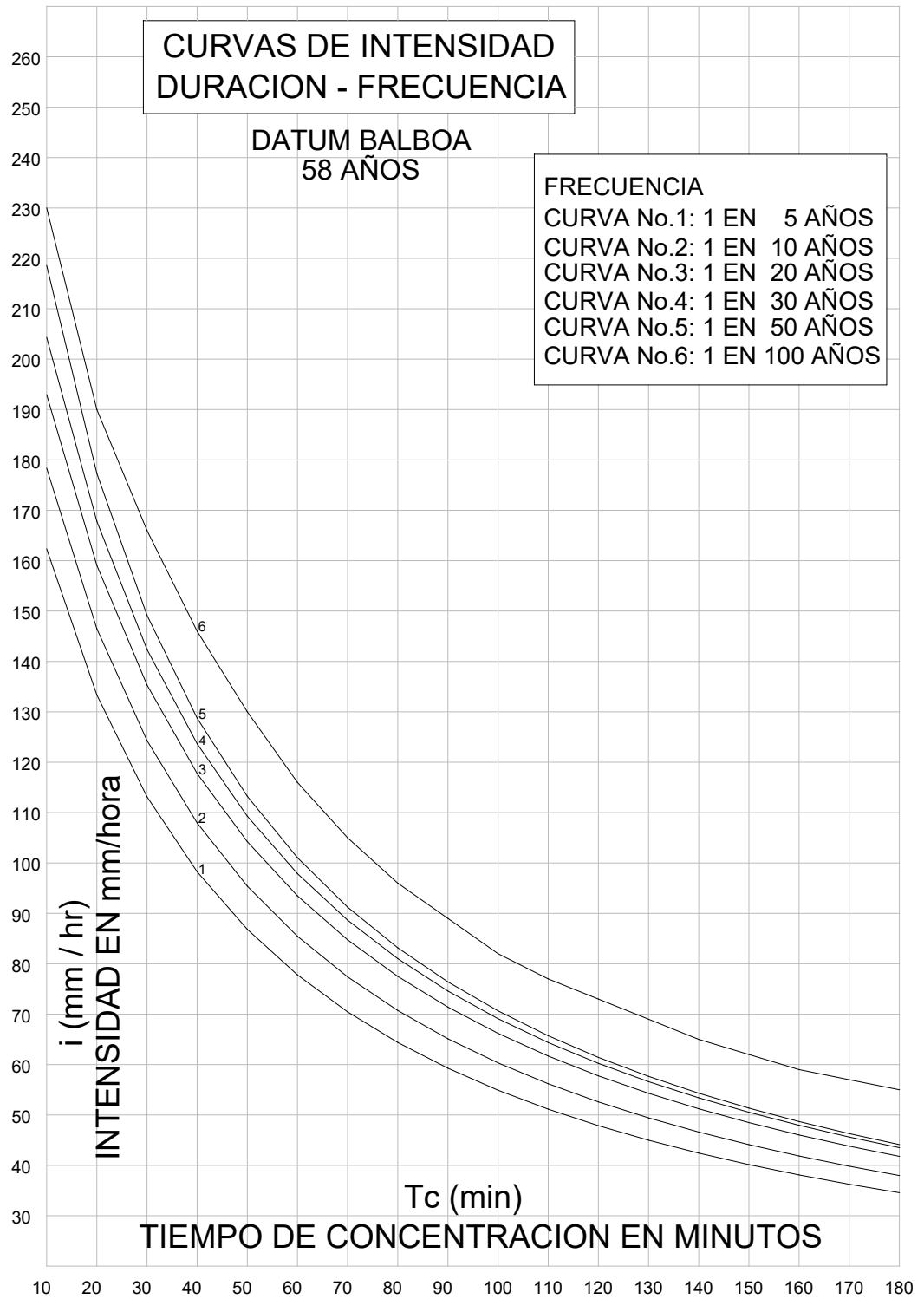
$$t_c = 60 \left[\frac{11.9L^3}{H} \right]^{0.385}$$

t_c = Tiempo de concentración (minutos)

L = Longitud del curso de agua más largo (millas)

H = Diferencia de nivel entre la divisoria de aguas y la salida (pies)





VII. APLICACIÓN DEL MODELO HYDRAULIC TOOLBOX

Para el análisis de la capacidad hidráulica de los cauces se utilizó el programa informático Hydraulic Toolbox, desarrollado por el la Administración Federal de Carreteras de Estados Unidos (FHWA-Federal Highway Administration). El mismo permite determinar las profundidades de agua, velocidades y condiciones de flujo para diferentes caudales.

Tabla 5.1. Resultados del Análisis Hidráulico

Datos de la Cuenca				Cálculos Hidrológicos				
A (Ha)	H _{max} (m)	H _{min} (m)	L _c (m)	t _c (min)	C	A (Ha)	i (mm/hr)	Q (m ³ /s)
115.00	118	55	1,700.00	21.30	0.85	115.00	190.00	51.59

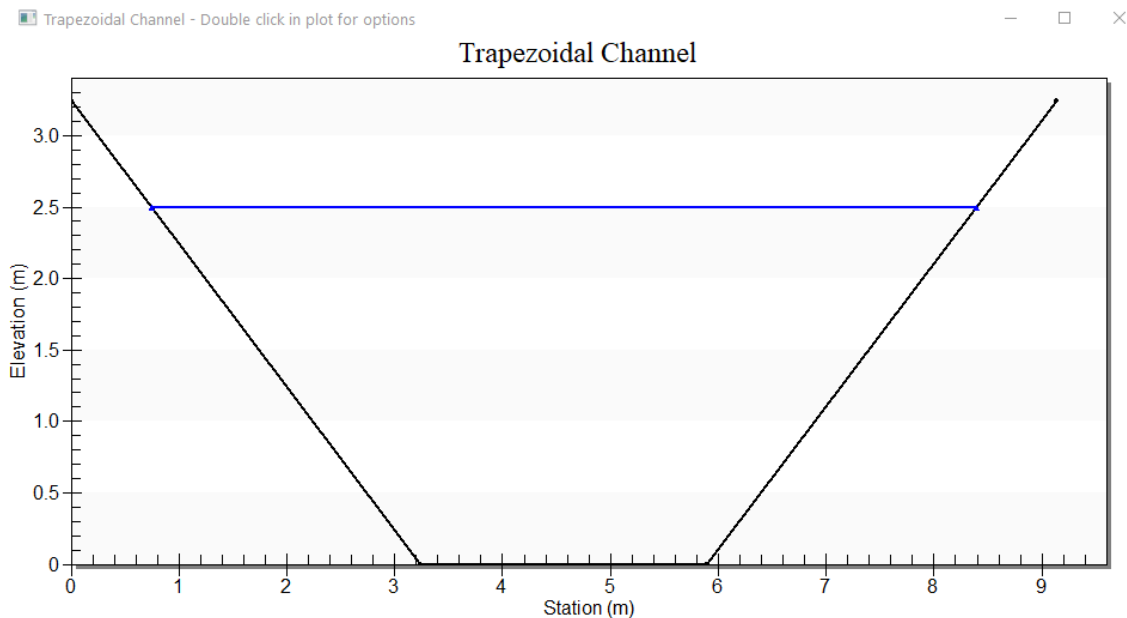


Figura 5.1. Sección Transversal de Diseño

Río Espigadilla Arriba

Type: **Trapezoidal** Define...

Side Slope 1 (Z1): **1.0** H : 1V

Side Slope 2 (Z2): **1.0** H : 1V

Channel Width (B): **2.65** (m)

Pipe Diameter (D): **0.0** (m)

Longitudinal Slope: **0.01** (m/m)

☐ Override Default

Manning's Roughness: **0.0300**

☐ Use Lining

Lining Type: **Woven Paper Net**

☒ Enter Flow: **51.590** (cms)

☐ Enter Depth: **2.496** (m)

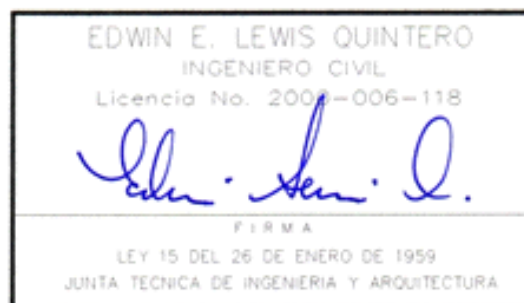
Calculate

Plot... Compute Curves...

OK Cancel

Parameter	Value	Unit
Flow	51.590	cms
Depth	2.496	m
Area of Flow	12.844	m ²
Wetted Perimeter	9.709	m
Hydraulic Radius	1.323	m
Average Velocity	4.017	m/s
Top Width (T)	7.642	m
Froude Number	0.989	
Critical Depth	2.481	m
Critical Velocity	4.051	m/s
Critical Slope	0.01023	m/m
Critical Top Width	7.613	m
Calculated Max Shear Stress	244.652	N/m ²
Calculated Avg Shear Stress	129.663	N/m ²

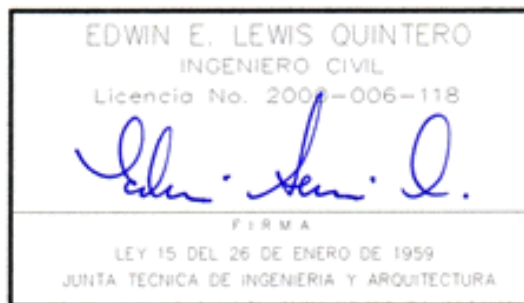
Figura 5.2. Resultados del Análisis Hidráulico – Hydraulic Toolbox



VIII. CONCLUSIONES

La determinación del Caudal Máximo ($Q_{\text{Máximo}}$) para el Puente sobre la Río Espigadilla Arriba para el Proyecto de Rehabilitación de la Carretera El Ejido - La Espigadilla - Tres Quebradas - Agua Buena, ubicado en la Provincia de Los Santos para un Período de Retorno de 1 en 100 años fue realizada utilizando el Método de Análisis Regional de Crecidas Máximas, dando como resultado un caudal de $51.59 \text{ m}^3/\text{s}$.

La determinación del Nivel de Aguas Máximas Extraordinario (NAME) fue realizado utilizando el Análisis Hidráulico mediante el programa informático Hydraulic Toolbox, dando como resultado un nivel de agua de 2.50 m. En base a esto el puente nuevo debe ser diseñado cumpliendo con el gálibo mínimo del Ministerio de Obras Públicas de 1.80 m, por lo tanto, el nivel inferior de la estructura debe ser ubicado a 4.30 m medidos desde el fondo del cauce.



IX. BIBLIOGRAFÍA

- Chow, V. T., D. R. Maidment y L. W. Mays, 1988. *Applied Hydrology*. McGraw-Hill Publishing Co., New York.
- *Manual de Aprobación de Planos*. Ministerio de Obras Públicas, 2002.

ANEXO A

Ficha Técnica para Ministerio de Ambiente Ríos entre el Tonosí y La Villa

PUENTE QUEBRADA RÍO ESPIGADILLA ARriba

1. UBICACIÓN EXACTA DEL SITIO DE LA TOMA DE TOMA Y DESCARGA DE AGUA:

- Mapa de localización regional del proyecto.
- Presentar mapa (hoja topográfica) a escala 1:50,000 que muestre las coordenadas en UTM-DATUM WGS84, área y la elevación del sitio.
- Identificar si el proyecto o alguna infraestructura en los sitios de (toma, conducción y utilización) están dentro de alguna área protegida.

Se adjunta el Mosaico 4139 IV SW (Llano Largo) en escala 1:25,000 (Mayor que la escala solicitada) donde se muestra la localización regional del proyecto y las coordenadas UTM de ubicación del centroide del proyecto.

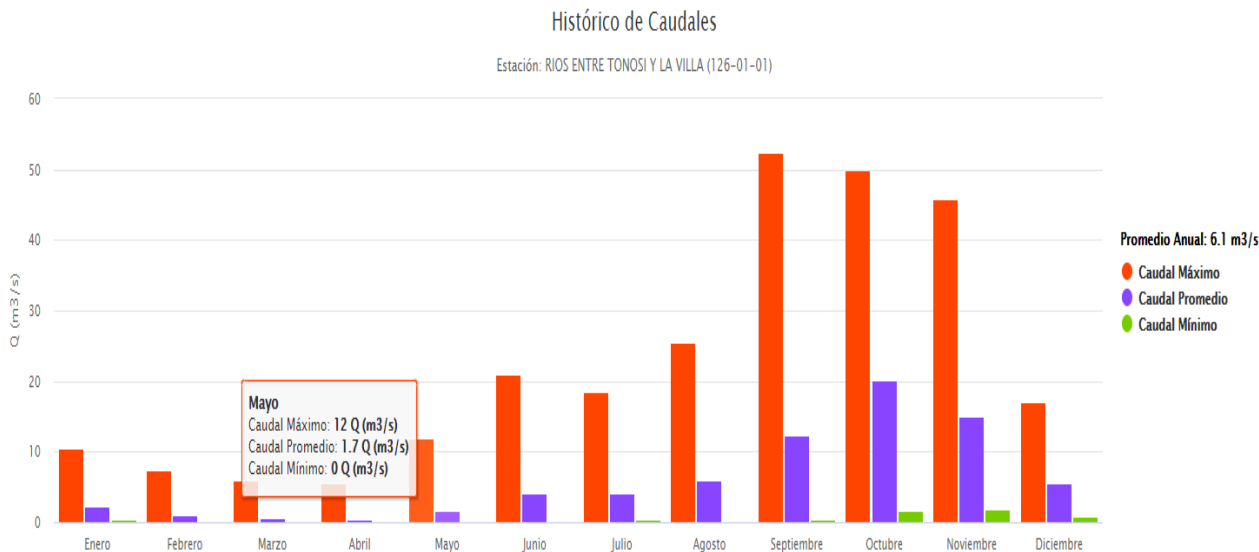
2. DEFINICIÓN DEL RÍO PRINCIPAL:

- Caudales promedios mensuales de la estación hidrológica más próxima (m³/s).
- Caudales mínimos mensuales de la estación hidrológica más próxima (m³/s).
- Aforos esporádicos para la estación seca de los ríos o quebradas sin información hidrológica. El mismo debe indicar claramente el sitio de aforo en un mapa a escala 1:50,000 e indicar la fecha (día, mes y año), caudal m³/s. Los cálculos del aforo deben ser adjuntados.
- Área de drenaje medida hasta el sitio de toma de agua (Definir en mapa a escala 1:50,000).

El río principal es el Río Espigadilla Arriba que forma parte de la Cuenca No. 126 que corresponde a los ríos entre el Río Tonosí y el Río La Villa. Se adjunta los valores de Caudal Promedio Mensual, Caudal Mínimo Mensual y Caudal Máximo Mensual. De igual manera se adjunta el Área de Drenaje.

Estación	RIOS ENTRE TONOSI Y LA VILLA (126-01-01)
Lugar	PASO EL NANZAL
Elevación	10 msnm
Latitud	74900
Longitud	801800
Años de Registro	31
Área de Drenaje	357 Km²
Fecha de Inicio	1/01/1967
Fecha de Fin	1/12/1998

DATOS ESTACIÓN RÍOS ENTRE TONOSÍ Y LA VILLA (ETESA)

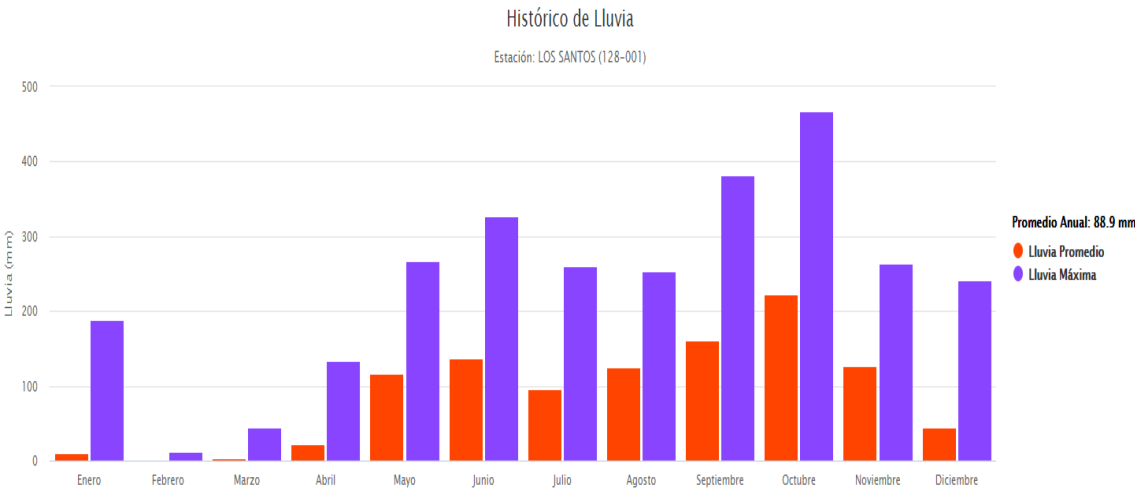


DATOS HISTÓRICOS DE CAUDAL – CUENCAS ENTRE EL RÍO TONOSÍ Y EL RÍO LA VILLA

Se presentan los datos de precipitación de la estación más cercana.

Estación	LOS SANTOS (128-001)
Río	RIO LA VILLA
Lugar	LOS SANTOS
Elevación	16 msnm
Latitud	7° 56' 27"
Longitud	-80° 25' 03"
Años de Registro	57
Fecha de Inicio	1/10/1964
Fecha Final	null

DATOS ESTACIÓN LOS SANTOS (ETESA)



DATOS HISTÓRICOS DE PRECIPITACIÓN – CUENCAS ENTRE EL RÍO TONOSÍ Y EL RÍO LA VILLA

4. IDENTIFICAR USUARIOS ACTUALES

Aguas arriba y aguas abajo que aprovechan la fuente de agua a utilizar en el área de influencia de las obras a realizar.

El Río Espigadilla Arriba se utiliza como fuente de agua para la agricultura y la ganadería y como balneario. El puente vehicular no interviene en ninguna de las actividades.

5. DESCRIPCIÓN Y DETALLES DE LA OBRA A REALIZAR Y SUS IMPLICACIONES AMBIENTALES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO:

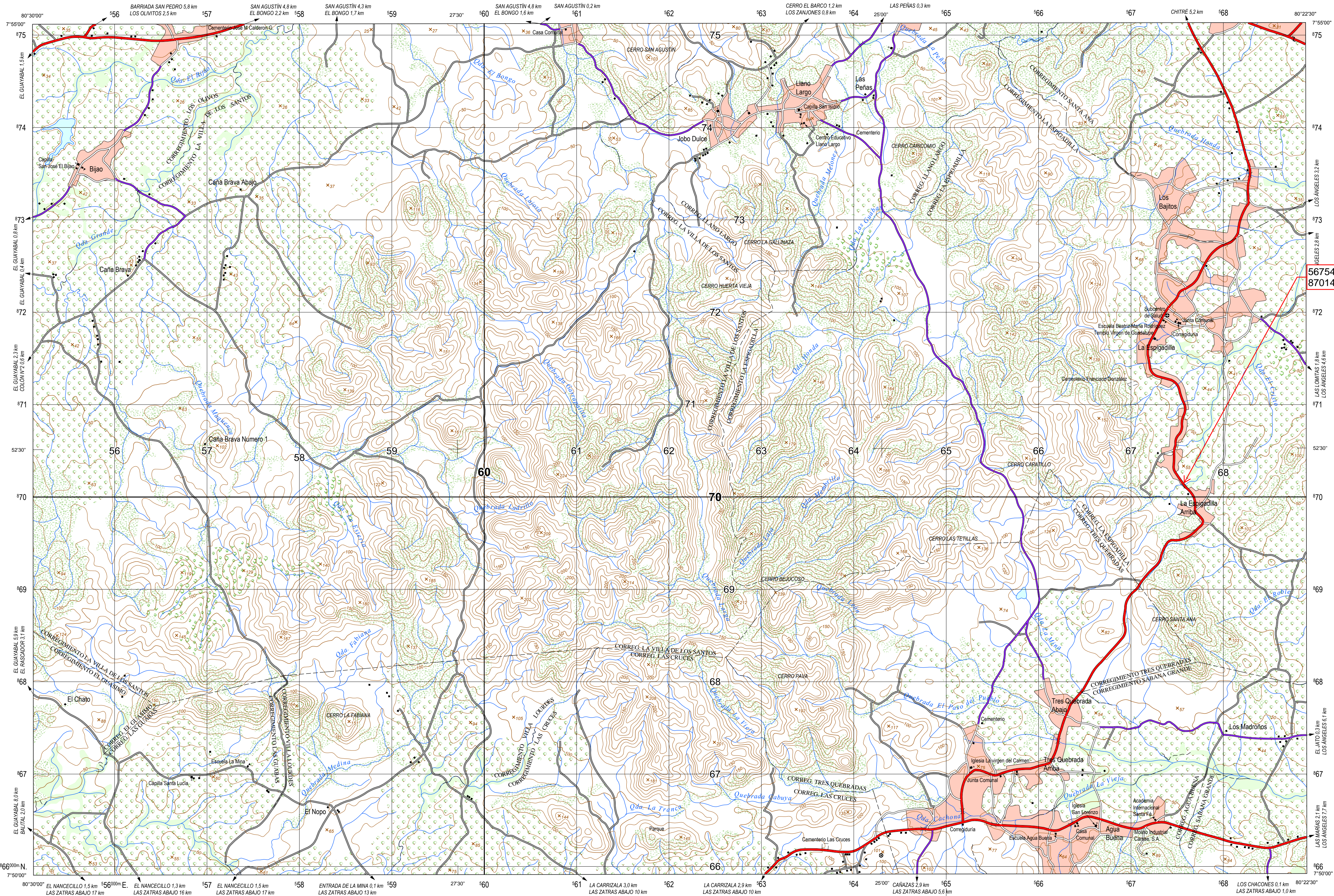
- Detalles y características de la represa (Tipo de represa, ancho, largo, vertedero, capacidad de almacenamiento, caudal ecológico a considerar), características de canales de conducción, detalles de las descargas (caudales, describir si se presentan impactos hidráulicos), adjuntar plano de obras e infraestructuras firmado por un profesional idóneo.

El proyecto a considerar es un puente vehicular no afecta el cauce.

6. DESCRIBIR LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO Y DESCARGA DEL RECURSO HÍDRICO:

Considerando los sitios de captación, conducción, distribución y descarga (características y detalles de las bombas, diámetros, longitud y recorridos de las tuberías).

El proyecto consiste en un puente vehicular.



567547.00 m E
870147.00 m N



REPÚBLICA DE PANAMÁ

AUTORIDAD NACIONAL DE ADMINISTRACIÓN DE TIERRAS

INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL "TOMMY GUARDIA"

LEYENDA	
CAMINOS	
Autopista, Corredor	
Carretera pavimentada transitable todo el año	
Carretera de superficie ligera, transitable todo el año	
Calle	
Caminio de tierra	
Ferrocarril	
Señal de ruta Primaria, Secundaria	
Puente, Vaducto	
LÍMITES	
Internacional, Hito	
Provincia	
Distrito	
Corregimiento	
Comarca	
VEGETACIÓN Y USO DE SUELO	
Bosque, Manglar	
Matorral, Árboles dispersos	
Huerto, Plantación, Ciénaga o Pantano	
Terreno sujeto a inundación, Arozal	
LUGARES POBLADOS	
Área urbana	
Asentamiento informal	
ESTRUCTURAS	
Cementerio, Hospital	
Marca terrestre, Tanque	
Edificio, Escuela, Iglesia	
Piscina, Tina	
Línea transmisora de energía eléctrica	
Represa: Cemento, Tierra	
HERCROGRAFÍA	
Rio, Quebrada	
Lago, Laguna, Pozo, Manantial	
RELIEVE	
Cota Fija	
Cota comprobada; No comprobada	
Dique	
GEODESIA	
Estación CORS; Red básica	
Red primaria; Punto de control vertical	

NOTAS

Mapa elaborado de acuerdo al contrato AL 3-82-10, Ministerio de Obras Públicas, República de Panamá.

Información cartográfica basada en imágenes de Radar Aerotransportado de Apertura Síntica, Banda X y P, año 2012. Control horizontal y vertical, agosto 2011.

ELIPSOIDE: WGS 84
CUADRICULA: 1.000 METROS, UTM, ZONA 17N (LÍNEAS NEGRAS NUMERADAS)
PROYECCIÓN: TRANSVERSAL DE MERCATOR
DATUM VERTICAL: MODELO GRAVITACIONAL TERRESTRE 1996 EGM 96
DATUM HORIZONTAL: WGS 84 / MARCO DE REFERENCIA TERRESTRE INTERNACIONAL 2008 (ITRF 08)
DATUM HIDROGRÁFICO: SONDEOS EN METROS REFERIDOS AL NIVEL MEDIO DE BAJAS MAREAS

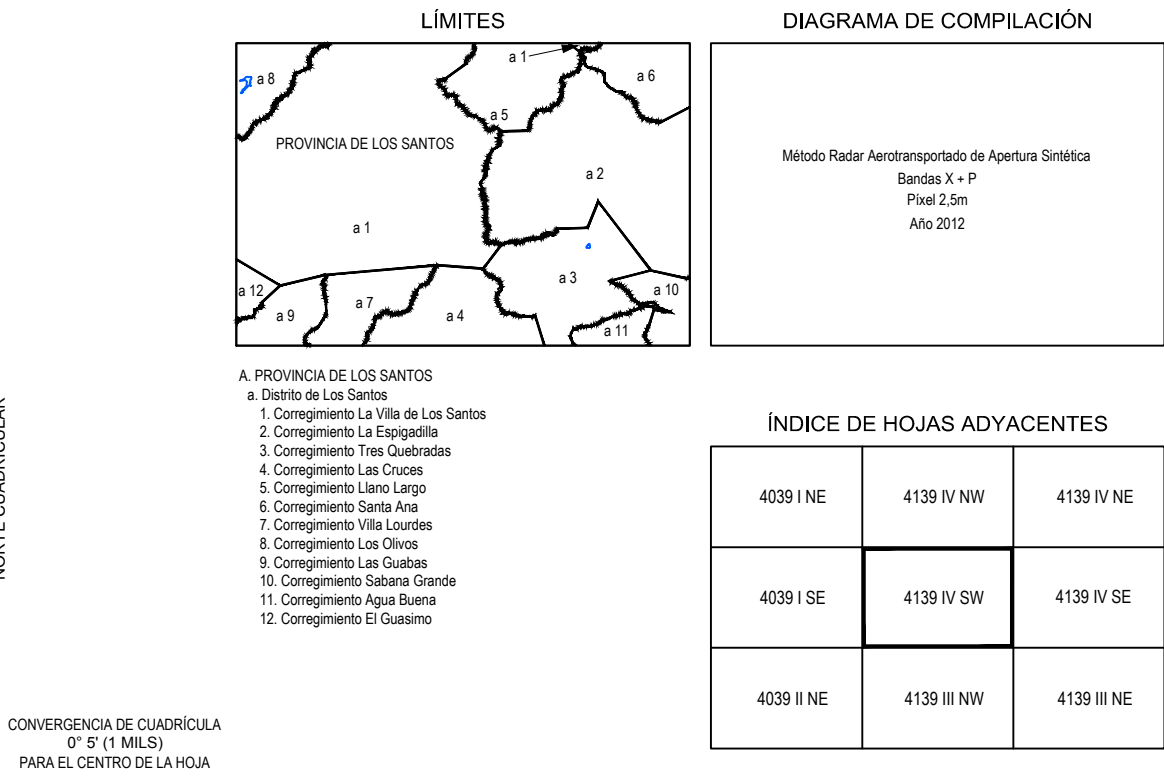
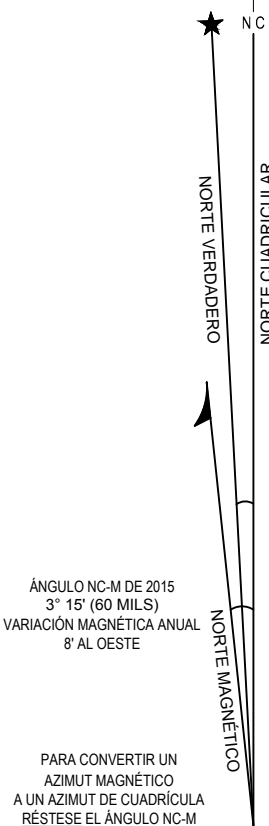
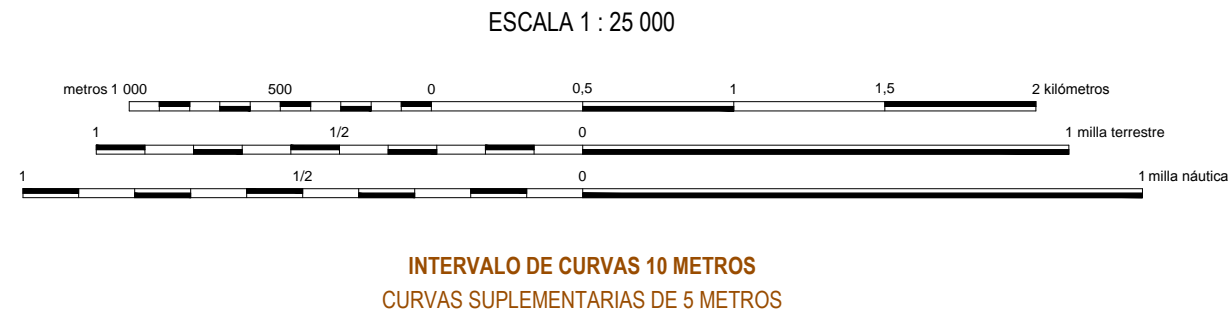
DATUM VERTICAL PARA LOS PUNTOS DE COTAS FIJAS ES EL NIVEL MEDIO DEL MAR, CRISTÓBAL (COLÓN)

IMÁGENES DE RADAR AEROTRANSPORTADO: AÑO 2012

CONTROL GEODÉSICO: INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL "TOMMY GUARDIA", 2011

Los usuarios deben referir correcciones y/o comentarios a: direccionigntg@anati.gob.pa o escribir al:
Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia" Apartado: 0816-01574 Zona 5, Panamá, Rep. de Panamá,
Teléfono: (507) 507-9683, Fax: (507) 507-9682.

SE PROHIBE LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DEL CONTENIDO DE
ESTE MAPA POR MEDIO MANUAL O DIGITAL, SIN PERMISO AUTORIZADO
DEL INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL "TOMMY GUARDIA"



ISBN 978-9962-06-589-0