

PROYECTO: CONSTRUCCION DE OBRAS HIDRAULICAS E INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE EN EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE MANACALA SUAJIRA

ODS N°:

CONSULTOR: ING. GUSTAVO CAMARGO AREVALO MATRICULA N°08202-74453 ATL

Rev. No	Fecha	Pág.	Descripción	Elaborado Por	Revisado Por	Aprobado Por
1	27/01/2024	60	Et. 166.1 final	GC		

 GUSTAVO ADOLFO CAMARGO AREVALO	HIDROLOGIA E HIDRÁULICA		ODS:	
	CONTEENIDO	MEMORIA DESCRIPTIVA	VERSIÓN:	1
			FECHA:	27/01/2024
			PÁGINA:	2 de 60

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	5
2. OBJETIVOS.....	6
2.1. General.....	6
2.2. Específicos.....	6
3. ALCANCES.....	6
4. METODOLOGIA.....	7
5. INFORMACIÓN BIOFÍSICA.....	7
5.1. Localización.....	7
5.2. Clima.....	8
5.2.1. Temperatura.....	8
5.2.2. Precipitaciones.....	8
5.3. Hidrografía.....	9
6. ANÁLISIS HIDROLÓGICO.....	10
6.1. Información preliminar.....	10
6.1.1. Cartografía.....	10
6.1.2. Hidroclimatología.....	10
6.2. Características morfométricas.....	11
6.3. Método de cálculo de la escorrentía.....	12
6.4. Factor de reducción de área.....	13
6.5. Período de retorno.....	14
6.6. Número de curvas.....	15
6.7. Tiempo de concentración.....	17
6.8. Prueba de datos cludosos.....	18
6.9. Precipitación de diseño.....	18
6.10. Caudal de diseño.....	18
7. ANÁLISIS Y DISEÑO HIDRÁULICO.....	21
7.1. Metodología de análisis.....	21

 GUSTAVO ADOLFO CÁRDENAS ARELLANO	HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA	QDS:	
		VERSIÓN:	1
CONTENIDO MEMORIA DESCRIPTIVA		FECHA:	27/01/2024
		PÁGINA:	3 de 60

7.2. Parámetros de diseño.....	22
7.2.1. Coeficiente de rugosidad de Manning.....	22
7.2.2. Velocidades admisibles.....	23
7.2.3. Borde libre.....	24
7.3. Dimensionamiento.....	24
7.4. Simulación hidrodinámica.....	25
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	27
9. BIBLIOGRAFÍA.....	27
10. ANEXOS.....	28
10.1. ANEXO 1. Cartografía.....	29
10.2. ANEXO 2. Información hidro climática.....	31
10.3. ANEXO 3. Superficie de drenaje.....	33
10.4. ANEXO 4. Prueba de datos dudosos.....	35
10.5. ANEXO 5. Precipitación de diseño. Método de Gumbel.....	38
10.6. ANEXO 6. Estimación caudal de diseño. Método del HU.....	41
10.7. ANEXO 7. Simulación hidrodinámica. HEC-RAS.....	43

 GUSTAVO ADOLFO CÁRDENAS ARELLANO	HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA	QDS:	
		VERSIÓN:	1
CONTENIDO MEMORIA DESCRIPTIVA		FECHA:	27/01/2024
		PÁGINA:	4 de 60

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Cartografía IGAC.....	10
Tabla 2. Hidro climatología IDEAM.....	11
Tabla 3. Características morfométricas.....	12
Tabla 4. Método estimación de la escorrentía pluvial.....	13
Tabla 5. Factor de reducción de área.....	13
Tabla 6. Factor de reducción de área para el proyecto.....	13
Tabla 7. Períodos de retorno recomendados.....	14
Tabla 8. Período de retorno para el proyecto.....	14
Tabla 9. Clasificación de suelos según NRCS.....	15
Tabla 10. Valores de CN condición antecedente II.....	15
Tabla 11. Conciliación humedad antecedente.....	16
Tabla 12. Estimación número de curva.....	17
Tabla 13. Formulación para el tiempo de concentración.....	17
Tabla 14. Tiempo de concentración para el proyecto.....	17
Tabla 15. Estimación caudal de diseño método del HU NRCS.....	19
Tabla 16. Coeficiente de Manning.....	23
Tabla 17. Velocidades máximas permisibles en canales artificiales.....	23
Tabla 18. Velocidades máximas en canales revestidos.....	24
Tabla 19. Dimensionamiento canal arroyo Parantall.....	24
Tabla 20. Dimensiones canal arroyo Parantall.....	25
Tabla 21. Resultados simulación hidrodinámica.....	25

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Localización proyecto.....	7
Figura 2. Temperatura mensual promedio.....	8
Figura 3. Precipitación mensual promedio.....	9
Figura 4. Localización estación IDEAM.....	11
Figura 5. Red hídrica sector del proyecto.....	12
Figura 6. Ingreso datos morfométricos.....	20
Figura 7. Ingreso precipitación de diseño.....	20
Figura 8. Estimación caudal de diseño asociado a un Tr= 130 años.....	21

 GUSTAVO ADOLFO CAMARGO ARELLANO	HIDROLOGIA E HIDRÁULICA	ODS:	
		VERSIÓN:	1
		FECHA:	27/07/2024
		PÁGINA:	5 de 60
MEMORIA DESCRIPTIVA			
CONTENIDO:			

1. INTRODUCCIÓN

Para la administración de municipio de Maicao, el mejoramiento de las corrientes superficiales urbanas mediante canalizaciones es la respuesta a los problemas de desbordamiento en época de invierno y de drenaje en época de estiaje de los distintos arroyos que ingresan al casco urbano del municipio. Una sección y pendiente adecuada permite que todo el volumen de agua logre ser transportado adecuadamente a una velocidad admisible, evitando la acumulación de masas de agua en el lecho de los arroyos impidiendo la vectorización de enfermedades y malos olores. La política sectorial de la administración es la de contruir efectivamente con el desarrollo socioeconómico y propender por una mejor calidad de vida de los maicenses a través de un ambiente limpio y seguro defendiendo los derechos fundamentales de las personas potencializando la dignidad en cada una de ellas. Es por esto, que la administración municipal requiere realizar la CONSTRUCCION DE OBRAS HIDRÁULICAS E INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE EN EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE MAICAO-LA GUAJIRA.

Dentro de los estudios y diseños a entregar se encuentra el de **ESTUDIO DE HIDROLOGIA Y DISEÑO HIDRÁULICO**. Dichos estudios y diseños se basarán teniendo en cuenta la **RESOLUCION 0330 DEL 2.017** y la **RESOLUCION 0799 DEL 2.021** del ministerio de vivienda, ciudad y territorio, junto con los cánones de buenas prácticas de ingeniería.

 GUSTAVO ADOLFO CÁRDENO ARELLANO	HIDROLOGIA E HIDRÁULICA	ODS:	
		VERSIÓN:	1
		FECHA:	27/07/2024
		PÁGINA:	6 de 60
CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA			

2. OBJETIVOS

2.1. General

Diseñar la sección óptima para El Box Culvert del tramo en estudio sobre el arroyo Parrantial en el casco urbano del municipio de Maicao (La Guajira).

2.2. Específicos

- Determinar las características morfológicas de la superficie de drenaje del tramo en estudio del arroyo Parrantial en el casco urbano del municipio de Maicao (La Guajira).
- Estimar con un alto grado de confiabilidad el caudal de diseño del tramo en estudio del arroyo Guanajuata en el casco urbano del municipio de Maicao (La Guajira).
- Diseñar hidráulicamente la sección del box culvert del tramo en estudio sobre el arroyo parrantial en el casco urbano del municipio de Maicao (La Guajira).

3. ALCANCES

Para lograr el acertado análisis y diseño de la sección hidráulica concernientes a evacuar la escorrentía superficial se deben plantear los siguientes alcances.

- Conocer las condiciones geográficas y ambientales de la zona de estudio como son el clima, los suelos y la geología.
- Realizar un adecuado análisis hidrológico el cual conlleva a la estimación del caudal de diseño teniendo como base el modelo hidrológico de la lluvia-escorrentía para cuencas pequeñas (≤ 80 Has), el cual tiene como variables hidrológicas la intensidad y el período de retorno; y como variables locales el coeficiente de escorrentía, el tiempo de concentración y el factor de reducción; y para cuencas de mayor tamaño (> 80 Has) se utilizarán metodologías como el hidrograma adimensional y el hidrograma unitario.
- Analizar las secciones hidráulicas de drenaje tomando como base modelos hidráulicos como el de la ecuación de energía.

 GUSTAVO ADOLFO CAMARGO ARELLANO	HIDROLOGIA E HIDRÁULICA	ONS:	
		VERSIÓN:	1
CONTENIDO MEMORIA DESCRIPTIVA		FECHA:	27/07/2024
		PÁGINA:	7 de 60

4. METODOLOGIA

La metodología para el análisis hidrológico y posterior diseño hidráulico se basará teniendo en cuenta la RESOLUCIÓN 0330 DEL 2.017 y la RESOLUCIÓN 0799 DEL 2.021 del ministerio de vivienda, ciudad y territorio, junto con los cánones de buenas prácticas de ingeniería.

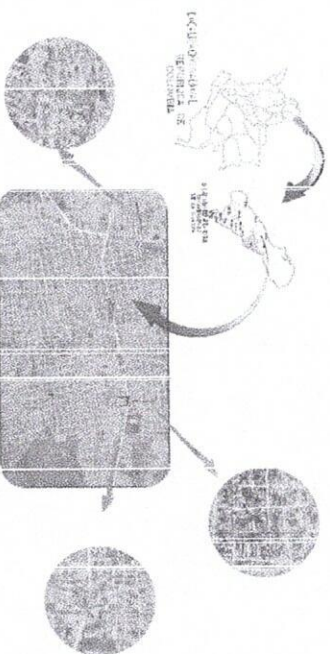
5. INFORMACIÓN BIOFÍSICA

En este capítulo se pretende entregar una información básica del componente físico de la zona del proyecto.

5.1. Localización

El proyecto se encuentra ubicado en el casco urbano del municipio de Maicao (La Guajira), y consta de una longitud de 2,1 km.

Figura 1. Localización proyecto



FUENTE: GOOGLE EARTH

 GUSTAVO ADOLFO CAMARGO ARELLANO	HIDROLOGIA E HIDRÁULICA	ONS:	
		VERSIÓN:	1
CONTENIDO MEMORIA DESCRIPTIVA		FECHA:	27/07/2024
		PÁGINA:	8 de 60

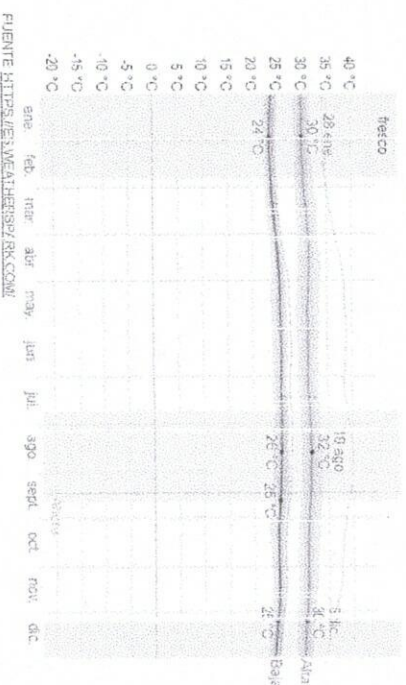
5.2. Clima

5.2.1. Temperatura

La temporada calurosa dura 19 meses, del 23 de julio al 19 de septiembre, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 31 °C. El día más caluroso del año es el 19 de agosto, con una temperatura máxima promedio de 32 °C y una temperatura mínima promedio de 26 °C.

La temporada fresca dura 2,5 meses, del 8 de diciembre al 23 de febrero, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 30 °C. El día más frío del año es el 23 de enero con una temperatura mínima promedio de 24 °C y máxima promedio de 30 °C.

Figura 2. Temperatura municipio de Maicao



FUENTE: [HTTPS://CLIMATEWATCHERS.ORG/](https://climatewatchers.org/)

5.2.2. Precipitaciones

Un día mojado es un día con por lo menos 1 milímetro de líquido o precipitación equivalente a líquido, la probabilidad de días mojados en Maicao varía considerablemente durante el año.

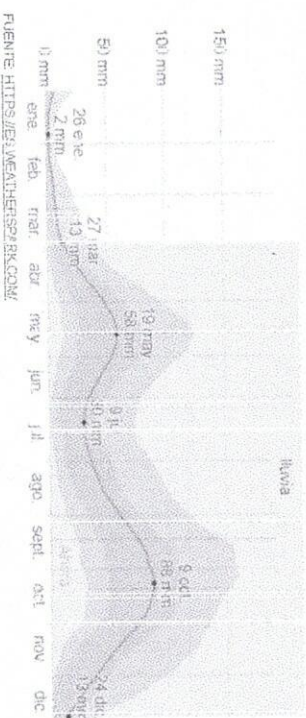
 GUSTAVO ADOLFO CÁRDENAS ARELLANO	HIDROLOGIA E HIDRAULICA	ODE:	
		VERSION:	1
		FECHA:	27/07/2024
		PAGINA:	9 de 80
CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA			

La temporada más mojada dura 7.2 meses, de 16 de abril a 23 de noviembre, con una probabilidad de más del 19 % de que cada día será un día mojado. La probabilidad máxima de un día mojado es del 37 % el 19 de octubre.

La temporada más seca dura 4.8 meses, del 23 de noviembre al 15 de abril. La probabilidad mínima de un día mojado es del 1 % el 30 de enero.

Entre los días mojados, distinguimos entre los que tienen solamente lluvia, solamente nieve o una combinación de las dos. En base a esta categorización, el tipo más común de precipitación durante el año es solo lluvia, con una probabilidad máxima del 37 % el 19 de octubre.

Figura 3. Precipitación mensual promedio



5.3. Hidrografía

El área municipal se localiza en una zona semi desértica y como caso importante en su territorio nace el río Carrizal, en la Cuchilla de Chingolito; recorre el sector de sur a oriente, para entregar sus aguas al lago Maracaibo. Antes sufre un fenómeno de secamiento en la zona de Paraguachón por el terreno arenoso y absorbente, apareciendo más adelante. Reciben las aguas de diferentes arroyos que solo tienen vida en épocas de invierno y toman diferentes nombres en su recorrido: Uraichón, Musachechein, Pururuñu, Steepapa, Hurupesh, Towiche,

 GUSTAVO ADOLFO CÁRDENAS ARELLANO	HIDROLOGIA E HIDRÁULICA	ODE:	
		VERSIÓN:	1
		FECHA:	27/07/2024
		PÁGINA:	10 de 80
CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA			

Kaschi, Machokosma, Kérachi, Huittachón, Kasuyo, Kusuturu, Kurupachón, Calibacito, Majayutpana, Huyschipana, Merratus, Tutu, Jasarachi y Auratata.

El arroyo Huyschipana tiene su senda por el sector noroccidental de la cabecera municipal y entrega sus aguas al Lago de Maracaibo. El arroyo Jororain, Kurumahana, Katmahana, Keetpana, Yura, Ururuñu, entregan sus aguas al río Caribe.

6. ANÁLISIS HIDROLÓGICO

En este capítulo se realizará todo el análisis hidrológico para estimar el caudal de diseño para Elox Culvert del tramo en estudio sobre el arroyo Pururantal en el municipio de Maicao (La Guajira).

6.1. Información preliminar

6.1.1. Cartografía

La cartografía es suministrada por la página web del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). Ver ANEXO 1.

Tabla 1. Cartografía IGAC

Planilla cartográfica	
15-II-B3	
15-II-B4	
15-II-D7	
15-II-D2	

FUENTE: IGAC

6.1.2. Hidroclimatología

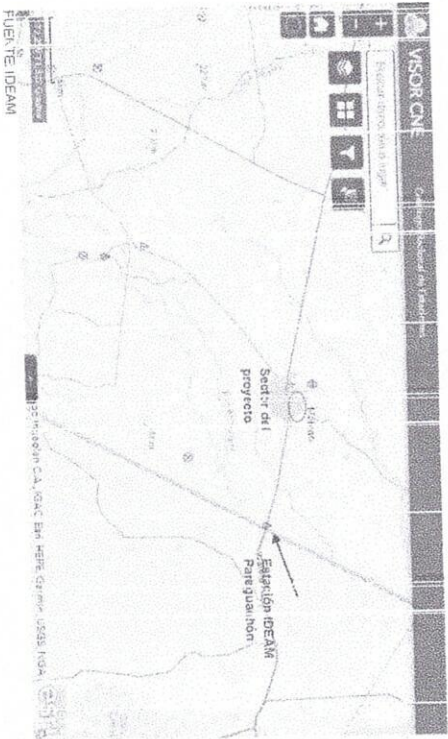
Los datos de precipitación máxima en 24 horas, suministrados por la página web del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), fueron. Ver ANEXO 2.

CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA	 GUSTAVO ADOLFO CAMARGO AREVALO	HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA	
		CDS:	
		VERS. 3M:	1
		FECHA:	27/01/2024
	PÁGINA:	11 de 60	

Tabla 2. Hidro climatología IDEAM

Código	15087280
Nombre	Paraguaiton
Categoría	Limnológica
Municipio	Maricao
Latitud	11.38
Longitud	-72.13
Altitud	35.00

Figura 4. Localización estación IDEAM



6.2. Características morfométricas

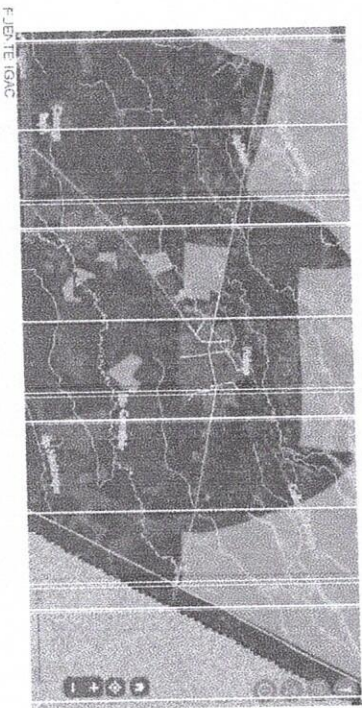
Las siguientes son las características morfométricas del área de drenaje con punto de concentración el punto final del tramo en estudio del arroyo Parantial en el municipio de Maricao (La Guajira) Ver ANEXO 3.

		GUSTAVO ADOLFO CAMARGO AREVALO	
HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA			
CON TENIDO		MEMORIA DESCRIPTIVA	
CDS:			
VERSIÓN:		1	
FECHA:		27/01/2024	
PÁGINA:		12 de 60	

Tabla 3. Características morfométricas

Lto	Cuenca	Área m²	Elevación (msnm)		Long. Ppal. m	Pend. Masía m/m
1	Arroyo Parantial	12.983.572.00	Superior	Inferior	12.601.00	0.002850183

Figura 5. Red hídrica sector del proyecto



6.3. Método de cálculo de la escorrentía

Existen dos (2) diferentes técnicas para estimar los caudales máximos probables en una cuenca.

- Métodos teóricos basados en ecuaciones obtenidas del estudio de cuencas como el método racional y el del Soil Conservation Service SCS. Estos métodos requieren de información generalmente disponible como la pendiente, el área, el tipo de suelo y vegetación de la cuenca y la longitud de los cauces.
- Métodos estadísticos basados en el ajuste de los datos históricos a distribuciones estadísticas y luego predecir el caudal máximo probable con base en ciertas distribuciones. Su dificultad radica en encontrar información histórica de caudales.

 GUSTAVO ADOLFO CAMARGO ARELLANO	HIDROLOGIA E HIDRÁULICA	ODS:	
		VERSIÓN:	1
		FECHA:	27/01/2024
		PÁGINA:	13 de 80
CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA			

Precipitaciones para un período de retorno no siempre conducen a caudales del mismo período de retorno. Variables como la magnitud de la lluvia anecedente a la lluvia de diseño en la cuenca son de suma importancia para el cálculo del caudal generado por la lluvia. Sin embargo, es muy común aceptar en el diseño de drenajes que el caudal calculado a partir de una lluvia para un período de retorno T_r , tiene el mismo período de retorno T_r .

Tabla 4. Método estimación de la escorrentía pluvial

No.	Cuenca	A Has	Método
1	Arroyo Parranjal	1,238.36	HL

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

6.4. Factor de reducción de área

En la medida en que las áreas de drenaje consideradas se hacen más grandes, la intensidad media de la lluvia sobre éstas se reduce debido a la variabilidad espacial del fenómeno de precipitación. En consecuencia, resulta conveniente considerar factores de reducción de la intensidad media de la precipitación en la medida en que el área de drenaje se incrementa de la siguiente manera.

Tabla 5. Factor de reducción de área

Área de drenaje (Has)	Factor de reducción
<50	1.00
50-100	0.99
100-200	0.95
200-400	0.93
400-800	0.90
800-1,600	0.88

FUENTE: REGLAMENTO DEL SECTOR AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO (RAS), TÍTULO D

Tabla 6. Factor de reducción de área para el proyecto

No.	Cuenca	A Has	F
1	Arroyo Parranjal	1,238.36	0.88

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

 GUSTAVO ADOLFO CAMARGO ARELLANO	HIDROLOGIA E HIDRÁULICA	ODS:	
		VERSIÓN:	1
		FECHA:	27/01/2024
CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA		PÁGINA:	14 de 80

6.5. Período de retorno

El período de retorno es un evento hidrológico correspondiente al tiempo promedio en que transcurre para que la magnitud de ese evento sea igualada o excedida. Es función del riesgo o probabilidad que la variable hidrológica estimada sea superada en un período de análisis de n años. Para una lluvia, el período de retorno es definido como el promedio de años entre los cuales ocurre una lluvia de una magnitud específica. Una definición similar puede ser aplicada a caudales máximos o crecientes. En el diseño de drenajes es muy común definir una crecencia producida por una lluvia con el mismo período del período de retorno de la lluvia.

La probabilidad de excedencia anual, a menudo simplemente llamada probabilidad es también comúnmente usada para caracterizar crecientes. La probabilidad de excedencia de un caudal determinado durante un año es igual al recíproco del período de retorno (T_r) en años expresado como porcentaje.

La Tabla 7 muestra los períodos de retorno que se pueden adoptar.

Tabla 7. Períodos de retorno recomendados

Características del área de drenaje	T_r (años)
Tiempos iniciales en zonas residenciales con áreas tributarias menores a 2 Has	3
Tiempos iniciales en zonas comerciales o industriales con áreas tributarias menores a 2 Has	5
Tiempos de aforoamiento con áreas tributarias entre 2-10 Has	10
Tiempos de aforoamiento con áreas tributarias mayores a 10 Has	50
Canales abiertos que drenan áreas menores a 1,000 Has	100
Canales abiertos en zonas planas y que drenan áreas mayores a 1,000 Has	100
Canales abiertos en zonas montañosas que drenan áreas mayores a 1,000 Has	100

FUENTE: RESOLUCIÓN 0350 DEL 2017

Tabla 8. Período de retorno para el proyecto

No.	Cuenca	A Has	T_r años
1	Arroyo Parranjal	1,238.36	100

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

 GUSTAVO A. OCHOA	HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA		ODE	
	FECHA:	27/01/2024	VERSIÓN:	1
CC NITENCO: MEMORIA DESCRIPTIVA	PAG. N.º:	15 de 80		

6.6. Número de curva

El valor del número de curva (CN) para cada condición de humedad antecedente es propio de cada cuenca y se obtiene con base en el tipo de suelo y la condición hidrológica, que es un indicador de la cobertura vegetal y de la capacidad de infiltración del suelo.

El método establece que los suelos de la cuenca en estudio deben clasificarse de otro de los grupos mostrados en la Tabla 9.

Tabla 9. Clasificación de suelos según NRCS

Tipo	Clasificación
A	Bajo potencial de infiltración. Suelos con alta tasa de infiltración arenosos con poco limo y arcilla y gravas profundas.
3	Modestamente bajo potencial de infiltración. Suelos con ratas de infiltración moderadas, con textura moderadamente fina a moderadamente gruesa, arenosos limos y limos.
C	Modestamente alto potencial de infiltración. Suelos de infiltración lenta con alto contenido de materia orgánica y alta, contenido de arcilla, arenas arcillosas poco profundas y arcillas.
D	Alto potencial de infiltración. Suelos con infiltración muy lenta, suelos arcillosos con alto potencial de infiltración. Suelos salinos con nivel freático alto y permanente.

FUENTE: MANUAL DE DISEÑO DE DRENAJES SUPERFICIALES Y SUBSUPERFICIALES EN LAS GERMAN EDUARDO GAVILAN LEON

Los valores de CN se encuentran en la Tabla 10. Estos valores están dados para la condición de humedad antecedente tipo II y según el tipo de suelo especificado en la Tabla 9.

Tabla 10. Valores de CN condición antecedente II

Uso de la tierra	Tratamiento del suelo cc. cobertura	Pendiente %	Tipo de suelo			
			A	B	C	D
Sin cultivo	Suelos rectos	<1	77	86	91	94
	Suelos rectos	<1	72	81	86	91
	Suelos rectos	<1	67	76	81	86
	Suelos rectos	<1	62	71	76	81
Cultivos en surco	Terrazas	<1	96	74	79	82
	Suelos rectos	<1	92	71	76	81
	Suelos rectos	<1	87	76	81	86
	Suelos rectos	<1	82	71	76	81
Cultivos en suizo	Terrazas	<1	96	74	79	82
	Suelos rectos	<1	92	71	76	81
	Suelos rectos	<1	87	76	81	86
	Suelos rectos	<1	82	71	76	81

 GUSTAVO A. OCHOA	HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA		ODE	
	FECHA:	27/01/2024	VERSIÓN:	1
CC NITENCO: MEMORIA DESCRIPTIVA	PAG. N.º:	15 de 80		

Uso de la tierra	Tratamiento del suelo cc. cobertura	Pendiente %	Tipo de suelo			
			A	B	C	D
Caneles	Contorno	<1	51	73	81	84
	Terrazas	<1	51	72	75	82
	Suelos rectos	<1	50	70	75	81
	Suelos rectos	<1	48	71	76	80
Leguminosas o praderas con rotación	Contorno	<1	54	75	82	85
	Terrazas	<1	53	74	80	83
	Suelos rectos	<1	51	73	79	82
	Suelos rectos	<1	49	72	77	80
Pasos de agua	Contorno	<1	47	67	71	74
	Terrazas	<1	46	66	70	73
	Suelos rectos	<1	45	65	69	72
	Suelos rectos	<1	44	64	68	71

FUENTE: MANUAL DE DISEÑO DE DRENAJES SUPERFICIALES Y SUBSUPERFICIALES EN LAS GERMAN EDUARDO GAVILAN LEON						
En caso de tener una condición de humedad antecedente diferente se debe corregir el CN obtenido usando las ecuaciones presentadas en la Tabla 11.						

Tabla 11. Condición humedad antecedente

Humedad antecedente	SI 5 días antes hubo lluvia	Fórmula
Tipo I	$F < 2.5 \text{ cm}$	$CN_1 = \frac{4.2 \cdot CN_2}{10 - 0.058 \cdot CN_2}$
Tipo II	$2.5 \text{ cm} \leq P \leq 5 \text{ cm}$	$CN_2 = \frac{2 \cdot CN_1}{10 + 0.1 \cdot CN_1}$
Tipo III	$P > 5 \text{ cm}$	$CN_3 = \frac{2 \cdot CN_2}{10 + 0.1 \cdot CN_2}$

FUENTE: MANUAL DE DISEÑO DE DRENAJES SUPERFICIALES Y SUBSUPERFICIALES EN LAS GERMAN EDUARDO GAVILAN LEON

En el Atlas de Colombia del Instituto Geográfico "Agustín Codazzi" tenemos que:

Cobertura vegetal y uso:

Erales.

Suelos:

Suelos de clima muy seco, desarrollados en arenas y grácidos erosión en la llanura Guajira.

 GUSTAVO ADOLFO CARRASCO AREVALO	HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA	
	QDS:	
CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA	VERSIÓN:	1
	FECHA:	27/01/2024
	PÁGINA:	17 de 60

Vocación y uso de la tierra: Agroforestal.

Conflictos de uso: Sin conflicto (uso adecuado).

$$C.V_{avg} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i N_i}{A_{total}}$$

Tabla 12. Estimación número de curva

No.	Cuenca	% Área	CN	Promedio
1	Arroyo Estrella	44	56	57
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.				

6.7. Tiempo de concentración

Se define como el tiempo que tarda en llegar a la sección de salida la gota de lluvia caída en el extremo hídricamente más alejado de la cuenca.

El método elegido para estimar el tiempo de concentración de entrada de acuerdo con la conveniencia de las variables es el método de *Tímez*.

Tabla 13. Formulación para el tiempo de concentración

Fórmula	Autor	Variables
$t_c = 18 \left(\frac{L}{S^{0.25}} \right)^{0.76}$	Tímez	t_c = Tiempo de concentración en minutos L = Longitud en Km S = Pendiente en %

FUENTE: MANUAL DE DISEÑO DE CARRETERAS RIVIAS MINITRANSORTE

Tabla 14. Tiempo de concentración para el proyecto

No.	Cuenca	L Km	S %	t_c (en minutos)
1	Arroyo Parí	12.601	2.85058329	158.91
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.				

La resolución 0330 del año 2,017 recomienda una duración mínima entre 3 y 10 minutos.

 GUSTAVO ADOLFO CARRASCO AREVALO	HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA	
	QDS:	
CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA	VERSIÓN:	1
	FECHA:	27/01/2024
	PÁGINA:	18 de 60

6.8. Prueba de datos dudosos

El U.S. Water Resources Council, recomienda los ajustes que han de emplearse para detectar "outliers", que son datos que se apartan notoriamente de la tendencia de los otros datos. El ANEXO 4 presenta la prueba de datos dudosos.

$$Y_H = \bar{Y} + K_n S$$

$$Y_L = \bar{Y} - K_n S$$

Donde:

Y_H : Límite de dato dudoso alto

Y_L : Límite de dato dudoso bajo

K_n : Factor del tamaño de muestra

S : Desviación estándar de la muestra

6.9. Precipitación de diseño

La precipitación de diseño es la magnitud de lluvia para el período de retorno seleccionado. Se procede a estimarlo mediante métodos estadísticos como es el caso del método de Gumbel, el cual es muy utilizado en nuestro territorio.

El ANEXO 5 presenta el cálculo de la precipitación de diseño para el período de retorno de 100 años para la estación *Paraguacón*.

$$P_{100} = 225.48 \text{ mm}$$

6.10. Caudal de diseño

Se aplica el método HJ HRCOS para la estimación de los caudales de diseño para superficies de drenaje mayores a 80 Has. Se utiliza la herramienta computacional WinT-55 para simular hídricamente la cuenca hídrica. Ver ANEXO 6.

$$Q = q_p P_e \quad \text{Natural Resources Conservation Service}$$

 GUSTAVO ADOLFO CAMARGO AREVALO	HIDROLOGIA E HIDRÁULICA	ODS:	
		VERSÃO:	1
		FECHA:	27/01/2024
		PÁGINA:	18 de 60
CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA			

$$q_p = \frac{2.08.4}{T_p}$$

$$T_p = \left[\frac{P - \frac{508}{CN^2} + 5.08}{P + \frac{508}{CN^2} - 20.31} \right]^{0.2}$$

Donde:

Q= Caudal pice (m³/s)

qp= Caudal pice del hidrograma unitario (m³/s mm)

Pe=Precipitación efectiva (mm)

A= Área de la cuenca (Km²)

Tp= Tiempo al pice del hidrograma (horas)

P= Precipitación asociada a un período de retorno (mm)

CN= Número de curva ponderada de la cuenca

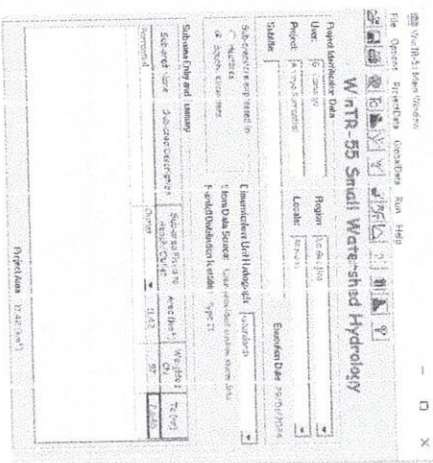
Tabla 15. Estimación caudal de diseño método del HU NRCS

N.º.	Cuenca	A Km²	F	A' Km²	P ₁₀₀ mm	CN	t _p Horas	Q _p m³/s
1	Arroyo Paratití	12.98	0.88	11.42	225.48	57	2.045	74.16

FUENTE: WATR-55

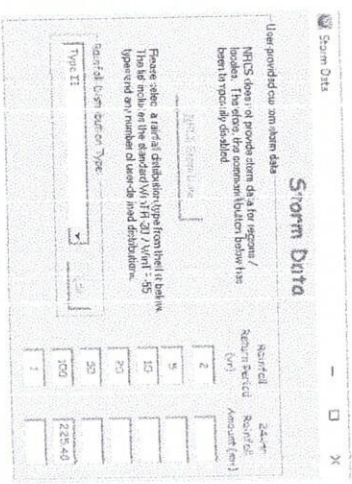
		GUSTAVO ADOLFO CAMARGO AREVALO	
HIDROLOGIA E HIDRÁULICA			
CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA		ODS:	
		VERSION:	1
		FECHA:	27/01/2024
PAGINA:		20 de 60	

Figura 6. Ingreso datos morfométricos



FUENTE: WATR-55

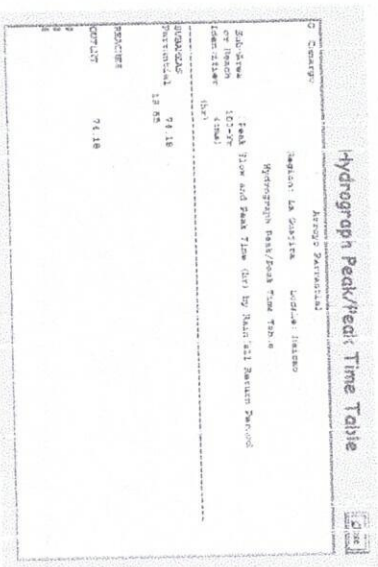
Figura 7. Ingreso precipitación de diseño



FUENTE: WATR-55

 GUSTAVO ADELFO CAMARGO ARELLANO		HIDROLOGIA E HIDRAULICA	
CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA		O.S.	
		VERSION:	1
		FECHA:	27/01/2024
		PAGINA:	21 de 80

Figura 6. Estimación caudal de diseño asociado a un Tr= 100 años



FUENTE: WINTR-SS

7. ANÁLISIS Y DISEÑO HIDRÁULICO

7.1. Metodología de análisis

Para evaluar a capacidad del canal, se simula el tramo de éste empleando la herramienta computacional HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center-River Analysis System) del U.S. Army Corps of Engineers. Ver ANEXO 7.

$$Y_2 + Z_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = Y_1 + Z_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + h_e$$

Donde:

Y_1, V_1 = Profundidad del agua en cada sección (m).

Z_1, Z_2 = Elevación del thalweg (ugar geométrico de los puntos de mayor profundidad) del canal principal (msnm).

V_1, V_2 = Velocidad media del agua en cada sección (m/s).

 GUSTAVO ADELFO CAMARGO ARELLANO	HIDROLOGIA E HIDRÁULICA	O.S.	
		VERSION:	1
		FECHA:	27/01/2024
		PAGINA:	22 de 80
CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA			

α_1, α_2 = Coeficientes de Coriolis

g = Aceleración gravitacional (m/s^2).

h_e = Cabeza de pérdidas de energía (m).

La cabeza de pérdidas de energía h_e entre dos secciones consecutivas obedecen a pérdidas por fricción y a pérdidas por contracción o expansión. La ecuación para el cálculo de las pérdidas de energía utilizada es la siguiente.

$$h_e = L S_f + C \left[\frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right]$$

Donde:

L = Longitud ponderada del tramo (m)

S_f = Pendiente de fricción representativa entre las dos secciones (m/m).

C = Coeficiente de contracción o expansión.

7.2. Parámetros de diseño

7.2.1. Coeficiente de rugosidad de Manning

El coeficiente de Manning n (aunque realmente no es adimensional) nos indica la resistencia a la cual el fluido es capaz de fluir.

Su determinación no es fácil debido a que no existe un método exacto, pero por pruebas de varios investigadores se puede inferir una buena aproximación de este.

Contra de la literatura técnica que es tan amplia en este tema podemos utilizar los siguientes valores de coeficiente de Manning el cual es un ponderado de situaciones como cambios estacionales, alineamiento de canal, material en suspensión y fuente, etc.

		GUSTAVO A. DOLFO CAMARGO AREVALO	
MEMORIA DESCRIPTIVA		HIDROLOGIA E HIDRAULICA	
		ODS:	
		VERSION:	1
		FECHA:	27/01/2024
PAGINA A:		23 de 60	

Tabla 16. Coeficiente de Manning

Tipo de canal y descripción	Mínimo	Normal	Máximo
1. Corriente	0.011	0.013	0.015
2. Terronado con tierra melicé a (pastoreo)	0.013	0.015	0.016
3. Terronado con tierra de máxima	0.013	0.017	0.020
4. Follido con grava en el fondo	0.014	0.017	0.020
5. Sin full	0.103	0.019	0.023
6. Lanzado, sección buena			
7. Excavado o dragado			
8. En tierra, todo y uniforme	0.013	0.016	0.020
9. L. tipo, recientemente terminado	0.013	0.022	0.025
10. L. tipo, después de exposición a la intemperie	0.022	0.025	0.030
11. Con gravas, sección uniforme	0.022	0.027	0.033
12. Con pasto cortos, algunas meezas			

FUENTE: HIDRÁULICA DE CANALES ABIERTOS, VINCENTE CHOW.

Nota: La tabla es muchísimo más extensa. Se presentan solamente los datos de interés.

7.2.2. Velocidades admisibles

El flujo debe transportarse en un rango de velocidades. Una mínima en la cual posea una capacidad de arrastre que impida la sedimentación y el crecimiento de plantas acuáticas, y la otra máxima para que no llegue a erosionar el fondo y los taludes del canal.

Tabla 17. Velocidades máximas permitibles en canales artificiales

Material	Velocidad máxima (m/s)
Ladrillo común	3.0
Ladrillo vitificado	5.0
Acia vitificada (yes)	4.0
Corriente 175 kg/m ²	6.0
Corriente 210 kg/m ²	10.0
Corriente 230 kg/m ²	16.0
Corriente 350 kg/m ²	20.0

FUENTE: MANUAL DE DISEÑO PARA CARRETERAS INVIAS VINTERSPORTE

			
GUSTAVO A. DOLFO CAMARGO AREVALO		HIDROLOGIA E HIDRAULICA	
CONTENIDO MEMORIA DESCRIPTIVA		ODS:	
		VERSIÓN:	1
		FECHA:	27/01/2024
		PÁGINA:	24 de 60

Tabla 18. Velocidades máximas en canales revestidos

Tipo de revestimiento	Condiciónes del material	Velocidad máxima (m/s)
Hormigón		12.5
Mampostería convencional o en piedra		3.7
Canchales (0.5 y mayor)		4.7
Piedras grandes		3.0
Canales de piedra o arcilla (100 mm a 150 mm)		2.4
Canales de piedra con piedra		2.6
Canal revestido con piedra		3.0
Canales de piedra		3.0
Canales de piedra		3.0
Canales de piedra		3.1

FUENTE: RAS TITULO D.

7.2.3. Borde libre

Es la distancia vertical entre la superficie del agua y el contorno superior del canal. No existe un consenso para establecer el valor o magnitud del borde libre, pero éste se encuentra entre un 20%-25% de tirante normal.

7.3. Dimensionamiento

Se dimensiona la canalización con la premisa de un flujo uniforme teniendo en cuenta la fórmula de resistencia al flujo de Manning, y posteriormente se realiza la simulación hidrodinámica con un flujo variado.

Se empleará la herramienta computacional HECANALDES para su dimensionamiento.

Tabla 19. Dimensionamiento canal arroyo Parantial

Corriente	Sección	Revestimiento	B	z	Y	H	A	P _w	R _h	n	S	V	F
Arroyo Parantial	Rectangular	Corriente	10.00	0	2.15	1.70	21.43	14.30	1.60	0.013	0.012	3.45	0.75

FUENTE: HECANALDES

 GUSTAVO ADOLFO CAMARGO AREVALO	HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA	ODS:	
		VERSION:	1
		FECHA:	27/01/2024
		PAGINA:	25 de 30
CONTENIDO MEMORIA DESCRIPTIVA			

Tabla 20. Dimensiones: canal arroyo Parantail

Sección	Rec. angular
Plata de revestimiento	C. concreto
Bases	0.00 m
Fondos	2.70 m

FUENTE: HCANALES

7.4. Simulación hidrodinámica

Una vez elegida la alternativa para la canalización del tramo a intervenir del canal pluvial, se procede a realizar la simulación hidrodinámica en la herramienta computacional HEC-RAS.

Se presenta en la tabla siguiente sus resultados.

Tabla 21. Resultados simulación hidrodinámica

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m³/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Vel Chmt (m/s)	Flow Area (m²)	Top Width (m)	Froude # Ch
32	T=130 años	74.18	43.33	45.47	3.45	2.48	10.00	0.5	0.5
31	T=130 años	74.18	43.20	45.35	3.45	2.48	10.00	0.5	0.5
30	T=130 años	74.18	43.03	45.23	3.45	2.48	10.00	0.5	0.5
29	T=130 años	74.18	42.97	45.12	3.45	2.48	10.00	0.5	0.5
28	T=130 años	74.18	42.83	45.00	3.45	2.48	10.00	0.5	0.5
27	T=130 años	74.18	42.72	44.88	3.45	2.48	10.00	0.5	0.5
26	T=130 años	74.18	42.67	44.77	3.45	2.48	10.00	0.5	0.5
25	T=130 años	74.18	42.51	44.65	3.45	2.48	10.00	0.5	0.5
24	T=130 años	74.18	42.35	44.53	3.45	2.48	10.00	0.5	0.5
23	T=130 años	74.18	42.27	44.41	3.45	2.48	10.00	0.5	0.5
22	T=130 años	74.18	42.13	44.30	3.45	2.48	10.00	0.5	0.5
21	T=130 años	74.18	42.03	44.18	3.45	2.48	10.00	0.5	0.5
20	T=130 años	74.18	41.91	44.06	3.45	2.48	10.00	0.5	0.5
19	T=130 años	74.18	41.80	43.95	3.45	2.48	10.00	0.5	0.5
18	T=130 años	74.18	41.63	43.83	3.45	2.48	10.00	0.5	0.5
17	T=130 años	74.18	41.53	43.71	3.45	2.48	10.00	0.5	0.5
16	T=130 años	74.18	41.43	43.59	3.45	2.48	10.00	0.5	0.5
15	T=130 años	74.18	41.33	43.48	3.45	2.48	10.00	0.5	0.5
14	T=130 años	74.18	41.21	43.35	3.45	2.48	10.00	0.5	0.5
13	T=130 años	74.18	41.09	43.24	3.45	2.48	10.00	0.5	0.5
12	T=130 años	74.18	40.93	43.13	3.45	2.48	10.00	0.5	0.5
11	T=130 años	74.18	40.83	43.01	3.45	2.48	10.00	0.5	0.5
10	T=130 años	74.18	40.72	42.89	3.45	2.48	10.00	0.5	0.5
9	T=130 años	74.18	40.63	42.78	3.45	2.48	10.00	0.5	0.5
8	T=130 años	74.18	40.51	42.65	3.45	2.48	10.00	0.5	0.5
7	T=130 años	74.18	40.39	42.54	3.45	2.48	10.00	0.5	0.5
6	T=130 años	74.18	40.23	42.43	3.45	2.50	10.00	0.5	0.5

 GUSTAVO ADOLFO CAMARGO AREVALO	HIDROLOGIA E HIDRÁULICA	ODS:	
		VERSIÓN:	1
		FECHA:	27/01/2024
		PÁGINA:	25 de 50
CONTENIDO MEMORIA DESCRIPTIVA			

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m³/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Vel Chmt (m/s)	Flow Area (m²)	Top Width (m)	Froude # Ch
5	T=130.3 pos	74.18	40.16	42.31	3.45	2.51	10.00	0.5	
4	T=130.3 pos	74.18	40.04	42.19	3.45	2.52	10.00	0.5	
3	T=130.3 pos	74.18	39.92	42.08	3.45	2.53	10.00	0.5	
2	T=130.3 pos	74.18	39.81	41.96	3.45	2.53	10.00	0.5	
1	T=130.3 pos	74.18	39.65	41.84	3.45	2.53	10.00	0.5	
0	T=130.3 pos	74.18	39.60	41.75	3.45	2.48	10.00	0.5	

FUENTE: FERRAS

FUENTE: HEC-RAS

 GUSTAVO ADOLFO CAMARGO ARELLANO		HIDROLOGIA E HIDRAULICA	
CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA		QDS:	
		VERSIÓN:	1
		FECHA:	27/01/2024
		PÁGINA:	27 de 80

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La selección de las variables como periodos de retorno, coeficientes de escorrentía y coeficientes de rugosidad empleados en este estudio corresponden a datos validados por diferentes entidades e instituciones acreditadas.
- El empleo de las metodologías de análisis y diseño utilizadas en este estudio corresponden a las normalmente usadas por los consultores hidráulicos.
- La metodología de diseño se basa en la resolución 0330 del 2.017 y la resolución 0799 del 2.021 del ministerio de ambiente, junto con los cánones de buenas prácticas de ingeniería.
- El tramo se proyecta un Box Culvert que supere 2 veces el ancho de sección del canal y 1 m mínimo la altura de la columna de agua del canal dando como predimensionamiento múltiplo utilizar 4 caldas de 3.75x3.75

9. BIBLIOGRAFIA

- Resolución 0330 del 2.017. Ministerio de VCT.
 - Resolución 0799 del 2.021. Ministerio de VCT.
 - Reglamento del Sector Agua Potable y Saneamiento Básico. Título D.
 - Hidrología aplicada. Ven Te Chow. Mac Graw-Hill.
 - Hidráulica de canales abiertos. Ven Te Chow. Mac Graw-Hill.
 - Manual de drenaje para carreteras. INVIAS-Militar deporte.
 - Manual de diseño de drenajes superficiales y sub superficiales en vías.
- Gernán Eduardo Gavilán León. UIS.

Gustavo Camargo A.
Ing. Gustavo A. Camargo A.

 GUSTAVO ADOLFO CAMARGO ARELLANO	HIDROLOGIA E HIDRÁULICA	QDS.	
		VERSIÓN:	1
		FECHA:	27/01/2024
		PÁGINA:	28 de 80
CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA			

10. ANEXOS

CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA	 GUSTAVO ADELFO CAMARGO AREVALO	HIDROLOGIA E HIDRÁULICA	
		Q.S.	
		VERSÃO:	1
		FECHA:	27/01/2024
		PÁGINA:	28 de 60

10.1. ANEXO 1, Cartografia

CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA	 GUSTAVO ADELFO CAMARGO AREVALO	HIDROLOGIA E HIDRÁULICA	
		Q.S.	
		VERSÃO:	1
		FECHA:	27/01/2024
		PÁGINA:	30 de 60



 GUSTAVO ADOLFO CAMARGO AREVALO		HIDROLOGIA E HIDRAULICA	
CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA		ONS:	
		VERSION:	1
		FECHA:	27/01/2024
		PAGINA:	31 de 60

10.2. ANEXO 2. Información hidroclimática

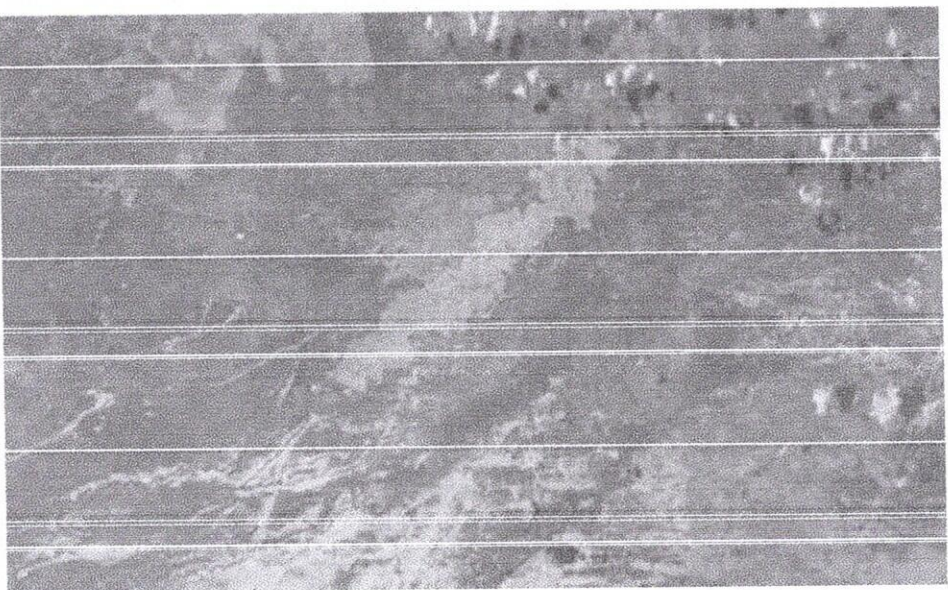
 GUSTAVO ADOLFO CAMARGO AREVALO		HIDROLOGIA E HIDRÁULICA	
CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA		ONS:	
		VERSIÓN:	1
		FECHA:	27/01/2024
		PAGINA:	32 de 60

Nombre estación: Paraguarí
 Código estación: 15087080
 Parámetro: Precipitaciones máximas en 24 horas

Año	Pmax 24h
1990	11.00
1991	1.80
1992	30.00
1993	103.00
1994	2.00
1995	130.00
1996	92.00
1997	97.00
1998	136.00
1999	135.00
2000	60.00
2001	93.00
2002	100.00
2003	206.00
2004	106.00
2005	97.00
2006	92.00
2007	95.00
2008	33.30
2009	103.30
2010	100.00
2011	75.00
2012	90.00
2013	107.00
2014	401.00
2015	78.00
2016	69.00
2017	128.50
2018	94.20
2019	68.70
2020	76.20
2021	89.60
2022	107.10
2023	129.00
Media	87.52

CONTENIDO MEMORIA DESCRIPTIVA	 GUSTAVO ADOLFO CAMARGO AREVALO	HIDROLOGIA E HIDRÁULICA	O.S.	
			VERSÃO:	1
			FECHA:	27/07/2024
			PÁGINA:	33 de 80

10.3. ANEXO 3. Superfície de drenaje



CONTENIDO MEMORIA DESCRIPTIVA	 GUSTAVO ADOLFO CAMARGO AREVALO	HIDROLOGIA E HIDRÁULICA	O.S.	
			VERSÃO:	1
			FECHA:	27/07/2024
			PÁGINA:	34 de 80

	GUSTAVO ADOLFO CAMARGO ARELLANO	HIDROLOGIA E HIDRAULICA	OBS:	
			VERSION:	1
			FECHA:	27/07/2024
			PAGINA:	36 de 80
CON TENIDO MEMORIA DESCRIPTIVA				

10.4. ANEXO 4. Prueba de datos dudosos

 GUSTAVO ADOLFO CAMARGO ARELLANO	HIDROLOGIA E HIDRÁULICA	OBS:	
		VERSIÓN:	1
		FECHA:	27/07/2024
CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA		PÁGINA:	38 de 80

PRUEBA DE DATOS DUDOSOS

Parámetro: Precipitaciones máximas a 124 horas
Estación: 15087090 Panguchón

Año	Prima 24 h	Or en	P	Log P
1970	11.00	3	206.00	2.31367
1971	1.87	7	136.00	2.13539
1972	30.00	5	135.00	2.13034
1973	303.00	4	130.00	2.11363
1974	2.00	6	125.00	2.10293
1976	130.00	8	128.50	2.10303
1976	92.00	7	107.10	2.02979
1977	97.00	8	107.00	2.02984
1978	136.00	5	105.00	2.02306
1979	135.00	13	103.30	2.01400
2010	60.00	11	103.00	2.01387
2011	33.00	12	103.00	2.01000
2012	100.00	13	100.00	2.00000
2013	376.00	13	97.00	1.98677
2014	106.00	15	97.00	1.98677
2015	97.00	15	95.00	1.97724
2016	92.00	17	94.20	1.97451
2017	95.00	13	93.00	1.96843
2018	39.30	13	92.00	1.96388
2019	103.30	22	92.00	1.96388
2020	100.00	21	90.00	1.95433
2021	75.00	22	89.60	1.95238
2021	90.00	21	78.00	1.89095
2021	107.00	21	76.20	1.88155
2021	40.00	25	75.00	1.87561
2023	78.00	27	69.00	1.83849
2026	69.00	21	63.70	1.80657
2027	128.50	23	60.00	1.77815
2028	94.20	33	40.00	1.60080
2029	68.20	33	33.30	1.52444
2030	76.30	31	30.00	1.47712
2031	99.60	32	11.00	1.04139
2032	107.10	31	2.00	0.30030
2033	129.00	31	1.80	0.25573
Media		74.63		1.33
		Desv. Est.		0.45

Se desconfía de los valores del registro

$$y_H = y + K_{n,5}$$

$$y_H = y - K_{n,5}$$

$$V_H = 3.0/12.28$$

$$V_H = 0.138043$$

$$P_H = 1.02319$$

$$P_H = 1.346$$

 GUSTAVO A.DC.LFO CAMARGO ARELLANO		HIDROLOGIA E HIDRÁULICA	
CONTENIDO MEMORIA DESCRIPTIVA		O.S.	
		VERSIÓN:	1
		FECHA:	27/0 /2024
		PÁGINA:	37 de 60

 GUSTAVO A.DC.LFO CAMARGO ARELLANO	HIDROLOGIA E HIDRÁULICA	O.S.	
		VERSIÓN:	1
		FECHA:	27/0 /2024
		Página:	38 de 60
CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA			

TABLA 12.5.3
Valores K_s para la prueba de datos diadros

Temperatura de monstr n	K_s	Temperatura de monstr n	K_s	Temperatura de monstr n	K_s	Temperatura de monstr n	K_s
10	2.036	21	2.467	38	2.661	50	2.817
11	2.088	22	2.486	39	2.671	51	2.866
12	2.134	23	2.502	40	2.682	52	2.893
13	2.175	24	2.519	41	2.692	53	2.917
14	2.213	25	2.536	42	2.700	54	2.940
15	2.247	26	2.549	43	2.710	55	2.961
16	2.279	27	2.563	44	2.719	56	2.981
17	2.309	28	2.577	45	2.727	57	3.000
18	2.333	29	2.591	46	2.736	58	3.017
19	2.361	30	2.604	47	2.744	59	3.049
20	2.385	31	2.616	48	2.753	60	3.078
21	2.408	32	2.628	49	2.763	61	3.104
22	2.430	33	2.639	50	2.768	62	3.129
23	2.448	34	2.650	51	2.804		

fuente: U. S. Water Resources Council, 1981. Esta tabla contiene valores de K_s que varían levemente con la altura del agente atmosférico y se para su distribución normal.

10.5. ANEXO 5. Precipitación de diseño. Método de Gumbel

 GUSTAVO ADELFO CAMARGO ARELLANO	HIDROLOGIA E HIDRÁULICA		O.S.	
	VERSIÓN:	1	FECHA:	27/01/2024
CONTENIDO MEMORIA DESCRIPTIVA		PÁGINA:	39	de 80

VALORES DE P RECIPITACIÓN MÁXIMA, POR EL MÉTODO DE GUMBEL

Orden	P (mm)	$P_{max} = \bar{P} + K_{gn} \cdot S$	$K_{gn} = -\frac{1}{\sigma_n} \ln \left[-\ln \left[\frac{T_r - 1}{T_r} \right] \right] - \frac{y_n}{\sigma_n}$
1	206.00		
2	136.00		
3	135.00		
4	130.00		
5	129.00		
6	128.50		
7	107.10		
8	107.00		
9	106.00		
10	103.30		
11	103.00		
12	100.00		
13	100.00		
14	97.00		
15	97.00		
16	95.00		
17	94.20		
18	93.00		
19	92.00		
20	92.00		
21	90.00		
22	89.60		
23	78.00		
24	76.20		
25	75.00		
26	99.00		
27	58.70		
28	90.00		
29	-10.00		
30	33.30		
31	30.00		
32	11.00		
Media		92.87	mm
Desv. Est		36.54	mm

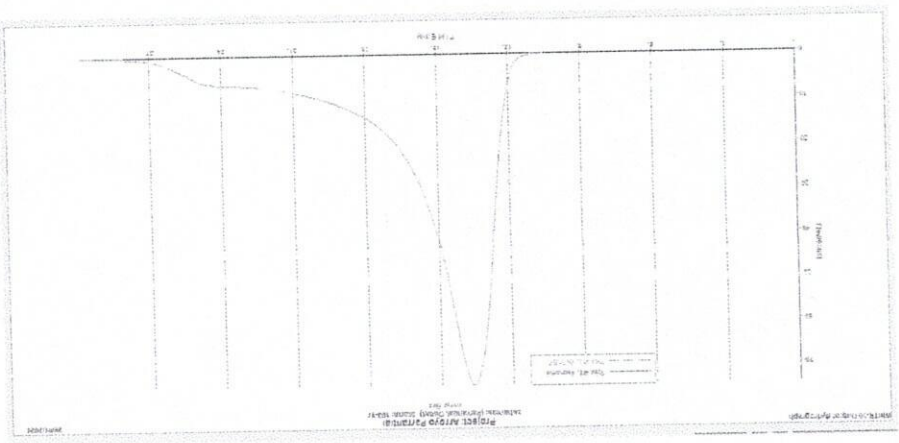
 GUSTAVO ADELFO CAMARGO ARELLANO	HIDROLOGIA E HIDRÁULICA		O.S.	
	VERSIÓN:	1	FECHA:	27/01/2024
CONTENIDO MEMORIA DESCRIPTIVA		PÁGINA:	40	de 80

n	y_n	S_n	n	y_n	S_n	n	y_n	S_n
1	0.4043	0.364	37	0.5418	1.1339	64	0.5516	1.1967
2	0.4366	0.435	38	0.5444	1.1363	65	0.5580	1.1989
3	0.4456	0.475	39	0.5490	1.1389	66	0.5593	1.1994
4	0.4568	0.508	40	0.5496	1.1413	90	0.5550	1.2007
5	0.4690	0.538	41	0.5442	1.1439	92	0.5559	1.2012
6	0.4830	0.568	42	0.5448	1.1465	94	0.5562	1.2012
7	0.4974	0.598	43	0.5453	1.1490	98	0.5595	1.2044
8	0.4843	0.628	44	0.5458	1.1516	99	0.5598	1.2055
9	0.4902	0.658	45	0.5463	1.1542	100	0.5601	1.2065
10	0.4952	0.687	46	0.5468	1.1568	101	0.5604	1.2073
11	0.4996	0.716	47	0.5473	1.1594	102	0.5607	1.2080
12	0.5035	0.745	48	0.5477	1.1620	103	0.5610	1.2086
13	0.5070	0.772	49	0.5481	1.1646	104	0.5613	1.2091
14	0.5106	0.800	50	0.5485	1.1672	105	0.5616	1.2096
15	0.5126	0.826	51	0.5489	1.1697	106	0.5619	1.2101
16	0.5157	0.851	52	0.5493	1.1723	107	0.5622	1.2106
17	0.5181	0.876	53	0.5497	1.1748	108	0.5625	1.2111
18	0.5203	0.900	54	0.5501	1.1773	109	0.5628	1.2116
19	0.5225	0.924	55	0.5504	1.1798	110	0.5631	1.2121
20	0.5248	0.948	56	0.5508	1.1823	111	0.5634	1.2126
21	0.5269	0.972	57	0.5511	1.1848	112	0.5637	1.2131
22	0.5289	0.996	58	0.5514	1.1873	113	0.5640	1.2136
23	0.5309	1.020	59	0.5517	1.1898	114	0.5643	1.2141
24	0.5328	1.044	60	0.5520	1.1923	115	0.5646	1.2146
25	0.5347	1.068	61	0.5523	1.1948	116	0.5649	1.2151
26	0.5365	1.092	62	0.5526	1.1973	117	0.5652	1.2156
27	0.5382	1.116	63	0.5529	1.1998	118	0.5655	1.2161
28	0.5399	1.140	64	0.5532	1.2023	119	0.5658	1.2166
29	0.5416	1.164	65	0.5535	1.2048	120	0.5661	1.2171
30	0.5433	1.188	66	0.5538	1.2073	121	0.5664	1.2176
31	0.5450	1.212	67	0.5541	1.2098	122	0.5667	1.2181
32	0.5467	1.236	68	0.5544	1.2123	123	0.5670	1.2186
33	0.5484	1.260	69	0.5547	1.2148	124	0.5673	1.2191
34	0.5501	1.284	70	0.5550	1.2173	125	0.5676	1.2196
35	0.5518	1.308	71	0.5553	1.2198	126	0.5679	1.2201
36	0.5535	1.332	72	0.5556	1.2223	127	0.5682	1.2206
37	0.5552	1.356	73	0.5559	1.2248	128	0.5685	1.2211
38	0.5569	1.380	74	0.5562	1.2273	129	0.5688	1.2216
39	0.5586	1.404	75	0.5565	1.2298	130	0.5691	1.2221
40	0.5603	1.428	76	0.5568	1.2323	131	0.5694	1.2226
41	0.5620	1.452	77	0.5571	1.2348	132	0.5697	1.2231
42	0.5637	1.476	78	0.5574	1.2373	133	0.5700	1.2236
43	0.5654	1.500	79	0.5577	1.2398	134	0.5703	1.2241
44	0.5671	1.524	80	0.5580	1.2423	135	0.5706	1.2246
45	0.5688	1.548	81	0.5583	1.2448	136	0.5709	1.2251
46	0.5705	1.572	82	0.5586	1.2473	137	0.5712	1.2256
47	0.5722	1.596	83	0.5589	1.2498	138	0.5715	1.2261
48	0.5739	1.620	84	0.5592	1.2523	139	0.5718	1.2266
49	0.5756	1.644	85	0.5595	1.2548	140	0.5721	1.2271
50	0.5773	1.668	86	0.5598	1.2573	141	0.5724	1.2276
51	0.5790	1.692	87	0.5601	1.2598	142	0.5727	1.2281
52	0.5807	1.716	88	0.5604	1.2623	143	0.5730	1.2286
53	0.5824	1.740	89	0.5607	1.2648	144	0.5733	1.2291
54	0.5841	1.764	90	0.5610	1.2673	145	0.5736	1.2296
55	0.5858	1.788	91	0.5613	1.2698	146	0.5739	1.2301
56	0.5875	1.812	92	0.5616	1.2723	147	0.5742	1.2306
57	0.5892	1.836	93	0.5619	1.2748	148	0.5745	1.2311
58	0.5909	1.860	94	0.5622	1.2773	149	0.5748	1.2316
59	0.5926	1.884	95	0.5625	1.2798	150	0.5751	1.2321
60	0.5943	1.908	96	0.5628	1.2823	151	0.5754	1.2326
61	0.5960	1.932	97	0.5631	1.2848	152	0.5757	1.2331
62	0.5977	1.956	98	0.5634	1.2873	153	0.5760	1.2336
63	0.5994	1.980	99	0.5637	1.2898	154	0.5763	1.2341
64	0.6011	2.004	100	0.5640	1.2923	155	0.5766	1.2346
65	0.6028	2.028	101	0.5643	1.2948	156	0.5769	1.2351
66	0.6045	2.052	102	0.5646	1.2973	157	0.5772	1.2356
67	0.6062	2.076	103	0.5649	1.2998	158	0.5775	1.2361
68	0.6079	2.100	104	0.5652	1.3023	159	0.5778	1.2366
69	0.6096	2.124	105	0.5655	1.3048	160	0.5781	1.2371
70	0.6113	2.148	106	0.5658	1.3073	161	0.5784	1.2376
71	0.6130	2.172	107	0.5661	1.3098	162	0.5787	1.2381
72	0.6147	2.196	108	0.5664	1.3123	163	0.5790	1.2386
73	0.6164	2.220	109	0.5667	1.3148	164	0.5793	1.2391
74	0.6181	2.244	110	0.5670	1.3173	165	0.5796	1.2396
75	0.6198	2.268	111	0.5673	1.3198	166	0.5799	1.2401
76	0.6215	2.292	112	0.5676	1.3223	167	0.5802	1.2406
77	0.6232	2.316	113	0.5679	1.3248	168	0.5805	1.2411
78	0.6249	2.340	114	0.5682	1.3273	169	0.5808	1.2416
79	0.6266	2.364	115	0.5685	1.3298	170	0.5811	1.2421
80	0.6283	2.388	116	0.5688	1.3323	171	0.5814	1.2426
81	0.6300	2.412	117	0.5691	1.3348	172	0.5817	1.2431
82	0.6317	2.436	118	0.5694	1.3373	173	0.5820	1.2436
83	0.6334	2.460	119	0.5697	1.3398	174	0.5823	1.2441
84	0.6351	2.484	120	0.5700	1.3423	175	0.5826	1.2446
85	0.6368	2.508	121	0.5703	1.3448	176	0.5829	1.2451
86	0.6385	2.532	122	0.5706	1.3473	177	0.5832	1.2456
87	0.6402	2.556	123	0.5709	1.3498	178	0.5835	1.2461
88	0.6419	2.580	124	0.5712	1.3523	179	0.5838	1.2466
89	0.6436	2.604	125	0.5715	1.3548	180	0.5841	1.2471
90	0.6453	2.628	126	0.5718	1.3573	181	0.5844	1.2476
91	0.6470	2.652	127	0.5721	1.3598	182	0.5847	1.2481
92	0.6487	2.676	128	0.5724	1.3623	183	0.5850	1.2486
93	0.6504	2.700	129	0.5727	1.3648	184	0.5853	1.2491
94	0.6521	2.724	130	0.5730	1.3673	185	0.5856	1.2496
95	0.6538	2.748	131	0.5733	1.3698	186	0.5859	1.2501
96	0.6555	2.772	132	0.5736	1.3723	187	0.5862	1.2506
97	0.6572	2.796	133	0.5739	1.3748	188	0.5865	1.2511
98	0.6589	2.820	134	0.5742	1.3773	189	0.5868	1.2516
99	0.6606	2.844	135	0.5745	1.3798	190	0.5871	1.2521
100	0.6623	2.868	136	0.5748	1.3823	191	0.5874	1.2526
101	0.6640	2.892	137	0.5751	1.3848	192	0.5877	1.2531
102	0.6657	2.916	138	0.5754	1.3873	193	0.5880	1.2536
103	0.6674	2.940	139	0.5757	1.3898	194	0.5883	1.2541
104	0.6691	2.964	140	0.5760	1.3923	195	0.5886	1.2546
105	0.6708	2.988	141	0.5763	1.3948	196	0.5889	1.2551
106	0.6725	3.012	142	0.5766	1.3973	197	0.5892	1.2556
107	0.6742	3.036	143	0.5769	1.3998	198	0.5895	1.2561
108	0.6759	3.060	144	0.5772	1.4023	199	0.5898	1.2566
109	0.6776	3.084	145	0.5775	1.4048	200	0.5901	1.2571
110	0.6793	3.108	146	0.5778	1.4073			

 GUSTAVO ADOLFO CAMARGO AREVALO		HIDROLOGIA E HIDRÁULICA	
CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA		OBS:	
		VERSION:	1
		FECHA:	27/07/2024
		PAGINA:	41 de 60

10.6. ANEXO 6. Estimación caudal de diseño. Método del HU

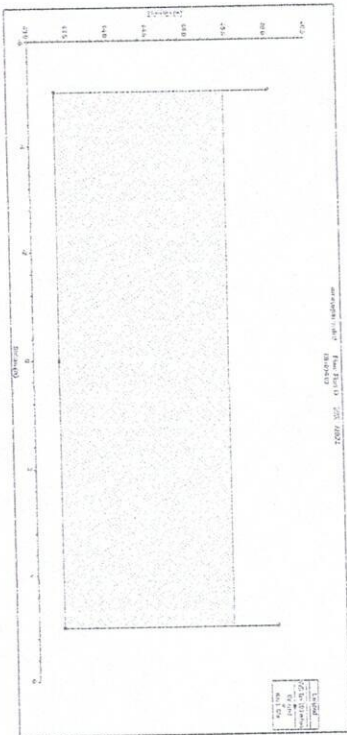
CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA	HIDROLOGIA E HIDRÁULICA		
		GUSTAVO ADOLFO CAMARGO AREVALO	
		OBS:	
		VERSÃO:	1
	FECHA:	27/07/2024	
	PÁGINA:	42 de 60	



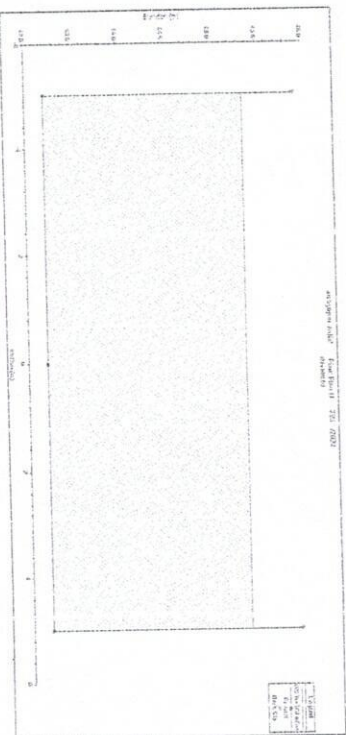
 GUSTAVO ADOLFO CAMARGO AREVALO	HIDROLOGIA E HIDRÁULICA	OSI:	
		VERSION:	1
		FECHA:	27/01/2024
		PÁGINA:	43 de 60
CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA			

10.7. ANEXO 7. Simulación hidrodinámica. HEC-RAS

 GUSTAVO ADOLFO CAMARGO AREVALO	HIDROLOGIA E HIDRÁULICA	OSI:	
		VERSION:	1
		FECHA:	27/01/2024
		PÁGINA:	44 de 50
CONTENIDO: MEMORIA DESCRIPTIVA			



K0+000.00



K1+100.00

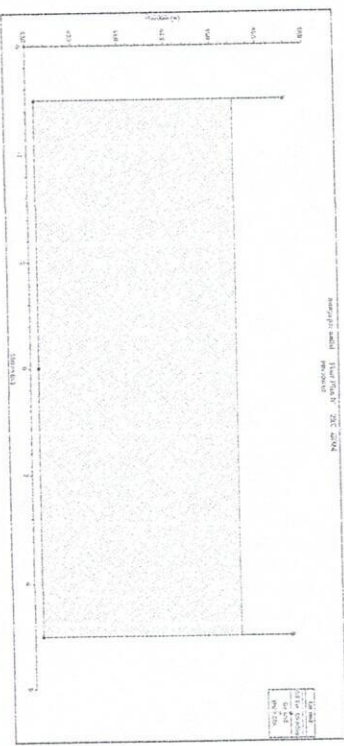


GUSTAVO ADOLFO
CAMARGO AREVALO

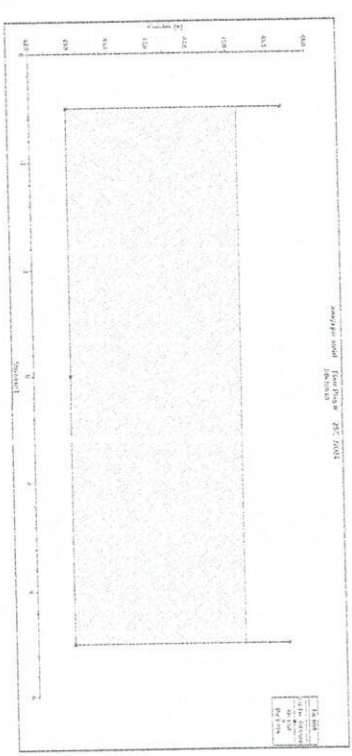
HIDROLOGIA E HIDRÁULICA

G.S.C.
VERSIÓN: 1
FECHA: 27/01/2024
PÁGINA: 45 de 60

CONTENIDO MEMORIA DESCRIPTIVA



K0+200.00



K0+300.00

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

Matamoros, 27 de ENERO de 2024

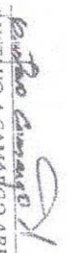
Municipio de Matamoros
La Ciénega

Yo, GUSTAVO ADOLFO CAMARGO AREVALO, ingeniero civil con matrícula profesional No. 68202 - 74453 CCOPNIA ATT, debidamente registrado en el Consejo Profesional Nacional de Ingeniería, presento diseño geométrico de vías, memorias y planos de diseño, elaborados de acuerdo con los requerimientos de las normas vigentes que lo adicionan, como complemento o modificación, para el proyecto denominado CONSTRUCCION DE OBRAS HIDRÁULICAS E INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE EN ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE MATAMOROS DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA, declaro que asumo la responsabilidad de los diseños y estudios presentados y me comprometo con cualquier causa que de ellos puedan deducirse, exonerando al municipio de Matamoros de cualquier responsabilidad.

Se certifica además que, los estudios y diseños técnicos no podrán ser modificados sin la previa autorización escrita, con el fin de garantizar el cumplimiento de los objetivos, estándares técnicos y normativos definidos.

Dado en el municipio de Matamoros, La Ciénega, a los (27) días del mes de ENERO de 2024.

Continuamente,


GUSTAVO ADOLFO CAMARGO AREVALO
Ingeniero Civil Esp. en Estructuras Hidráulicas
No. Tarjeta profesional 68202 - 74453 ATT.

CVAD-2024-3226750

COPY VIA

CERTIFICA:

1. Que GUILLAUMO ADOLFO CAMARGO AREVALO, identificado(a) con CÉDULA DE IDENTIDAD NÚMERO 86639201, sin encuentra inscrita(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta cédula, en la profesión de INGENIERIA CIVIL, con MATRÍCULA PROFESIONAL 08.202-7453 desde el 23 de Noviembre de 1998, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 1398.
2. Que si bien MATRÍCULA PROFESIONAL, es la autorización que expide el Estado para que el titular ejerza su profesión en todo el territorio de la República de Colombia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 842 de 2003.

NAME _____

13

Firma del titular (*)

[illegible]

REPUBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACION PERSONAL
CEDULA DE CIUDADANIA

NUMERO: 8639310

CARRARGO AREVALO
AFILIADO

BUSTAVO MIDOLFO

Bustavo Carrarg

1976



20 JUN 1972
 FECHA DE NACIMIENTOS
 BARRANQUILLA
 (ATLANTICO)
 LUGAR DE NACIMIENTOS
 1.73
 ESTATURA
 O+
 S. M
 M
 SEXO
 12-SEP-1950 SUBJ. NALARGA
 FECHA Y LUGAR DE EMISION
 1950-09-12 230645N
 85-07-37E
 12716445
 20057-02-77A-02

