

**Estudio Hidrológico**  
**Folios Reales N°18116 y 11439**  
**Residencial Villa Lucia**  
**Promotor Liucan, S.A.**



**CARLOS MENDOZA SAMANIEGO**  
**INGENIERO CIVIL**  
**IDONEIDAD No. 2002-006-033**

*CM-S*

**FIRMA**  
**Ley 15 de 26 de enero de 1959**  
**Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura**

### Resumen Ejecutivo

El presente estudio tiene como finalidad realizar una descripción general y técnica de un cuerpo de agua denominado "Quebrada Monagrillo", que atraviesa de forma irregular los folios reales N°18116 y 11439, donde se desarrollará el Proyecto Residencial Villa Lucía, el cual tiene como normativa Residencial Bono Solidario (RB-S).

El cuerpo de agua se encuentra ubicado en el sector noroeste del proyecto y atraviesa aproximadamente 80 metros lineales el polígono. Se realizará el cálculo del caudal promedio mediante el análisis de crecidas máximas (ACM), la subcuenca es estimada para 165 hectáreas y es perteneciente a la cuenca #128 (Río La Villa). El cuerpo de agua se encuentra retirado aproximadamente unos 55 m del área útil del proyecto y el promotor decidió dejar esta zona como un área de amortiguamiento ecológico para respetar la servidumbre establecida por la ley ambiental que es la principal regente.

Se realizará una simulación en el programa Hec-Ras para determinar las elevaciones del tirante máximo para el periodo de retorno del caudal promedio y así determinar lo niveles seguros de terracería como medida de mitigación a cualquier evento extraordinario, tomando en consideración la topografía natural existente en vegetación rasante sin alterar o intervenir drenaje.



**Contenido**

Introducción ..... 4

Objetivos ..... 4

Descripción General del Área de Estudio ..... 5

    Ubicación del Proyecto ..... 5

    Características de la sub-cuenca en estudio ..... 6

    Características Ambientales del área de estudio ..... 7

        Geomorfología: ..... 7

        Red Climatológica:..... 7

        Temperatura: ..... 8

        Precipitación:..... 8

        Hidrología: ..... 9

Estudio Hidrológico ..... 10

    Análisis de Crecidas Máximas: ..... 10

    Simulación y comportamiento del Alineamiento de la Quebrada..... 13

        Secciones transversales dentro del área de estudio..... 14

        Cuadro de estimaciones para niveles de terracería seguros ..... 15

Conclusión ..... 16

Recomendaciones ..... 16

**CARLOS MENDOZA SAMANIEGO**  
INGENIERO CIVIL  
IDONEIDAD No. 2002-006-033



**FIRMA**  
Ley 15 de 26 de enero de 1959  
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura



## Introducción

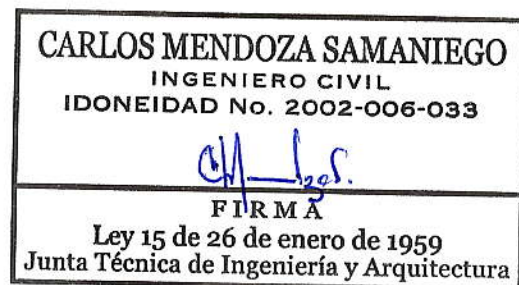
El proyecto Villa Lucia, será un proyecto de índole habitacional está ubicado en la calle conocida como Camino a las Playitas, en el corregimiento de Llano Bonito, Provincia de Herrera. Se desarrollará en los Folios Reales N°18116 y 11439 propiedad de Liucan S.A. Constará con un reparto de 124 lotes con un área promedio de 200.00 m<sup>2</sup>. Este proyecto cuenta con un drenaje permanente el cual está identificado en el mosaico topográfico de Tommy Guardia, el cual fluye de la parte noroeste del terreno.

El área de estudio cruza el proyecto en una longitud de aproximadamente 80.00 ML (metros lineales) con un recorrido del alineamiento de forma irregular. El drenaje presenta aguas permanentes aunque en ocasiones llega a perder su potencial hídrico debido a las condiciones de bajas precipitaciones en el sector del arco seco. El cuerpo de agua se encuentra dentro de una zona de amortiguamiento que promotor ha contemplado dentro del desarrollo del proyecto residencial y cuenta con un retiro aproximado de 55 m del último lote que tiene el residencial.

Es importante mencionar que el método utilizado para el cálculo de caudal promedio de este proyecto es el Método de Análisis de Crecidas máximas que se utilizan, son las recomendadas por el MOP para la vertiente pacífico de la República de Panamá.

## Objetivos

- Describir las características generales de la cuenca y subcuenca la cual es perteneciente el drenaje en estudio dentro del área del proyecto.
- Realizar los cálculos hidráulicos por medio del análisis de crecidas máximas (ACM), para establecer el caudal promedio del drenaje en estudio. Y realizar una simulación del caudal promedio (por medio del programa HEC-RAS) para establecer los niveles de terracerías seguros para el área habitable del proyecto, como medida de mitigación a cualquier evento extraordinario.





**Características de la subcuenca en estudio**

El proyecto tiene una quebrada denominada, en el mosaico topográfico como quebrada “La Quebradita” nombre que utilizaremos en este estudio la cual se muestra parte de su recorrido dentro el proyecto en la siguiente figura



*Ilustración 2:extracto de alineamiento de la quebrada “La quebradita”*

La sub-cuenca tiene una extensión territorial de aproximadamente 165 ha, hasta su paso por el proyecto Villa Lucia, la longitud del flujo pluvial, en su paso por el residencial es de aproximadamente 80 m. La elevación máxima de la cuenca es de  $E_{max} = 27$  msnm y su elevación mínima es de  $E_{min} = 13$  msnm, longitud aproximada de la cuenca  $L = 2,267$  ml, ancho aproximado de la cuenca  $A = 1,016$  ml, con una pendiente media para la cuenca total, de  $Sc = 0.001(1\%)$ ; Tiene una forma alargada en la dirección Sur hacia el noreste.

**CARLOS MENDOZA SAMANIEGO**  
INGENIERO CIVIL  
IDONEIDAD No. 2002-006-033  
  
FIRMA  
Ley 15 de 26 de enero de 1959  
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura



CARLOS MENDOZA SAMANIEGO  
INGENIERO CIVIL  
IDONEIDAD NO. 2002-006-033

*CM*

FIRMA

Ley 15 de 26 de enero de 1959  
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

### Características Ambientales del área de estudio

El proyecto se encuentra ubicado en el Arco Seco de Panamá que está conformado por partes de las provincias de Coclé, Los Santos y Herrera. El “ATLAS DE LAS TIERRAS SECAS Y DEGRADADAS DE PANAMÁ” describe la fisiografía de esta zona (página 8): “La fisiografía se puede caracterizar atendiendo tanto a la topografía, a las características estructurales como a la propia historia geológica del Istmo de Panamá. El Arco Seco está constituido por rocas sedimentarias de origen marino, por lo que la topografía varía de aplanada a poco ondulada, con pendientes débiles a muy débiles, aunque pueden sobresalir restos de relieves residuales erosionados en forma aislada. Desde el punto de vista de su génesis, el Arco Seco se localiza en una gran cuenca sedimentaria derivada de acumulaciones de aguas poco profundas, litorales y epicontinentales. Sobre esta gran cuenca sedimentaria se acumularon depósitos más recientes correspondientes al período cuaternario.”

Red Climatológica:

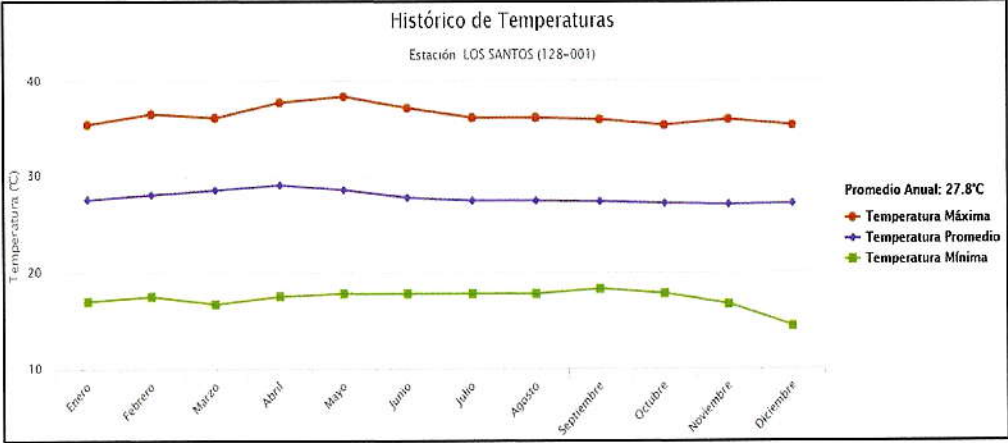
La cuenca del drenaje pluvial “Sin Nombre” pertenece a la Cuenca No. 128 (El Río La Villa). Las estaciones climatológicas activas más cercanas a la misma son las que se presentan en el **Tabla 1** siendo la estación de Los Santos (128-001) que se encuentra dentro de la cuenca No. 128, la que se utilizó para describir las principales características climáticas de las cuencas

<sup>1</sup> ATLAS DE LAS TIERRAS SECAS Y DEGRADADAS DE PANAMÁ del año 2009, Autoridad Nacional del Ambiente Unidad de Cambio Climático y Desertificación Comité Nacional de Lucha contra la Sequía y la Desertificación (CONALSED), Página 8


Nombre De La Estación	No. De la Cuenca	Latitud Norte	Longitud Oeste	Elevación (msnm)	Año de Instalación
LOS SANTOS	128-001	7° 56' 27"	-80° 25' 03"	16 msnm	1/10/1964
PARITA	130-002	8° 00' 03"	-80° 31' 13"	43 msnm	1/12/1966
EL EJIDO	126-016	7° 55' 00"	-80° 23' 00"	30 msnm	1/10/1976

Tabla 1: Estaciones utilizadas dentro del estudio hidrológico (fuente: <https://www.hidromet.com.pa/es/clima-historicos>)

Temperatura:  
Se estima una temperatura Media Anual de 27.8 °C. La temperatura máxima anual es de 38.4 °C, y la temperatura mínima anual es de 14.4°C.



CARLOS MENDOZA SAMANIEGO  
INGENIERO CIVIL  
IDONEIDAD NO. 2002-006-033

  
FIRMA

Ley 15 de 26 de enero de 1959  
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

Imagen 1: Histórico de temperaturas, Estación “Los Santos”

Precipitación:  
De acuerdo al registro de datos de los años (1964 - Actualidad) en el área de estudio se estima una precipitación media anual de 88.9 mm, siendo los meses de septiembre y octubre los de mayor precipitación y los meses de febrero y marzo los de menor precipitación.

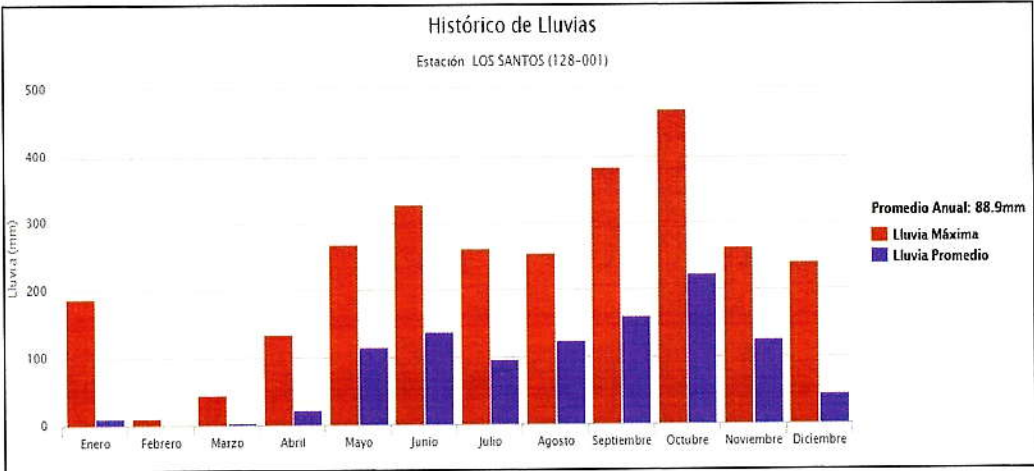


Imagen 2: Histórico de Lluvias, Estación “Los Santos”.



Hidrología:

La quebrada, se ubica dentro de la zona de vegetación escasa y por encontrarse en la península de Azuero cuenta con lluvias escasas, caracterizado por un clima tropical de sabana. Estas características, su relieve plano y ondulado, la deforestación del área y las escasas lluvias hacen que pierda su potencial hídrico.

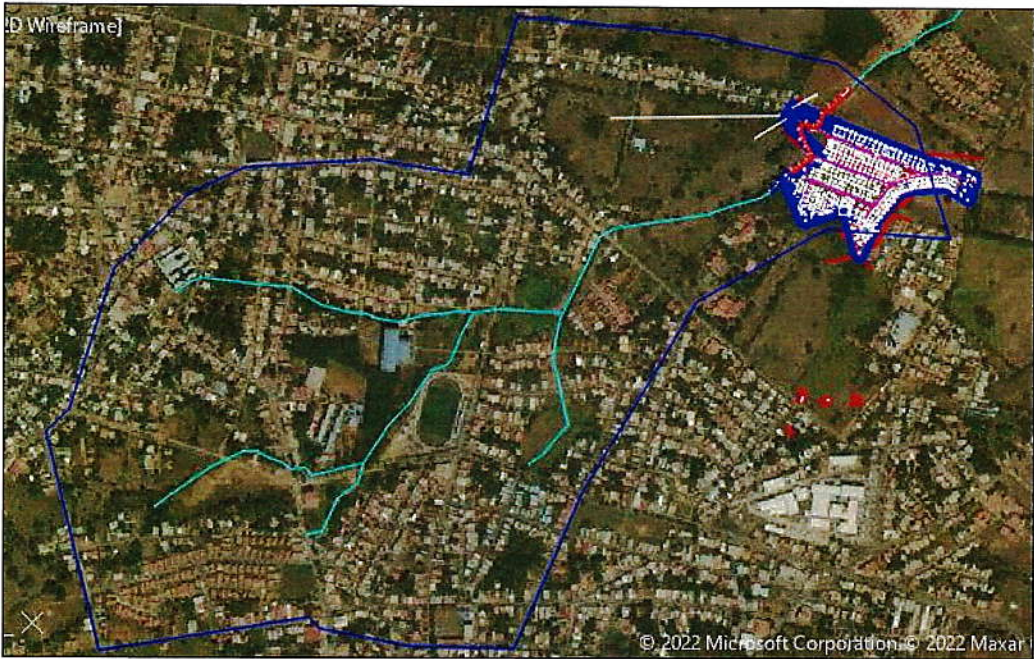


Imagen 3: Extracto de vista satelital, donde se puede apreciar algunas de las características cualitativas de poca vegetación del drenaje pluvial en estudio.

CARLOS MENDOZA SAMANIEGO  
INGENIERO CIVIL  
IDONEIDAD No. 2002-006-033



FIRMA  
Ley 15 de 26 de enero de 1959  
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

## Estudio Hidrológico

El procedimiento del estudio hidrológico constará de dos partes:

- El cálculo del caudal máximo para los distintos periodos de retorno, por medio del análisis de Crecidas Máximas De Panamá (ACM).
- Los análisis para los niveles de terracería seguros realizando una simulación de los caudales calculados por medio del programa Hec-Ras, tomando lo estipulado por la norma que establece que la elevación debe estar por encima de 1.50 m el nivel de aguas máximas estimadas (NAME)

### Análisis de Crecidas Máximas:

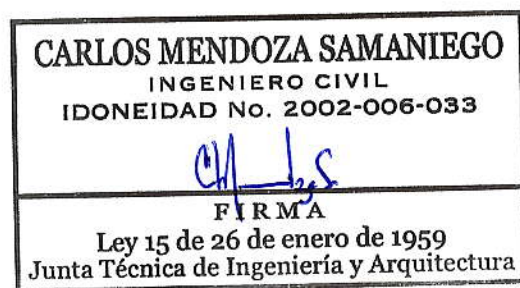
Para el análisis utilizaremos el estudio de "Análisis Regional de Crecidas Máximas de Panamá" brindado por la Gerencia de Hidrometeorología de ETESA. Ya que por ley ETESA es la encargada de la red nacional de estaciones hidrometeorológicas operativas en el país.

Pasos para la aplicación del método de análisis regional de crecidas máximas:

Para determinar la crecida máxima que se pueda presentar en un sitio determinado para distintos

periodos de recurrencia mediante este método, se procede de la siguiente manera:

- Se delimita y se mide el área de drenaje de la cuenca hasta el sitio de interés, en Km<sup>2</sup>. Para nuestro estudio la cuenca total corresponde a 165 hectáreas lo cual corresponde a 1.65 Km<sup>2</sup>. El alineamiento del cuerpo del drenaje a evaluar será el actual existente, el cual es en vegetación rasante y será evaluado para el manejo del caudal producto de las aguas de escorrentía de las 165 hectáreas (sub cuenca de estudio).
- Se determina a qué zona pertenece el sitio de interés de acuerdo con el mapa de la Figura 73





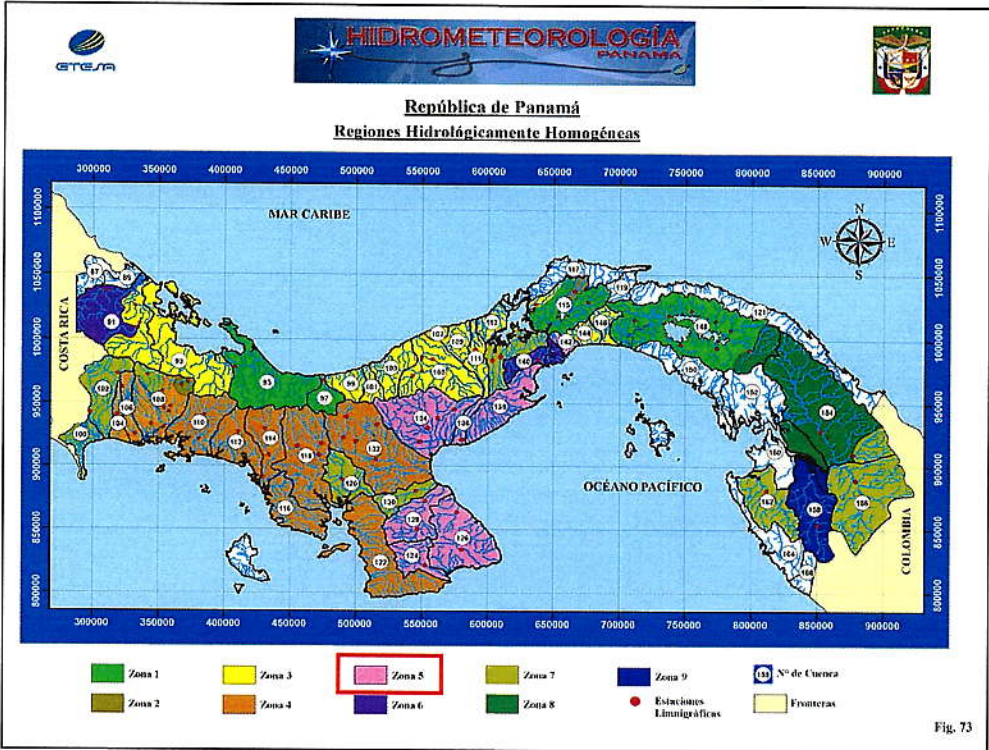


Imagen 4: Figura 73 del Manual de Análisis de Crecidas máximas, la zona en estudio se encuentra en la Zona 5.

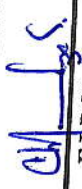
Se calcula el caudal promedio máximo utilizando una de las 9 ecuaciones

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

Imagen 5: Cuadro con ecuaciones de caudales máximo por zona, la zona en estudio se encuentra en la Zona 5.

Se calcula el caudal máximo instantáneo para distintos periodos de recurrencia, multiplicando el caudal promedio máximo que se obtuvo en el punto anterior, por los factores que se presentan en el Cuadro, utilizando la Tabla correspondiente a la zona del sitio de interés.

CARLOS MENDOZA SAMANIEGO  
INGENIERO CIVIL  
IDONEIDAD NO. 2002-006-033

  
FIRMA

Ley 15 de 26 de enero de 1959  
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura



Factores $Q_{m\acute{a}x.}/Q_{prom.m\acute{a}x}$ para distintos $Tr$ .				
$Tr$ , años	Tabla # 1	Tabla # 2	Tabla # 3	Tabla # 4
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

Imagen 6: Cuadro con las constantes para los diferentes periodos de retorno, para los cálculos solicitados por el departamento de estudio y diseño se calcula para un periodo de retorno de 1:50 años.

La fórmula a utilizar por el análisis de crecidas máxima sería la siguiente:

$$Q_{m\acute{a}x} = 14(1.65)^{0.59} = 18.81\text{ m}^3/s$$

Ecuación 1: Para el cálculo de caudal máximo promedio.

Siguiendo el procedimiento de cálculo del caudal máximo para un evento extraordinario para un periodo de retorno de 1:50 años multiplicaremos el resultado del caudal máximo promedio por el factor de la tabla #1 (imagen 6):

$$Q_{1:50\text{ años}} = 18.81 * 2.37 = 44.59\text{ m}^3/s$$

Ecuación 2: Para el cálculo de caudal para un evento extraordinario en un periodo de retorno de 1:50 años.

**Nota Importante:**

Los caudales calculados con el Método Regional de Crecidas Máximas, en cuencas que están en la parte alta, colindando con la cordillera central, tienen un comportamiento distinto a las otras regiones, por lo que los resultados obtenidos son sobreestimados. En la parte media y baja de las cuencas, el método tiene un buen ajuste.<sup>2</sup>

CARLOS MENDOZA SAMANIEGO  
INGENIERO CIVIL  
IDONEIDAD NO. 2002-006-033

  
FIRMA

Ley 15 de 26 de enero de 1959  
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

<sup>2</sup> Nota importante extraída del documento Análisis Regional de Crecidas Máximas de Panamá.

### Simulación y comportamiento del Alineamiento de la Quebrada

Para la simulación utilizaremos el programa HEC-RAS, el cual es estandarizado para la simulación y comportamiento de drenajes en sus diferentes categorías.

El alineamiento en estudio del proyecto Residencial Villa Lucia, esta ubicado en el sector noreste de polígono dentro de una zona de amortiguamiento de 5,560.87 m<sup>2</sup>, que el promotor contemplo para cumplir y aportar con las disposiciones ambientales. El fundamento de ley que establece la servidumbre forestal para quebradas en este caso la denominada "La Quebradita" es de 10 metros hacia ambos lados de su riera (Ley No. 1 del 3 de febrero 1994).

Se levanto la topografía para un alineamiento de 258.01 m de los cuales cuatro secciones transversales (de la sección 60 a la 120) están dentro del polígono de proyecto las cuales tienen un retiro de más de 55 m al área de uso habitable del proyecto. El cauce no será intervenido en ninguna de las fases de construcción del proyecto.

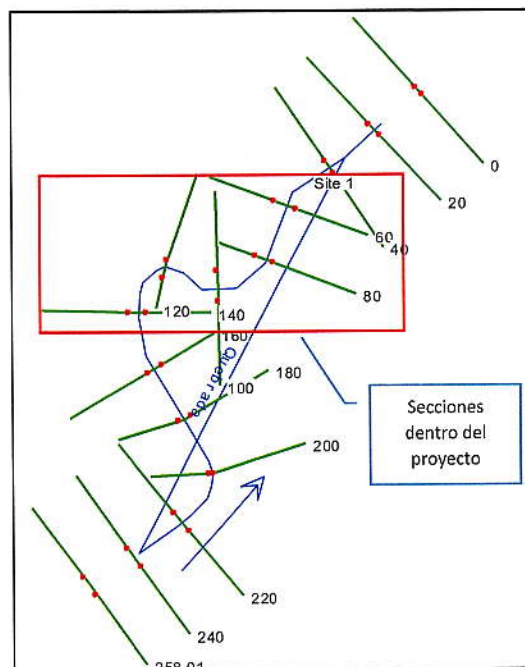
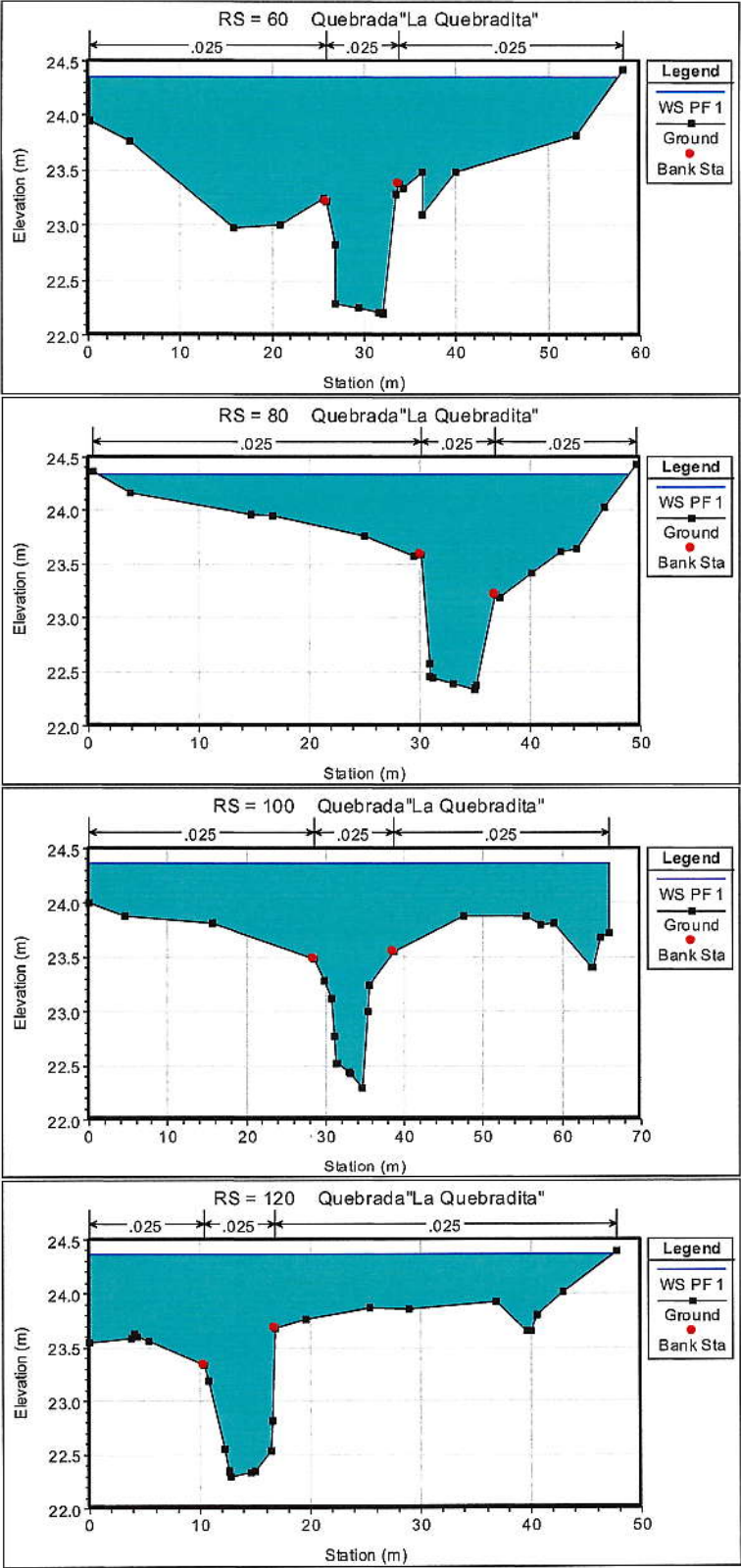



Ilustración 4: Alineamiento de la Quebrada "La Quebradita"

**CARLOS MENDOZA SAMANIEGO**  
INGENIERO CIVIL  
IDONEIDAD NO. 2002-006-033  
*CM-L.S.*  
**FIRMA**  
Ley 15 de 26 de enero de 1959  
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

Secciones transversales dentro del área de estudio



CARLOS MENDOZA SAMANIEGO  
INGENIERO CIVIL  
IDONEIDAD No. 2002-006-033

  
FIRMA  
Ley 15 de 26 de enero de 1959  
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura



Cuadro de estimaciones para niveles de terracería seguros

Sección Transversal	NAME	B.S.T. Máximo Promedio (Derecho)	B.S.T. 1:50 (Derecho)
0+60	24.37	25.87	26.17
0+80	24.34	25.84	26.14
0+100	24.34	25.84	26.14
0+120	24.34	25.84	26.14

**Nota Aclaratoria:** La terracería izquierda, no está incluida dentro de este cuadro debido es un terreno el cual está fuera de la urbanización y no compromete en nada al desarrollo.

CARLOS MENDOZA SAMANIEGO

INGENIERO CIVIL

IDONEIDAD No. 2002-006-033



FIRMA

Ley 15 de 26 de enero de 1959

Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

### Conclusión

Una vez realizada una visita al área de estudio y analizadas las condiciones Hidro-Climáticas de la cuenca en donde se va a realizar el proyecto residencial se puede concluir lo siguiente:

- Los caudales generados, por medio del Análisis De Crecidas Máximas de la República de Panamá son los Siguiente:
  - $Q_{m\acute{a}x} = 18.81\text{ m}^3/s$
  - $Q_{1:50\text{ años}} = 44.59\text{ m}^3/s$
- La precipitación promedio es baja en el área del proyecto, lo que se traduce en volúmenes bajos de esorrentía (Arco Seco).
- El cauce natural de la quebrada no será modificado, tomando en consideración los retiros que establece la ley.
- El drenaje se encuentra dentro de una zona de amortiguamiento ambiental contemplada por el promotor del proyecto con un retiro de más de 55 m del área habitable, con lo cual se evitará cualquier posible intervención al cauce.

### Recomendaciones

Para finalizar el presente estudio hidrológico e hidráulico del proyecto se recomienda lo siguiente:

- Mantener un nivel de terracería seguro, en los terrenos cercanos o adyacentes a los Flujos de Agua no Permanentes, tal cual se presenta en la tabla de terracerías y vemos a continuación:

Sección Transversal	NAME m	B.S.T. Máximo Promedio (Derecho) m	B.S.T. 1:50 (Derecho) m
0+60	24.37	25.87	26.17
0+80	24.34	25.84	26.14
0+100	24.34	25.84	26.14
0+120	24.34	25.84	26.14

**Nota Aclaratoria:** La terracería izquierda, no está incluida dentro de este cuadro debido es un terreno el cual está fuera de la urbanización y no compromete en nada al desarrollo.

- Para mantener un buen drenaje del agua, es necesario tener limpio el cauce, evitando tener en la zona de influencia del proyecto la formación de embalses de tierra, basura sólida, y de empalizadas, con el objetivo de controlar los desbordamientos para los diferentes volúmenes y niveles a que puede tener el agua, para los distintos periodos de retornos.
- Respetar la servidumbre forestal del cauce a fin de mantener las laderas del drenaje protegidas de erosión producto de la falta de árboles.

CARLOS MENDOZA SAMANIEGO  
INGENIERO CIVIL  
IDONEIDAD No. 2002-006-033

  
FIRMA

Ley 15 de 26 de enero de 1959  
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

## ANEXOS

