

En los siguientes subpuntos se dará explicación a las **segunda Aclaraciones** requeridas por el Ministerio de Ambiente, por medio de la Nota N° DEIA-DEEIA-AG-0167-3107-2023, de 31 de julio de 2023

De acuerdo a lo establecido en el artículo 43 de Decreto Ejecutivo No. 123 de 14 de agosto de 2009, modificado por el Decreto Ejecutivo No. 155 de 5 de agosto de 2011, le solicitamos la segunda información aclaratoria al Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) Categoría II, titulado “HACIENDA LAS ROSAS” a desarrollarse en el corregimiento y distrito de Penonomé, provincia de Coclé, que consiste en lo siguiente:

1. La Unidad Ambiental del Instituto de Acueductos Nacionales (IDAAN), a través de Nota No. 151 DEPROCA-2023, indicando lo siguiente: “De acuerdo con lo presentado en la primera información aclaratoria del Estudio de Impacto Ambiental:

I. Ampliar la información referente a los ensayos que el promotor indica, se hicieron para conocer que se cuenta con la capacidad de abastecer de agua potable al proyecto en su etapa operativa... Indicar el volumen de agua requerido para abastecer el proyecto de agua potable durante su etapa de operación.

Respuesta:

Nota de Respuesta

Fecha: 3 de septiembre

Para: Unidad Ambiental del Instituto de Acueductos y Alcantarillado Nacional (IDAAN)

Asunto: Respuesta a Nota No. 151 DEPROCA-2023

Estimados señores,

En referencia a la Nota No. 151 DEPROCA-2023, en la cual se nos solicita ampliar la información sobre los ensayos realizados y el volumen de agua requerido para abastecer nuestro proyecto durante su etapa operativa, les proporcionamos la siguiente información:

1. Situación Actual y Planificación de Ensayos:

Actualmente, nos encontramos en la fase de planificación y preparación de la documentación necesaria para la aprobación del Estudio de Impacto Ambiental (EsIA)

para nuestro proyecto "HACIENDA LAS ROSAS", ubicado en la finca 26235, corregimiento de Penonomé, distrito de Penonomé, en la Provincia de Coclé. Una vez obtenida la aprobación del EsIA, procederemos a cumplir con todos los compromisos descritos en el mismo y con las regulaciones de las instituciones involucradas en el desarrollo de esta urbanización.

Preanálisis del Área:

Por parte del promotor del proyecto, se ha realizado un preanálisis del área, identificando la existencia de un manto acuífero hacia la parte frontal del proyecto. Este manto acuífero nos permitirá desarrollar un pozo que abastecerá de agua potable al proyecto. Además, nuestro proyecto cuenta con un tanque de reserva de agua con capacidad de 25,000 galones, lo que garantizará una adecuada provisión de agua en todo momento.

Ensayo de Bombeo y Análisis de Calidad del Agua:

Una vez se obtenga la aprobación del EIA, se procederá a realizar los estudios específicos de bombeo y análisis de calidad del agua conforme a los lineamientos establecidos por el IDAAN y el Ministerio de Salud.

2. Volumen de Agua Requerido Durante la Etapa de Operación:

Este informe tiene como objetivo presentar un análisis de la capacidad requerida para el tanque de agua en el proyecto "HACIENDA LAS ROSAS", en respuesta a las necesidades de abastecimiento de agua para la población que residirá en el proyecto, compuesta por 64 unidades de vivienda.

Datos del Proyecto:

A continuación, se detallan los datos clave que se han considerado en el análisis preliminar:

Población: El proyecto "HACIENDA LAS ROSAS" constará de un total de 64 unidades de vivienda. Se estima que cada vivienda albergará a 5 personas, lo que resulta en una población total de 320 personas.

Consumo de Agua por persona: Se estima un consumo de agua promedio de 80 galones por día por persona.

Cálculo de la Capacidad del Tanque:

Para calcular la capacidad del tanque de agua requerida, se han seguido los siguientes pasos:

Cálculo del Consumo Diario Total para las Viviendas:

Consumo de una vivienda = 5 personas por vivienda * 80 galones/persona/día = 400 galones/día

Consumo total diario = 400 galones/día * 64 unidades = 25,600 galones/día

Cálculo de la Demanda Máxima Diaria:

Dado que no se ha proporcionado un factor de pico de demanda específico, se asumió que la demanda máxima diaria es igual al consumo diario total de las viviendas:

Demanda máxima diaria = 25,600 galones/día x 1.2 = 30,720 galones/día

Recomendación de la Capacidad del Tanque:

Con base en el consumo diario total para las viviendas de 25,600 galones por día, se recomienda una capacidad del tanque de al menos 25,000 galones. La capacidad del tanque de 25,000 galones excede el consumo diario total, lo que sugiere que el tanque de agua es suficiente para abastecer a la urbanización de 64 viviendas por al menos un día completo sin recarga.

Conclusiones:

El volumen de agua requerido para abastecer el proyecto de agua potable durante su etapa de operación, considerando un consumo per cápita de 80 galones por persona por día, un factor de pico de demanda de 1.2, y un 20% de pérdidas del sistema, es de aproximadamente 30,720 galones por día.

Además, el proyecto contará con un tanque de reserva de 25,000 galones. Este tanque de reserva proporcionará suficiente capacidad para cubrir la demanda diaria máxima y brindar un margen de seguridad adicional para garantizar el suministro continuo en caso de interrupciones o fluctuaciones en el consumo.

Recomendaciones:

Estar al tanto de todas las regulaciones y normativas locales relacionadas con sistemas de abastecimiento de agua y construcción de tanques. Cumplir con los requisitos legales es esencial para el éxito del proyecto.

Proporcionar información y educación a los residentes sobre el uso responsable del agua, la conservación y cualquier política o procedimiento relacionado con el abastecimiento de agua en la urbanización.

II. Aclarar si el Análisis de Calidad de Agua Superficial, presentado, corresponde al ponto de descarga de la PTAR, ya que el mismo no indica las coordenadas UTM donde se tomó la muestra.

Respuesta:

El punto donde se tomó la muestra fue a pocos metros de su nacimiento de la quebrada sin S/N y se procedió a corregir e introducir las coordenadas

AQL-FPA-001-V1

Laboratorio de Análisis de Aguas
La Chorrera, Panamá Oeste



REPORTE DE ANÁLISIS

**PROMOTOR: DESARROLLO URBIS PENONOMÉ 1,
S.A.**

PROYECTO: HACIENDA LAS ROSAS.

**PENONOMÉ, PROVINCIA DE COCLÉ. REPÚBLICA
DE PANAMÁ.**

**MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL
(QUEBRADA SIN NOMBRE)**

ELABORADO POR:
AQUALABS, S. A.


Químico

Lic. Daniel Castillero C.
Químico - JTNQ
Idoneidad # 0047



Página 1 de 5

Editado e impreso por:
AQUALABS, S.A.
Derechos Reservados



I. IDENTIFICACIÓN GENERAL

EMPRESA	Desarrollo Urbis Penonomé 1, S.A.
ACTIVIDAD	Constructora.
PROYECTO	Hacienda Las Rosas.
DIRECCIÓN	Penonomé, Provincia De Coclé. República De Panamá.
CONTACTO	Ing. Danilo Navarro.
FECHA DE MUESTREO	24 de febrero de 2023.
FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA	24 de febrero de 2023.
FECHA DE INFORME	6 de marzo de 2023.
PROCEDIMIENTO DE MUESTREO	AQL-PA-001.
N° DE COTIZACIÓN	---
N° DE INFORME	INF-23-005-004 V01

II. IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS

# DE LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE	UBICACIÓN SATELITAL
M-1/ 58-23	Quebrada Sin Nombre	571063 N 944528 E



III. PARÁMETROS A MEDIR

Se determinaron los siguientes parámetros fisicoquímicos y microbiológicos: potencial de hidrógeno (pH), temperatura (T), conductividad eléctrica (CE), sólidos disueltos totales (SDT), sólidos suspendidos totales (SST), sólidos totales (ST), oxígeno disuelto (OD), demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), demanda química de oxígeno (DQO), turbiedad (NTU), coliformes totales (CT), coliformes fecales (CF) y aceites y grasas (AyG).

IV. CONDICIONES AMBIENTALES Y OBSERVACIONES DE CAMPO DURANTE EL MUESTREO

Durante el muestreo, el día estaba soleado. Muestra tomada directamente de la quebrada. Las condiciones ambientales, no interfirieron en la representatividad del muestreo.



V. RESULTADOS

PARÁMETRO	SÍMBOLO	UNIDAD	MÉTODO	MUESTRA 58-23	INCERTI- DUMBRE	L.M.C.	LÍMITE MÁXIMO (*)
Aceites y Grasas	AyG	mg/L	SM 5520 B	< 10,0	±1,0	10,0	<10
Coliformes Fecales	C.F.	UFC/100 mL	SM 9221 B	480	±1,8	1,1	<250
Coliformes Totales	C.T.	NMP/100 mL	SM 9221 B	1340	±0,4	1,1	N.A.
Conductividad Eléctrica	CE	µS/cm	SM 2510 B	184,0	±0,9	0,0	N.A.
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L	SM 5220	4,80	±0,5	0,2	N.A.
Oxígeno Disuelto	OD	mg/L	SM 4500 O	2,75	±2,0	2,0	6 – 7
Potencial de Hidrógeno	pH	--	SM 4500 H	6,84	±0,02	-2	6,5 – 8,5
Sólidos Disueltos	SD	mg/L	SM 2540 C	120,0	±3,0	5,0	N.A.
Sólidos Suspendidos	SS	mg/L	SM 2540 D	18,6	±3,0	5,0	<50
Sólidos Totales	ST	mg/L	SM 2540 B	140,0	±3,0	5,0	N.A.
Temperatura	T	°C	SM 2550 B	28,9	±0,1	-20	±3,0
Turbiedad	NTU	UTN	SM 2130 B	8,46	±0,03	0,02	<50

Notas al Cuadro de Resultados:

1. La incertidumbre reportada corresponde a un nivel de confianza del 95% (K=2).
2. L.M.C.: Límite mínimo de cuantificación.
3. N.A.: No Aplica.
4. (*) Decreto Ejecutivo # 75 de 4 de junio de 2008.
5. La(s) muestra(s) se mantendrá(n) en custodia por diez (10) días calendario luego de la recepción de este reporte por parte del cliente. Concluido este período se desechará(n).
6. Los resultados presentados en este documento solo corresponden a la(s) muestra(s) analizada(s).



VI. EQUIPO TÉCNICO

EQUIPO TÉCNICO RESPONSABLE	
Nombre / ID	Título
El Cliente recolectó la muestra.	

VII. IMÁGEN DE LA RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA

No Disponible.

IX. CADENA DE CUSTODIA

----- FIN DEL DOCUMENTO -----

FPA-001-V01

AQUALABS, S.A.

Tel. 830-4699 / 6590-9671

Email: info@aqualabspanama.com

La Chorrera, Ave. Ricardo J. Alfaro, local 4462
www.caulobonano.com

www.aqualabspanama.com

No 0786

NOMBRE DEL CLIENTE: Danielle Lubitzman, 13
 PROYECTO: Parcels to Road
 DIRECCION: Parsons
 PROVINCIA: Quebec
 GERENTE DE PROYECTO: Dr. Danilo Morand

Sección A	
Tipo de Muestreo	
1.	Simple
2.	Compuesta
3.	No Aplica

Seccion B	
Tipo de Muestra	
1.	Agua Residual
2.	Agua Superficial
3.	Agua de Mar
4.	Agua Potable
5.	Agua Subterránea
6.	Sedimento
7.	Suelo

<p>Seccion C</p> <p>Cuerpo Receptor</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Natural 2. Alcantarillado 3. Suelo

[illegible]

2. En respuesta a la pregunta 3 a, se indicó que “se anexa factura de la coordinación para la realización del Estudio Hidrológico, en los próximos días se contara con dicha información.”. Por lo cual se reitera:

a. Presentar el estudio correspondiente de las fuentes hídricas que atraviesan el polígono del proyecto, el cual debe incluir conclusiones, recomendaciones, además de los niveles de terracería seguros, modelaciones que ilustren las planicies de inundación máxima y crecida, firmado y sellado por el idóneo que lo elaboro.

Respuesta:

Se ha coordinado con el ingeniero Jesús George para la elaboración del estudio hidrológico e hidráulico solicitado. Adjunto en **ANEXO I** y en formato digital, encontrará el estudio completo, el cual incluye:

- Conclusiones y recomendaciones.
- Niveles de terracería seguros.
- Modelaciones que ilustran las planicies de inundación máxima y crecida.

El estudio ha sido firmado y sellado por el ingeniero Jesús George, idóneo responsable de su elaboración.

I y digital

3. En relación con la respuesta 3 c, el promotor apporto “vea imagen #6. Además, en respuesta a la pregunta 5 se indicó que “en la referencia de los trabajos de la quebrada ver planos de perfiles y luego de aprobar se solicitará los permisos correspondientes al cumplimiento a lo dispuesto en la Resolución DM-0431-2021 del 16 de agosto de 2021. “por la cual se establecen los requisitos para la autorización de las obras en cauces naturales en la República de Panamá”. Sin embargo, le reiteramos el Informe de la Dirección de Seguridad Hídrica No. DSH-107-2022, en el cual sus consideraciones técnicas, mencionan lo siguiente “Según lo verificado en la capa de drenaje del Tommy Guardia, escala 1:25:000, se observa un cuerpo de agua (quebrada sin nombre) que drena directamente al río Zaratí, por lo tanto, se debe cumplir con el numeral 2 del artículo 23 de la Ley Forestal en la Republica de Panama y dictan otras disposiciones, queda

prohibido el dañar o destruir árboles o arbustos en áreas que bordean nacimientos de agua en los cerros en un radio de doscientos (200) metros. Adicional, el promotor debe dejar a ambos lados de las fuentes hídricas una franja de bosque no menor de diez (10) metros, medidos de la parte superior del talud hacia dentro del proyecto.” (ver el plano adjunto al mencionado informe).” Por lo cual se le reitera:

A. Integrar dentro del concepto del proyecto, el cumplimiento del artículo 23 de la Ley 1 del 3 de febrero de 1994.

Respuesta:

CUMPLIMIENTO DE ARTICULO 23 DE LEY FORESTAL

Asunto: Cumplimiento del Artículo 23 de la Ley Forestal y Medidas de Prevención de Inundación

Estimados funcionarios del Ministerio de Ambiente,

En respuesta a las aclaraciones solicitadas, deseamos comunicar que hemos realizado una revisión exhaustiva de los requisitos establecidos en el Artículo 23 de la Ley Forestal de la República de Panamá. Con satisfacción, confirmamos que cumplimos de manera integral con el numeral 2 de dicho artículo.

Hemos llevado a cabo un análisis exhaustivo en relación con el cuerpo de agua identificado en la capa de drenaje de Tommy Guardia a una escala de 1:25,000. Este análisis ha demostrado que el nacimiento de la quebrada, que drena hacia el río Zaratí, se encuentra a una distancia considerable del polígono del proyecto. En consecuencia, no realizaremos ninguna actividad que pueda afectar este curso de agua.

Además, hemos evaluado la presencia de un afluente de escorrentía superficial que atraviesa el polígono prácticamente a la mitad. En el punto donde este afluente coincide con la calle principal del proyecto, hemos diseñado un sistema de tubería doble. Este sistema está compuesto por dos tuberías de 1.20 metros de diámetro cada una, lo que permite el paso eficiente del agua. El cabezal de entrada está situado en el punto natural de captación del afluente, y el cabezal de salida está ubicado para entregar el flujo al cauce natural, asegurando una adecuada integración con el entorno y un manejo eficiente del agua.

Adjuntamos a esta comunicación un plano detallado que muestra las coordenadas del nacimiento de la quebrada, el radio de protección requerido, la distancia entre este punto y el polígono del proyecto, así como la ubicación del sistema de tubería doble y su relación con el afluente de escorrentía. Estos documentos validan nuestra conformidad con las disposiciones legales y demuestran nuestra responsabilidad en el manejo del agua.

En cuanto a los niveles de terracería, hemos establecido que estos se sitúen 1.50 metros por encima del Nivel de Aguas Máximas, es decir, a 2.32 metros desde el fondo de la Quebrada Sin Nombre y 2.19 metros desde el fondo del afluente por escorrentía superficial, considerando un periodo de retorno de 50 años. Los niveles adecuados de terracería se encuentran entre las cotas 97.62 m y 100.25 m para la quebrada, y entre las cotas 98.04 m y 103.40 m para el afluente.

Reiteramos nuestro compromiso de llevar a cabo este proyecto de urbanización de manera responsable y en estricta conformidad con las leyes y regulaciones ambientales vigentes. Estamos dispuestos a colaborar estrechamente con el Ministerio de Ambiente para garantizar que todas las medidas de mitigación y protección ambiental se cumplan de manera adecuada.

B- Presentar plano donde se delimite las superficies de protección de las fuentes hídricas y los bosques de galería, coordenadas (Datum de referencia) de dichas superficies de protección, en disposición a la Ley Forestal.

Respuesta:

Ver plano adjunto

ESTADO DE GUAYMAS
MUNICIPIO DE GUAYMAS
ELEVACION 110.87

R50.00m
radio de 50 metros =
100 metros de diámetro

R100.00m
radio de 100 metros =
200 metros de diámetro

291.697

246.465

352.645

104.2

107.1

108.2

109.3

110.4

111.5

112.6

113.7

114.8

115.9

117.0

118.1

119.2

120.3

121.4

122.5

123.6

124.7

125.8

126.9

128.0

129.1

130.2

131.3

132.4

133.5

134.6

135.7

136.8

137.9

139.0

140.1

141.2

142.3

143.4

144.5

145.6

146.7

147.8

148.9

150.0

151.1

152.2

153.3

154.4

155.5

156.6

157.7

158.8

159.9

161.0

162.1

163.2

164.3

165.4

166.5

167.6

168.7

169.8

170.9

172.0

173.1

174.2

175.3

176.4

177.5

178.6

179.7

180.8

181.9

183.0

184.1

185.2

186.3

187.4

188.5

189.6

190.7

191.8

192.9

194.0

195.1

196.2

197.3

198.4

199.5

200.6

201.7

202.8

203.9

205.0

206.1

207.2

208.3

209.4

210.5

211.6

212.7

213.8

214.9

216.0

217.1

218.2

219.3

220.4

221.5

222.6

223.7

224.8

225.9

227.0

228.1

229.2

230.3

231.4

232.5

233.6

234.7

235.8

236.9

238.0

239.1

240.2

241.3

242.4

243.5

244.6

245.7

246.8

247.9

249.0

250.1

251.2

252.3

253.4

254.5

255.6

256.7

257.8

258.9

260.0

261.1

262.2

263.3

264.4

265.5

266.6

267.7

268.8

269.9

271.0

272.1

273.2

274.3

275.4

276.5

277.6

278.7

279.8

280.9

282.0

283.1

284.2

285.3

286.4

287.5

288.6

289.7

290.8

291.9

293.0

294.1

295.2

296.3

297.4

298.5

299.6

300.7

301.8

302.9

304.0

305.1

306.2

307.3

308.4

309.5

310.6

311.7

312.8

313.9

315.0

316.1

317.2

318.3

319.4

320.5

321.6

322.7

323.8

324.9

326.0

327.1

328.2

329.3

330.4

331.5

332.6

333.7

334.8

335.9

337.0

338.1

339.2

340.3

341.4

342.5

343.6

344.7

345.8

346.9

348.0

349.1

350.2

351.3

352.4

353.5

354.6

355.7

356.8

357.9

359.0

360.1

361.2

362.3

363.4

364.5

365.6

366.7

367.8

368.9

370.0

371.1

372.2

373.3

374.4

375.5

376.6

377.7

378.8

379.9

381.0

382.1

383.2

384.3

385.4

386.5

387.6

388.7

389.8

390.9

392.0

393.1

394.2

395.3

396.4

397.5

398.6

399.7

400.8

401.9

403.0

404.1

405.2

406.3

407.4

408.5

409.6

410.7

411.8

412.9

414.0

415.1

416.2

417.3

418.4

419.5

420.6

421.7

422.8

423.9

425.0

426.1

427.2

428.3

429.4

430.5

431.6

432.7

433.8

434.9

436.0

437.1

438.2

439.3

440.4

441.5

442.6

443.7

444.8

445.9

447.0

448.1

449.2

450.3

451.4

452.5

453.6

454.7

455.8

456.9

458.0

459.1

460.2

461.3

462.4

463.5

464.6

465.7

466.8

467.9

469.0

470.1

471.2

472.3

473.4

474.5

475.6

476.7

477.8

478.9

480.0

481.1

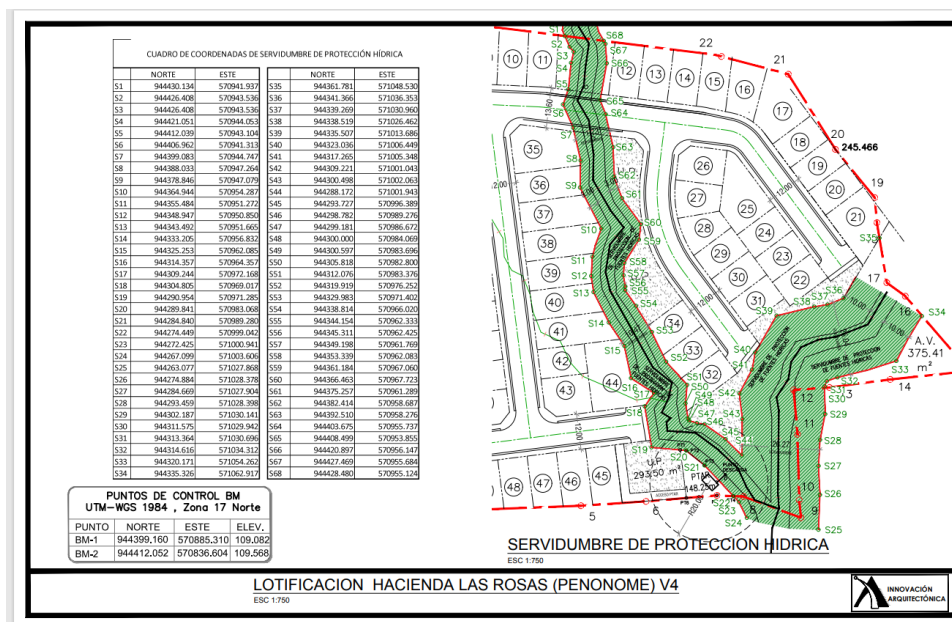
482.2

483.3

484.4

485.5

14



Plano aportado por la promotora ver detalles más en digital

C- En vista que en la imagen anexo plano la quebrada sin nombre atraviesa el polígono del proyecto, para la conexión del mismo se solicita.

I. Presentar el Estudio Hidráulico, donde se presenten las especificaciones técnicas de la obra que se realizara en la quebrada sin nombre.

Respuesta:

Adjuntamos el Estudio Hidrológico solicitado para su revisión. Queremos aclarar que, en relación con el plano anexo, el término “quebrada sin nombre” se refiere a una escorrentía superficial.

En cuanto a la descripción técnica de la obra solicitada, le proporcionamos la siguiente información:

Descripción Técnica de la Obra:

- **Sistema de Tuberías:** Se instalarán dos tuberías de 1.20 metros de diámetro cada una, con una longitud aproximada de 18 metros. El área intervenida en este punto es aproximadamente 10.00 metros x 20.00 metros. Las tuberías serán de hormigón reforzado, un material seleccionado por su resistencia y durabilidad.

- **Cabezal de Entrada y Salida:** El sistema incluirá dos cabezales:
 - **Cabezal de Entrada:** Ubicado en el punto natural de captación de la escorrentía, con coordenadas N: 944412.880, E: 570949.119.
 - **Cabezal de Salida:** Que entregará el flujo al cauce natural, con coordenadas N: 944395.406, E: 570951.528.

Estos cabezales están diseñados para asegurar un flujo eficiente y una integración adecuada con el entorno.

II. *Justificar de manera técnica y social las obras que se requieren realizar en las quebradas sin nombre de acuerdo a la Resolución No. DM-0431-2021 de 16 de agosto de 2021, pues la canalización, desvío, relleno, enterramiento o entubamiento de fuentes hídricas solo serán consideradas si el objeto es prevención de riesgos ante inundaciones o similar, construcción de paso o vías de comunicación.*

En respuesta a la solicitud de justificación técnica y social para las obras en las escorrentías superficiales identificadas en el proyecto, conforme a la Resolución No. DM-0431-2021 del 16 de agosto de 2021, proporcionamos la siguiente información:

Justificación Técnica:

- 1. Prevención de Riesgos Ante Inundaciones:** La instalación de las tuberías de hormigón reforzado y el sistema de cabezales están diseñados para gestionar adecuadamente el flujo de la escorrentía superficial que atraviesa el polígono. Este diseño es crucial para:
 - ***Reducir el Riesgo de Inundaciones:*** La escorrentía superficial puede causar acumulación de agua que podría resultar en inundaciones si no se maneja adecuadamente. La canalización a través del sistema de tuberías garantiza que el flujo de agua sea dirigido de manera controlada, minimizando el riesgo de inundaciones en las áreas residenciales y de infraestructura del proyecto.

- **Protección de la Infraestructura:** Al canalizar la escorrentía superficial, se protege la integridad de la calle principal del proyecto y otras infraestructuras, evitando posibles daños estructurales y erosión del terreno.

2. Construcción de Paso o Vías de Comunicación: El sistema de tuberías se ha diseñado también como parte de la infraestructura necesaria para la construcción y mantenimiento de la calle principal del proyecto, que atraviesa el área donde se encuentra la escorrentía superficial. *Esto asegura que:*

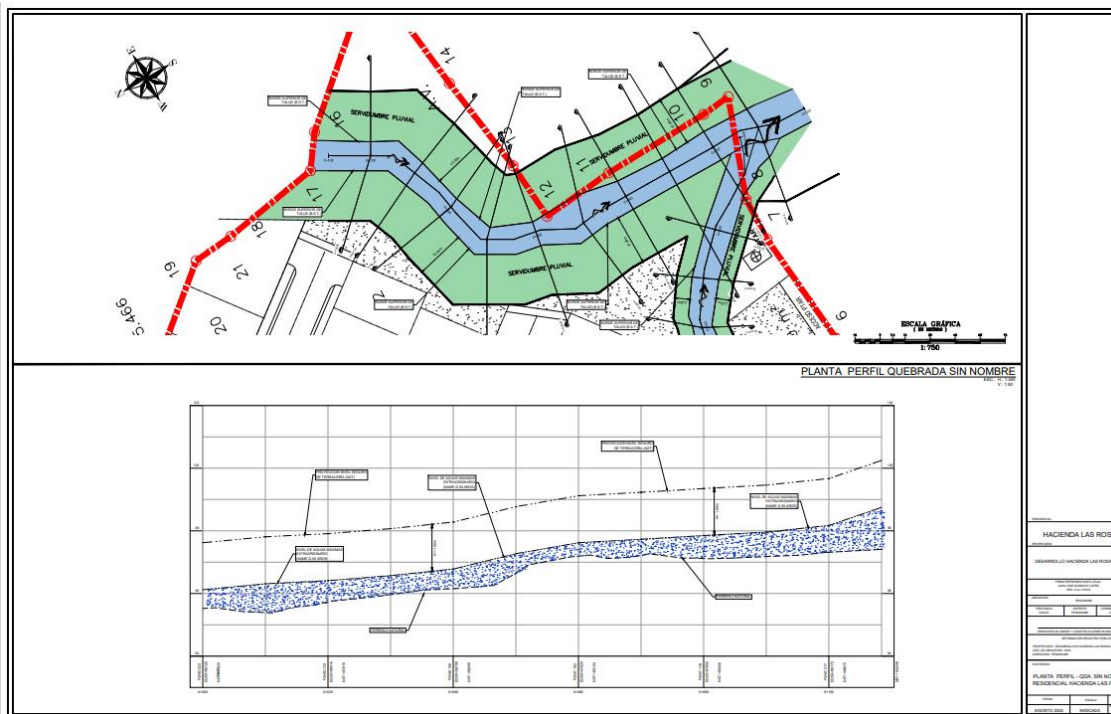
Continúa Funcionalidad de la Vía: La tubería doble permite el paso del flujo de agua sin interferir con el uso y acceso de la calle principal, garantizando su funcionalidad y seguridad para los usuarios.

Justificación Social:

Seguridad Comunitaria: La implementación de estas obras es fundamental para proteger a los residentes del proyecto contra posibles inundaciones y daños a las propiedades. La correcta gestión del flujo de agua contribuye a una mayor seguridad y bienestar de los habitantes, promoviendo un entorno habitable y seguro.

Desarrollo Urbano Responsable: Al integrar soluciones técnicas adecuadas para la gestión de la escorrentía superficial, el proyecto cumple con los estándares de desarrollo urbano sostenible y responsable. Esto demuestra un compromiso con la mitigación de riesgos ambientales y la planificación efectiva de la infraestructura, beneficiando tanto a los futuros residentes como a la comunidad en general.

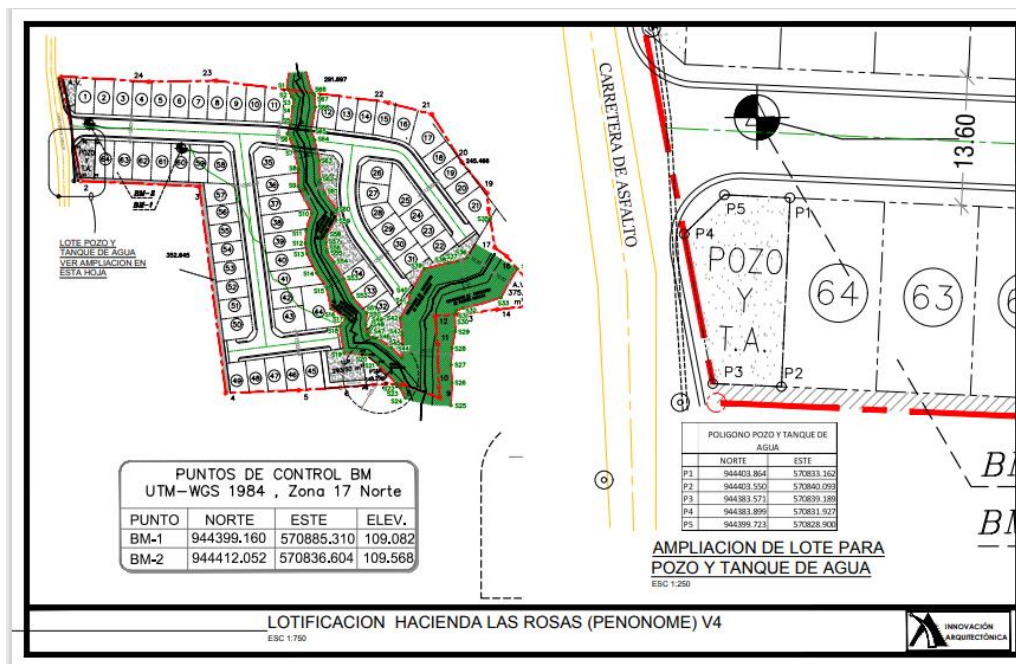
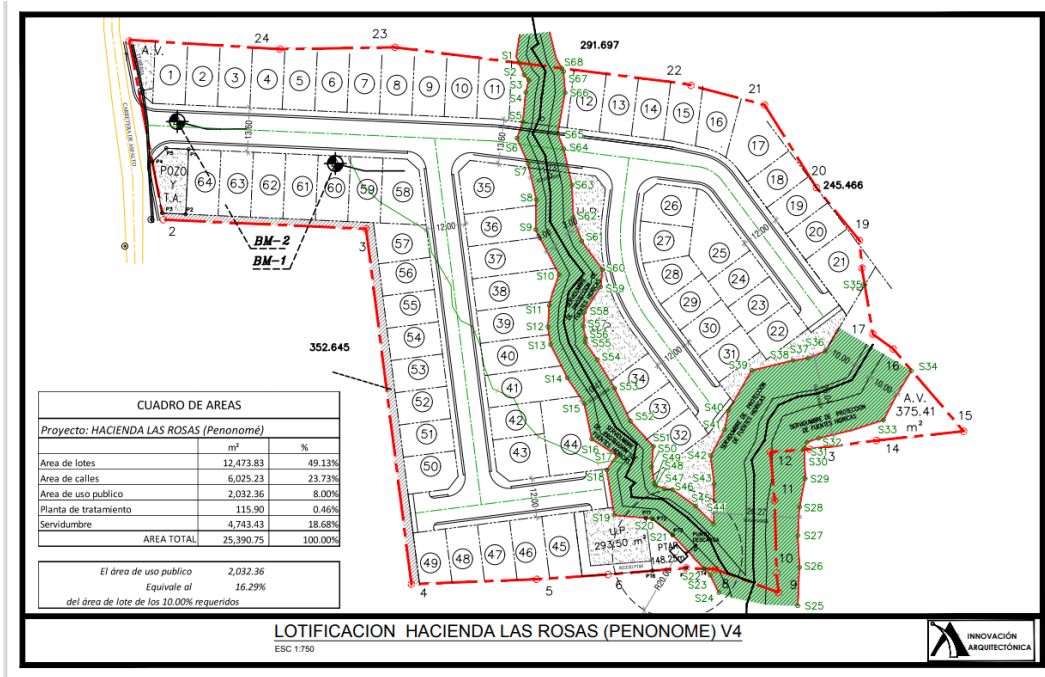
Estas justificaciones técnicas y sociales respaldan la necesidad de las obras propuestas en cumplimiento con la Resolución No. DM-0431-2021, garantizando la prevención de riesgos y la adecuada integración con la infraestructura del proyecto.

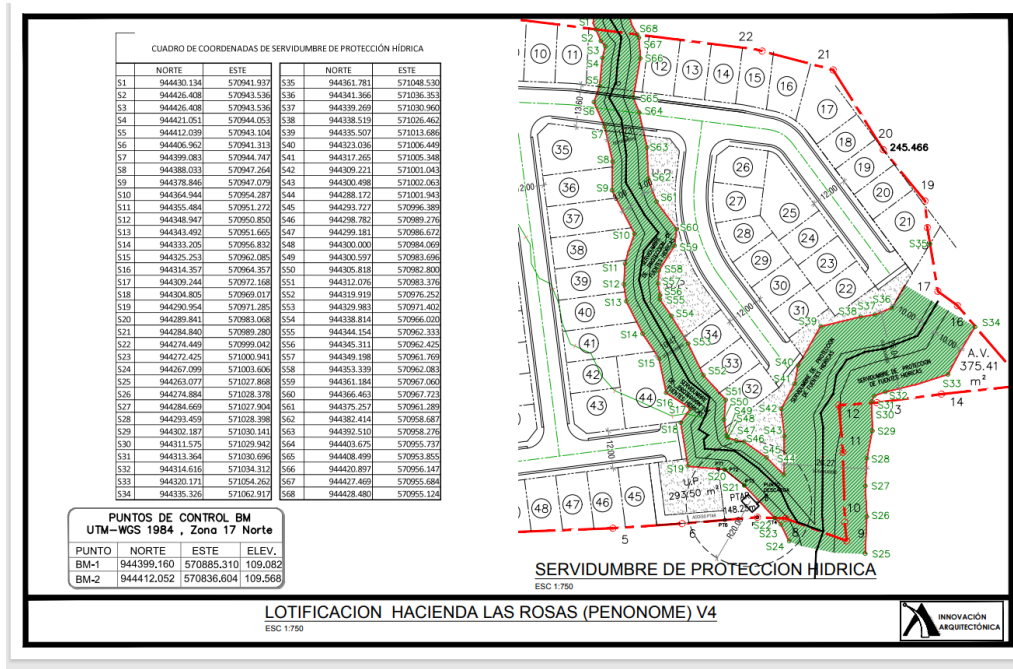


Respuesta:

Cuadros de áreas		
Proyecto: HACIENDA LAS ROSAS (Penonomé) V3		
áreas	M ²	%
Área de lotes	12,473.83	49.60 %
Áreas de calles	6,025.23	25.42 %
Áreas de uso publico	2,032.36	9.04 %
Planta de tratamiento	115.90	1.42 %
servidumbre	4,743.43	14.52 %
AREA TOTAL	25,390.75	100 %
Área de uso público 2,032.36		
Equivale 16.29 % del área de lote de los 10% requeridos		

Respuesta a la Nota N° DEIA-DEEIA-AG-0167-3107-2023





Nombre del Proyecto: Hacienda Las Rosas

Ubicación: El proyecto se encuentra en la finca 26235, en el corregimiento y distrito de Penonomé, provincia de Coclé, Panamá.

Sociedad Promotora: El proyecto es promovido por la sociedad Desarrollo URBIS Penonomé 1, S.A.

Superficie: La superficie total del proyecto es de 25,397 metros cuadrados.

Descripción General del Proyecto: El proyecto "Hacienda Las Rosas" se presenta como una urbanización de interés social que busca brindar un entorno residencial de calidad para la comunidad. El proyecto abarca una extensión de 25,397 metros cuadrados y la lotificación integra 64 lotes residenciales destinados a viviendas. Además, se han previsto 3 lotes de usos públicos destinados para la recreación activa y pasiva de los residentes.

Zonificación: El proyecto se rige por el código de uso de suelo RBS, que corresponde a Residencial Bono Solidario, lo que subraya su enfoque en viviendas de interés social.

Infraestructura:

- **Topografía:** La topografía del terreno es plana pero adecuada para el manejo de las aguas pluviales, lo que contribuye a la mitigación de inundaciones.
- **Sistema Pluvial:** Se ha implementado un sistema pluvial con tuberías de hormigón reforzado. Este sistema se integra con la canalización de una escorrentía o drenaje estacionario que cruza el polígono.
- **Sistema Sanitario:** El sistema sanitario incluye una planta de tratamiento de aguas residuales. La red sanitaria está compuesta por tuberías de PVC.
- **Acueducto:** El abastecimiento de agua se llevará a cabo mediante un pozo y un tanque de reserva. La red del acueducto se compone de tuberías de PVC.
- **Infraestructura Vial:** Las calles del proyecto estarán construidas en hormigón, con cordón cuneta, cumpliendo con las normativas vigentes.
- **Aceras:** Se prevé la construcción de aceras de acuerdo con las normativas vigentes.

Beneficios Sociales: El proyecto "Hacienda Las Rosas" se enfoca en brindar soluciones de vivienda asequibles en una ubicación estratégica, promoviendo la calidad de vida de los residentes. Además, las áreas de recreación pública contribuyen al bienestar de la comunidad.

Adicional, la Dirección Regional de Coclé, a través de Informe Técnico de Evaluación de Información Complementaria No. 170-2023, indica que:

- a) Presentar comentarios por parte de SINAPROC, en referencia a los trabajos en la quebrada y drenajes pluviales, que no sean de riesgo de desastres o inundaciones, ya que dentro de las recomendaciones dadas en el Informe de SINAPROC presentado dentro del EsIA, ellos recomendaron construir por parte del propietario del proyecto cerca perimetral alrededor de la quebrada para reducir el riesgo que representa la misma, para las personas una vez adquieran el bien.*

RESPUESTA:

En relación con los comentarios emitidos por el Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC) acerca de los trabajos en la quebrada y los drenajes pluviales del proyecto de

Urbanización de interés social "Hacienda Las Rosas", nos permitimos presentar la siguiente respuesta:

Conforme a las recomendaciones emitidas por SINAPROC en su informe SINAPROC-DPC-005, queremos informarles que en nuestro proyecto estará implementando todas las medidas sugeridas para garantizar la seguridad y bienestar de los futuros residentes:

1. **Diseño de Terracería:** El estudio de SINAPROC indica que el riesgo de deslizamiento en el área es mínimo. En base a esto, trabajaremos un diseño de terracería que cumpla con los niveles de seguridad recomendados. Este diseño se desarrollará considerando la topografía del terreno y las condiciones específicas de la finca No. 26235, asegurando así una estabilidad adecuada y minimizando los riesgos asociados a deslizamientos.
2. **Construcción de Cercas:** atendiendo las recomendaciones, Se colocarán cercas en las áreas de colindancia con la quebrada existente, así como en el área del afluente de escorrentías superficiales. Estas cercas perimetrales tendrán el objetivo de reducir el riesgo que representan estos cuerpos de agua para las personas que adquieran las propiedades dentro del proyecto.
3. **Estudios Hidrológicos:** Hemos desarrollado y presentado al Ministerio de Ambiente los estudios hidrológicos tanto de la quebrada sin nombre como del afluente de escorrentías superficiales. Estos estudios cumplen con las recomendaciones emitidas y aseguran un manejo adecuado de las aguas, previniendo posibles afectaciones a los futuros residentes.
4. **Manejo de Aguas Pluviales:** Siguiendo las directrices de SINAPROC, diseñaremos un sistema de canalización adecuado para las aguas pluviales, conforme a las normativas y manuales del Ministerio de Obras Públicas (MOP). Este sistema garantizará que las aguas superficiales no afecten a las viviendas colindantes o cercanas al proyecto, dirigiéndolas a puntos seguros donde no causen daños.

Estamos comprometidos a cumplir con todas las regulaciones y recomendaciones pertinentes para garantizar la seguridad y el bienestar de los futuros residentes. Implementaremos estas medidas rigurosamente, asegurando un entorno seguro y sostenible para los futuros residentes del proyecto "Hacienda Las Rosas".

4. En la respuesta física de la primera información aclaratoria, en parte ANEXOS, se enlistan cada uno de los puntos adjuntos, sin embargo, algunos solo se presentaron de manera digital (planos de terracerías, plano de perfil, 1,2,3; plano de perfil de A y B, radio de donde se ubica el nacimiento versus ubicación del desarrollo del proyecto, entre otros). Por lo que se solicita:

b) Presentar la documentación física de los anexos enlistados.

Respuesta:

Dado que se realizaron cambios en la lotificación se aportan en anexos digitales plano e impresos, pero así no modifica alguna implantación de medida de mitigación.

Nota: presentar las coordenadas solicitadas en DATUM WGS-84 y formato digital (Shapefile y Excel donde se visualice el orden lógico y secuencia de los vértices), de acuerdo con lo establecido en la Resolución No. DM-0221-2019 de 24 de junio de 2019.

Respuesta:

POLÍGONO POZO Y TANQUE DE AGUA		
	NORTE	ESTE
P1	944403.864	570833.162
P2	944403.550	570840.093
P3	944383.571	570839.189
P4	944383.899	570831.927
P5	944399.723	570828.900

POLÍGONO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR)		
	NORTE	ESTE
PT1	944290.034	570981.027
PT2	944289.841	570983.068
PT3	944284.840	570989.280
PT4	944274.449	570999.042
PT5	944274.695	570993.470
PT6	944273.830	570983.098
PUNTO DE DESCARGA PTAR		
D	944281.727	570996.323

CUADRO DE COORDENADAS DE SERVIDUMBRE DE PROTECCIÓN
HÍDRICA

	NORTE	ESTE		NORTE	ESTE
S1	944430.134	570941.937	S35	944361.781	571048.530
S2	944426.408	570943.536	S36	944341.366	571036.353
S3	944426.408	570943.536	S37	944339.269	571030.960
S4	944421.051	570944.053	S38	944338.519	571026.462
S5	944412.039	570943.104	S39	944335.507	571013.686
S6	944406.962	570941.313	S40	944323.036	571006.449
S7	944399.083	570944.747	S41	944317.265	571005.348
S8	944388.033	570947.264	S42	944309.221	571001.043
S9	944378.846	570947.079	S43	944300.498	571002.063
S10	944364.944	570954.287	S44	944288.172	571001.943
S11	944355.484	570951.272	S45	944293.727	570996.389
S12	944348.947	570950.850	S46	944298.782	570989.276
S13	944343.492	570951.665	S47	944299.181	570986.672
S14	944333.205	570956.832	S48	944300.000	570984.069
S15	944325.253	570962.085	S49	944300.597	570983.696
S16	944314.357	570964.357	S50	944305.818	570982.800
S17	944309.244	570972.168	S51	944312.076	570983.376
S18	944304.805	570969.017	S52	944319.919	570976.252
S19	944290.954	570971.285	S53	944329.983	570971.402
S20	944289.841	570983.068	S54	944338.814	570966.020
S21	944284.840	570989.280	S55	944344.154	570962.333
S22	944274.449	570999.042	S56	944345.311	570962.425
S23	944272.425	571000.941	S57	944349.198	570961.769
S24	944267.099	571003.606	S58	944353.339	570962.083
S25	944263.077	571027.868	S59	944361.184	570967.060
S26	944274.884	571028.378	S60	944366.463	570967.723
S27	944284.669	571027.904	S61	944375.257	570961.289
S28	944293.459	571028.398	S62	944382.414	570958.687
S29	944302.187	571030.141	S63	944392.510	570958.276
S30	944311.575	571029.942	S64	944403.675	570955.737
S31	944313.364	571030.696	S65	944408.499	570953.855
S32	944314.616	571034.312	S66	944420.897	570956.147
S33	944320.171	571054.262	S67	944427.469	570955.684
S34	944335.326	571062.917	S68	944428.480	570955.124

ANEXOS I
ESTUDIO HIDROLÓGICO

**INFORME DE ANÁLISIS HIDROLÓGICO E
HIDRÁULICO PARA LA QUEBRADA SIN NOMBRE
PARA EL PROYECTO HACIENDA LAS ROSAS.**

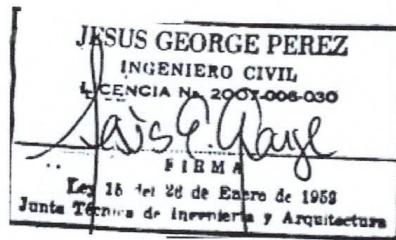
PREPARADO PARA:

**DESARROLLOS
HACIENDA LAS ROSAS, S.A.**

PRESENTADO POR:

JESUS GEORGE

C.I.No 2007-006-030



AGOSTO, 2024

Informe de Análisis Hidrológico e Hidráulico para Quebrada Sin Nombre y Afluentes Natural
Residencial Hacienda Las Rosas

ÍNDICE

1	INTRODUCCION	1
2	METODOLOGÍA.....	1
3.	DESCRIPCIÓN DE LA CUENCA DE LA QUEBRADA SIN NOMBRE Y AFLUENTE NATURAL.....	2
4.	ANÁLISIS HIDROLÓGICO.....	5
5.	EL MODELO HEC-RAS	9
6.	ANÁLISIS Y RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN CON EL MODELO HEC-RAS	13
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	24
8.	ANEXOS	26
11.	REFERENCIAS.....	31

1. INTRODUCCIÓN

El principal objetivo de este estudio hidrológico e hidráulico es el de determinar los caudales máximos desarrollados por la Quebrada Sin Nombre y un afluente por escorrentía superficial que pasan por el proyecto para un periodo de retorno de 1 en 50 años y así poder determinar las áreas de afectación en cuanto área de quebrada y Servidumbre Pluvial adicional determinar el nivel de aguas máximas extraordinarias para este evento, de modo que se puedan establecer los niveles de terracería seguros para el residencial Hacienda Las Rosas.

Este documento presenta los aspectos más relevantes correspondientes al análisis hidrológico e hidráulico de la Quebrada Sin Nombre y afluente por escorrentía superficial, la cual pasa por uno de los linderos y en medio del proyecto a desarrollar.

2. METODOLOGÍA

El desarrollo de este estudio comprende la determinación del caudal máximo de la Quebrada Sin Nombre y afluente por escorrentía y además la evaluación de la capacidad hidráulica del cauce existente de dicha quebrada para el paso de las aguas a través del proyecto.

Para la determinación del área de drenaje de la cuenca de la Quebrada Sin Nombre se utilizó la información de la topografía suministrada para el proyecto, también se utilizaron las hojas 4141-IV SE Serie E762 Edición 2 – DMA IGNTG. El análisis hidrológico de la Quebrada Sin Nombre y afluente por escorrentía fue desarrollado utilizando los parámetros indicados en el folleto “Análisis Regional de Crecidas Máximas”, elaborado para el MOP por la empresa Lavalin Internacional, S.A., debido a que el área de la cuenca es menor a 250 has.

La información topográfica del cuerpo de agua en el área de estudio fue levantada con equipos de alta precisión y al detalle, lo que permitió desarrollar un modelo digital de elevación del terreno, el cual se utilizó para generar secciones transversales para el análisis hidráulico.

Informe de Análisis Hidrológico e Hidráulico para Quebrada Sin Nombre y Afluentes Natural
Residencial Hacienda Las Rosas

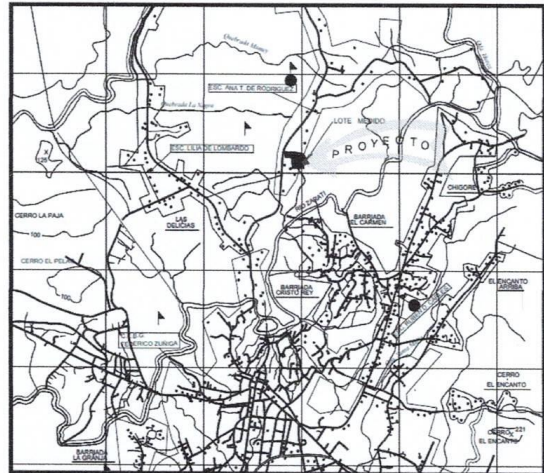
3. DESCRIPCIÓN DE LA CUENCA DE LA QUEBRADA SIN NOMBRE Y AFLUENTE POR ESCORRENTIA

El tramo analizado de la Quebrada Sin Nombre tiene una longitud desde su nacimiento de aproximadamente a 120m al noroeste del proyecto hasta el sector del análisis, en la comunidad de Penonomé, teniendo su nacimiento en en la misma zona, Provincia de Coclé.

La Figura #1, se muestra la Localización Regional del proyecto y la Figura #2 la delimitación de la Cuenca Hidrográfica de la quebrada en su influencia sobre el área a desarrollar.

Figura No. 1

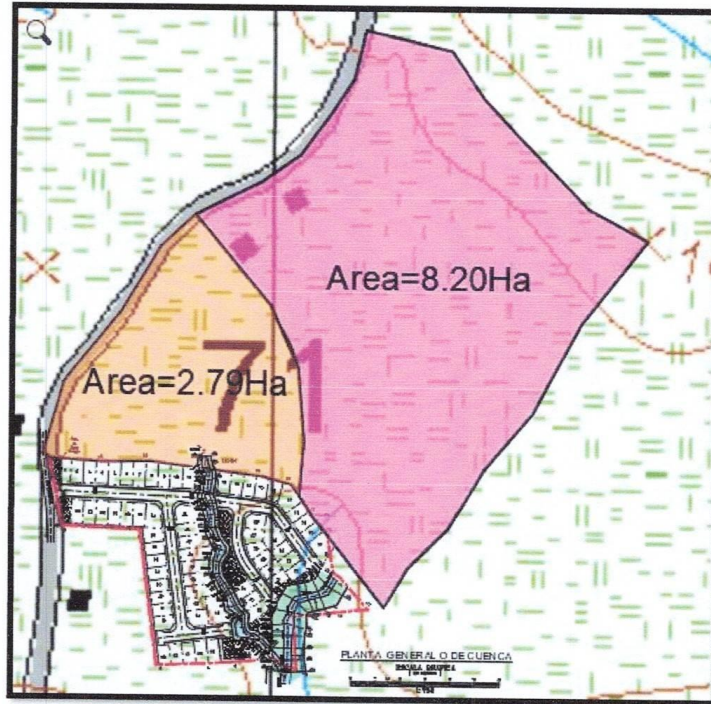
Localización Regional del Proyecto Hacienda Las Rosas



LOCALIZACION GENERAL
ESC. 1:30,000

Figura No. 2

Delimitación de las Cuencas de afluente por escorrentía y de la Quebrada Sin Nombre



Para toda la longitud del cauce en análisis de la quebrada, y basándonos en la información topográfica levantada, se ha considerado:

- Coeficiente de Rugosidad de Manning = 0.03 (Corrientes Naturales limpias y sinuosas, algunas piscinas y bajíos ver **Tabla No.1**).

Para el siguiente estudio se ha determinado que el área de drenaje de la cuenca según el tramo de análisis del afluente por escorrentía superficial es de 2.79Ha y para Quebrada Sin Nombre es de 8.20Ha.

4. ANÁLISIS HIDROLÓGICO

Para el análisis hidrológico se estarán utilizando 2 diferentes métodos para el cálculo del caudal:

- Metodo Racional. (QUEBRADA SIN NOMBRE Y AFLUENTE POR ESCORRENTIA).

QUEBRADA SIN NOMBRE – AFLUENTE POR ESCORRENTIA METODO RACIONAL

Para la determinación de los caudales máximos para diferentes periodos de retorno, se utilizó el Método Racional, el cual es recomendado por el MOP para cuencas de hasta 250 hectáreas, y que se puede expresar de la siguiente manera:

$$Q = \frac{CiA}{360}$$

Donde

Q = Es el caudal de diseño dado en m^3 / seg .

C = Coeficiente de Escorrentía

i = Intensidad de Lluvia para un Periodo de Retorno Especificado en $mm / hora$.

A = Área de Drenaje de la Cuenca en hectáreas.

El Método Racional empezó a utilizarse alrededor de la mitad del siglo XIX, y 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 ecuaciones 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).

Informe de Análisis Hidrológico e Hidráulico para Quebrada Sin Nombre y Afluentes Natural
Residencial Hacienda Las Rosas

Las ecuaciones IDF utilizadas y los cálculos de caudales máximos para diferentes periodos de retorno se presentan a continuación.

ECUACIONES DE INTENSIDAD-DURACIÓN-FRECUENCIA PARA LA CIUDAD DE PANAMÁ
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS – MANUAL DE REQUISITOS PARA APROBACIÓN DE
PLANOS 2002

i = Intensidad de lluvia (pulg/hora)
 t_c = Tiempo de Concentración (min)

Periodo de Retorno $T = 2$ años

$$i = \frac{227}{29 + t_c}$$

Periodo de Retorno $T = 5$ años

$$i = \frac{294}{36 + t_c}$$

Periodo de Retorno $T = 10$ años

$$i = \frac{323}{36 + t_c}$$

Periodo de Retorno $T = 20$ años

$$i = \frac{357}{37 + t_c}$$

Periodo de Retorno $T = 25$ años

$$i = \frac{370}{37 + t_c}$$

Periodo de Retorno $T = 30$ años

$$i = \frac{370}{36 + t_c}$$

Periodo de Retorno $T = 50$ años

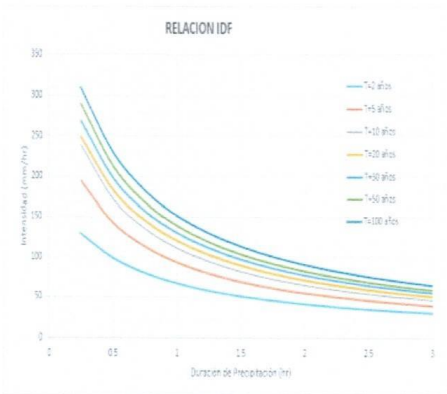
$$i = \frac{370}{33 + t_c}$$

Informe de Análisis Hidrológico e Hidráulico para Quebrada Sin Nombre y Afluentes Natural
Residencial Hacienda Las Rosas

RESULTADOS OBTENIDOS POR EL MÉTODO RACIONAL

Mediante las ecuaciones de Intensidad de lluvia – Duración – Frecuencia (Cuenca Rio Grande 134) se determinaron los caudales esperados para la Quebrada “Sin Nombre” para lluvias de periodos de retorno de 1 en 50 años, como se indica a continuación.

CUENCA RIO GRANDE



Gráfica: 03-134 Relación Intensidad Duración Frecuencia.

Tabla: Ecuación de Intensidad Relación Frecuencia para Eventos con Duración d en Horas de la cuenca de Rio Grande (mm/hr).

$I = \frac{a}{d + b}$							
T (años)	2	5	10	20	30	50	100
a	105.263	135.135	156.35	175.435	186.679	200	212.32
b	0.5604	0.4459	0.4062	0.4561	0.4538	0.44	0.4660
n1	99.99	99.74	99.74	99.72	99.72	99.71	99.71

Calculo de Caudal Quebrada Sin Nombre 1

Área a Drenar

El área determinada de la cuenca a drenar es de $A = 8.20$ Hectáreas

Tiempo de concentracion d se encontrará aplicando la formula de Kirpich

$$T_c = \left[\frac{0.8886 * L^3}{H} \right]^{0.385}$$

Donde

L es la longitud del cauce principal (en Km) $L = 0.480$ Km

H es la diferencia de elevacion entre el comienzo del cauce y el punto de análisis (en m) $H = 7.00$ m

Desarrollando la ecuación se optiene $d = 0.19$ Horas

Intensidad de Precipitación

La intensidad de precipitacion se calculará periodo de retorno de 50 años utilizando la ecuacion del manual del MOP para la vertiente del Pacifico

$$i = \left[\frac{a}{d + b} \right]$$

donde i es la intensidad dada en mm/hr
 T_c es el tiempo de concentracion en min

Desarrollando la ecuación se optiene $i = 315.70$

Coefficiente de Permeabilidad

Se utilizará un coeficiente de permeabilidad de $C = 0.85$

Caudal de Diseño

Para el Caudal de Diseño (Caudal a Drenar) se aplicara el Metodo Racional por estar trabajando con un área menor a 250 Has.

$$Q = \frac{CiA}{360} (m^3/seg)$$

donde Q es el caudal de diseño en (m^3/seg)
 i es la intensidad de precipitacion en mm/hr
 A es el área de la Cuenca a drenar

desarrollando la Ecuación se optiene $Q = 6.112 m^3/seg - \text{Periodo de Retorno de 50 años}$

Informe de Análisis Hidrológico e Hidráulico para Quebrada Sin Nombre y Afluentes Natural
Residencial Hacienda Las Rosas

Calculo de Caudal Afluyente por Escorrentía

Área a Drenar

El área determinada de la cuenca a drenar es de $A = 2.79$ Hectáreas

Tiempo de concentracion d se encontrará aplicando la formula de Kirpich

$$T_c = \left[\frac{0.8886 * L^3}{H} \right]^{0.385}$$

Donde

L es la longitud del cauce principal (en Km) $L = 0.240$ Km

H es la diferencia de elevacion entre el comienzo del cauce y el punto de análisis (en m) $H = 5.00$ m

Desarrollando la ecuación se obtiene $d = 0.10$ Horas

Intensidad de Precipitación

La intensidad de precipitación se calculará periodo de retorno de 50 años utilizando la ecuacion del manual del MOP para la vertiente del Pacifico

$$i = \left[\frac{a}{d + b} \right] \quad \text{donde } i \text{ es la intensidad dada en mm/hr}$$

T_c es el tiempo de concentracion en min

Desarrollando la ecuación se obtiene $i = 371.11$

Coefficiente de Permeabilidad

Se utilizará un coeficiente de permeabilidad de $C = 0.85$

Caudal de Diseño

Para el Caudal de Diseño (Caudal a Drenar) se aplicara el Metodo Racional por estar trabajando con un área menor a 250 Has.

$$Q = \frac{CiA}{360} (m^3/seg) \quad \text{donde } Q \text{ es el caudal de diseño en } (m^3/seg)$$

i es la intensidad de precipitacion en mm/hr

A es el área de la Cuenca a drenar

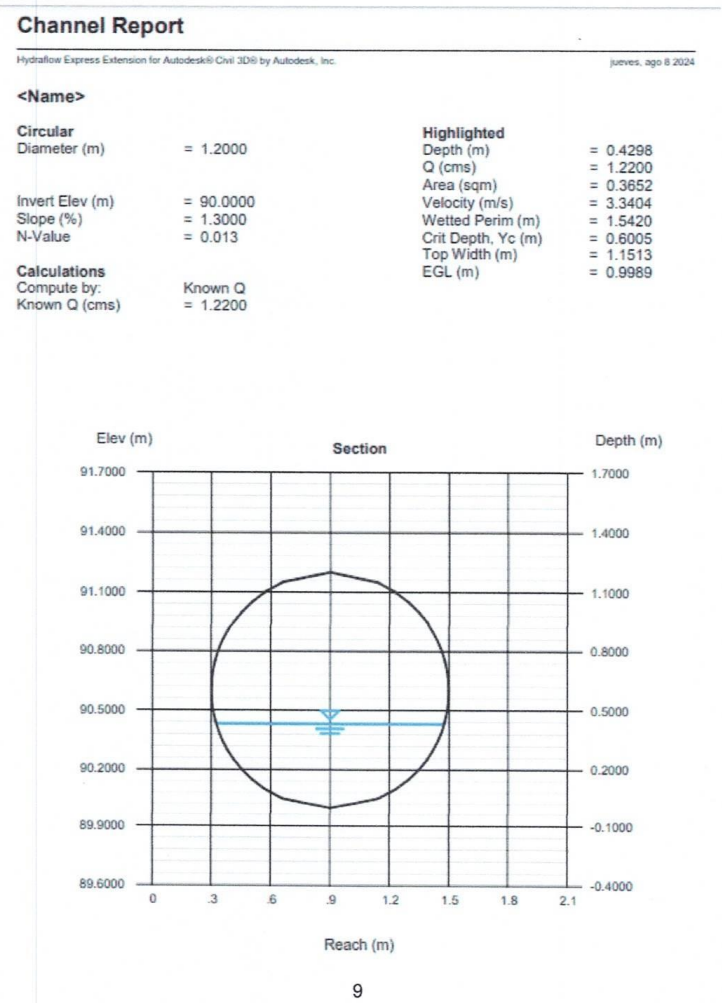
desarrollando la Ecuación se obtiene $Q = 2.445 m^3/seg$ - Período de Retorno de 50 años

Informe de Análisis Hidrológico e Hidráulico para Quebrada Sin Nombre y Afluentes Natural
Residencial Hacienda Las Rosas

Adicional se está contemplando un cruce en la sección del Afluente por Escorrentía para dar acceso a parte del desarrollo del Residencial.

Se ha contemplado un cruce doble de tuberías de 1.20m de Hormigón. El mismo fue contemplado en el análisis del estudio dentro del HecRas,

Análisis de las tuberías doble de 1.20m



Agosto 2024

5. EL MODELO HEC-RAS

Antes de realizar una presentación básica del modelo hidráulico HEC-RAS, se considera oportuno hacer ciertos comentarios de su predecesor, el modelo HEC-2. El modelo HEC-2 fue desarrollado en los años 70 por el Hydrologic Engineering Center en los Estados Unidos (Hoggan, 1997). El programa se diseña para calcular los perfiles superficiales del agua para flujo permanente, gradualmente variado en canales naturales (ríos) o artificiales. El proceso computacional se basa en la solución de la ecuación unidimensional de la energía utilizando el método estándar de paso. Entre sus usos, el programa se puede aplicar para delinear zonas de alto riesgo de inundaciones. El modelo también se puede utilizar para evaluar los efectos sobre los perfiles de la superficie del agua como resultados de mejoras y construcción de diques en canales. Además, es útil para simular estructuras como puentes y alcantarillas.

El objetivo principal del programa HEC-2 es simplemente calcular las elevaciones de la superficie del agua en todas las localizaciones de interés para los valores dados de flujo. Los requisitos de los datos incluyen en régimen del flujo, la elevación, la descarga, los coeficientes de pérdidas, la geometría de las secciones transversales, y la separación entre secciones adyacentes.

Siguiendo con los conceptos planteados en el modelo HEC-2 para la determinación de perfiles de la superficie de agua, el USACE (Army Corps of Engineers of the United States) desarrolló un Sistema de Análisis de Ríos, conocido como HEC-RAS. (1995, 2000). El modelo HEC-RAS es muy idéntico al modelo HEC-2, con pocos cambios menores. Los Objetivos, metas y resultados de los programas son los mismos. La gran mejora es la adición del poder gráfico al usuario (GUI). El GUI es un sistema de Windows que permite al usuario entrar, editar, y desplegar datos y gráficas en un formato de lectura fácil. Esta capacidad facilita al modelador una mejor visualización del río y su condición. Hasta permite imprimir la geometría del río en tres dimensiones.

En adición a las mejoras gráficas encontradas en HEC-RAS, muchas otras mejoras han sido hechas. HEC-2 está limitado para correr en condiciones de flujo subcrítico o supercrítico. HEC-

RAS es capaz de operar con un régimen de condición mixta. HEC-RAS también incluye la habilidad de modelar dentro de esclusas, compuertas, múltiples alcantarillas y tuene un nuevo método para evaluar el efecto de las columnas en puentes.

ECUACIÓN DEL FLUJO GRADUALMENTE VARIADO

Cuando el flujo en un canal o una corriente abierta encuentran un cambio de pendiente del fondo o cambio en la sección transversal, la profundidad de flujo puede cambiar gradualmente. Tal condición de flujo donde la profundidad y velocidad pueden cambiar a lo largo del canal se debe analizar numéricamente. La ecuación de la energía se aplica a un volumen de control diferenciado, y la ecuación que resulta relaciona el cambio en la profundidad con la distancia a lo largo de la trayectoria del flujo. Una solución es posible si uno asume que la pérdida principal en cada sección es igual a la del flujo normal con la misma velocidad y profundidad de la sección. Así, un problema de flujo no uniforme es aproximado por una serie de segmentos uniformes de la corriente del flujo.

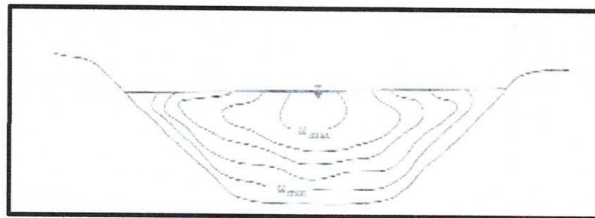
La energía total de una sección dada del canal puede ser escrita como,

$$H = z + y + \frac{\alpha V^2}{2g} \quad (1)$$

donde está “z+y”, es la cabeza potencial de la energía sobre un datum y la capacidad cinética de la energía es representada por el término que contiene la velocidad promedio en la sección. El valor de α se extiende de 1.05 a 1.36.

Figura No. 4

Distribuciones típicas de la velocidad en un canal abierto



Para la mayoría de los canales “ α ” es una indicación de la distribución de la velocidad a través de la sección transversal. Este se define como el coeficiente de la energía,

$$\alpha = \frac{\sum v_i^3 \Delta A}{V^3 A} \quad (2)$$

v_i es la velocidad en la sección ΔA y V es la velocidad promedio en la sección transversal. En muchos casos, el valor de α se asume de 1.0 (**Figura No. 4**), pero debe ser estimado para las corrientes o ríos en donde la variación de la velocidad puede ser grande.

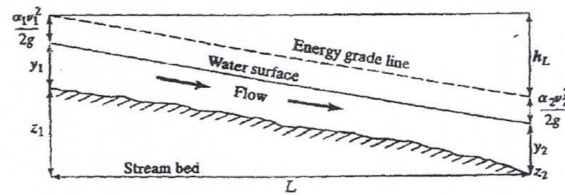
La ecuación de la energía para el flujo permanente entre dos secciones, 1 y 2 (**Figura No.5**), separadas por una distancia L se convierte en,

$$z_1 + y_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} = z_2 + y_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} + h_L, \quad (3)$$

Donde h_L es la pérdida principal de la sección 1 a la sección 2. Si asumimos que $\alpha=1$, $z_1 - z_2 = S_0 L$, y $h_L = SL$, la ecuación de la energía se convierte en,

Figura No. 5

Ecuación de la energía del flujo no uniforme.



$$\begin{aligned} z_1 + y_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} &= z_2 + y_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} + h_L \\ y_1 + \frac{V_1^2}{2g} &= y_2 + \frac{V_2^2}{2g} + (S - S_0)L. \end{aligned} \quad (4)$$

La pendiente de la energía se determina con la ecuación (5), utilizando la ecuación de Manning (unidades pie-s) y solucionando para S , tenemos

Informe de Análisis Hidrológico e Hidráulico para Quebrada Sin Nombre y Afluentes Natural
Residencial Hacienda Las Rosas

$$S = \left(\frac{n V_m}{1.49 R_m^{2/3}} \right)^2 \quad (5)$$

donde el subíndice m refiere a un valor medio. Si diferenciamos la ecuación (1) con respecto a x, la distancia a lo largo del canal, la tasa de cambio de la energía será entonces,

$$\frac{dH}{dx} = \frac{dz}{dx} + \frac{dy}{dx} + \frac{\alpha}{2g} \frac{d(V^2)}{dx} \quad (6)$$

La ecuación (7) describe la variación de la energía total para los flujos que varían gradualmente. Los términos S_0 y S pueden ser substituidos de las ecuaciones anteriores. La pendiente del perfil de la superficie del agua depende si el flujo es suscritico o supercrítico. Al utilizar $V = q / y$ (sección rectangular), y asumiendo que $\alpha=1$, la ecuación (6) se transforma en,

$$\frac{1}{2g} \frac{d}{dx} (V^2) = \frac{1}{2g} \frac{d}{dx} \left(\frac{q^2}{y^2} \right) = - \left(\frac{q^2}{g} \right) \frac{1}{y^3} \frac{dy}{dx} \quad (7)$$

Así

$$-S = -S_0 + \frac{dy}{dx} \left(1 - \frac{q^2}{gy^3} \right) \quad (8)$$

Si incluimos la definición del número de Forude (Fr), entonces la pendiente de la superficie del agua para una sección rectangular se puede escribir como,

$$\frac{dy}{dx} = \frac{S_0 - S}{1 - (V^2 / gy)} = \frac{S_0 - S}{1 - Fr^2} \quad (9)$$

Además, del levantamiento topográfico se visitó el área para identificar los coeficientes de Manning (n), que se deben utilizar en el modelo HEC-RAS en la simulación.

La selección del coeficiente “n” de rugosidad de Manning, se basa generalmente en “el mejor juicio de la ingeniería”; o en valores establecidos por ordenanzas municipales de diseño. Varias tablas están disponibles en la literatura general para la selección del coeficiente de rugosidad de Manning para un particular canal abierto (Ver **Tabla No.1. Chow, 1959**).

Informe de Análisis Hidrológico e Hidráulico para Quebrada Sin Nombre y Afluentes Natural
Residencial Hacienda Las Rosas

Tabla No. 1
Valores del coeficiente de rugosidad (n) en la fórmula de Manning

	Mínimo	Normal	Máximo
Tuberías cerradas			
Acero, clavado y espiral	0.013	0.016	0.017
Hierro fundido, Sin recubrimiento	0.011	0.014	0.016
Cemento, mortero	0.011	0.013	0.015
Concreto, alcantarilla	0.010	0.011	0.013
Arcilla, alcantarilla vitrificada	0.011	0.014	0.017
Albañilería del escombros, cementada	0.018	0.025	0.030
Canales alineados o erigidos			
Concreto, final del flotador	0.013	0.015	0.016
Fondo concreto, concreto	0.020	0.030	0.035
Fondo de la grava con el rasgaduras	0.023	0.033	0.036
Ladrillo, esmaltado	0.011	0.013	0.015
Canal excavado o dragado			
Tierra, derecha y uniforme - hierba corta	0.022	0.027	0.033
Tierra, sinuoso, floja, pastos densos	0.030	0.035	0.040
Cortes de la roca, dentado e irregulares	0.035	0.040	0.050
Canales no mantenidos, pasto y maleza sin cortar	0.050	0.080	0.120
Corrientes Naturales			
Etapas limpia, rectas, completas	0.025	0.030	0.033
Limpios y sinuosos, algunas piscinas y bajíos	0.033	0.040	0.045
Bordes flojos, malezas y charcos profundos	0.050	0.070	0.080
Riberas de arroyos montañosos y peñascos	0.030	0.040	0.050
Riberas de arroyos montañosos, grava y grandes Peñascos.	0.040	0.050	0.070
Flujo en Llano			
Pasto, ningún matorral, hierba alta	0.030	0.035	0.050
Matorral, matorral dispersos, hierbas abundantes	0.035	0.050	0.070
Matorral, medio al matorral denso en verano	0.070	0.100	0.160
Árboles, sauces densos, verano, plano	0.110	0.150	0.200
Árboles, bosques	0.080	0.100	0.120

6. ANÁLISIS Y RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN CON EL MODELO HEC-RAS

A continuación se presentan los análisis y resultados obtenidos del análisis hidráulico realizado a partir del modelo HEC-RAS, considerando los parámetros y consideraciones antes mencionadas.

La simulación se realizó considerando un flujo permanente para un periodo de retorno de 50 años.

Informe de Análisis Hidrológico e Hidráulico para Quebrada Sin Nombre y Afluentes Natural
Residencial Hacienda Las Rosas

Figura No. 6.0
Configuración del Afluente por Escorrentía Superficial con el modelo HEC-RAS

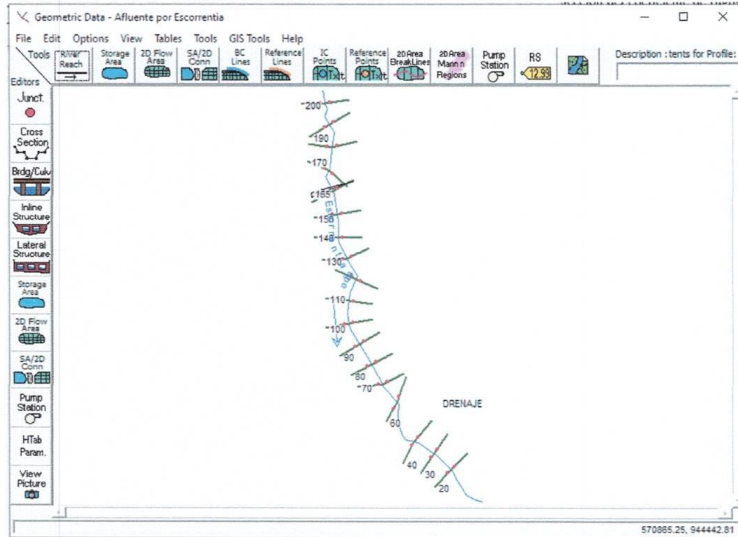
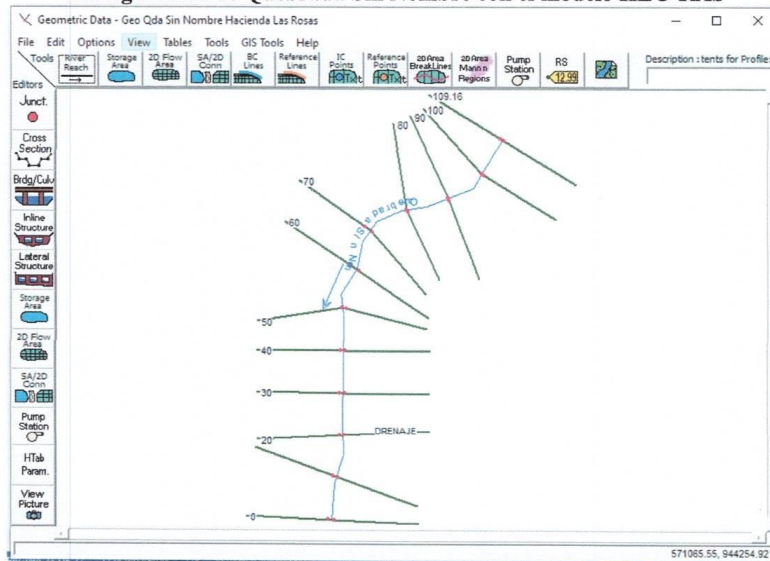


Figura No. 6.1
Configuración de Quebrada Sin Nombre con el modelo HEC-RAS



Informe de Análisis Hidrológico e Hidráulico para Quebrada Sin Nombre y Afluentes Natural
Residencial Hacienda Las Rosas

Figura No. 7.0
Vista en perfil del Afluente por Escorrentía Superficial con el modelo HEC-RAS

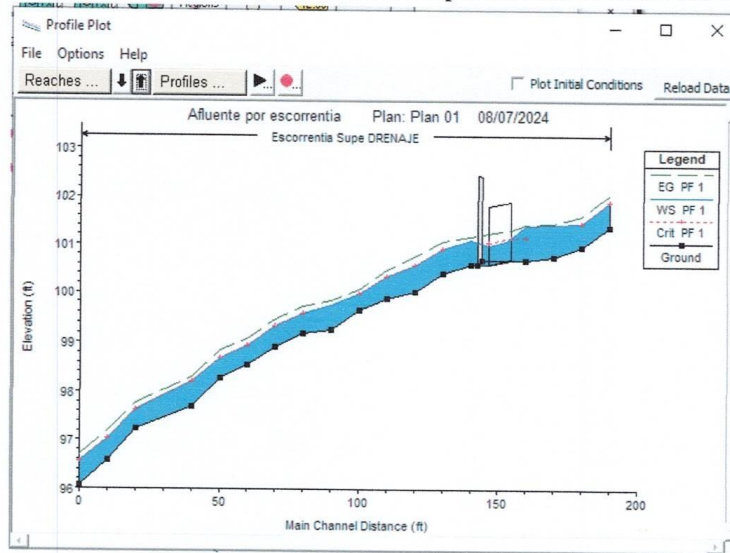


Figura No. 7.0
Vista en perfil de Quebrada Sin Nombre con el modelo HEC-RAS

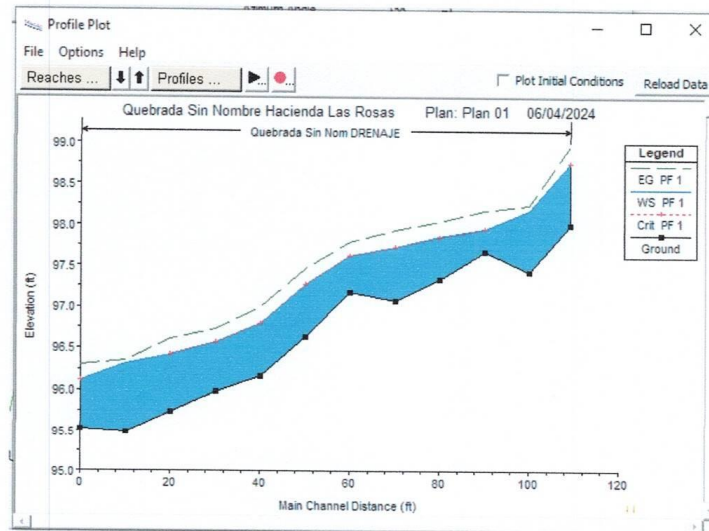


Figura No. 8.0
Vista en 3D del Afluente por Escorrentía Superficial con el modelo HEC-RAS

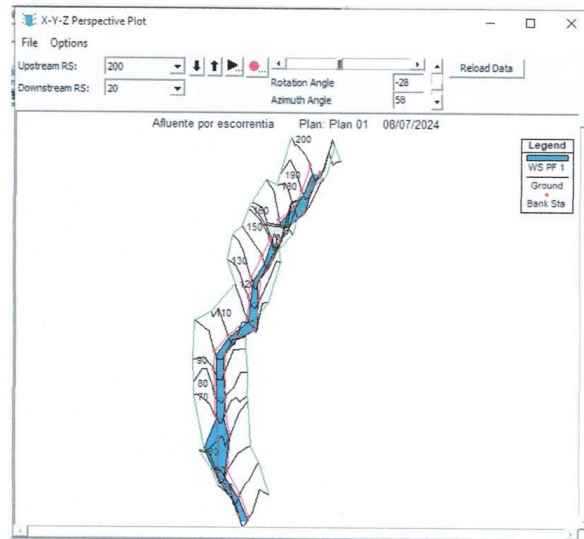
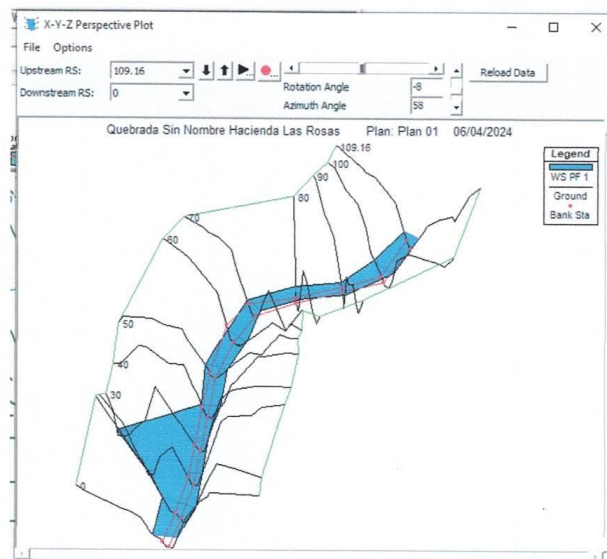


Figura No. 8.1
Vista en 3D de Quebrada Sin Nombre con el modelo HEC-RAS



Informe de Análisis Hidrológico e Hidráulico para Quebrada Sin Nombre y Afluentes Natural
Residencial Hacienda Las Rosas

Figura No. 9 Secciones Transversales Afluente por Escorrentía

Est. 200+000 a Est. 160+000

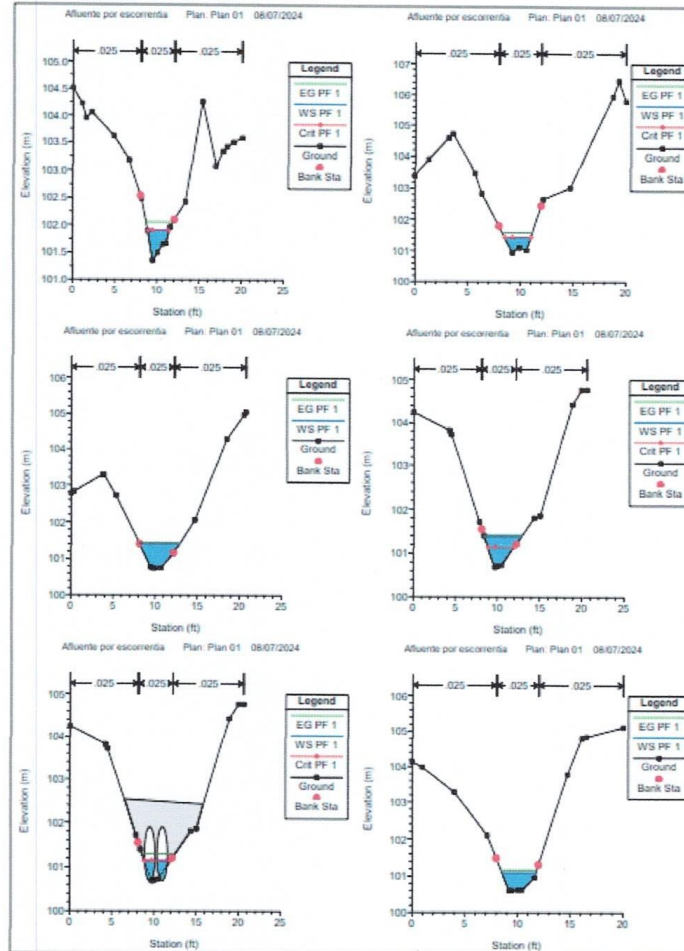
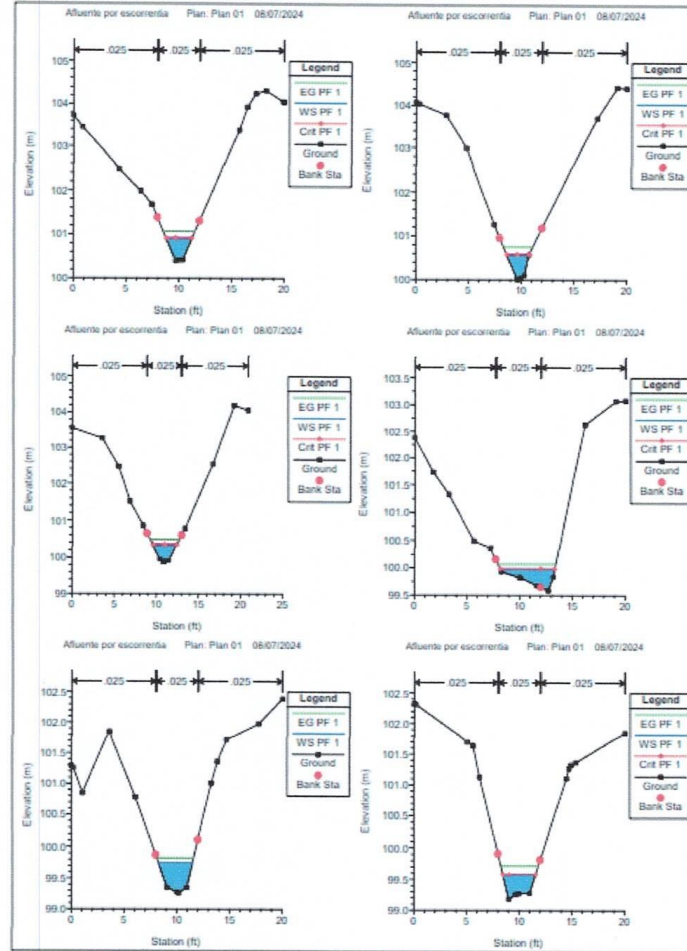


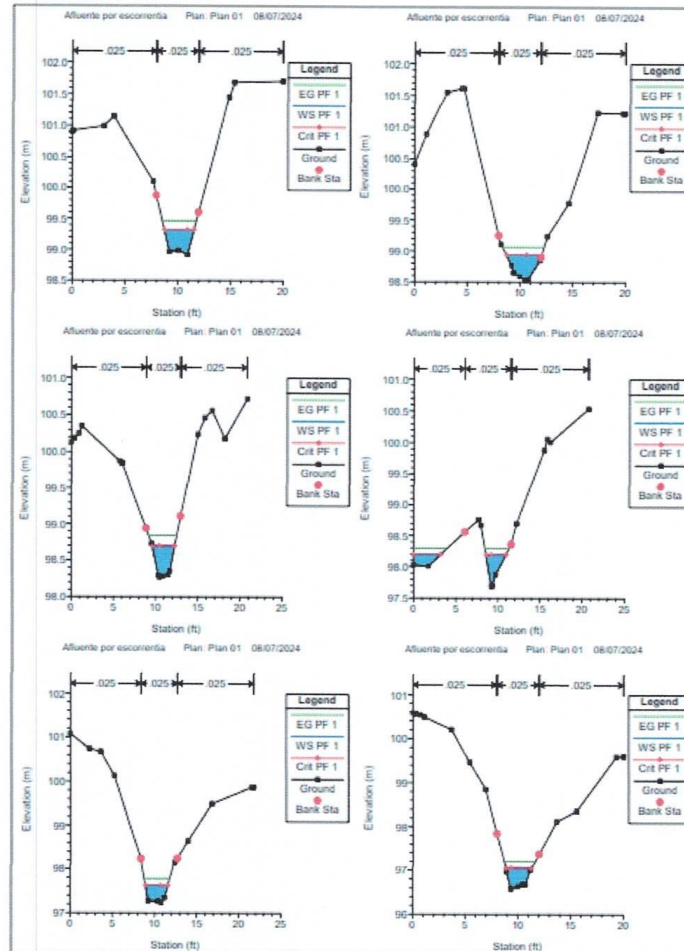
Figura No. 9 Secciones Transversales Afluente por Escorrentía

Est. 150+000 a Est. 100+000



Informe de Análisis Hidrológico e Hidráulico para Quebrada Sin Nombre y Afluentes Natural
Residencial Hacienda Las Rosas

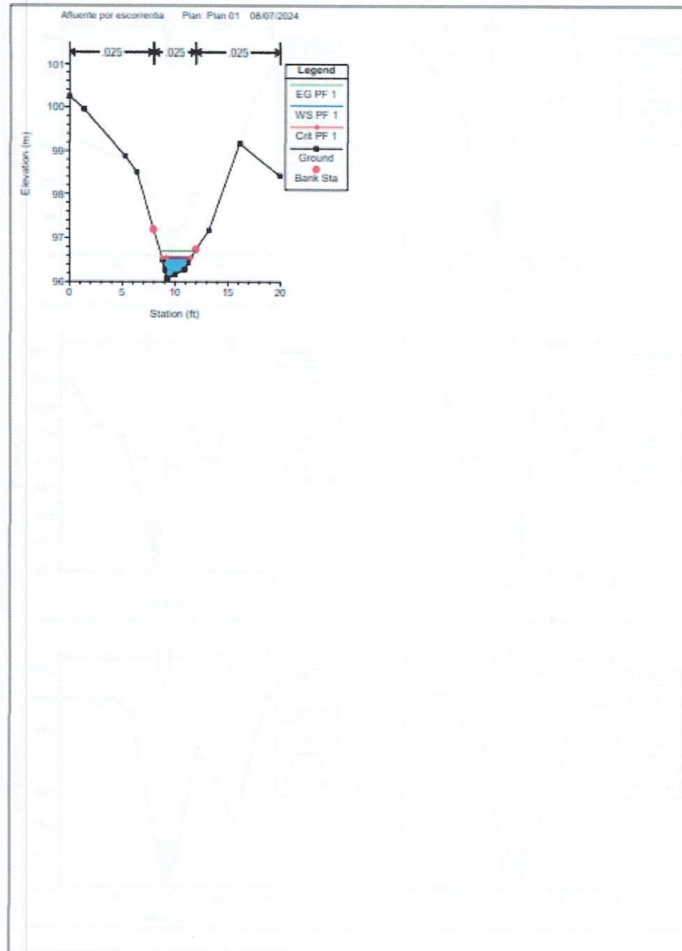
Figura No. 9 Secciones Transversales Afluente por Escorrentía
Est. 090+000 a Est. 030+000



Informe de Análisis Hidrológico e Hidráulico para Quebrada Sin Nombre y Afluentes Natural
Residencial Hacienda Las Rosas

Figura No. 9 Secciones Transversales Afluente por Escorrentía

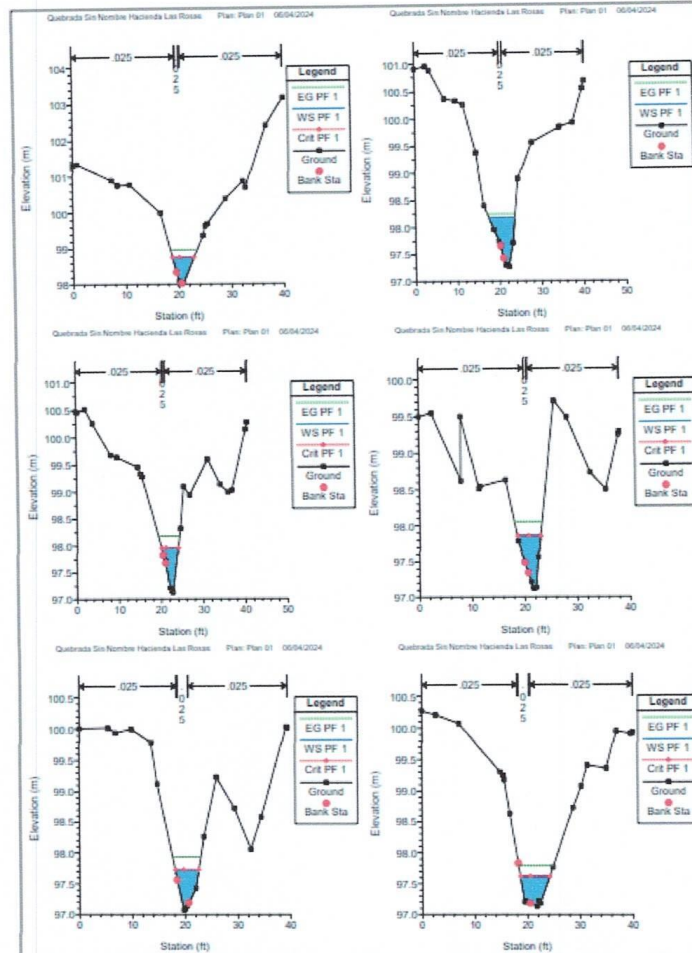
Est. 020+000



Informe de Análisis Hidrológico e Hidráulico para Quebrada Sin Nombre y Afluentes Natural
Residencial Hacienda Las Rosas

Figura No. 9 Secciones Transversales Quebrada Sin Nombre

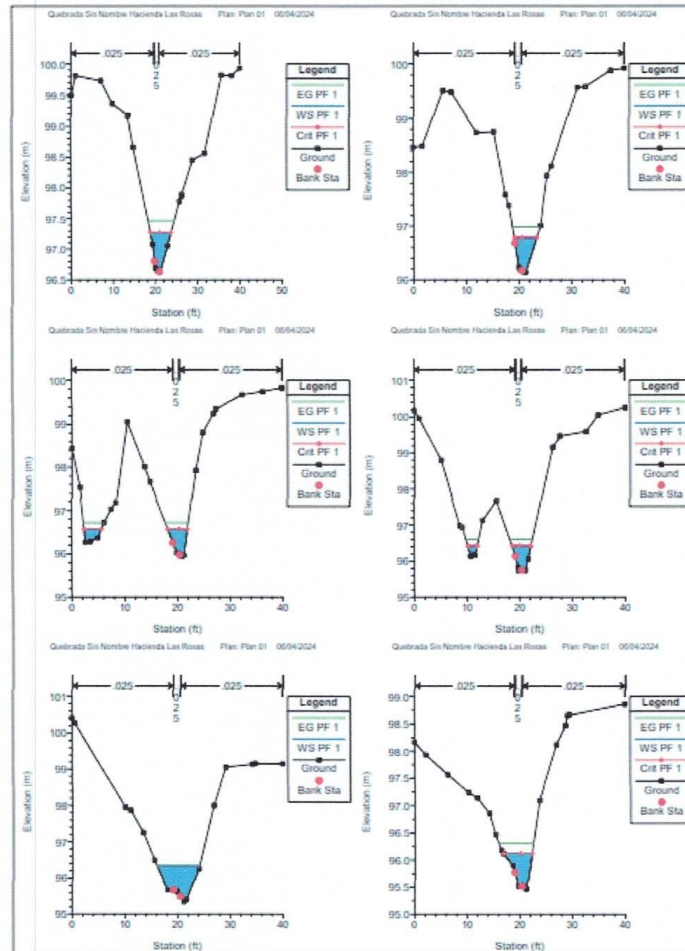
Est. 109.16+000 a Est. 60+000



Informe de Análisis Hidrológico e Hidráulico para Quebrada Sin Nombre y Afluentes Natural
Residencial Hacienda Las Rosas

Figura No. 9 Secciones Transversales Quebrada Sin Nombre

Est. 50+000 a Est. 000+000



Respuesta a la Nota N° DEIA-DEEIA-AG-0167-3107-2023

Informe de Análisis Hidrológico e Hidráulico para Quebrada Sin Nombre y Afluentes Natural
Residencial Hacienda Las Rosas

Tabla No. 2
Cuadro de resultados del tramo de análisis de la “Afluente por Escorrentía Superficial”

Profile Output Table - Standard Table 1												
File Options Std. Tables Locations Help												
HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Escorrentia Supe Reach: DRENAJE Profile: PF 1 Reload Data												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
DRENAJE	200	PF 1	2.44	101.36	101.90	101.90	102.05	0.016246	3.15	0.77	2.57	1.01
DRENAJE	190	PF 1	2.44	100.95	101.43	101.43	101.59	0.016358	3.19	0.77	2.48	1.01
DRENAJE	180	PF 1	2.44	100.75	101.41		101.43	0.001334	1.26	1.98	4.74	0.33
DRENAJE	170	PF 1	2.44	100.69	101.38	101.14	101.42	0.001858	1.43	1.74	4.40	0.38
DRENAJE	165											
DRENAJE	160	PF 1	2.44	100.60	101.09		101.17	0.006424	2.22	1.10	3.20	0.67
DRENAJE	150	PF 1	2.44	100.40	100.91	100.91	101.07	0.015332	3.18	0.77	2.44	1.00
DRENAJE	140	PF 1	2.44	100.01	100.58	100.58	100.75	0.016045	3.34	0.73	2.11	1.00
DRENAJE	130	PF 1	2.44	99.89	100.34	100.34	100.48	0.015315	3.05	0.80	2.83	1.01
DRENAJE	120	PF 1	2.44	99.65	99.98	99.98	100.07	0.012766	2.05	1.04	5.16	0.88
DRENAJE	110	PF 1	2.44	99.26	99.74		99.82	0.007139	2.30	1.06	3.20	0.70
DRENAJE	100	PF 1	2.44	99.18	99.58	99.58	99.71	0.015776	2.97	0.82	3.08	1.01
DRENAJE	90	PF 1	2.44	98.92	99.32	99.32	99.46	0.015488	3.05	0.80	2.80	1.00
DRENAJE	80	PF 1	2.44	98.54	98.94	98.94	99.07	0.014923	2.88	0.85	3.36	1.00
DRENAJE	70	PF 1	2.44	98.27	98.69	98.69	98.84	0.015231	3.09	0.79	2.68	1.01
DRENAJE	60	PF 1	2.44	97.69	98.19	98.19	98.29	0.016862	2.78	1.00	5.57	1.00
DRENAJE	40	PF 1	2.44	97.24	97.62	97.62	97.77	0.015618	3.10	0.79	2.68	1.01
DRENAJE	30	PF 1	2.44	96.58	97.04	97.04	97.20	0.015879	3.21	0.76	2.42	1.01
DRENAJE	20	PF 1	2.44	96.07	96.54	96.54	96.69	0.015911	3.08	0.79	2.73	1.01

Total flow in cross section.

QUEBRADA	ESTACION	Q (50 Años)	Nivel Fondo	NAME	Vel Qda	NST	Diferencia	Y Crítica
		(m3/S)	Qda (m)					
Afluente por Escorrentia	0+200	2.44	101.36	101.90	3.15	103.40	2.04	0.54
Afluente por Escorrentia	0+190	2.44	100.95	101.43	3.19	102.93	1.98	0.48
Afluente por Escorrentia	0+180	2.44	100.75	101.41	1.26	102.91	2.16	0.66
Afluente por Escorrentia	0+170	2.44	100.69	101.38	1.43	102.88	2.19	0.69
Afluente por Escorrentia	0+165	Culvert						-
Afluente por Escorrentia	0+160	2.44	100.60	101.09	2.22	102.59	1.99	0.49
Afluente por Escorrentia	0+150	2.44	100.40	100.91	3.18	102.41	2.01	0.51
Afluente por Escorrentia	0+140	2.44	100.01	100.58	3.34	102.08	2.07	0.57
Afluente por Escorrentia	0+130	2.44	99.89	100.34	3.05	101.84	1.95	0.45
Afluente por Escorrentia	0+120	2.44	99.65	99.98	2.05	101.48	1.83	0.33
Afluente por Escorrentia	0+110	2.44	99.26	99.74	2.30	101.24	1.98	0.48
Afluente por Escorrentia	0+100	2.44	99.18	99.58	2.97	101.08	1.90	0.40
Afluente por Escorrentia	0+090	2.44	98.92	99.32	3.05	100.82	1.90	0.40
Afluente por Escorrentia	0+080	2.44	98.54	98.94	2.88	100.44	1.90	0.40
Afluente por Escorrentia	0+070	2.44	98.27	98.69	3.09	100.19	1.92	0.42
Afluente por Escorrentia	0+060	2.44	97.69	98.19	2.78	99.69	2.00	0.50
Afluente por Escorrentia	0+040	2.44	97.24	97.62	3.10	99.12	1.88	0.38
Afluente por Escorrentia	0+030	2.44	96.58	97.04	3.21	98.54	1.96	0.46
Afluente por Escorrentia	0+020	2.44	96.07	96.54	3.08	98.04	1.97	0.47

Informe de Análisis Hidrológico e Hidráulico para Quebrada Sin Nombre y Afluentes Natural
Residencial Hacienda Las Rosas

Tabla No. 3
Cuadro de resultados del tramo de análisis de la “Quebrada Sin Nombre”

Profile Output Table - Standard Table 1												
HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Quebrada Sin Nom Reach: DRENAJE Profile: PF 1												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
DRENAJE	109.16	PF 1	6.11	98.00	98.75	98.75	98.96	0.011029	4.36	1.72	4.06	0.96
DRENAJE	100	PF 1	6.11	97.43	98.17		98.25	0.003044	2.32	2.91	6.08	0.52
DRENAJE	90	PF 1	6.11	97.68	97.96	97.96	98.18	0.011292	2.03	1.67	3.93	0.82
DRENAJE	80	PF 1	6.11	97.34	97.85	97.85	98.05	0.010602	3.50	1.79	4.42	0.93
DRENAJE	70	PF 1	6.11	97.07	97.73	97.73	97.93	0.011823	3.92	1.73	4.42	0.98
DRENAJE	60	PF 1	6.11	97.18	97.62	97.62	97.79	0.013921	3.21	1.85	5.53	0.99
DRENAJE	50	PF 1	6.11	96.63	97.27	97.27	97.47	0.010135	4.20	1.86	4.93	0.95
DRENAJE	40	PF 1	6.11	96.17	96.78	96.78	96.99	0.013198	3.66	1.68	4.23	0.98
DRENAJE	30	PF 1	6.11	95.98	96.57	96.57	96.72	0.010427	3.66	2.12	6.92	0.93
DRENAJE	20	PF 1	6.11	95.73	96.41	96.41	96.60	0.010430	3.88	1.90	5.34	0.91
DRENAJE	10	PF 1	6.11	95.49	96.31		96.35	0.001218	1.61	4.40	7.94	0.34
DRENAJE	0	PF 1	6.11	95.52	96.12	96.12	96.30	0.009963	3.83	1.90	5.45	0.92
Total flow in cross section.												

QUEBRADA	ESTACION	Q (50 Años)	Nivel Fondo	NAME	Vel Qda	NST	Diferencia	Y Critica
		(m3/S)	Qda (m)					
Quebrada Sin Nombre	0+109.16	6.11	98.00	98.75	4.36	100.25	2.25	0.75
Quebrada Sin Nombre	0+100	6.11	97.43	98.17	2.32	99.67	2.24	0.74
Quebrada Sin Nombre	0+090	6.11	97.68	97.96	2.03	99.46	1.78	0.28
Quebrada Sin Nombre	0+080	6.11	97.34	97.85	3.50	99.35	2.01	0.51
Quebrada Sin Nombre	0+070	6.11	97.07	97.73	3.92	99.23	2.16	0.66
Quebrada Sin Nombre	0+060	6.11	97.18	97.62	3.21	99.12	1.94	0.44
Quebrada Sin Nombre	0+040	6.11	96.63	97.27	4.20	98.77	2.14	0.64
Quebrada Sin Nombre	0+040	6.11	96.17	96.78	3.66	98.28	2.11	0.61
Quebrada Sin Nombre	0+030	6.11	95.98	96.57	3.66	98.07	2.09	0.59
Quebrada Sin Nombre	0+020	6.11	95.73	96.41	3.88	97.91	2.18	0.68
Quebrada Sin Nombre	0+010	6.11	95.49	96.31	1.61	97.81	2.32	0.82
Quebrada Sin Nombre	0+000	6.11	95.52	96.12	3.83	97.62	2.10	0.60

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A partir de los resultados obtenidos en el desarrollo de este estudio podemos llegar a las siguientes conclusiones y recomendaciones:

- Se ha estimado que los niveles seguros de terracería para el proyecto deben estar 1.50m por encima del Nivel de Aguas Máximas es decir 2.32 metros medidos desde el fondo de la Quebrada Sin Nombre y 2.19 metros medidos desde el fondo del Afluente por Escorrentía Superficial, todo estos niveles para la lluvia de un periodo de retorno de 1 en 50 años. Es decir, los niveles adecuados de terracería están entre las cotas 97.62m y los 100.25m para la quebrada sin nombre y entre las cotas 98.04m y los 103.40m para el afluente por escorrentía.
- El modelo HEC-RAS simula adecuadamente el tránsito de los caudales de diseño de la Quebrada Sin Nombre para el periodo de retorno de 50 años.
- Se recomienda construir por arriba de los niveles establecidos en el punto anterior para evitar inundaciones en la zona del proyecto.
- Sobre el afluente por escorrentía superficial se considera un cruce con tuberías dobles de 1.20m para poder dar continuidad al Residencial.

8. REFERENCIAS

Chow, V. T., 1959, Open Channel Hydraulics, McGraw-Hill, New York.

Computer Applications in Hydraulics Engineering: Connecting Theory to Practice 1997-2004.
Haestad methods, Inc.

Hoggan D. H., 1997, Computer-Assisted Floodplain Hydrology and Hydraulics, 2nd ed., McGraw-Hill, New York.

Hidrologic Engineering Center, 1982, HEC-2 Water Surface Profiles, User's Manual, U. S. Army Corps of Engineering, Davis, CA.

Hidrologic Engineering Center, 1995, HEC-RAS River Analysis System, User's Manual, U. S. Army Corps of Engineering, Davis, CA.

Hidrologic Engineering Center, 2008, HEC-RAS, River Analysis System, User's Manual, U. S. Army Corps of Engineering, Davis, CA.

http://www.hidromet.com.pa/documentos/Analisis_Crecidas_Maximas_Panama.pdf

MOP Manual de Requisitos y Normas Generales
Actualizadas para la Revisión de Planos, parámetros
Recomendados en el diseño del sistema de calles, y drenajes pluviales de acuerdo
a lo exigido en el Ministerio de Obras Públicas.

ANEXO 2

- LOTE POZO Y TA HLR V4 digital y impreso
- LOTE PTAR HLR V4 digital y impreso
- LOTIFICACION CON 2-SERVIDUMBRE digital y impreso
- LOTIFICACION CON SERVIDUMBRE HLR V4 digital y impreso
- PERFIL CL A y B digital y impreso
- PERFIL CL PPAL V4 digital y impreso
- TERRACERIA V4 digital y impreso
- LOTIFICACION CON SERVIDUMBRE Y COORDENADA
- COORDENADAS EN EXCEL