

MEMORIA TECNICA

HIDRAULICA

Proyecto:

**ESTUDIO HIDROLOGICO Y DISEÑO PLUVIAL DE CANALES PARA LA
URBANIZACION AGUA VIVA**

Para:

PROMOCIONES ALTO BOQUETE S.A



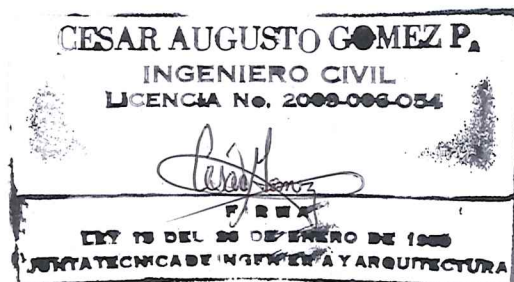
Por:

ING. CESAR A. GOMEZ P
ESPECIALISTA EN INGENIERIA DE RECURSOS HÍDRICOS
INGENIERO CIVIL

Noviembre, 2021

CONTENIDO DEL INFORME TECNICO

1. Descripción del proyecto.
2. Estudio hidrológico.
 - a) Cálculo del área de las cuencas de los desagües naturales.
 - b) Cálculo del coeficiente de escorrentía.
 - c) Cálculo de la intensidad de precipitación.
 - d) Cálculo del caudal máximo extraordinario utilizando la formula racional.
3. Diseño Pluvial de los Canales de la Urbanización "Agua Viva"
 - a) Cálculo hidráulico de alcantarillas circulares de concreto.
 - b) Cálculo hidráulico de cunetas rectangulares de concreto.
4. Conclusiones.
5. Bibliografía.



LISTADO DE IMÁGENES

Figura #1 – Vista de Planta del Proyecto: “Urbanización Agua Viva” 4

Figura #2 – Cuencas de los desagües naturales que entran a la “Urbanización Agua Viva” 6

Figura #3 – Mapa de elevaciones de las cuencas de los drenajes de la “Urbanización Agua Viva” 7

Figura #4 – Cobertura boscosa de las cuencas de los drenajes naturales existentes de la “Urbanización Agua Viva” 8

Figura #5 – Mapa de pendientes (%) de las cuencas de los drenajes de la “Urbanización Agua Viva” 9

Figura #6 – Cuenca del Río Chiriquí donde se ubica la “Urbanización Agua Viva” 11

Figura #7 – Tabla de coeficiente de escorrentía que se utiliza en la formula racional. 12

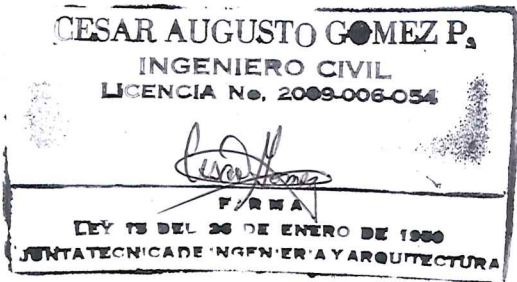
..... 14

Figura #9 – Diagrama del recorrido de las aguas pluviales provenientes de los desagües naturales y tabla de cálculos
hidráulicos. (1). 14

Figura #10 – Diagrama del recorrido de las aguas pluviales provenientes de los desagües naturales (2). 15

Figura #10 – Cálculos hidráulicos para los canales rectangulares con base de 1.00 metro y 1.25 metros. 16

Figura #11 – Propuesta para los canales rectangulares a utilizar en la Calle C, D de la Urbanización “Agua Viva”. 16



Proyecto:

ESTUDIO HIDROLOGICO Y DISEÑO PLUVIAL DE CANALES PARA LA URBANIZACION AGUA VIVA

1. Descripción del proyecto.

El proyecto consta del diseño de un sistema de distribución pluvial que conducirá las aguas pluviales proveniente de dos desagües naturales localizados en la parte norte del proyecto para conducirlos a través de cunetas rectangulares o alcantarillas circulares de concreto con debidas cámaras de inspección, las cuales, desalojarán el agua en un drenaje natural localizado en la zona sur de la Urbanización "Agua Viva".

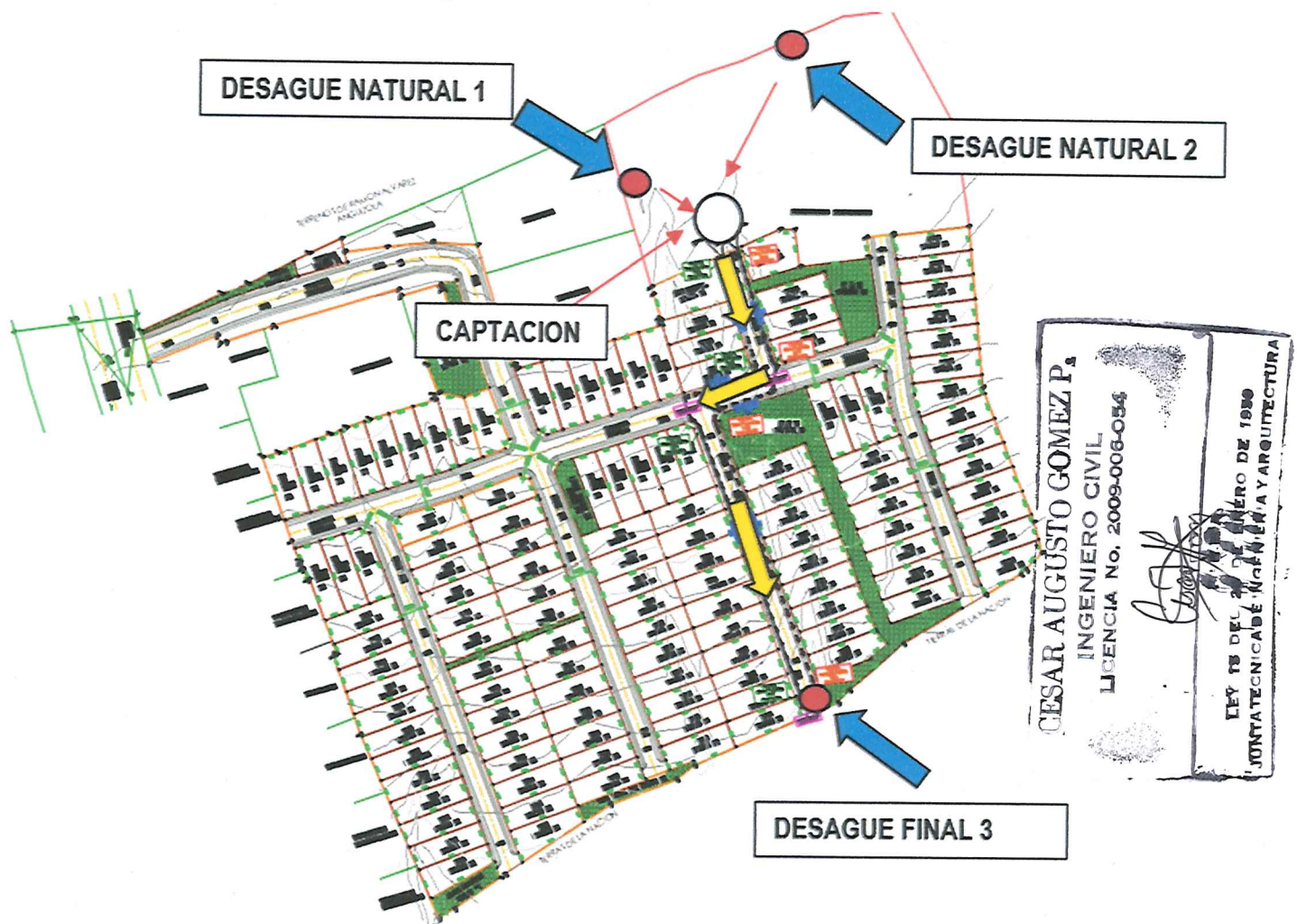


Figura #1 – Vista de Planta del Proyecto: “Urbanización Agua Viva”

2. ESTUDIO HIDROLOGICO.

El estudio hidrológico de este proyecto pretende determinar el caudal máximo instantáneo probable que llegue al proyecto Urbanización Agua Viva a través de dos desagües naturales. Una de las primeras tareas para este estudio es determinar, el área de captación de la cuenca para ambos desagües, la intensidad de precipitación y el coeficiente de escorrentía promedio de ambas cuencas.

a) CÁLCULO DEL ÁREA DE LAS CUENCAS DE LOS DESAGÜES NATURALES.

Para el cálculo de la cuenca de cada desagüe, se utilizó una imagen satelital con precisión de **12.5x12.5 metros** de resolución y visitas al área del proyecto para determinar cualitativamente la cobertura boscosa. El área de captación para cada desagüe fue de **25.93 y 20.30 hectáreas** para el **desagüe 1 y 2**, respectivamente. La elevación máxima de la cuenca #1 es de **$Z_{\max} = 763.631$ m** y **$Z_{\min} = 691.67$ m**, lo cual, la pendiente media es de **$S = 5.04\%$** . Para la cuenca del desagüe #2, La elevación máxima de la cuenca #2 es de **$Z_{\max} = 765.786$ m** y **$Z_{\min} = 692.943$ m**, lo cual, la pendiente media es de **$S = 5.14\%$** .

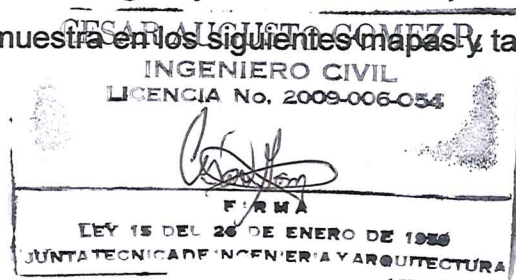
b) CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA.

Para calcular el coeficiente de escorrentia se requiere conocer el uso del suelo y la composición boscosa del área de las cuencas y de esta manera conocer los valores de escorrentía para cada tipo de suelo, cobertura boscosa, y la topografía de las cuencas.

Ambas cuencas están cubiertas en su mayoría por pastos seguido por rastrojos y vegetación arbustiva típico de la zona. El suelo es de origen volcánico (andesitas).

Aplicando algebra de mapas para asignación de coeficientes de escorrentia a partir de los pixeles se puede obtener el coeficiente de escorrentía ponderado. A partir del modelo digital de terreno satelital, se calcula el mapa de pendientes, el cual, es necesario para la asignación de coeficiente de escorrentia, el cual, aumenta a medida que aumenta la pendiente del terreno.

Para la asignación del coeficiente de escorrentía se utilizo la tabla de **“Runoff Coeficientes for use in the rational method”**, **del libro de hidrología aplicada de Chow, Maidment y Mays, ubicada en la página. 498**. El calculo se muestra en los siguientes mapas y tablas.



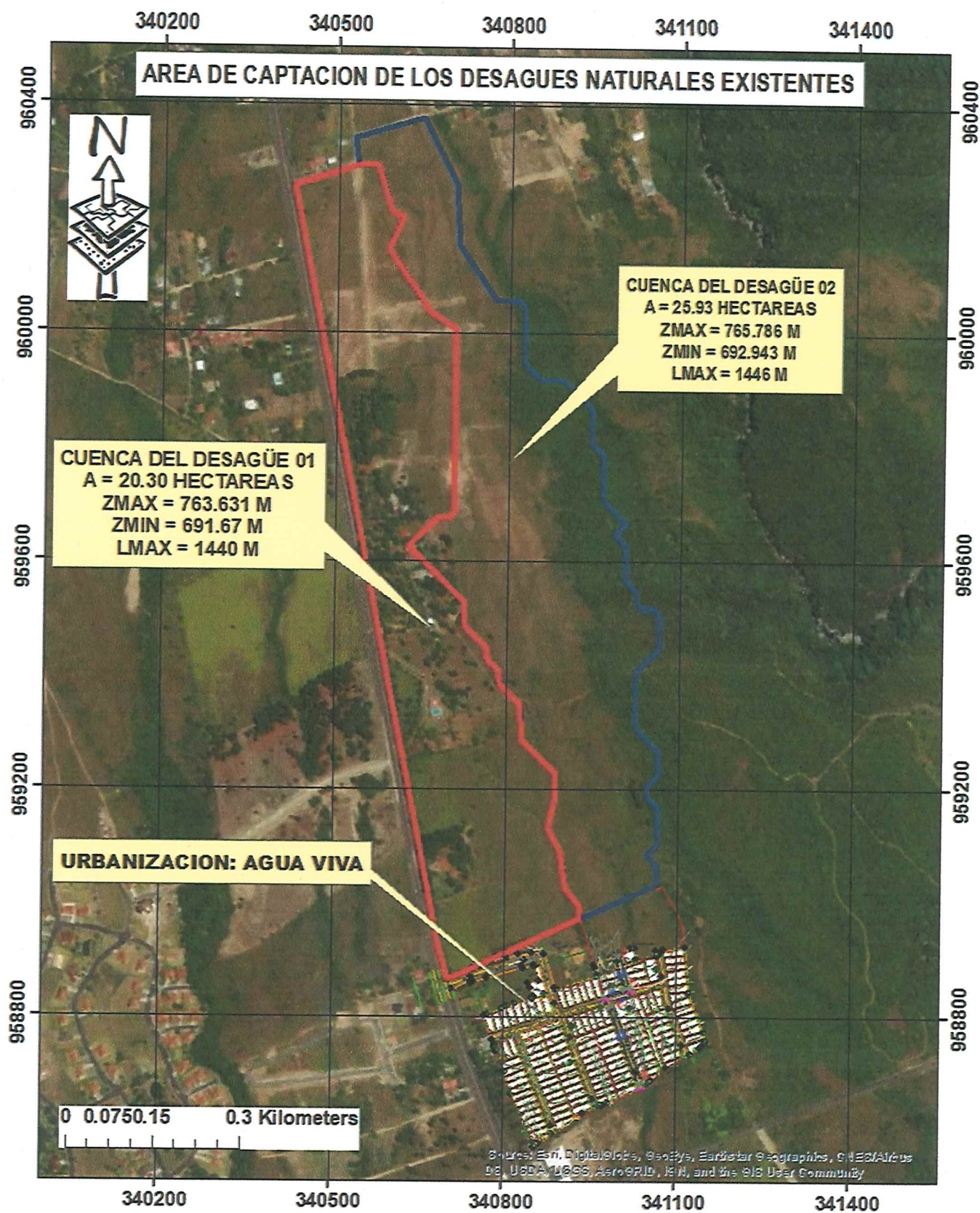


Figura #2 – Cuencas de los desagües naturales que entran a la “Urbanización Agua Viva”

CESAR AUGUSTO GOMEZ P.
 INGENIERO CIVIL
 LICENCIA No. 2009-006-054
 F.R.M.
 LEY 18 DEL 26 DE ENERO DE 1959
 JUNTA TECNICA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

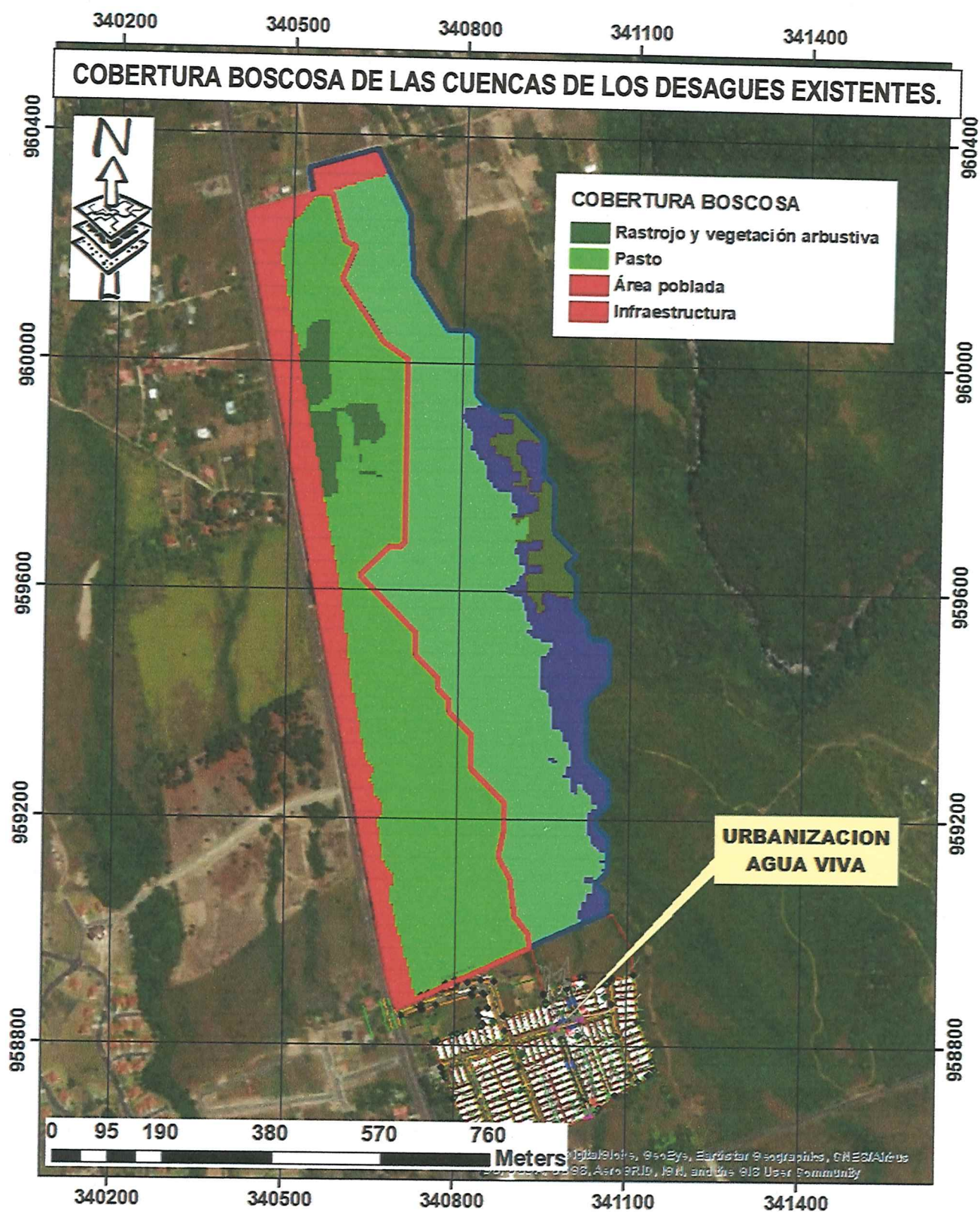


Figura #4 – Cobertura boscosa de las cuencas de los drenajes naturales existentes de la “Urbanización Agua Viva”

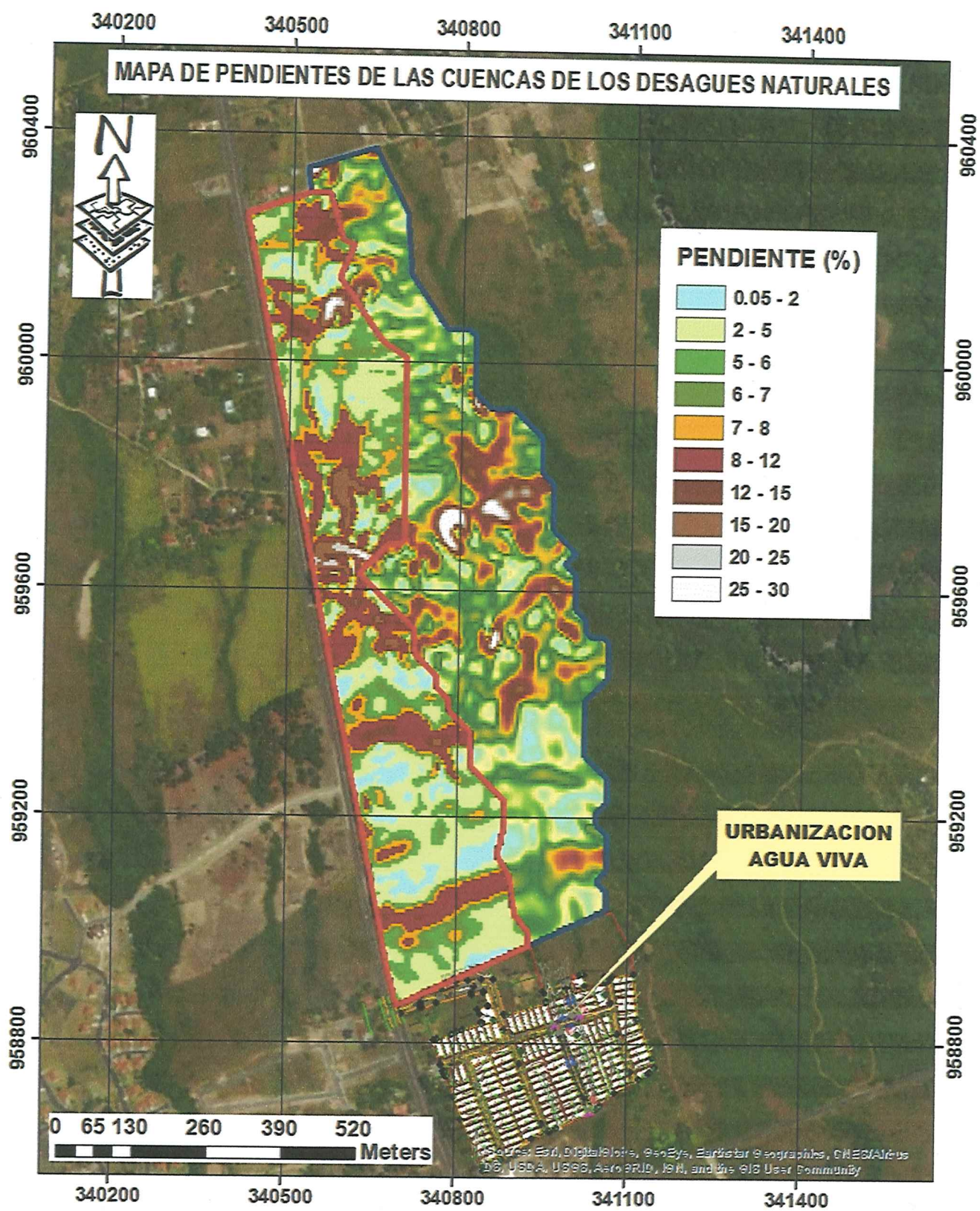


Figura #5 – Mapa de pendientes (%) de las cuencas de los drenajes de la “Urbanización Agua Viva”

1. CALCULO DE LA INTENSIDAD DE PRECIPITACION.

Para este cálculo de intensidad se ha utilizado el “MANUAL DE APROBACION DE PLANOS PLUVIALES”, de la Resolución 067 del 12 de abril del 2021.

Se utilizará un periodo de retorno de 1 cada 10 años. Por lo tanto, la intensidad de precipitación estará dada por la siguiente ecuación:

$$i = \frac{156.699}{0.370 + T_c}$$

Para un tiempo de concentracion de 16.07 minutos, para la cuenca 1, se obtiene:

$$i = \frac{156.699[\text{mm}]}{0.370[\text{hr}] + 16.07/60[\text{hr}]} \left(\frac{\text{mm}}{\text{hr}}\right) \quad ; \quad i_{\text{CUENCA_01}} = 245.67 \left[\frac{\text{mm}}{\text{hr}}\right]$$

Para un tiempo de concentracion de 16.61 minutos, para la cuenca 1, se obtiene:

$$i = \frac{156.699[\text{mm}]}{0.370[\text{hr}] + 16.61/60[\text{hr}]} \left(\frac{\text{mm}}{\text{hr}}\right) \quad ; \quad i_{\text{CUENCA_02}} = 242.26 \left[\frac{\text{mm}}{\text{hr}}\right]$$

Por lo tanto, la cuenca próxima a la “URBANIZACION AGUA VIVA” es la cuenca del río “Chiriquí, la cual, se utilizo para generar las intensidades de precipitación de diseño.

Tabla 4. 15: Ecuación de Intensidad Relación Frecuencia para Eventos con Duración d en Horas de cuenca del río Chiriquí

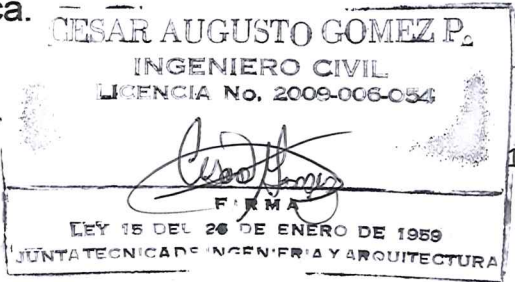
$I = \frac{a}{d + b}$							
T [años]	2	5	10	20	30	50	100
a [mm]	116.510	140.774	156.699	171.766	180.346	190.989	205.213
b [hr]	0.534	0.420	0.370	0.333	0.315	0.296	0.273
R²	99.62%	99.45%	99.32%	99.20%	99.13%	99.05%	98.94%

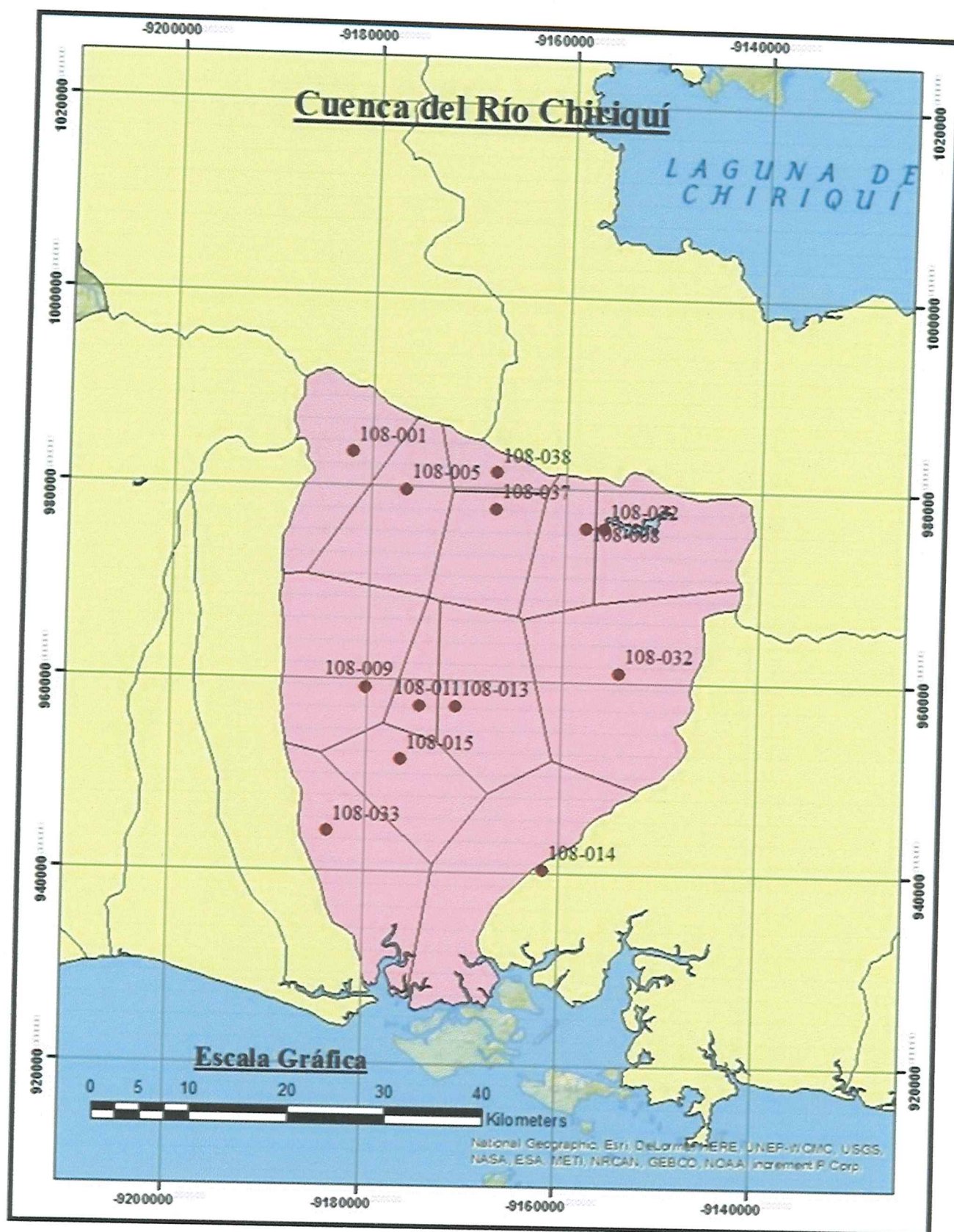
El tiempo de concentración se calculo empleando la fórmula de Kirpich.

$$T_c = 0,000323 \cdot \left(\frac{L^{0,77}}{S^{0,385}}\right)$$

Donde: L = es la longitud del cauce

S = es la pendiente promedio de la cuenca.





187

Figura #6 – Cuenca del Río Chiriquí donde se ubica la “Urbanización Agua Viva”

TABLE 15.1.1
Runoff coefficients for use in the rational method

Character of surface	Return Period (years)						
	2	5	10	25	50	100	500
Developed							
Asphaltic	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Concrete/roof	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00
Grass areas (lawns, parks, etc.)							
<i>Poor condition (grass cover less than 50% of the area)</i>							
Flat, 0-2%	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.58
Average, 2-7%	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Steep, over 7%	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
<i>Fair condition (grass cover on 50% to 75% of the area)</i>							
Flat, 0-2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Average, 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Steep, over 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
<i>Good condition (grass cover larger than 75% of the area)</i>							
Flat, 0-2%	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
Average, 2-7%	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
Steep, over 7%	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.58
Undeveloped							
Cultivated Land							
Flat, 0-2%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.57
Average, 2-7%	0.35	0.38	0.41	0.44	0.48	0.51	0.60
Steep, over 7%	0.39	0.42	0.44	0.48	0.51	0.54	0.61
Pasture/Range							
Flat, 0-2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Average, 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Steep, over 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
Forest/Woodlands							
Flat, 0-2%	0.22	0.25	0.28	0.31	0.35	0.39	0.48
Average, 2-7%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.56
Steep, over 7%	0.35	0.39	0.41	0.45	0.48	0.52	0.58

Note: The values in the table are the standards used by the City of Austin, Texas. Used with permission.

Figura #7 – Tabla de coeficiente de escorrentía que se utiliza en la formula racional.

2. Cálculo del caudal máximo extraordinario utilizando la formula racional.

A continuación, se muestra los cálculos del caudal máximo extraordinario, para la cuenca 01:

COEFICIENTE DE ESCORRENTIA PONDERADO PARA UN PERIODO DE RETORNO DE 1:10 AÑOS: CUENCA 01						
#	TIPO DE SUELO	PENDIENTE %	C	PIXELES	AREA (m2)	C*AREA (m²)
1	Bosque latifoliado mixto secundario	0%-2%	0.28	1	25	7
1	Bosque latifoliado mixto secundario	2%-7%	0.36	121	3025	1089
1	Bosque latifoliado mixto secundario	>7%	0.41	457	11425	4684.25
2	Rastrojo y vegetación arbustiva	0%-2%	0.36	84	2100	756
2	Rastrojo y vegetación arbustiva	2%-7%	0.41	796	19900	8159
2	Rastrojo y vegetación arbustiva	>7%	0.44	836	20900	9196
3	Pasto	0%-2%	0.30	434	10850	3255
3	Pasto	2%-7%	0.38	4343	108575	41258.5
3	Pasto	>7%	0.42	3302	82550	34671
Total					259350.00	103075.75

L (m) = 1446

H_{MAX}(m) = 765.786

H_{MIN} (m) = 692.943

S(%) = 5.038

AREA (HAS) = 25.935

C_{PONDERADO} = 0.397

T_c (min) = 16.61

1:10 años I (mm/hr) = 242.265

Q_{MAXIMO} (m³/seg)= 6.94

Y los cálculos del caudal máximo extraordinario, para la cuenca 02:

COEFICIENTE DE ESCORRENTIA PONDERADO PARA UN PERIODO DE RETORNO DE 1:10 AÑOS: CUENCA 02						
#	TIPO DE SUELO	PENDIENTE %	C	PIXELES	AREA (m²)	C*AREA (m²)
1	Rastrojo y vegetación arbustiva	0%-2%	0.28	28	700	196
1	Rastrojo y vegetación arbustiva	2%-7%	0.36	339	8475	3051
1	Rastrojo y vegetación arbustiva	>7%	0.41	279	6975	2859.75
2	Pasto	0%-2%	0.36	648	16200	5832
2	Pasto	2%-7%	0.41	4374	109350	44833.5
2	Pasto	>7%	0.44	2452	61300	26972
Total				TOTALES =	203000	83744.25

L (m) = 1400

H_{MAX}(m) = 763.631

H_{MIN} (m) = 691.67

S(%) = 5.140

C_{PONDERADO} = 0.413

AREA (HAS) = 20.3

T_c (min) = 16.07

1:10 años I (mm/hr) = 245.642

Q_{MAXIMO} (m³/seg)= 5.71

Por lo tanto, el caudal de diseño para la cuenca #1 es de 6.94 m³/seg, y para la cuenca 02 es de 5.71 m³/seg. Estos caudales se utilizarán para dimensionar las estructuras hidráulicas que conducirán las aguas de estos drenajes a través del proyecto hasta su deposición en el drenaje natural existente ubicada en la parte sur de la urbanización “Agua Viva”.

3. DISEÑO PLUVIAL PARA LOS CANALES DE LA URBANIZACION "AGUA VIVA"

1. Cálculo hidráulico de alcantarillas circulares de concreto.

A continuación, se muestra los cálculos hidráulicos de las secciones hidráulicas empleando tuberías circulares.

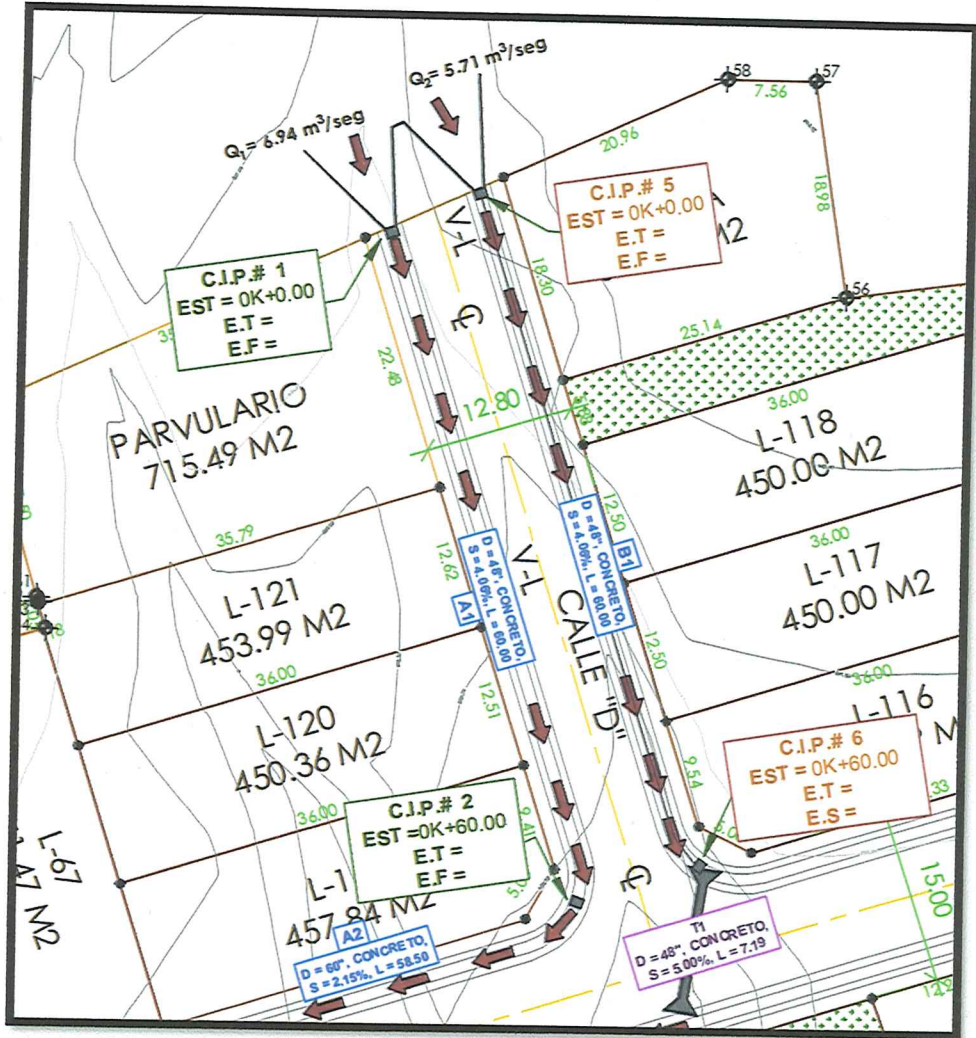


Figura #9 – Diagrama del recorrido de las aguas pluviales provenientes de los desagües naturales y tabla de cálculos hidráulicos. (1).

TABLA DE CALCULOS HIDRAULICOS PARA LAS ALCANTARILLAS CIRCULARES																						
AREA			ELEVACION FONDO				PROPIEDADES TUBERIA		F. RACIONAL		CAUDAL PENDIENTE				SECCION LLENA		E. HIDRAULICOS			TIRANTE VELOCIDAD		RUGOSIDAD CONCRETO (n)
DE C.I.N°	A C.I.N°	T. de C (min)	TRAMO ACUMULADO	DISTANCIA (m)	NOMENCLATURA	SUPERIOR	INFERIOR	D (pulg)	O (m)	AREA (m ²)	C	Intensidad (mm/hr)	q (m ³ /seg)	S (m/m)	Q (m ³ /seg)	V (m ³ /seg)	q/Q	d/b	v/v	d (pulg)	V (m/seg)	
1	2	16.61	259400	259400	60.00	A1		48	1.2192	1.1675	0.397	242.26	6.9300	0.0392	8.0528	6.8978	0.8606	0.7151	1.1246	34.33	7.758	0.013
2	3	16.61	259400	259400	35.00	A2		60	1.524	1.8241	0.397	242.26	6.9300	0.0215	10.8132	5.9278	0.6409	0.5820	1.0612	34.92	6.291	0.013
3	4	16.61	259400	259400	145.00	A3		48	1.2192	1.1675	0.397	242.26	6.9300	0.0416	8.2957	7.1058	0.8354	0.6988	1.1194	33.54	7.954	0.013
5	6	16.07	203000	203000	60.00	B1		48	1.2192	1.1675	0.413	245.67	5.7214	0.0392	8.0528	6.8978	0.7105	0.6227	1.0854	29.89	7.487	0.013
6	7	16.07	203000	203000	35.00	B2		48	1.2192	1.1675	0.413	245.67	5.7214	0.0215	5.9638	5.1084	0.9593	0.7853	1.1387	37.70	5.817	0.013
7	8	16.07	203000	203000	145.00	B3		48	1.2192	1.1675	0.413	245.67	7.3110	0.0400	8.1346	6.9678	0.8988	0.7408	1.1315	35.56	7.664	0.013
6	7	16.07	259400	259400	12.50	T1		48	1.2192	1.1675	0.397	242.26	6.9300	0.0400	8.1346	6.9678	0.8519	0.7095	1.1229	34.05	7.884	0.013
2	3	16.61	259400	259400	12.50	T2		48	1.2192	1.1675	0.397	242.26	6.9300	0.0400	8.1346	6.9678	0.8519	0.7095	1.1229	34.05	7.884	0.013
7	8	16.07	259400	259400	7.20	T3		48	1.2192	1.1675	0.397	245.67	7.0278	0.0400	8.1346	6.9678	0.8639	0.7178	1.1255	34.43	7.841	0.013

CESAR AUGUSTO GOMEZ P.
 INGENIERO CIVIL
 LICENCIA No. 2009-006-004

 F. R. M.
 LEY 16 DEL 26 DE ENERO DE 1959
 JUNTA TECNICA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

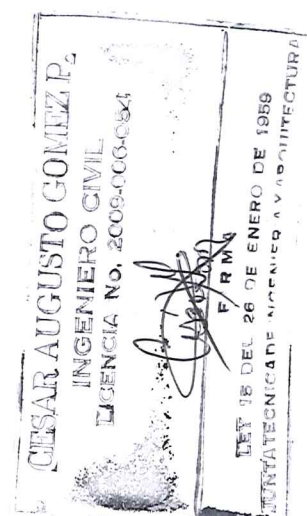
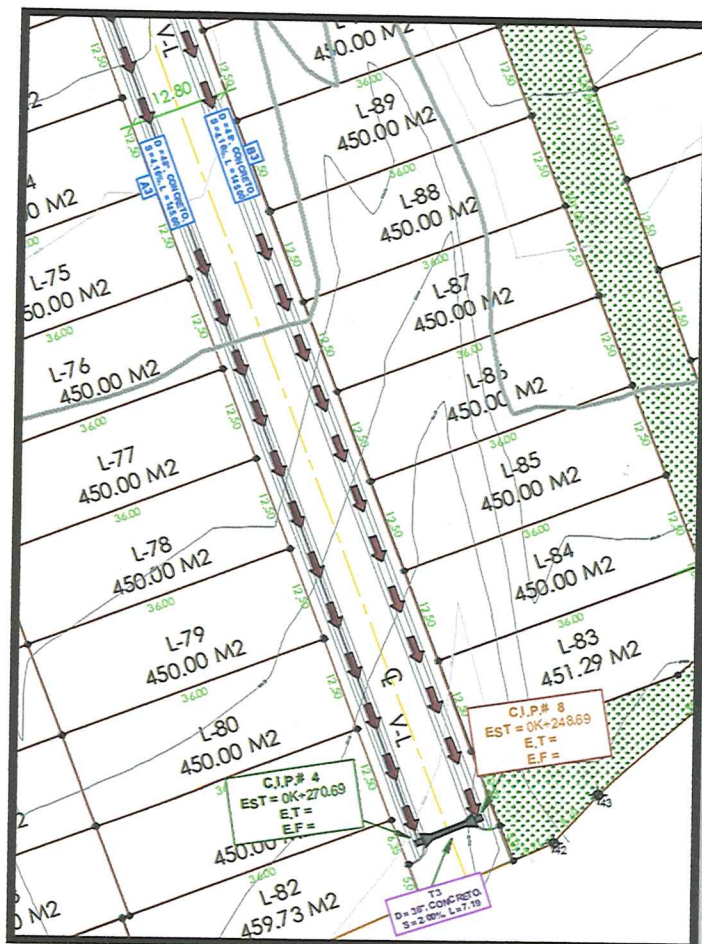
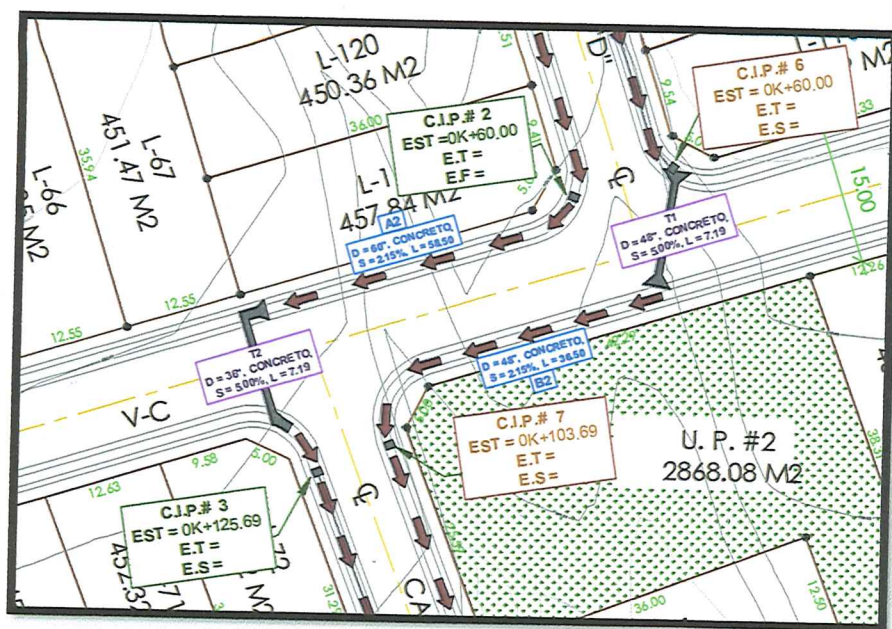


Figura #10 – Diagrama del recorrido de las aguas pluviales provenientes de los desagües naturales (2).

2. Cálculo hidráulico de canales rectangulares.

TABLA DE CALCULOS HIDRAULICOS PARA CUNETAS RECTANGULARES (B=1.00 m)																									
DE C.L.N°	A C.L.N°	T. de C (min)	AREA		DISTANCIA (m)	NOMENCLATURA	ELEVACION FONDO		PROPIEDADES CUNETA RECTANGULAR				F. RACIONAL		CAUDAL q (m³/seg)	PENDIENTE S (m/m)	SECCION LLENA		ELEMENTOS HIDRAULICOS			Tirante d (pulg)	Velocidad v (m/seg)	Rugosidad n/material	
			TRAMO	ACUMULADO			SUPERIOR	INFERIOR	Y (m)	B (m)	AREA (m²)	P _u (m)	R _u (m ^{2/3})	C			Intensidad d (mm/hr)	Q (m³/seg)	V (m/seg)	q/Q	d/D				v/v
1	2	16.61	259400	259400	60.00	A1	690.440	686.987	1.00	1.00	1.0000	3.00	0.333	0.397	242.26	6.9300	0.035	6.9185	6.9185	1.0017	0.8212	1.1399	0.82	7.886	0.013
2	3	16.61	259400	259400	35.00	A2	687.780	686.050	1.25	1.00	1.2500	3.50	0.357	0.397	242.26	6.9300	0.022	7.0971	5.6777	0.9765	0.7992	1.1397	1.00	6.471	0.013
3	4	16.61	259400	259400	145.00	A3	687.230	679.840	1.00	1.00	1.0000	3.00	0.333	0.397	242.26	6.9300	0.036	7.0166	7.0166	0.9877	0.8087	1.1400	0.81	7.999	0.013
5	6	16.07	203000	203000	60.00	B1	690.240	686.887	1.10	1.00	1.1000	3.20	0.344	0.413	245.67	5.7214	0.038	8.0941	7.3583	0.7069	0.6205	1.0842	0.68	7.978	0.013
6	7	16.07	203000	203000	35.00	B2	687.780	686.200	1.10	1.00	1.1000	3.20	0.344	0.413	245.67	5.7214	0.022	6.0883	5.5348	0.9397	0.7703	1.1370	0.85	6.293	0.013
7	8	16.07	203000	203000	145.00	B3	687.130	679.840	1.00	1.00	1.0000	3.00	0.333	0.413	245.67	5.7214	0.036	7.0166	7.0166	0.8154	0.6862	1.1148	0.69	7.822	0.013

TABLA DE CALCULOS HIDRAULICOS PARA CUNETAS RECTANGULARES (B=1.25 m)																									
DE C.L.N°	A C.L.N°	T. de C (min)	AREA		DISTANCIA (m)	NOMENCLATURA	ELEVACION FONDO		PROPIEDADES CUNETA RECTANGULAR				F. RACIONAL		CAUDAL q (m³/seg)	PENDIENTE S (m/m)	SECCION LLENA		ELEMENTOS HIDRAULICOS			Tirante d (pulg)	Velocidad v (m/seg)	Rugosidad n/material	
			TRAMO	ACUMULADO			SUPERIOR	INFERIOR	Y (m)	B (m)	AREA (m²)	P _u (m)	R _u (m ^{2/3})	C			Intensidad d (mm/hr)	Q (m³/seg)	V (m/seg)	q/Q	d/D				v/v
1	2	16.61	259400	259400	60.00	A1	690.440	686.987	1.00	1.25	1.2500	3.25	0.385	0.397	242.26	6.9300	0.032	9.0969	7.2775	0.7618	0.6533	1.1008	0.65	8.011	0.013
2	3	16.61	259400	259400	35.00	A2	688.030	686.300	1.00	1.25	1.2500	3.25	0.385	0.397	242.26	6.9300	0.022	7.4565	5.9652	0.9294	0.7626	1.1358	0.76	6.775	0.013
3	4	16.61	259400	259400	145.00	A3	686.630	680.040	0.80	1.25	1.0000	2.85	0.351	0.397	242.26	6.9300	0.032	6.8454	6.8454	1.0123	0.8313	1.1394	0.67	7.800	0.013
5	6	16.07	203000	203000	60.00	B1	690.740	687.287	0.70	1.25	0.8750	2.65	0.330	0.413	245.67	5.7214	0.032	5.7519	6.5736	0.9947	0.8148	1.1400	0.57	7.494	0.013
6	7	16.07	203000	203000	35.00	B2	688.180	686.450	0.85	1.25	1.0625	2.95	0.360	0.413	245.67	5.7214	0.022	6.0666	5.7097	0.9431	0.7728	1.1373	0.66	6.494	0.013
7	8	16.07	203000	203000	145.00	B3	686.730	680.140	0.70	1.25	0.8750	2.65	0.330	0.413	245.67	5.7214	0.035	6.0155	6.8749	0.9511	0.7789	1.1381	0.55	7.824	0.013

Figura #10 – Cálculos hidráulicos para los canales rectangulares con base de 1.00 metro y 1.25 metros.

DETALLE CONSTRUCTIVO DEL CANAL PROPUESTO.

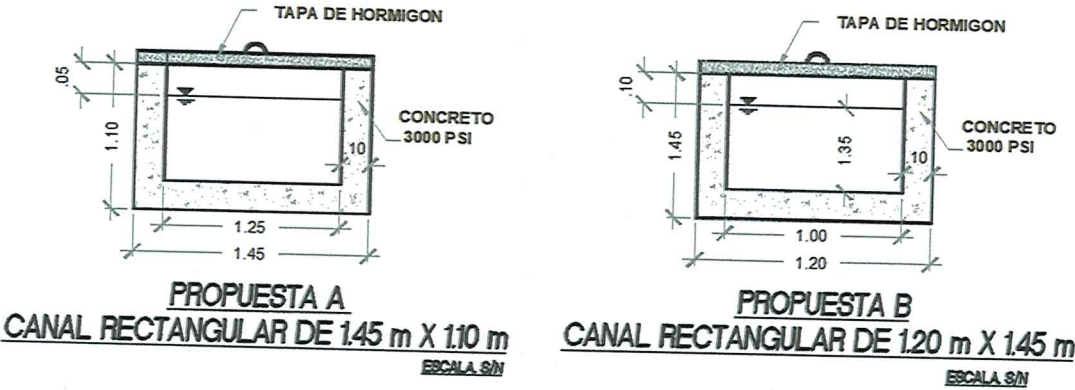


Figura #11 – Propuesta para los canales rectangulares a utilizar en la Calle C, D de la Urbanización “Agua Viva”.

4. CONCLUSIONES.

Luego de analizar los cálculos hidráulicos, se puede observar que la velocidad supera el límite establecido en el código de aprobación de diseño pluviales debido a las pendientes de las calles. Por lo tanto, será necesario colocar disipadores en las bases de las cunetas rectangulares. El otro problema identificado es que la base de los canales rectangulares está limitada a 1.00 metro, lo que trae como consecuencias tirantes de 1.00 – 1.25 metros (PROPUESTA B). De ser posible, se recomienda que aumentar la base del canal rectangular a 1.45 metros, como se muestra en la figura 11, disminuiría el tirante de agua a valores entre 0.70 – 1.00 metros (PROPUESTA A). Es importante destacar que las velocidades tienen como límite los 8 m/seg, por tratarse de una zona con pendientes fuertes y suelo rocoso. En la página 225, se establecen las velocidades permisibles en sistemas pluviales, y los casos especiales como este permiten velocidades hasta los 8 m/seg.

5. BIBLIOGRAFIA

https://www.gacetaoficial.gob.pa/pdfTemp/29308_B/85713.pdf