

Análisis Hidráulico-Hidrológico PROYECTO DOÑA LETY

PROMOTOR: ALBERTO CEDEÑO

QDA. LA LAJITA

INFORME N° 1

FECHA: Febrero 2021

Ing. Eldis A. Ruiz V.

1. INTRODUCCIÓN

El presente estudio tiene como objetivo complementar el desarrollo del Proyecto de Lotificación Doña Lety, dado que el recurso hídrico en estudio está dentro del citado proyecto en el sector sur.

El proyecto se localiza en el sitio conocido como Las Barreras, corregimiento de La Peña, Distrito de Santiago, Provincia de Veraguas. El acceso al proyecto se logra por la VIA SANTIAGO – SONÁ (Ver Plano de Localización).

Se utilizaron los conceptos de divisoria o interflujo y sumatoria de líneas paralelas para identificar el perímetro, así como las observaciones de campo.

El área donde se desarrollará el proyecto es una Semi Urbana, donde predominan arbustos y pastizales en áreas abiertas e interrumpidas por el avance de la marcha urbana; el área de la quebrada presenta especies como el espavé y guarumo.

Para el área de estudio según los pobladores aledaños al sitio del proyecto, no es un área susceptible a inundaciones en una regresión de 20 años aproximadamente, aun cuando hay grandes crecidas durante los meses de mayor precipitación pluvial. Sin embargo ya que el proyecto residencial presenta un área en donde se establecerá una población y por estar en las cercanías de una fuente superficial de agua, constituye un riesgo y es por esta razón, es por la que se somete este proyecto a un cálculo del tirante hidráulico cerca del proyecto para una crecida de un período de retorno de 50 años, a través del tramo de la quebrada que afecta al proyecto. Las pendientes del proyecto hacia la quebrada son moderadas y su elevación es mayor en el margen donde se van a construir las viviendas.

En la época seca se presentan los caudales menores, durante la época de lluvia se tienen los caudales mayores; subrayamos el evento de que en verano la quebrada presenta flujos o caudales menores. Para este estudio las mediciones de velocidad de flujo, secciones transversales, caudal, etc., fueron realizados a mediados del mes de enero, cuando todavía los parámetros hidrológicos e hidráulicos eran susceptibles de medirse e interpretarse como de un escenario promedio.

Por la naturaleza del área y el comportamiento de la quebrada hemos considerado para este estudio hidrológico el área de drenaje comprendida por la sección de la quebrada cuyo recorrido es de 540 metros (ver plano de localización), el área de drenaje es hasta la zona de influencia del proyecto es de 30.6 ha hasta el punto final del proyecto, localizado en la parte sur de la finca (ver secciones transversales).

*Se somete este proyecto a los cálculos de los caudales promedios en el área de influencia del proyecto para una crecida de un periodo de retorno de 50 años, a través de un recorrido observado en campo, que va desde la estación 0K+000 hasta la 0K+540.00, **hacemos la aclaración de que se ha modelado y realizado un análisis completo del recorrido del cauce , sin embargo el proyecto se ve influenciado por el mismo desde la estación 0K+540.00 hasta la estación 0K+380, por lo que la secciones de los planos constructivos solo se mostrarán dichas secciones.***

Por otro lado es menester de este estudio, analizar los volúmenes de agua durante la época de invierno en la sección observada a fin de disponer de los parámetros hidráulicos sustanciales para el buen desempeño del proyecto y de esta manera eliminar las molestias a los futuros usuarios y vecinos del área.

2. OBJETIVO GENERAL

*Estudiar aspectos hidrológicos de una sección de la sub-cuenca y observar su comportamiento hidráulico, para un caudal de **16.23 m³/s** para un período de retorno de 50 años.*

El objetivo del Estudio Hidrológico en la zona es visualizar el potencial de inundación de los terrenos adyacentes a la quebrada y realizar los análisis correspondientes a fin de establecer el caudal de diseño para el período de retorno adecuado y así

establecer la cota mínima de terracería, para evitar inundaciones y perjuicios a los que vivan en el área en mención.

Los Estudios Hidrológicos e Hidráulicos se llevaron a cabo a partir de información hidroclimatológica y topográfica de la zona de interés, tomando en cuenta la amenaza que puede generar el proyecto o a la que puede verse expuesto, de acuerdo a los niveles de inundación, estableciendo así las medidas de mitigación necesarias.

3. INFORMACIÓN ANALIZADA

Para el análisis de la situación, se ha valido de toda la información suministrada por La empresa Promotora en donde destacan principalmente:

- ✓ *Diseño Inicial para evacuación de las aguas Pluviales y estudios hidrológicos para quebradas.*
- ✓ *Planos CAD y perfiles topográficos de la zona a analizar.*
- ✓ *Curvas de nivel y levantamiento topográfico.*

De Manera complementaria se emplearon los estudios realizados por ETESA a las principales cuencas del país, para estimar los caudales de la zona.

Se estimó la cuenca tributaria para este sector, a partir de la hoja 4040 III y 3939 II Serie E-762 del instituto geográfico Nacional Tommy Guardia.

*Y se comparó con la analizada por el software **ArcMap**.*

3. NORMATIVA DE REFERENCIA MOP: MANUAL PARA LA REVISION DE PLANOS, CAPITULO IV, SECCION B, REQUISITOS PARA LA APROBACION DE PLANOS PLUVIALES

4. METODOLOGÍA

Tras analizar la información suministrada, se ha realizado un análisis hidráulico hidrológico de los drenajes existentes y su capacidad con el fin de poder conseguir la distribución más óptima para los drenajes de la servidumbre. Para realizar este trabajo se ha procedido de la siguiente forma:

1. Demarcación de las cuencas de aporte de hacia la quebrada.
2. Demarcación de la ruta de recorrido y el tiempo de concentración.
3. Cálculo de la intensidad máxima de lluvia para un periodo de retorno de 1:50 años

Recopilación de la Información

Básicamente se recabó la información a partir de la revisión y análisis de bibliografía, Estudios hidrológicos del área de interés, glosario hidrológico internacional, documentos, planos, mapas, especificaciones del MOP, Leyes, Normas y Decretos relativos al agua y de las observaciones y mediciones realizadas en campo con un equipo de especialistas.

Cálculos

En gabinete se realizaron elaboraciones de planos, cálculos y mediciones del área de drenaje y su delimitación, pendientes, distancias, perfil de la quebrada, recorrido de la quebrada, secciones transversales, dimensiones de los taludes, así como de otros parámetros hidráulicos, análisis de variables climatológicas y levantamientos topográficos y batimétricos en los puntos de interés, se utilizó el mosaico topográfico de Santiago Hoja II Y III, 1:50,000.

Entre las consultas revisamos los boletines hidrológicos de ETESA.

Las visitas al sitio del proyecto se realizaron para el reconocimiento del área y otros aspectos ambientales (flora y fauna, aspectos físicos y comunidad adyacente al curso hídrico, evaluación visual, etc.), el cálculo de caudales para diferentes períodos de retornos, levantamientos topográficos y geodésicos, cálculo de secciones transversales y perfil de la quebrada. Este estudio ha contado con la

participación de diversos especialistas con los cuales se ha practicado una consulta de expertos, que arrojó sugerencias y observaciones de gran valor.

Hidrología

Hidroclimatología

En el área objeto del estudio, según la clasificación de climas de Köppen el clima predominante es Tropical Húmedo (Ami), caracterizado por una precipitación anual mayor a 2,500 mm; uno o más meses con precipitación menor de 60 mm, temperatura media del mes más fresco $> 18^{\circ}\text{C}$, diferencia entre la temperatura media del mes más cálido y el mes más fresco $< 5^{\circ}\text{C}$.

La información climática que describimos a continuación, la tomamos de la estación meteorológica N° 120-002, ubicada en el Aeropuerto Rubén Cantú, es una estación tipo A, que opera desde el mes de mayo de 1995, localizada en las coordenadas $08^{\circ}05'$ de latitud norte y $80^{\circ}58'$ de longitud oeste, a una elevación de 80 m.s.n.m. Esta estación se encuentra aproximadamente a 1.5 kilómetros del sitio del proyecto.

Precipitación y clima de la Provincia de Veraguas

En la provincia de Veraguas el promedio anual oscila entre los 2000 y 5000 milímetros anuales, siendo las zonas más secas las de/ sur de la península de las Palmas y las más húmedas en la Cordillera Central y la Costa Atlántica. El 85% de la provincia tiene un clima tropical húmedo (meses con precipitación anual mayor de 2500 mm, 1 ó más meses con precipitación menor a 60 ml con temperaturas del mes más fresco superior a 18°C zona de vida . El 5% tiene un clima templado muy húmedo de altura con lluvias copiosas todo el año y el mes más seco con lluvia mayor o igual a 60 mm. La temperatura media del mes más fresco por debajo de 18°C se ubican en las partes más altas de la Cordillera Central. El resto (10%) tiene un clima tropical muy húmedo con lluvias copiosas todo el año, el mes más seco superior a 60 mm de lluvia y la temperatura del mes más fresco superior a los 18°C , ocupa una franja en la costa norte atlántica de la provincia.

La estación lluviosa o invierno empieza por lo regular a mediados de abril o a mediados de mayo, la mayor parte de las lluvias de invierno caen bajo forma de violentos aguaceros en horas de la tarde. El relieve introduce pocas diferencias en el régimen de lluvias durante el invierno. Toda la vertiente del Pacífico está sometida a la llegada de las masas de aire húmedo inestable del Sur (Oster, R. 1980).

La cantidad y frecuencia de las lluvias son función del relieve. La estación lluviosa se caracteriza por períodos continuos de días lluviosos. La tendencia general es de un aumento de la lluvia desde el nivel del mar hacia un óptimo pluviométrico situado entre 500 y 1000 metros. Después se observa una disminución muy rápida de las lluvias, arriba de los 1000 metros de altitud (Oster, R. 1980).

Precipitación

La precipitación promedio en el período 1971-2003, fue de 2408.3, con un máximo anual de 3160.9 mm en 1971 y un mínimo de 1453.2 mm en 1976. Octubre es el mes más lluvioso y febrero el más seco, con 392.1 y 16.9 mm de precipitación promedio respectivamente. La mayor precipitación mensual registrada en la región fue en octubre de 1971, con 625.2 mm.

En el cuadro siguiente se observan los valores promedios mensuales de precipitación, para el período señalado en líneas anteriores.

Cuadro N° 1
Precipitación mensual promedio 1971-2003

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
23.4	16.9	21.9	97.6	309.5	309.5	238.5	322.2	344.5	392.1	261.5	91.4	2,408.3

Fuente ETESA, Departamento de Hidrometeorología, Estación 120-002

Cuadro N° 2: Precipitación Pluvial anual - Estación Meteorológica de Santiago

Precipitación Pluvial mensual (en milímetros)												

1985	1986	1987	1988	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
1919.9	2328.1	2160.8	2864.5	1872.3	2593.1	1820.9	2216.7	2/809.2	2099.8	3041.3	2483.3	1799.3

Fuente Departamento de hidrometeorología – ETESA

Temperatura de la Provincia de Veraguas

Las temperaturas medias más bajas de la provincia, son del orden de los 22° C en las tierras altas de la cordillera, y las temperaturas medias más altas cerca de los 27° C, en las tierras bajas. La Temperatura media anual del aire superficial se ubica generalmente entre los 26° y 27°C.

La temperatura promedio en el area del proyecto es de 26.8°C, con valores que oscilan entre 26.1 °C en diciembre y 28.3 °C en abril. En este sector se han presentado temperaturas máximas de 36.1°C, en marzo de 1987 y mínimas de 17.5° C, en el mes de 1989. Los valores mensuales de temperatura los detallamos en el cuadro N°3.

Cuadro N°3

Temperatura máxima, mínima y media

Temp.	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Max.	28.2	28.9	29.8	29.5	29.0	28.0	27.9	27.7	29.5	27.0	27.2	27.4
Min.	25.4	25.3	25.3	27.2	26.6	25.9	25.6	25.6	25.1	25.4	25.1	24.9
Prom.	26.4	27.1	27.9	28.3	27.5	26.9	26.7	26.6	26.5	26.2	26.3	26.1

Fuente Departamento de hidrometeorología - ETESA

Evaporación de la Provincia de Veraguas

La evaporación es el fenómeno de vaporización que se produce lentamente sobre la superficie libre del líquido a la temperatura ordinaria, Las causas de las cuales depende la evaporación son la temperatura de la capa superficial del agua, la humedad del aire, la velocidad del viento y la presión atmosférica a lo que hay que añadir la magnitud y forma de la superficie por donde se realiza esa evaporación, la cual no se verifica solamente sobre los mares y sobre los ríos en donde naturalmente es máxima, sino también sobre la nieve y en los terrenos cubiertos de vegetación o en los pantanos. Esta evaporación es mayor cuanto más elevada es

la temperatura de la capa de agua y cuanto más veloz y seco es el viento que pasa por encima de ella. Así tenemos que a mayor temperatura y mayor velocidad del viento, la evaporización será más elevada.

Evaporación de la Ciudad de Santiago

Según la estación meteorológica de Santiago, ubicada en el aeropuerto Rubén Cantú, los valores de evaporación para el área nos muestran que los máximos valores los encontramos para los meses de la época seca, específicamente los meses de febrero y marzo, donde la intensidad solar es mayor, mientras que para los meses de agosto y noviembre, encontramos los valores menores para evaporación, debido a la gran cantidad de lluvia que se suscitan en esta parte del País.

En el área de influencia de la estación meteorológica, los máximos valores de evaporación se presentan durante la época seca, específicamente entre los meses de febrero a abril, cuando la intensidad solar es mayor, mientras que en los meses de agosto a noviembre se observan los valores menores de evaporación.

En la tabla N°4 presentamos los valores de evaporación registrada en la estación m 120-002, en el periodo 1993 y 1999.

Cuadro N°4
Evaporación promedio (mm)

Mes	1993*	1994*	1995*	1996**	1997**	1998**	1999**
Ene	5.7	6.9	8.0	157.1	167.6	250.8	160.8
Feb	8.0	8.5	8.8	195.8	177.1	195.4	190.9
Mar	8.0	8.3	8.4	244.0	234.9	299.6	242.2
Abr	6.6	8.4	5.7	199.9	195.6	251.9	170.7
May	4.8	5.0	4.2	107.0	155.6	197.2	122.8
Jun	5.0	3.7	4.2	98.3	128.6	136.1	105.9
Jul	4.7	4.0	3.8	109.1	146.3	129.9	125.8
Ago	4.4	4.3	3.2	107.7	167.1	130.8	135.3
Sep	4.9	4.3	3.7	118.0	131.1	123.5	153.6
Oct	4.2	5.4	3.4	109.2	125.1	105.1	-----

Nov	3.8	4.1	3.7	88.9	99.4	121.7	-----
Dic	4.8	5.5	4.0	130.4	193.6	137.0	-----

Fuente: Departamento de Hidrometeorología

***Promedio mensual diario**

****Promedio mensual total**

Velocidad y dirección del viento

Como se observa en el cuadro N° 5, la velocidad del viento varía con la estación. En la estación seca predominan los vientos alisios provenientes del noreste, con velocidades entre 4.8 y 6.8 kilómetros por hora, lo que repercute en un mayor transporte de partículas por aire durante este período. En la estación lluviosa la velocidad varía entre 3.8 y 4.5 kilómetros por hora. En marzo se presentan los vientos más fuertes coincidiendo con el pleno dominio de los vientos alisios del noreste.

Cuadro N°5

Velocidad mensual del viento (m/s)

Vel	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Prom	1.33	1.40	1.90	1.65	1.30	1.05	1.07	1.08	1.08	1.32	1.10	1.20
Max	1.70	1.60	2.30	1.80	1.50	1.20	1.10	1.10	1.20	1.60	1.40	1.30
Min	1.00	1.20	1.60	1.50	1.10	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	0.90	1.00

Fuente: ETESA, Departamento de Hidrometeorológica, Estación 120-002

El Promedio anual de dirección del viento se detalla a continuación.

Cuadro N°6

Dirección del viento

Mes	Nº de Obs	N	NE	E	SE	S	NO	O	SO
Ene	743	243	103	79	4	10	150	85	69
Feb	696	264	142	80	9	1	100	70	30

Mar	744	251	156	86	6	13	100	60	72
Abr	720	190	93	66	5	25	120	100	121
May	744	48	45	66	12	64	150	140	219
Jun	720	38	36	22	8	69	140	189	218
Jul	744	43	54	21	19	52	120	200	235
Ago	744	49	42	49	25	43	90	150	296
Sep	702	50	22	35	20	52	70	140	313
Oct	726	12	16	24	10	58	40	200	366
Nov	720	54	44	14	13	72	80	180	236
Dic	744	120	94	102	27	7	150	150	94
Total	8,747	1,362	847	644	158	466	1,310	1,664	2,269
% Anual		15.6	9.7	7.4	1.8	5.3	15.0	19.0	25.9

Fuente: ETESA, Departamento de Hidrometeorológica, Estación 120-002

Humedad relativa

En términos generales la humedad relativa del aire es mayor en horas diurnas y mínimas en horas de la noche. La humedad relativa promedio registrada es de aproximadamente 79.6 %, con valores mínimos de 63.9% en marzo y máximos de 88.1% en octubre. Mayores detalles sobre el comportamiento de esta variable la presentamos en el cuadro N° 7.

Cuadro N°7
Humedad Relativa Mensual (%)

Año	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Prom
1998	63.2	65.0	60.3	63.5	71.7	80.6	84.1	84.8	85.8	87.5	84.7	84.7	76.3
1999	75.4	70.4	67.5	71.8	83.3	85.6	83.5	85.4	87.4	88.6	86.8	86.8	80.8
Prom	69.3	67.7	63.9	67.7	77.4	83.1	83.8	85.1	86.6	88.1	85.8	85.8	78.6

Fuente: ETESA, Departamento de Hidrometeorológica, Estación 120-002

Brillo Solar

La nubosidad, medida indirectamente por el número de horas de sol registradas en el heliógrafo ubicado en la estación 120-002, indican que entre diciembre y abril, el sol brilla entre 57 y 76 por ciento, mientras que durante la estación lluviosa se estima, brilla entre 37 a 44 por ciento.

Morfometría de la sección de la quebrada

Entre las características morfométricas del cuerpo de agua se tiene lo siguiente:

*El área de drenaje es de **30.60 Has**. La elevación media es de **100 m.s.n.m**.*

*Según el perfil topográfico del alineamiento de la quebrada observamos que tenemos dos pendiente aproximadas la primera corresponde a un tramo de aproximadamente **294 m** donde la elevación máxima es de **95 msn** y la elevación mínima **89.15 msn** lo que da una pendiente promedio de es de 1.99 % y un segundo tramo de aproximadamente **250 m** de recorrido donde la elevación máxima es de con una pendiente **88.51 msn** y la elevación mínima es de **85 msn** lo que nos da una pendiente promedio de 1.40%.*

5. ANÁLISIS HIDROLÓGICO INICIAL

5.1 DELIMITACIÓN DE LAS CUENCAS.

5.1.1 DELIMITACIÓN DE LAS CUENCAS HACIA ZANJA

Cálculo del área de drenaje:

La sub-cuenca hidrográfica, la cual drena hacia la quebrada tiene un área de drenaje de alrededor de 30.60 hectáreas; el cálculo se hizo con ayuda del mosaico topográfico Santiago Hoja 4040III y 3939 II, escala 1:50,000 completado con las observaciones y mediciones de campo realizadas en el área de influencia de la microcuenca. Se observa que el área de drenaje es pequeña < 250 has, por lo que es posible utilizar el método racional para la estimación de los caudales.

Se realizó una delimitación con software y se comparó con el área delimitada de manera tradicional, de esta manera se tendrán dos patrones de comparación de la aportación que llega realmente hasta ésta quebrada.

Delimitación de la zona de influencia y trazado previo de vertientes existentes.

*Para el análisis de la cuenca contigua al proyecto se procedió a trazar un polígono y las vertientes actuales de la zona a fin de obtener un polígono de influencia estimado y posteriormente realizar un análisis para delimitar las cuencas de drenaje en el software **ARCMAP**.*



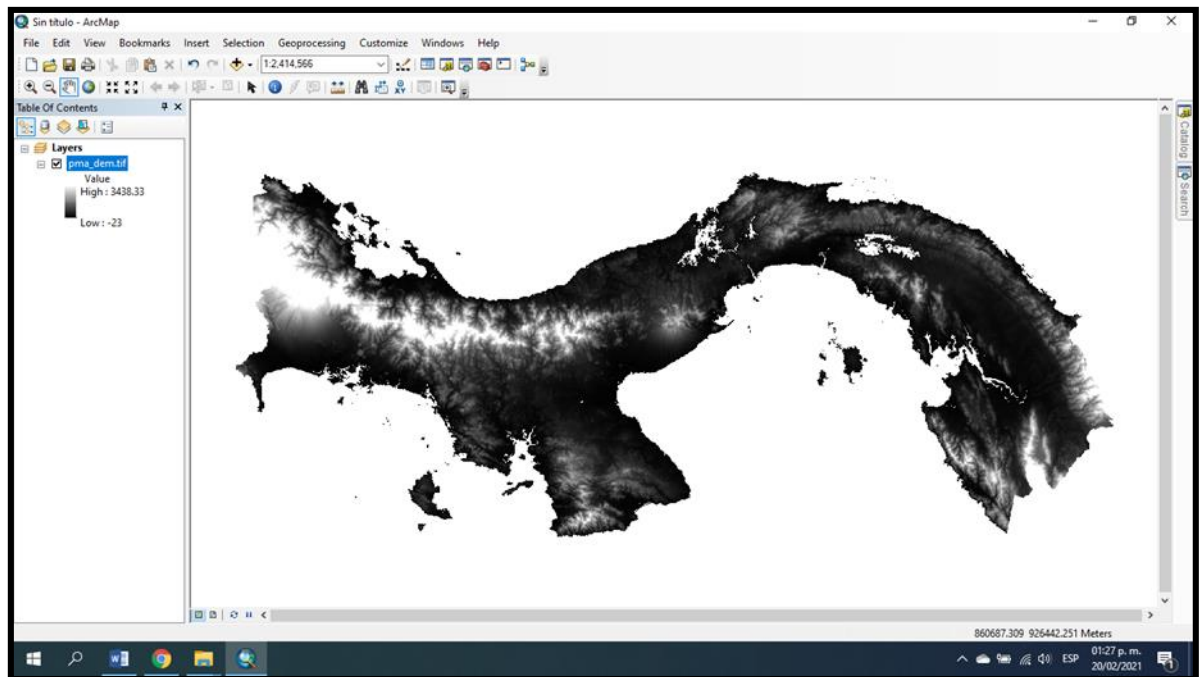
Figura 11. Polígono aproximado de influencia

Esta cuenca se comparara con la cuenca delimitada de forma tradicional a partir de la hoja 4040 III Y 3939 II Serie E-762 del instituto geográfico Nacional Tommy Guardia de manera. De esta manera se tendrán dos patrones de comparación de la aportación que llega realmente hasta ésta quebrada.

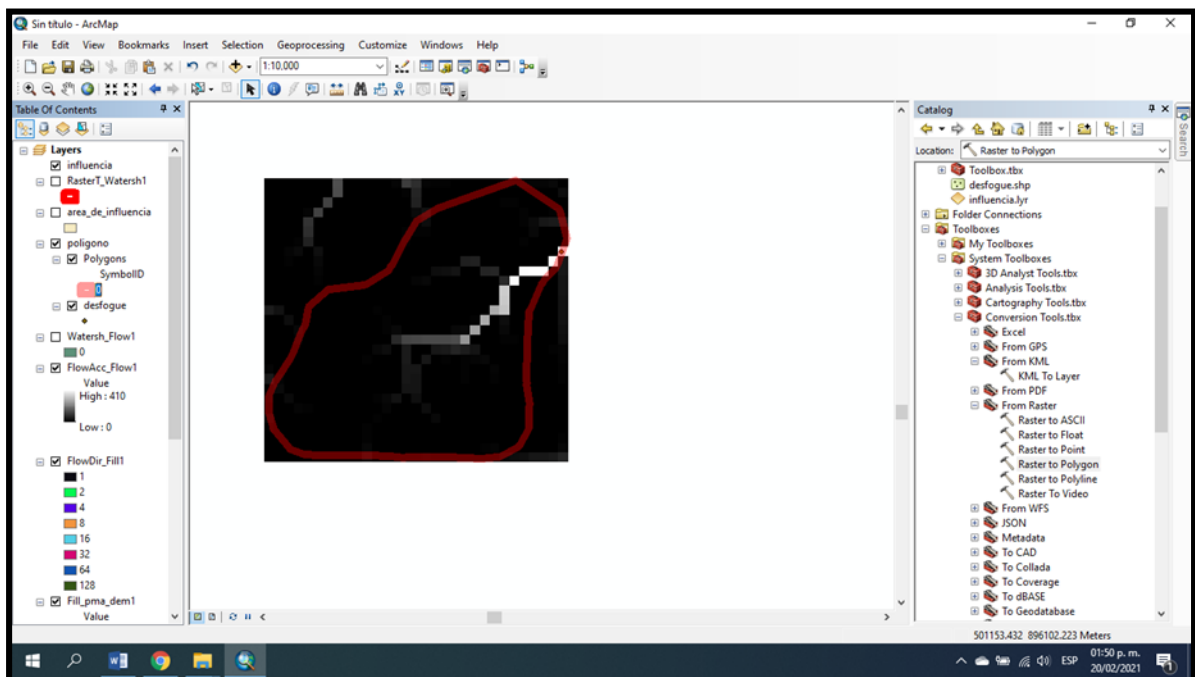
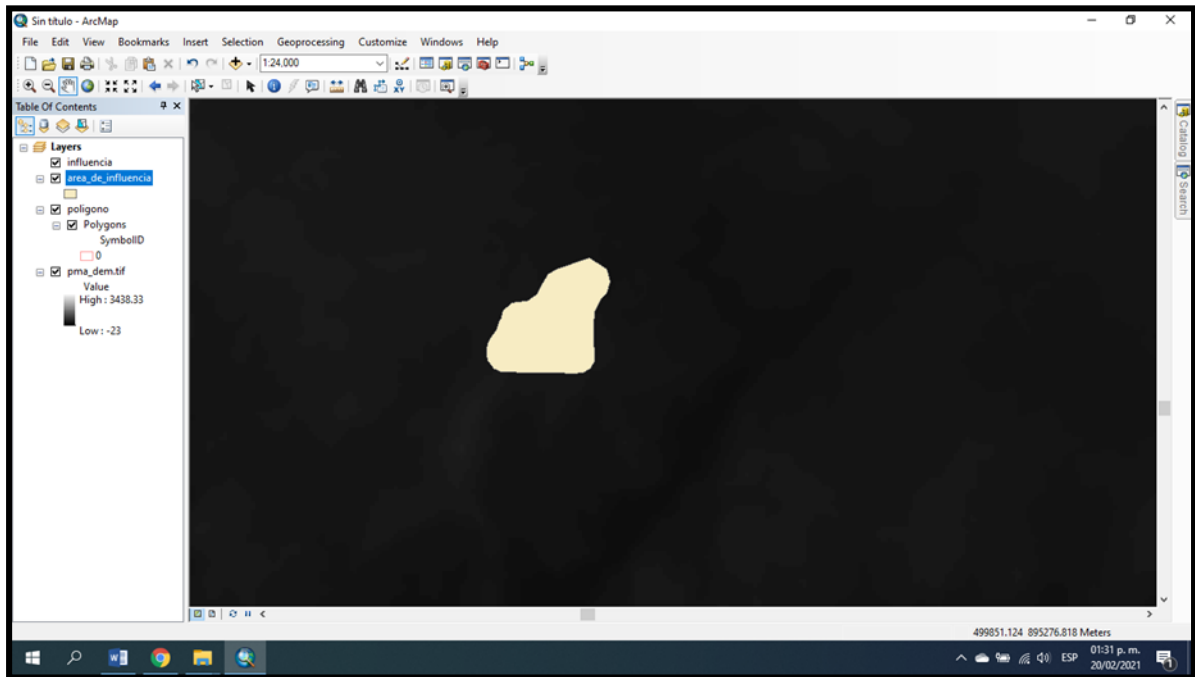
a) Trazado previo de vertientes existentes.

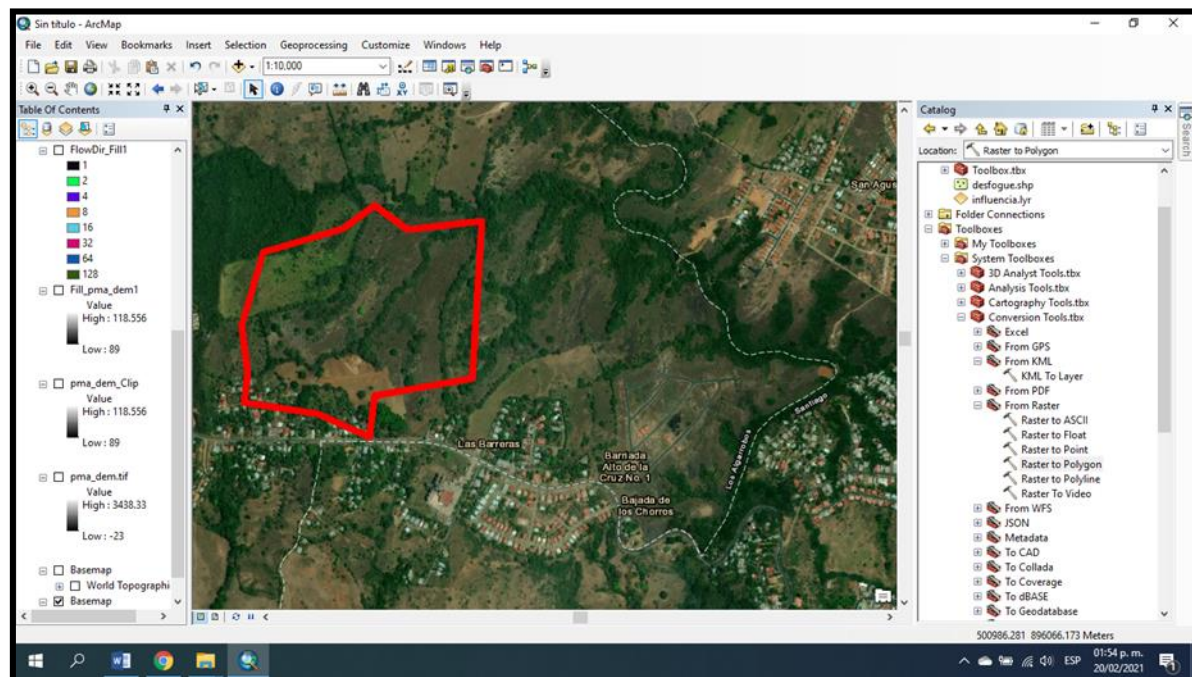
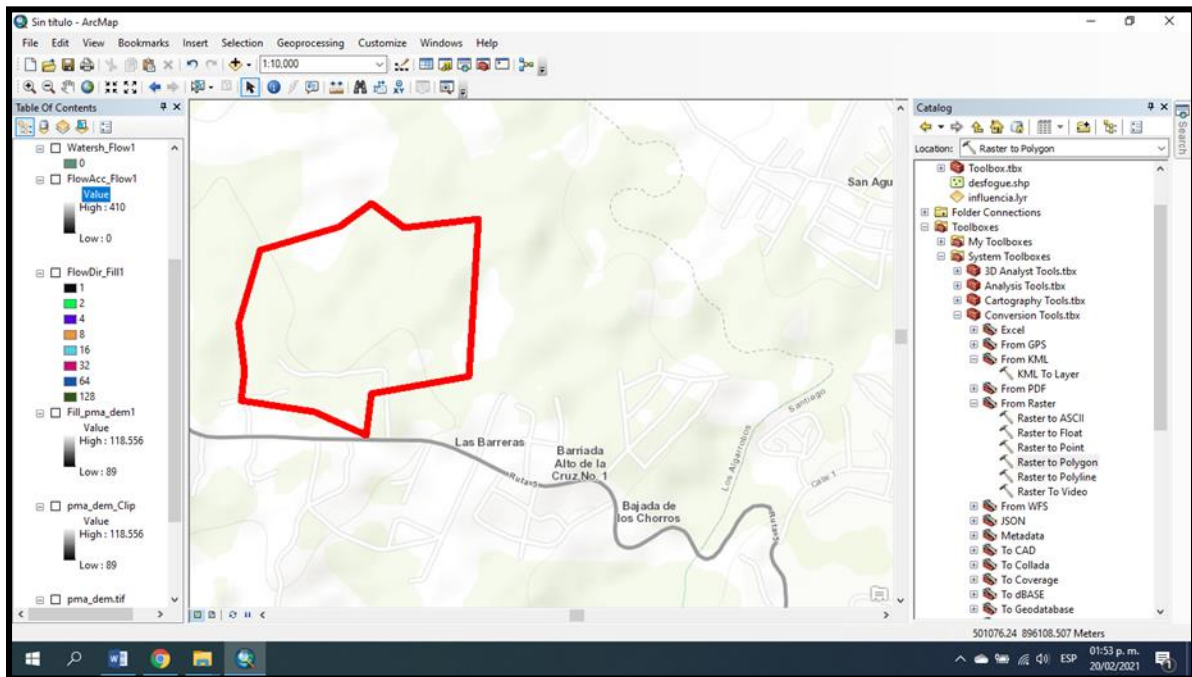
Procedimiento de Análisis:

- Se exportó el polígono de Influencia en formato KML generado en google earth al software.



- Se Procedió a cargar un DEM (Modelo de elevación digital) propio del programa esto con la finalidad de obtener información topográfica y depresiones de la zona a analizar y poder realizar el análisis y delimitación de las cuencas con el software





Con el polígono de Influencia y el modelo de elevación digital se le indica al programa delimitar la cuenca de drenaje en base a las vertientes más significativas que pueda determinar del modelo, bajo ciertos parámetros de ajuste (área de influencia, longitud de río, precisión de las cuencas de drenaje, etc.).

Para este análisis tenemos que el área de influencia es 30.3 ha, para ser conservadores calcularemos el caudal de aportación en la quebrada en estudio en base al valor de 30.6 ha delimitado en las cartas topográficas.

5.2. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

El tiempo de concentración T_c de una determinada cuenca hidrográfica es el tiempo necesario para que el caudal saliente se estabilice, cuando la ocurrencia de una precipitación con intensidad es constante sobre toda la cuenca.

Para la estimación del tiempo de concentración de las cuencas de aportación de

De esta forma se obtiene un solo tiempo de concentración T_c para cada cuenca, aplicando la formula siguiente:

Utilizaremos la ecuación de Kirpich.

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

Donde:

T_c : tiempo de concentración en minutos

L : Longitud de la cuenca en Kms = 0.54 Kms

P : Pendiente de la cuenca en mm/mm

Pendiente tramo 1 = 1.99 %

Pendiente tramo 2 = 1.40 %

Pendiente promedio = 1.69%

$T_c = 11.28$ minutos

5.2.1 INTENSIDAD DE LA LLUVIA Y CAUDALES.

Se establecen los siguientes parámetros y criterios de diseño (Manual del MOP):

- 1. Las alcantarillas pluviales, los aliviaderos de sistemas pluviales y zanjales de drenajes pluviales en urbanizaciones nuevas deben ser diseñados para la peor lluvia de un periodo de retorno de uno en diez años. De hacerse conexiones al alcantarillado pluvial existente el mismo deberá tener la suficiente capacidad para desalojar la peor lluvia de 1 en 10 años. De no tener la capacidad antes mencionada el diseñador deberá adecuar el sistema.*
- 2. Entubamiento, cajones pluviales, muros de retén en cauces y otras estructuras permanentes del sistema pluvial, así como estructuras hidráulicas, zanjales abiertas, deberán diseñarse para un periodo de retorno de uno en cincuenta años (1:50 años).*
- 3. En el caso de puentes sobre cauces, se usarán periodos de retorno de uno en cien años (1:100 años).*
- 4. Cauces de ríos y quebradas: La canalización de ríos o quebradas serán diseñadas para que las aguas pluviales no causen daños a las propiedades adyacentes por motivo de inundaciones cuando ocurra la peor lluvia de uno en cincuenta años (1:50 años).*

Para estimar las intensidades de lluvia se toman las formulas del manual del MOP de la estación de Balboa Heights, para un periodo de retorno de 50 años. Se aplica la siguiente operación:

Periodo de retorno = 1 cada 50 años

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

Intensidad de Lluvia:

Utilizaremos ecuaciones recomendadas por el MOP para la vertiente del pacífico:

Para un período de retorno de 1 en 50 años:

$$I_{50} = 370 / (t_c + 33)$$

Donde:

I : Intensidad de lluvia en pulg/hora = 8.35 pulg/hora = 212.23 mm/hora

T_c : Tiempo de concentración en minutos = 11.28 minutos

Y se utiliza el método racional para estimación de caudales

$$Q \left(\frac{m^3}{s} \right) = \frac{A(m^2) \times I \left(\frac{mm}{h} \right) \times C}{3,600,000}$$

El Ministerio de Obras Públicas exige la utilización de los siguientes valores mínimos de C :

$C = 0.85$ Para diseños pluviales en áreas sub-urbanas y en rápido crecimiento.

$C = 0.90 - 1.00$ Para diseños pluviales en áreas urbanas deforestadas.

$C = 1.00$ Para diseños pluviales en áreas completamente pavimentadas

Dadas las características del Proyecto de Urbanización Quintas del María se adoptará un coeficiente de escorrentía $C = 0.90$ m, ya que la zona presenta intervención humana para urbanizaciones.

Caudal:

$$Q = C \cdot i \cdot A / 360$$

donde; Q = caudal en m^3/s .

$c = 0.90$, para área urbana.

i = intensidad de precipitación en $mm/hora$. = 212.23 mm/hora

A = área de drenaje en hectáreas = 30.60 hectáreas

$$\underline{Q = 0.90 \times 212.23 \times 30.60 / 360 = 16.23 \text{ m}^3/\text{s}}$$

VERIFICACIÓN DE LA CAPACIDAD DE QUEBRADA LA LAJITA

Cuando estudiamos un tramo de un determinado río para conocer hasta donde llegaría el agua si el caudal alcanzara cierto valor, nos surgen preguntas como ¿qué altura alcanzará la lámina de agua? ¿se inundarán las zonas próximas? ¿en qué extensión?

Responder a estas preguntas no es una tarea fácil ya que debemos tener en cuenta diferentes factores como la forma del cauce, su pendiente o su naturaleza (tipo de material, presencia de vegetación, etc.). Pero si además existen obras en el cauce (puentes, canalizaciones...) o queremos saber qué pasaría si existieran, el problema se complica.

Hoy en día disponemos de diversos software específicos de modelización hidráulica que facilitan la entrada de datos y permiten visualizar gráficamente los resultados, incluso exportarlos en forma de tablas, lo que nos facilita su interpretación. Entre todo ellos, destaca sin duda el software HEC-RAS (desarrollado por el Hydrologic Engineering Center del US Army Corps of Engineers), es uno de los programas de referencia dentro de su campo.

HEC-RAS (Hydrological Engineering Center - River Analysis System) es un programa de modelización hidráulica unidimensional compuesto por 4 tipos de análisis en ríos:

- Modelización de flujo en régimen permanente.
- Modelización de flujo en régimen no permanente.
- Modelización del transporte de sedimentos.
- Análisis de calidad de aguas.

Nos permite simular flujos en cauces naturales o canales artificiales para determinar el nivel del agua por lo que su objetivo principal es realizar estudios de inundabilidad y determinar las zonas inundables.

Se procedió a modelizar las secciones óptimas propuestas en el diseño inicial a fin de verificar si es necesario cambiar su dimensionamiento a través del modelo HEC-RAS.

Se modelizó para la aportación de cada microcuenca estimada con el método racional.

Así como para la aportación del caudal calculada con el método racional.

Se generaron secciones en el software civil 3D en base a la topografía levantada y se exportaron al software Hec-ras para realizar la verificación bajo nuestros parámetros de diseño.

Cuando nos enfrentamos a la definición de los condicionantes hidráulicos de un modelo hidráulico, ya sea uni o bidimensional, una de las variables que más influyen en el comportamiento del modelo es precisamente el coeficiente de rugosidad.

Disponer de toda esta información previa de valores ya establecidos, verificados, contrastados y tabulados es realmente de mucha ayuda. Pero claro, esos valores responden a unas características muy concretas que seguramente presentará similitudes con las que tiene el cauce que debes modelizar. Pero al final cada caso es único. Por ello es importante entender los factores que afectan el valor n para adquirir un conocimiento básico del problema y disminuir la incertidumbre.

El conocimiento y la experiencia a través de los años permite al diseñador asignar valores que mejor se ajusten a las condiciones encontradas, sin embargo cuando no se cuenta con esa experiencia, contamos con diferentes métodos estimativos para poder realizar una modelización lo más real posible.

Cowan, en 1956, desarrolló una expresión que permite determinar el valor del coeficiente de Manning a través de la interacción de diferentes parámetros que permiten describir o valorar características concretas de un cauce. La expresión es la siguiente:

$$n = (n_b + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) \cdot m$$

n esta expresión, el valor del coeficiente de rugosidad de Manning n depende de:

n_b = un valor base de n para un cauce recto, uniforme y liso en función del material del fondo

n_1 = factor de corrección para implementar el efecto de las irregularidades superficiales

n_2 = un valor que añade las variaciones de forma y tamaño de la sección del cauce

n_3 = un valor que implementa el efecto de obstrucciones

n_4 = un valor que incorpora el efecto de presencia de vegetación

m = un factor corrector que implementa la sinuosidad del cauce.

La explicación de esta metodología esta recogida la “Guide for Selecting Manning’s Roughness Coefficients for Natural Channels and Flood Plains”

Tabla 5-5. Valores para el cálculo del coeficiente de rugosidad mediante la ecuación (5-12)

Condiciones del canal		Valores	
Material involucrado	Tierra	n_0	0.020
	Corte en roca		0.025
	Grava fina		0.024
	Grava gruesa		0.028
Grado de irregularidad	Suave	n_1	0.000
	Menor		0.005
	Moderado		0.010
	Severo		0.020
Variaciones de la sección transversal	Gradual	n_2	0.000
	Ocasionalmente alternante		0.005
	Frecuentemente alternante		0.010-0.015
Efecto relativo de las obstrucciones	Insignificante	n_3	0.000
	Menor		0.010-0.015
	Apreciable		0.020-0.030
	Severo		0.040-0.060
Vegetación	Baja	n_4	0.005-0.010
	Media		0.010-0.025
	Alta		0.025-0.050
	Muy alta		0.050-0.100
Grado de los efectos por meandros	Menor	m_5	1.000
	Apreciable		1.150
	Severo		1.300

Según las condiciones encontradas en campo nuestros parámetros son los siguientes:

$n_b=0.020$; $n_1=0.000$; $n_2=0.005$; $n_3=0.0$; $n_4=0.005$; $m=1.0$

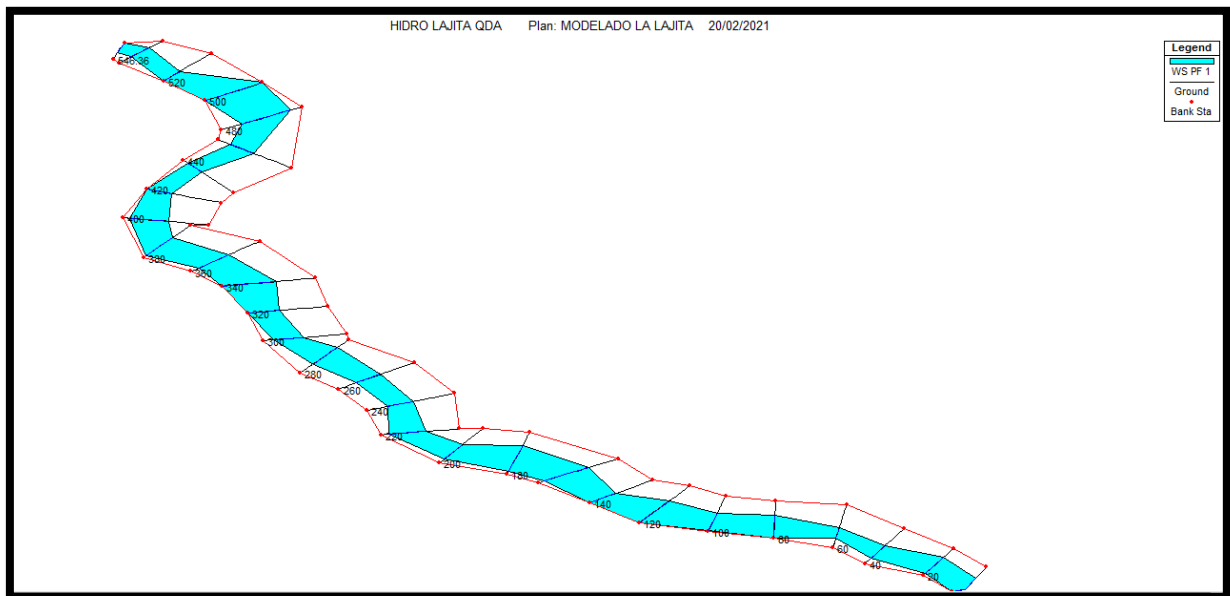
$n=0.030$

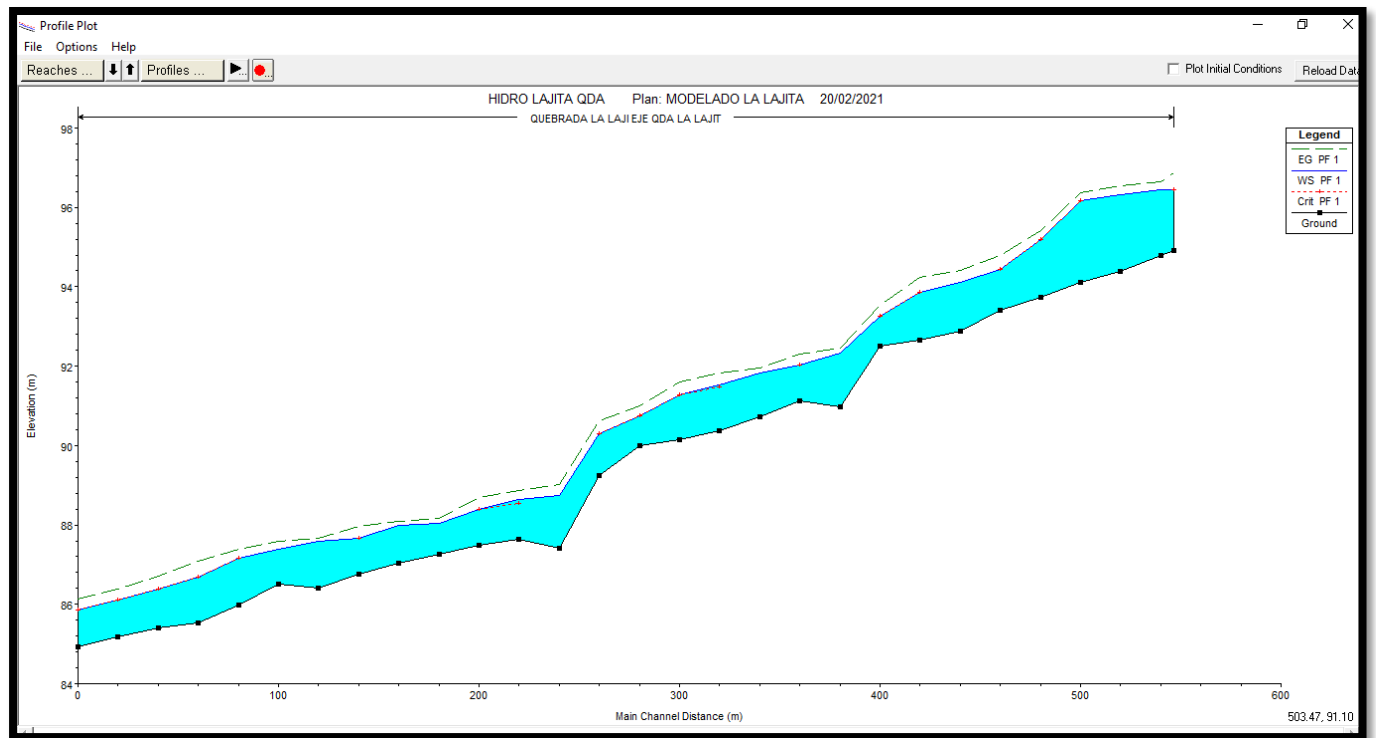
Esta condición dentro de las recomendaciones del Mop se aproxima a la condición para Cauce de tierra con Vegetación normal, lodo con escombros o irregular a causa de erosión donde el valor de $n = 0.030$.

Se realizó la modelización en HEC-RAS para la siguiente condición

- Periodo de Retorno 1:50 años

MODELO 3D QDA LAJITA





PERFIL HIDRÁULICO QUEBRADA LA LAJITA

INF/DISEÑO – ESTUDIO HIDROLÓGICO

Ing. Eldis A. Ruiz V.

C.I.N° 2014-006-131

ANÁLISIS	ESTACIÓN	Q TOTAL	FONDO	NIVEL DE AGUA MÁXIMO (WS)	ELEVACION DE AGUA CRÍTICA (W.S)	E.G. ELEV	PENDIENTE E.G SLOPE	VELOCIDAD	AREA CAUDAL	ANCHO	FROUDE #	TIRANTE CRÍTICO(m)	NIVEL DE TERRACERÍA SEGURO
		(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	Froude # Chl		
EJE QDA LA LAJIT	540	16.23	94.78	96.44		96.66	0.004801	2.05	7.91	8.52	0.7	1.66	97.94
EJE QDA LA LAJIT	520	16.23	94.4	96.31		96.55	0.005754	2.13	7.62	8.67	0.7	1.91	97.81
EJE QDA LA LAJIT	500	16.23	94.12	96.16	96.16	96.37	0.013375	2.05	7.91	18.52	1.0	2.04	97.66
EJE QDA LA LAJIT	480	16.23	93.72	95.18	95.18	95.41	0.013435	2.13	7.62	17.6	1.0	1.46	96.68
EJE QDA LA LAJIT	460	16.23	93.41	94.44	94.44	94.78	0.010718	2.57	6.31	9.53	1.0	1.03	95.94
EJE QDA LA LAJIT	440	16.23	92.88	94.12		94.42	0.007027	2.43	6.67	7.57	0.8	1.24	95.62
EJE QDA LA LAJIT	420	16.23	92.65	93.86	93.86	94.24	0.011704	2.73	5.95	8	1.0	1.21	95.36
EJE QDA LA LAJIT	400	16.23	92.5	93.26	93.26	93.53	0.011083	2.33	6.97	12.64	1.0	0.76	94.76
EJE QDA LA LAJIT	380	16.23	90.98	92.32		92.46	0.004208	1.61	10.1	15.21	0.6	1.34	93.82
EJE QDA LA LAJIT	360	16.23	91.12	92.04	92.04	92.31	0.011327	2.32	7	13.03	1.0	0.92	93.54
EJE QDA LA LAJIT	340	16.23	90.72	91.84		91.94	0.00335	1.43	11.34	17.52	0.6	1.12	93.34
EJE QDA LA LAJIT	320	16.23	90.39	91.53	91.49	91.82	0.009196	2.39	6.8	10.11	0.9	1.14	93.03
EJE QDA LA LAJIT	300	16.23	90.14	91.28	91.28	91.61	0.010937	2.55	6.37	9.67	1.0	1.14	92.78
EJE QDA LA LAJIT	280	16.23	90	90.75	90.75	91.01	0.011564	2.27	7.16	13.99	1.0	0.75	92.25
EJE QDA LA LAJIT	260	16.23	89.25	90.3	90.3	90.64	0.010584	2.55	6.36	9.63	1.0	1.05	91.8
EJE QDA LA LAJIT	240	16.23	87.41	88.75		89.01	0.006529	2.24	7.23	8.88	0.8	1.34	90.25
EJE QDA LA LAJIT	220	16.23	87.63	88.65	88.54	88.87	0.006729	2.05	7.91	11.77	0.8	1.02	90.15
EJE QDA LA LAJIT	200	16.23	87.49	88.4	88.4	88.68	0.011434	2.38	6.82	12.13	1.0	0.91	89.9
EJE QDA LA LAJIT	180	16.23	87.27	88.03		88.17	0.005859	1.65	9.85	18.83	0.7	0.76	89.53
EJE QDA LA LAJIT	160	16.23	87.02	88		88.08	0.002237	1.28	12.71	17.01	0.5	0.98	89.5
EJE QDA LA LAJIT	140	16.23	86.77	87.66	87.66	87.98	0.011123	2.5	6.49	10.35	1.0	0.89	89.16
EJE QDA LA LAJIT	120	16.23	86.41	87.58		87.67	0.00283	1.34	12.12	17.92	0.5	1.17	89.08
EJE QDA LA LAJIT	100	16.23	86.52	87.38		87.58	0.006558	1.99	8.15	12.48	0.8	0.86	88.88
EJE QDA LA LAJIT	80	16.23	85.99	87.16	87.16	87.4	0.012918	2.18	7.46	15.91	1.0	1.17	88.66
EJE QDA LA LAJIT	60	16.23	85.53	86.69	86.69	87.09	0.010849	2.79	5.81	7.49	1.0	1.16	88.19
EJE QDA LA LAJIT	40	16.23	85.4	86.38	86.38	86.71	0.010894	2.54	6.38	9.87	1.0	0.98	87.88
EJE QDA LA LAJIT	20	16.23	85.18	86.11	86.11	86.4	0.011295	2.35	6.9	12.54	1.0	0.93	87.61
EJE QDA LA LAJIT	0	16.23	84.93	85.85	85.85	86.13	0.012179	2.35	6.92	12.93	1.0	0.92	87.35

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Como conclusión en base a todas las secciones analizadas y la aportación calculada se observa que el comportamiento y capacidad de las secciones a lo largo de del alineamiento del cauce es bastante adecuado para un periodo de retorno de 1:50 años
2. El nivel de agua máximo extraordinario (NAME) no sobrepasa los bordes superiores del barranco en el extremo que colinda con el proyecto por tanto la zona no está propensa a inundaciones
3. A lo largo del cauce se deberá mantener la. Zona de protección de **10 metros exigida por ANAM.**
4. Monitorear periódicamente las secciones de la quebrada, para verificar que las condiciones ambientales no desmejoren los taludes.
5. Inspeccionar dos veces al año la zona de escarpe en la quebrada para verificar su condición. En caso de encontrarse desprendimientos o desmejoramiento, los diseñadores deben considerar estructuras ambientalmente saludables para la retención de taludes, tales como lo son enrocados.
6. **Posterior al análisis para la etapa constructiva , el promotor deberá realizar ajustes sobre los lotes 1, 30, 21 y los parques ya que la superficie de inundación amerita que se realicen ajustes en el área tomada en cuenta como zona de protección ambiental en el plano de la finca madre, tomando en cuenta la servidumbre mostrada en los planos constructivos.**

BIBLIOGRAFÍA

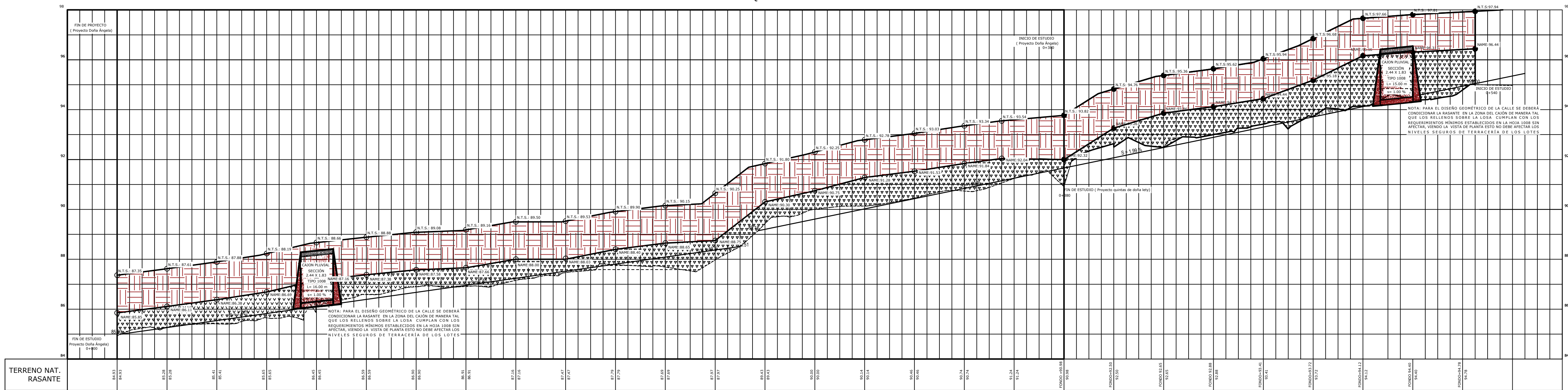
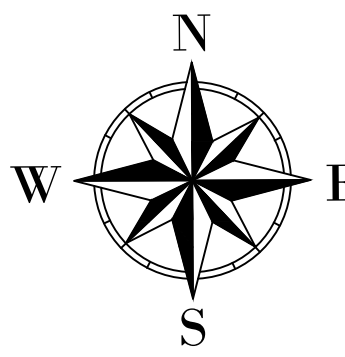
- 1. Manual de Diseño del Ministerio de Obras Públicas.**
- 2. Atlas Ambiental de la República de Panamá.**
- 3. Informes meteorológicos ETESA.**
- 4. Hidrología para pequeñas Cuencas (Método TR-55), Departamento de Agricultura de los E.U.A.**
- 5. Reporte de Investigación, Bogdan Kwieciszski y Luis D´Croz, Universidad de Panamá-2008.**
- 6. Hidráulica de Canales Abiertos. Ven Te Chow.**
- 7. Guide for Selecting Manning’s Roughness Coefficients for Natural Channels and Flood Plains”.**
- 8. [https://stridatasi.opendata.arcgis.com/datasets/237cbd35b2914eb89601699ec8b58cf4/](https://stridatasi.opendata.arcgis.com/datasets/237cbd35b2914eb89601699ec8b58cf4/1:50K) 1:50K Topographic Sheets Mosaic for Panama – Webmap.**

SECCIONES

PLANTA PERFIL EST. 0K+380.00 @ EST. 0K+000.00

ESCALA 1:1000

QUEBRADA LA LAJITA PERFIL



ESCALA HORIZONTAL 1 :1000

ESCALA VERTICAL 1 :100



ESCALA HORIZONTAL 1 :1000

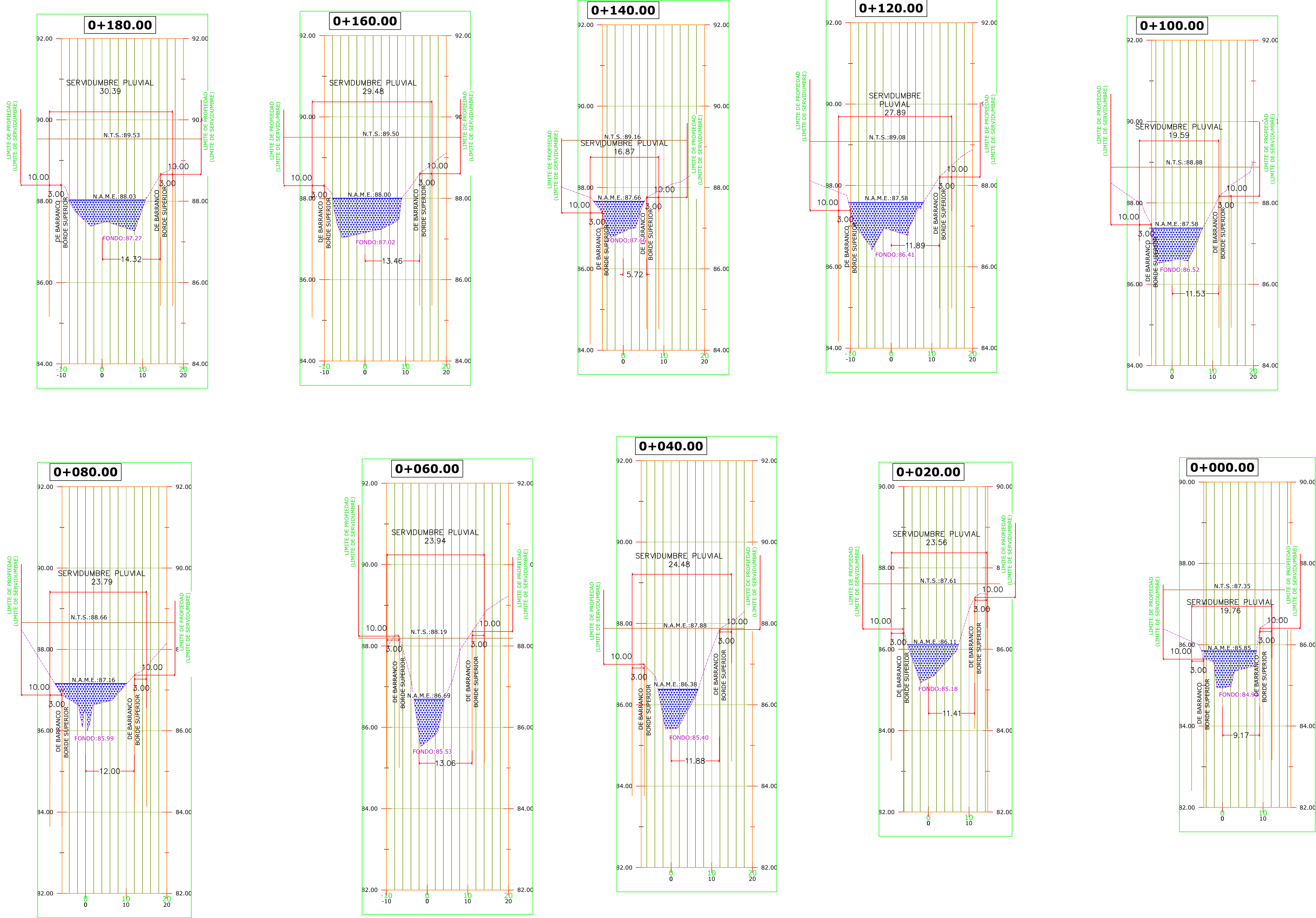
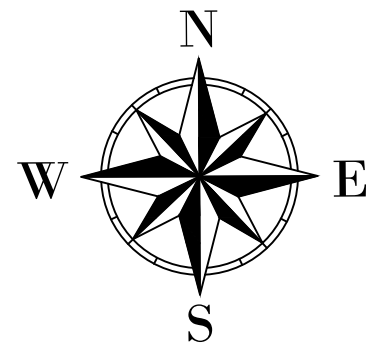
ANÁLISIS	ESTACIÓN	Q.TOTAL	FONDO	NIVEL DE AGUA MÁXIMO (WS)	ELEVACION DE AGUA CRÍTICA (W.S)	E.G. ELEV	PENDIENTE E.G SLOPE	VELOCIDAD	AREA CAUDAL	ANCHO	FROUDE #	TIRANTE CRÍTICO(m)	NIVEL DE TERRACERÍA SEGURO
		(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	Froude # Chi		
EJE QDA LA LAJIT	540	16.23	94.78	96.44		96.66	0.004801	2.05	7.91	8.52	0.7	1.66	97.94
EJE QDA LA LAJIT	520	16.23	94.4	96.31		96.55	0.005754	2.13	7.62	8.67	0.7	1.91	97.81
EJE QDA LA LAJIT	500	16.23	94.12	96.16	96.16	96.37	0.013375	2.05	7.91	18.52	1.0	2.04	97.66
EJE QDA LA LAJIT	480	16.23	93.72	95.18	95.18	95.41	0.013435	2.13	7.62	17.6	1.0	1.46	96.68
EJE QDA LA LAJIT	460	16.23	93.41	94.44	94.44	94.78	0.010718	2.57	6.31	9.53	1.0	1.03	95.94
EJE QDA LA LAJIT	440	16.23	92.88	94.12		94.42	0.007027	2.43	6.67	7.57	0.8	1.24	95.62
EJE QDA LA LAJIT	420	16.23	92.65	93.86	93.86	94.24	0.011704	2.73	5.95	8	1.0	1.21	95.36
EJE QDA LA LAJIT	400	16.23	92.5	93.26	93.26	93.53	0.011083	2.33	6.97	12.64	1.0	0.76	94.76
EJE QDA LA LAJIT	380	16.23	90.98	92.32		92.46	0.004208	1.61	10.1	15.21	0.6	1.34	93.82
EJE QDA LA LAJIT	360	16.23	91.12	92.04	92.04	92.31	0.011327	2.32	7	13.03	1.0	0.92	93.54
EJE QDA LA LAJIT	340	16.23	90.72	91.84		91.94	0.00335	1.43	11.34	17.52	0.6	1.12	93.34
EJE QDA LA LAJIT	320	16.23	90.39	91.53	91.49	91.82	0.009196	2.39	6.8	10.11	0.9	1.14	93.03
EJE QDA LA LAJIT	300	16.23	90.14	91.28	91.28	91.61	0.010937	2.55	6.37	9.67	1.0	1.14	92.78
EJE QDA LA LAJIT	280	16.23	90	90.75	90.75	91.01	0.011564	2.27	7.16	13.99	1.0	0.75	92.25
EJE QDA LA LAJIT	260	16.23	89.25	90.3	90.3	90.64	0.010584	2.55	6.36	9.63	1.0	1.05	91.8
EJE QDA LA LAJIT	240	16.23	87.41	88.75		89.01	0.006529	2.24	7.23	8.88	0.8	1.34	90.25
EJE QDA LA LAJIT	220	16.23	87.63	88.65	88.54	88.87	0.006729	2.05	7.91	11.77	0.8	1.02	90.15
EJE QDA LA LAJIT	200	16.23	87.49	88.4	88.4	88.68	0.011434	2.38	6.82	12.13	1.0	0.91	89.9
EJE QDA LA LAJIT	180	16.23	87.27	88.03		88.17	0.005859	1.65	9.85	18.83	0.7	0.76	89.53
EJE QDA LA LAJIT	160	16.23	87.02	88		88.08	0.002237	1.28	12.71	17.01	0.5	0.98	89.5
EJE QDA LA LAJIT	140	16.23	86.77	87.66	87.66	87.98	0.011123	2.5	6.49	10.35	1.0	0.89	89.16
EJE QDA LA LAJIT	120	16.23	86.41	87.58		87.67	0.00283	1.34	12.12	17.92	0.5	1.17	89.08
EJE QDA LA LAJIT	100	16.23	86.52	87.38		87.58	0.006558	1.99	8.15	12.48	0.8	0.86	88.88
EJE QDA LA LAJIT	80	16.23	85.99	87.16	87.16	87.4	0.012918	2.18	7.46	15.91	1.0	1.17	88.66
EJE QDA LA LAJIT	60	16.23	85.53	86.69	86.69	87.09	0.010849	2.79	5.81	7.49	1.0	1.16	88.19
EJE QDA LA LAJIT	40	16.23	85.4	86.38	86.38	86.71	0.010894	2.54	6.38	9.87	1.0	0.98	87.88
EJE QDA LA LAJIT	20	16.23	85.18	86.11	86.11	86.4	0.011295	2.35	6.9	12.54	1.0	0.93	87.61
EJE QDA LA LAJIT	0	16.23	84.93	85.85	85.85	86.13	0.012179	2.35	6.92	12.93	1.0	0.92	87.35

ELDIS ANTONIO RUÍZ VARGAS
INGENIERO CIVIL
Licencia N° 2014-006-131
Firma
Ley 15 del 24 de Enero de 1959
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

RESIDENCIAL QUINTAS DE DOÑA ANGELA
INMUEBLE CON FOLIO REAL N°30417294 CÓDIGO DE UBICACIÓN N°9908
PROPIEDAD DE : WEST VALLEY RC, S.A.

	REPUBLICA DE PANAMA		
LEVANTADO: ING. MOISÉS RESTREPO	PROVINCIA	VERAGUAS	
CALCULO: ING. ELDIS A. RUIZ V	DISTRITO	SANTIAGO	
DISEÑO: ING. ELDIS A. RUIZ V.	CORREGIMIENTO	LA PEÑA	
ESCALA: INDICADA	LUGAR	LAS BARRERAS	
	PLANTA PERFIL QDA LA LAJITA		
FECHA: MAYO 2023	HOJA 1 DE 2		

SECCIONES TRANSVERSALES EST. 0K+180.00 @ EST. 0K+000.00

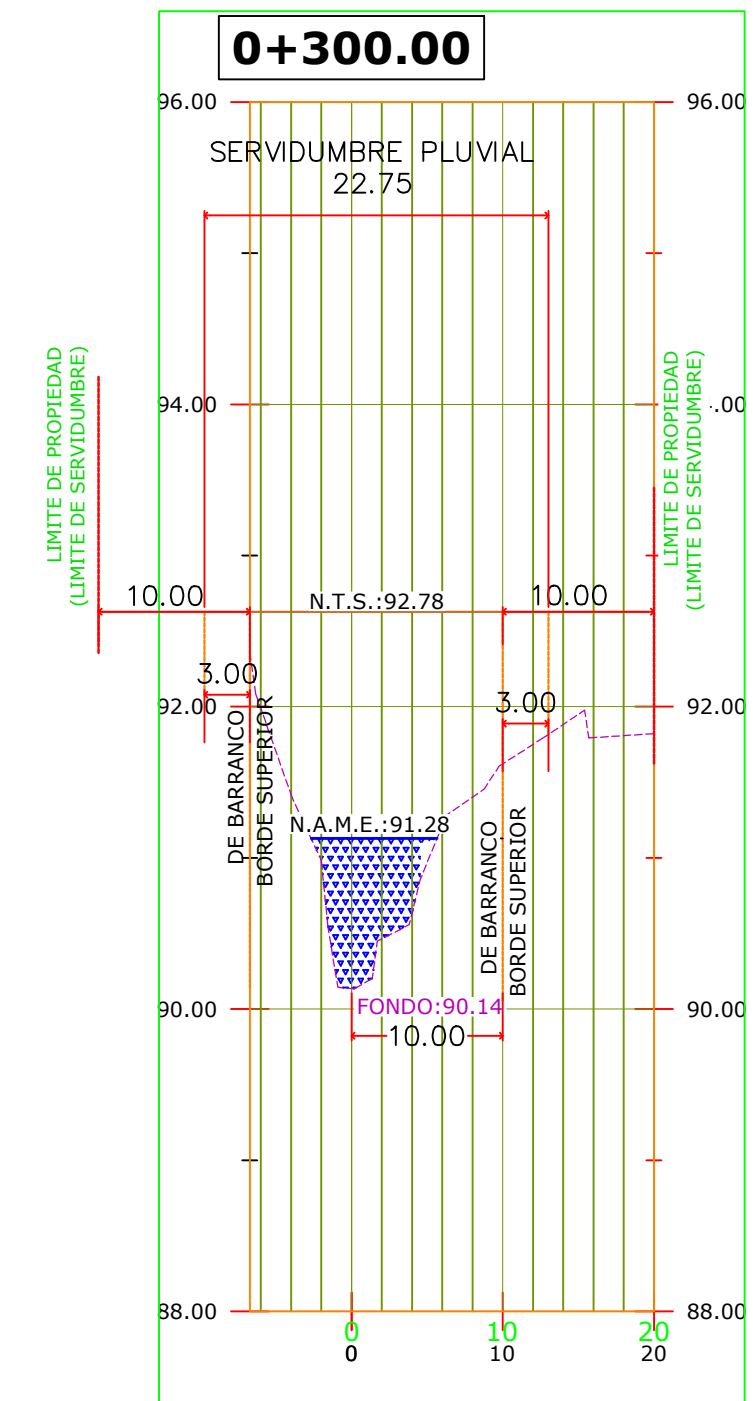
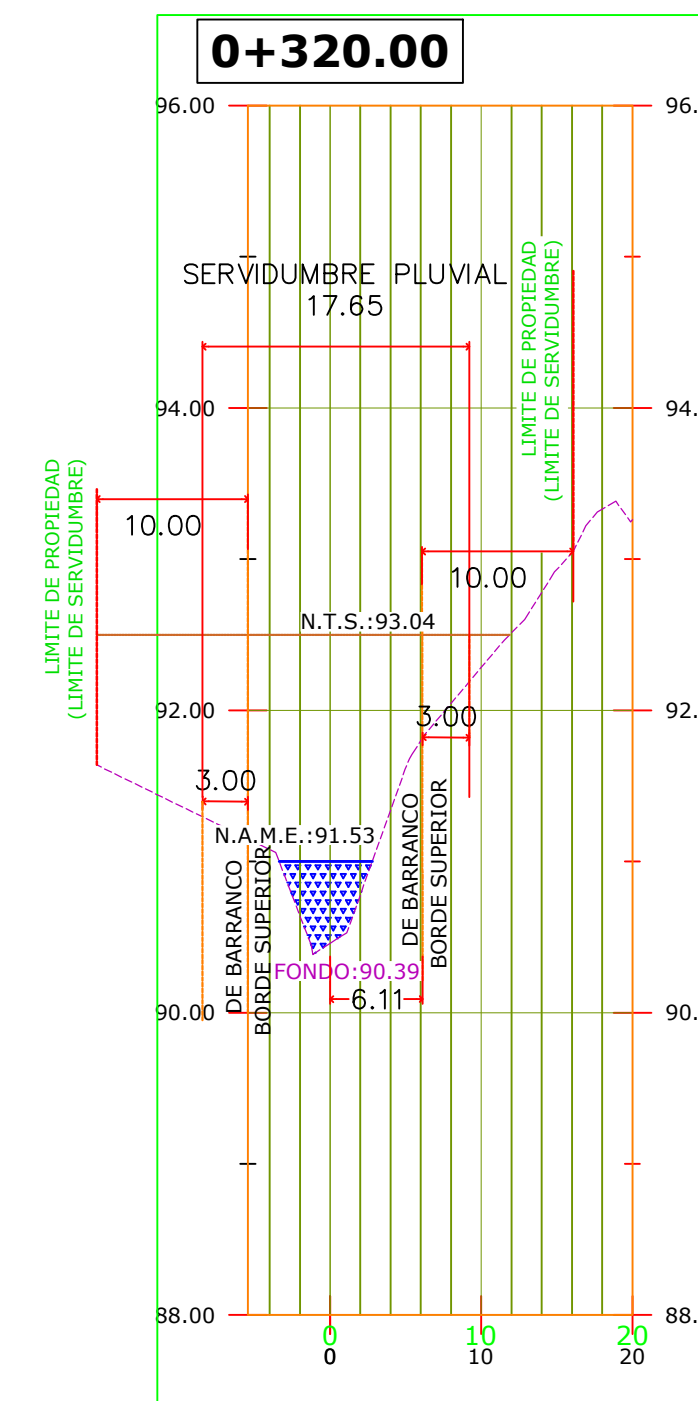
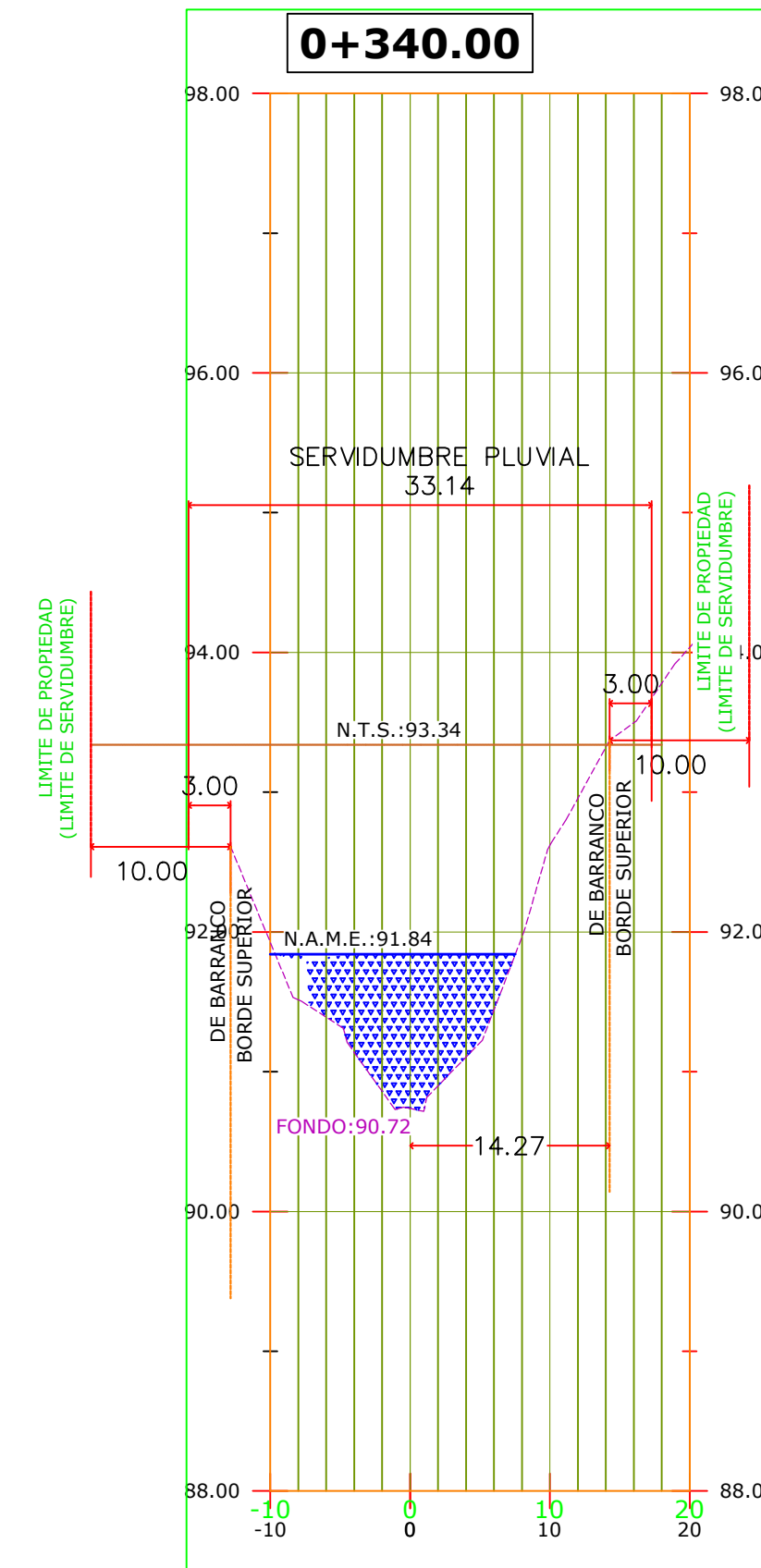
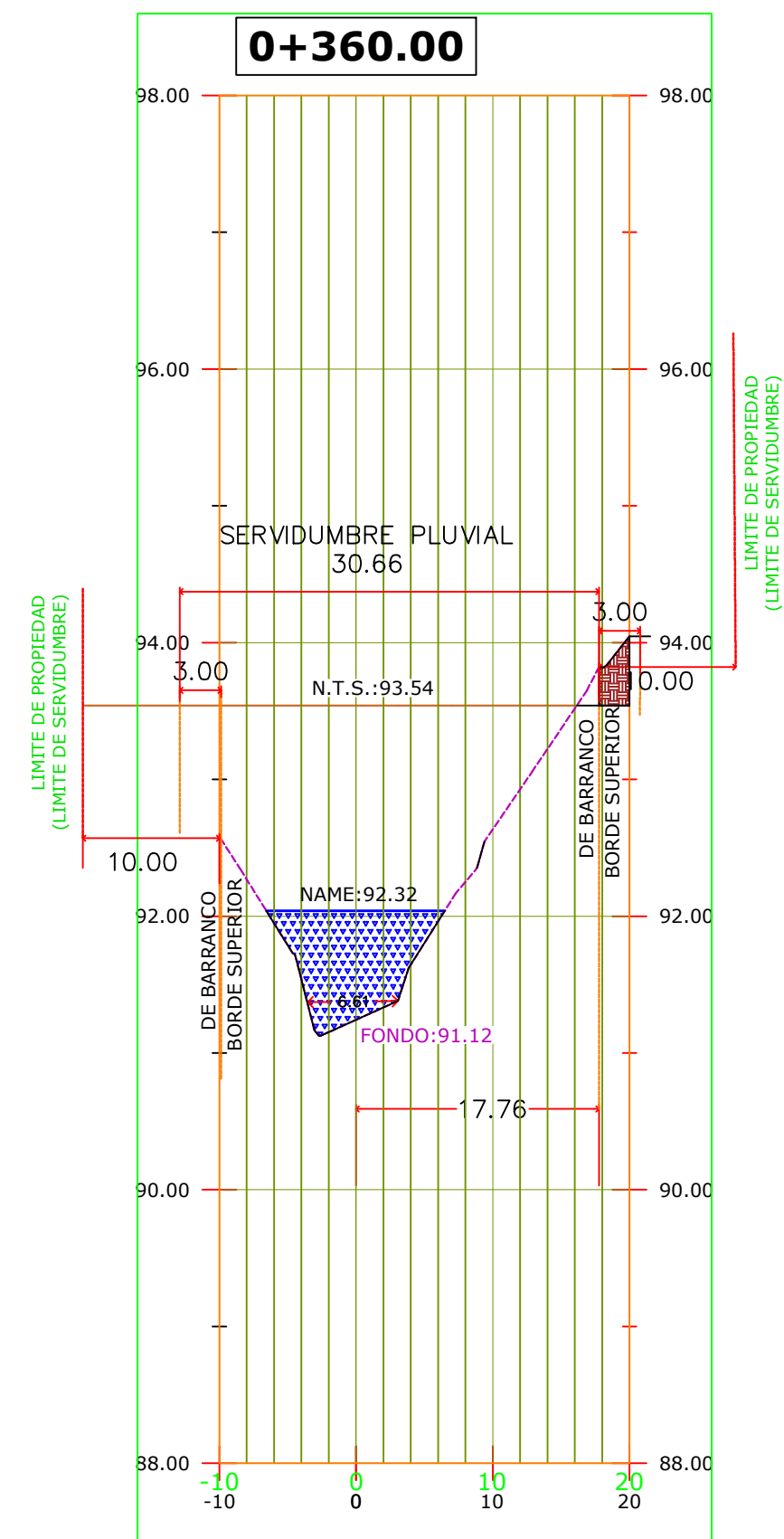
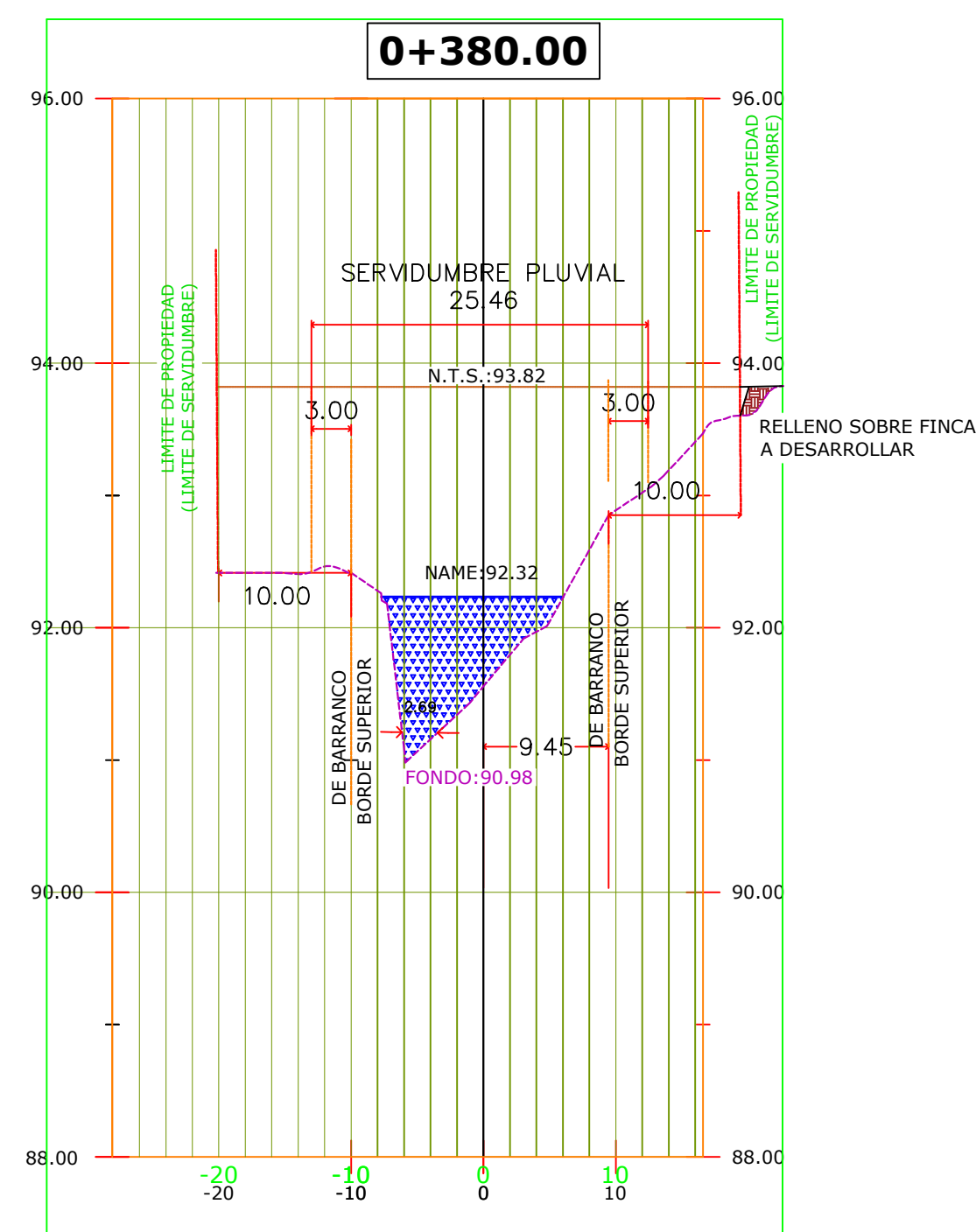


ESCALA HORIZONTAL 1 :500

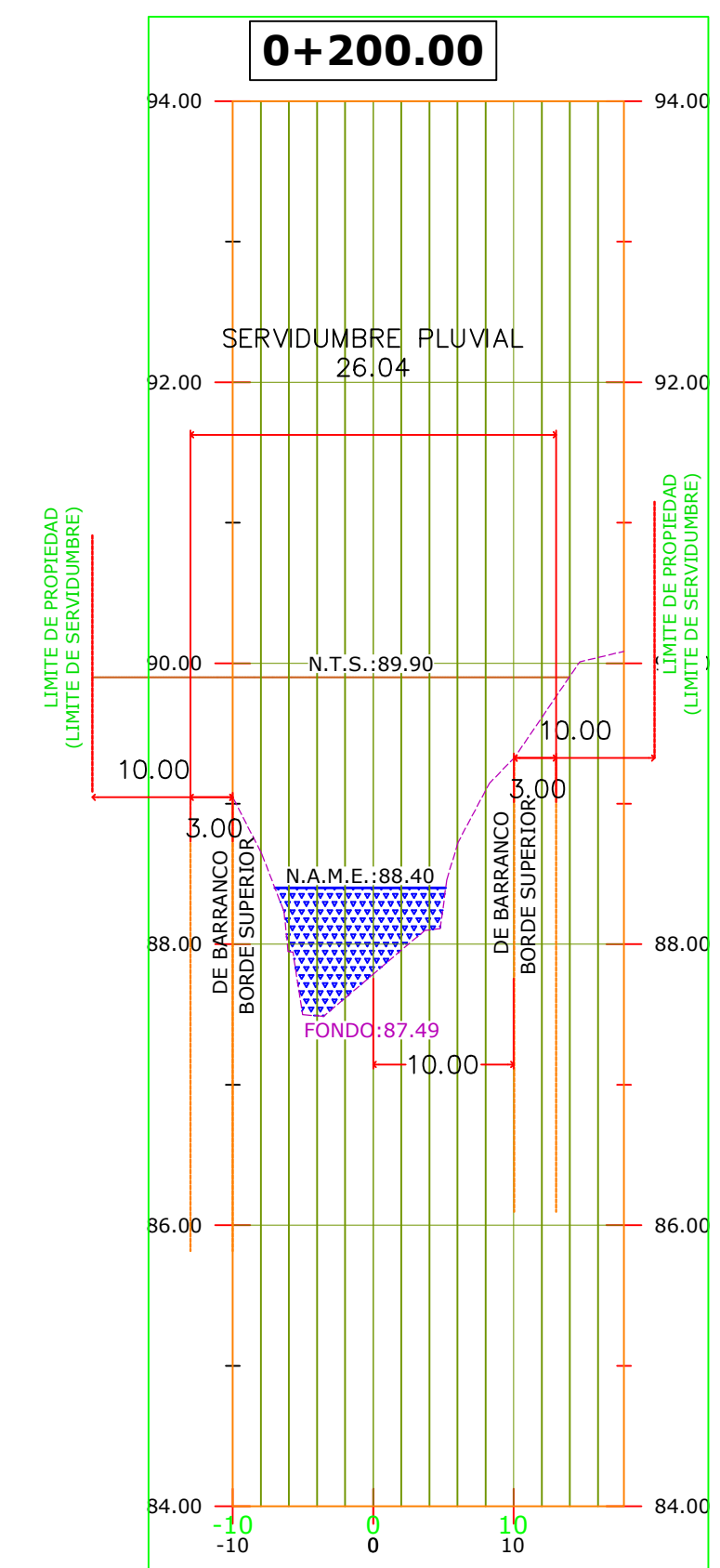
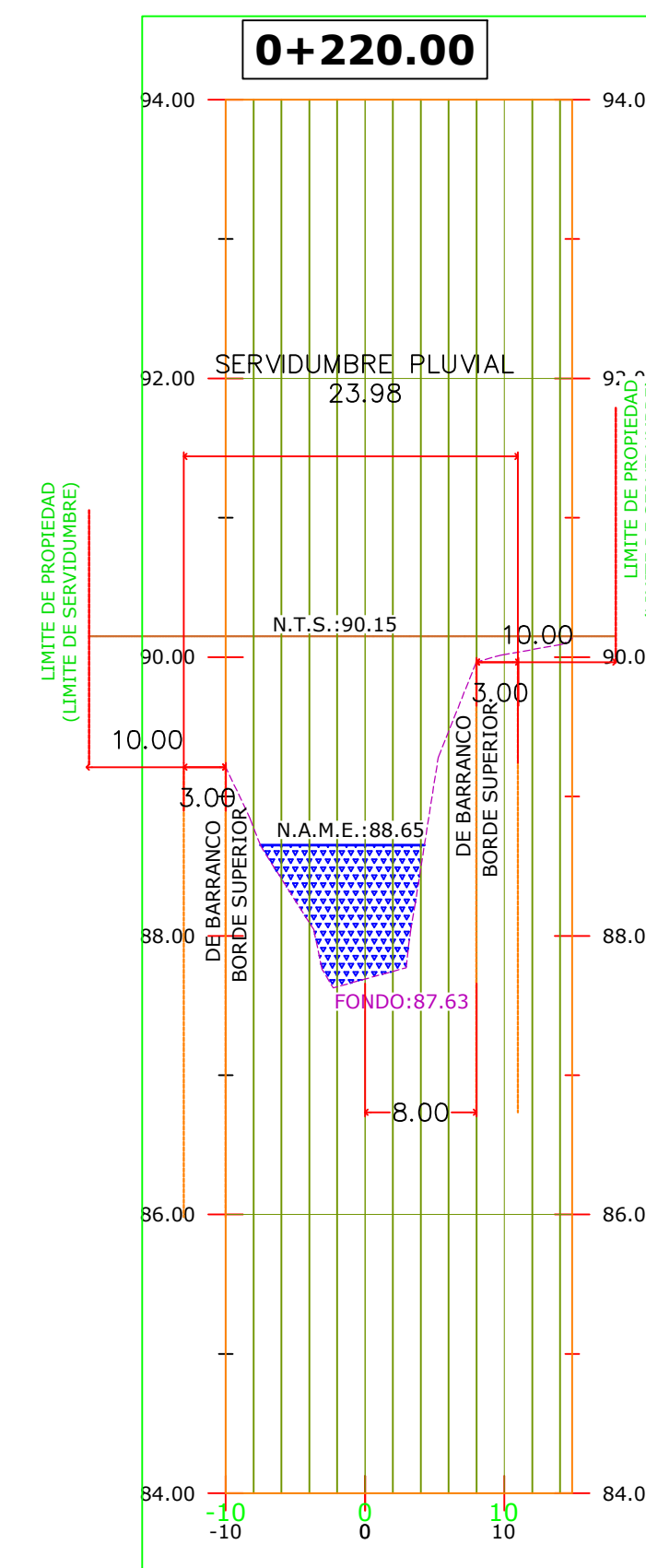
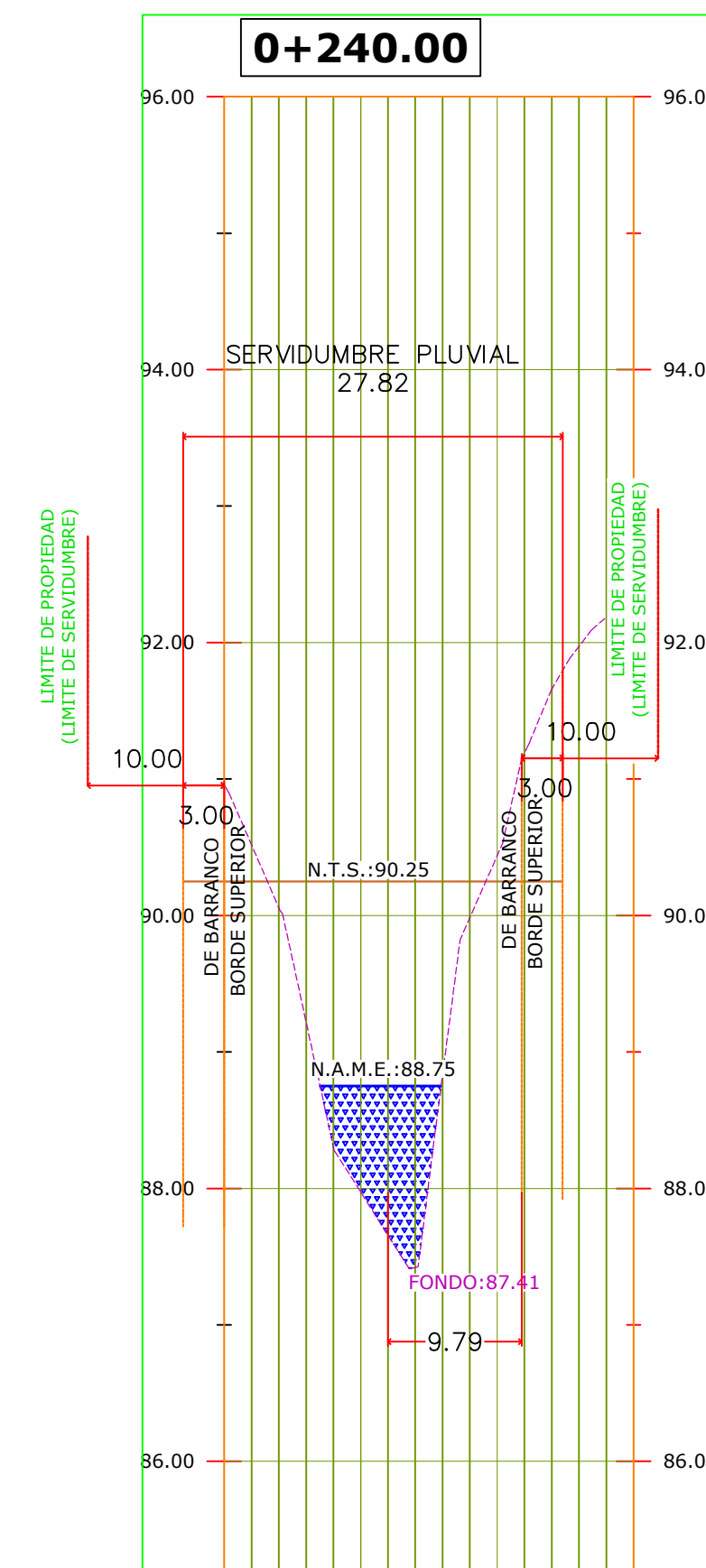
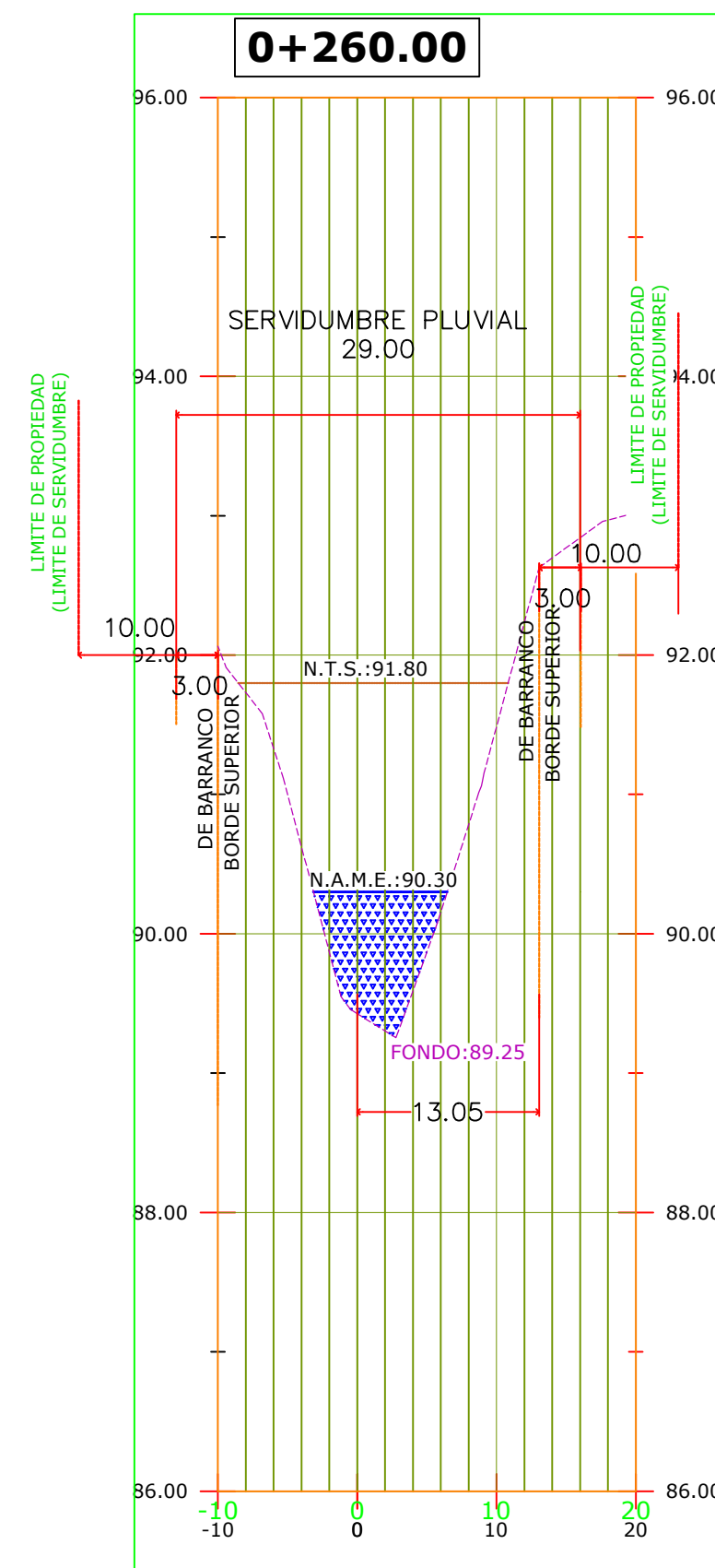
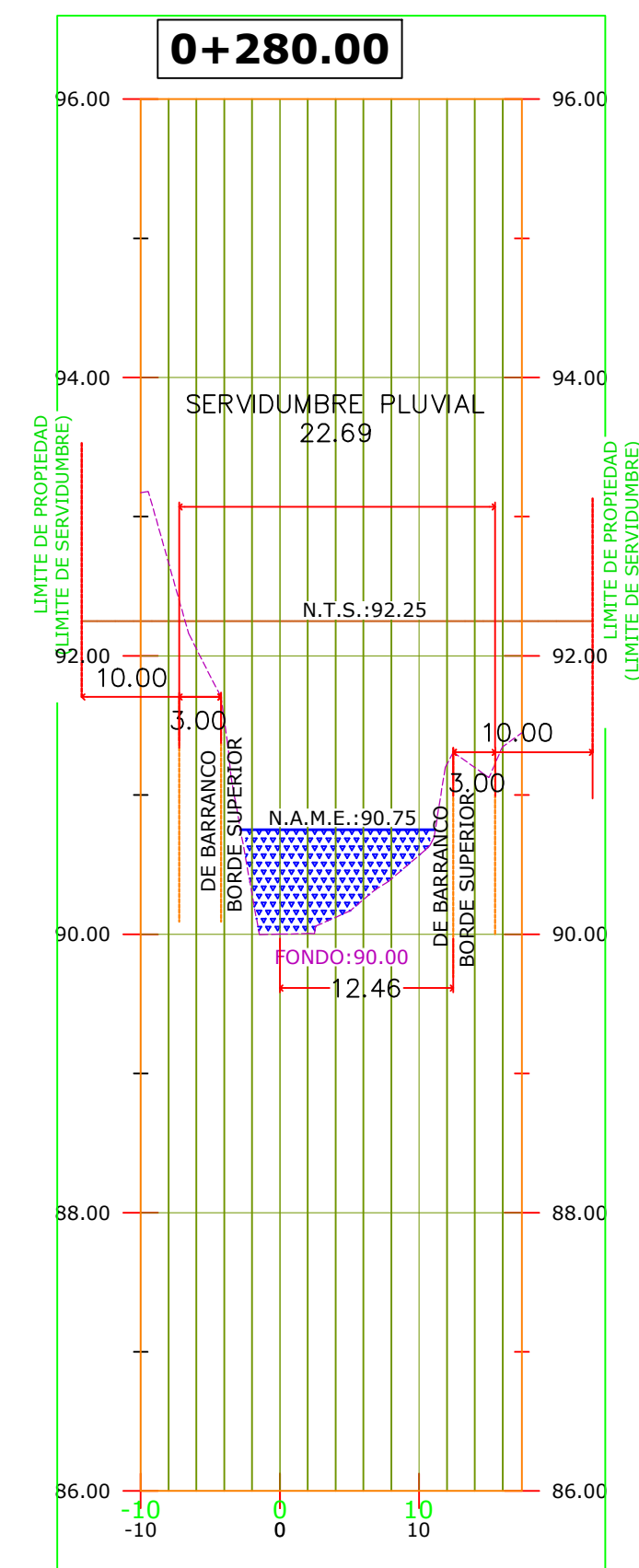
ESCALA VERTICAL 1 :50

ELDIS ANTONIO RUÍZ VARGAS
INGENIERO CIVIL
Licencia N° 2014-006-131
Firma
Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

RESIDENCIAL QUINTAS DE DOÑA ANGELA		
INMUEBLE CON FOLIO REAL Nº30417294 CÓDIGO DE UBICACIÓN Nº9908		
PROPIEDAD DE : WEST VALLEY RC, S.A.		
	REPUBLICA DE PANAMA	
LEVANTADO: ING. MOISÉS RESTREPO	PROVINCIA	VERAGUAS
	DISTRITO	SANTIAGO
CALCULO: ING. ELDIS A. RUIZ V	CORREGIMIENTO	LA PEÑA
	LUGAR	LAS BARRERAS
DISEÑO: ING. ELDIS A.RUIZ V.	PLANTA PERFIL QDA LA LAJITA	
ESCALA: INDICADA		
FECHA: MAYO 2023	HOJA 2 DE 2	



ESCALA VERTICAL 1 :50



ELDIS ANTONIO RUÍZ VARGAS
INGENIERO CIVIL
Licencia N° 2014-006-131

[Firma]

FIRMA

Ley 15 del 26 de Enero de 1959
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

	REPUBLICA DE PANAMA PROVINCIA VERAGUAS DISTRITO SANTIAGO CORREGIMIENTO LA PEÑA LUGAR LAS BARRERAS
LEVANTADO: ING. MOISÉS RESTREPO	PLANTA PERFIL QDA LA LAJITA
CALCULO: ING. ELDIS A. RUIZ V	
DISEÑO: ING. ELDIS A. RUIZ V.	
ESCALA: INDICADA	
FECHA: MAYO 2023	HOJA 2 DE 2