

A10. INFORME HIDROLÓGICO

ESTUDIO HIDROLÓGICO

PROMOTOR:

ETESA

PROYECTO:

**LÍNEA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA
SABANITAS - PANAMÁ III 230 kV**

CONSULTOR:

SOCIEDAD AMBIENTE Y GIS, S. A.
AO-2-89-1618-2020-57419691
C-2020-07-0021

FECHA:

SEPTIEMBRE DE 2021

PRESENTACIÓN

El Estudio Hidrológico que se presenta, contiene herramientas técnicas relevantes e información hidrológica de los cuerpos superficiales de agua existentes por donde pasará la línea de transmisión eléctrica, que comprenden sub cuencas y microcuencas tanto de la cuenca hidrográfica N° 115 denominada Cuenca del río Chagres y la cuenca hidrográfica N° 142 denominada río Juan Díaz.

Para este análisis hemos considerado los ríos y quebradas más representativos y de mayor área de drenaje y escorrentías, a los cuales pude establecer cálculos hidrológicos, por medio del método de SIG, para conocer las pendientes y topografías del terreno, duración e intensidad de lluvias, tiempos de concentración de las lluvias y sus aportes en caudal dentro de los lechos hídricos.

La línea de transmisión eléctrica Sabanitas-Panamá III, según su diseño propuesto, contará con una red de 268 torres de conducción, en una distancia de 46.7 kilómetros entre los distritos de Colón y Panamá. Las mismas mantienen una distancia entre cada una que oscilan entre 163 metros y 485 metros, dependiendo de las topografías e inclinaciones del terreno.

La cuenca del río Chagres o cuenca del Canal de Panamá, se encuentra localizada en el área central del país y abarca parte de la provincia de Panamá y Colón. Sus coordenadas geográficas son 8° 38' y 9° 31' de latitud norte y 79° 15' y 80° 06' de longitud oeste.

El área de drenaje total de la cuenca es 3,317 kilómetros cuadrados hasta la desembocadura al mar, siendo el río Chagres el más importante de la Cuenca.

La elevación media de la cuenca es de 100 metros sobre el nivel del mar y el punto más alto se encuentra en el extremo suroeste a una elevación máxima de 1,010 msnm cerca del nacimiento del río Ciri.

La cuenca registra una precipitación media anual de 2,666 milímetros y aproximadamente en el 70% de la cuenca las precipitaciones oscilan entre 2,000 y 3,200 milímetros.

El 92% de las lluvias ocurren entre los meses de mayo a noviembre y el restante 8% de las lluvias se registran entre los meses de diciembre hasta mayo.

En la cuenca 115 denominada rio Chagres, se analizaron los siguientes cuerpos superficiales de agua que forman sub cuencas y micro cuencas: Quebrada López, Quebrada Media, Rio Palenque, Rio Gatún, Rio Agua Sucia, Rio Chagres, Rio Chilibre, Rio Caimitillo.

DESCRIPCION DE LA METODOLOGIA UTILIZADA

Para el desarrollo y elaboración de este estudio hidrológico fue necesario realizar y cumplir con los siguientes pasos y metodología, tratando de mantenernos con los parámetros técnicos requeridos:

1. **Mapa de las Subcuenca y Área de Drenaje:** para obtener la demarcación del área de drenaje y escorrentías del cuerpo superficial, analizado, fue necesario emplear mapas digitales y el programa ArcGIS 10.3. Este Sistema de Información Geográfica (SIG) permite un acercamiento real y preciso de la información presentada.
2. **Mapa de Ubicación del Proyecto:** Para obtener las coordenadas que describen las ubicaciones de los cuerpos superficiales de agua y los puntos donde se realizaran las investigaciones, se utilizó un GPS Marca MAGELLAN, modelo xplorist 600. La sección del mapa topográfico fue elaborada en ArcGIS 10.3
3. **Información Meteorológica:** Para obtener la información meteorológica utilizada en el complemento del estudio, se toma como datos los parámetros e indicadores de las estaciones meteorológicas cercanas a los sitios de estudio, entre el

corregimiento de Sabanitas en el distrito de Colón hasta el corregimiento de Ancón, en el distrito de Panamá.

4. **Cálculos Hidrológicos:** Para obtener los resultados de los cálculos hidrológicos, se toman en consideración los aspectos relacionados con la superficie del área de drenaje y escorrentías, la distancia de recorrido de los cuerpos superficiales principales y la pendiente de la zona de drenaje. Para obtener la intensidad de las lluvias, los tiempos de concentración y el caudal instantáneo se toman como referencia las formulas y cálculos establecidos por el Ministerio de Obras Públicas para periodos de 50 años de recurrencias.

OBJETIVOS DEL ESTUDIO

El Estudio Hidrológico presenta como objetivo general: demostrar que los diferentes cuerpos de agua analizados, no sufren ningún tipo de alteración tanto físico como ambiental, por el paso sobre ellos de la línea de transmisión eléctrica Sabanitas-Panamá III.

Objetivo Específico:

Realizar cálculos hidrológicos en cada uno de los principales cuerpos superficiales de agua, y determinar que los mismos, no afectan el comportamiento hidrológico de sus lechos hídricos por la instalación de las torres de conducción.

Se utilizó la siguiente información:

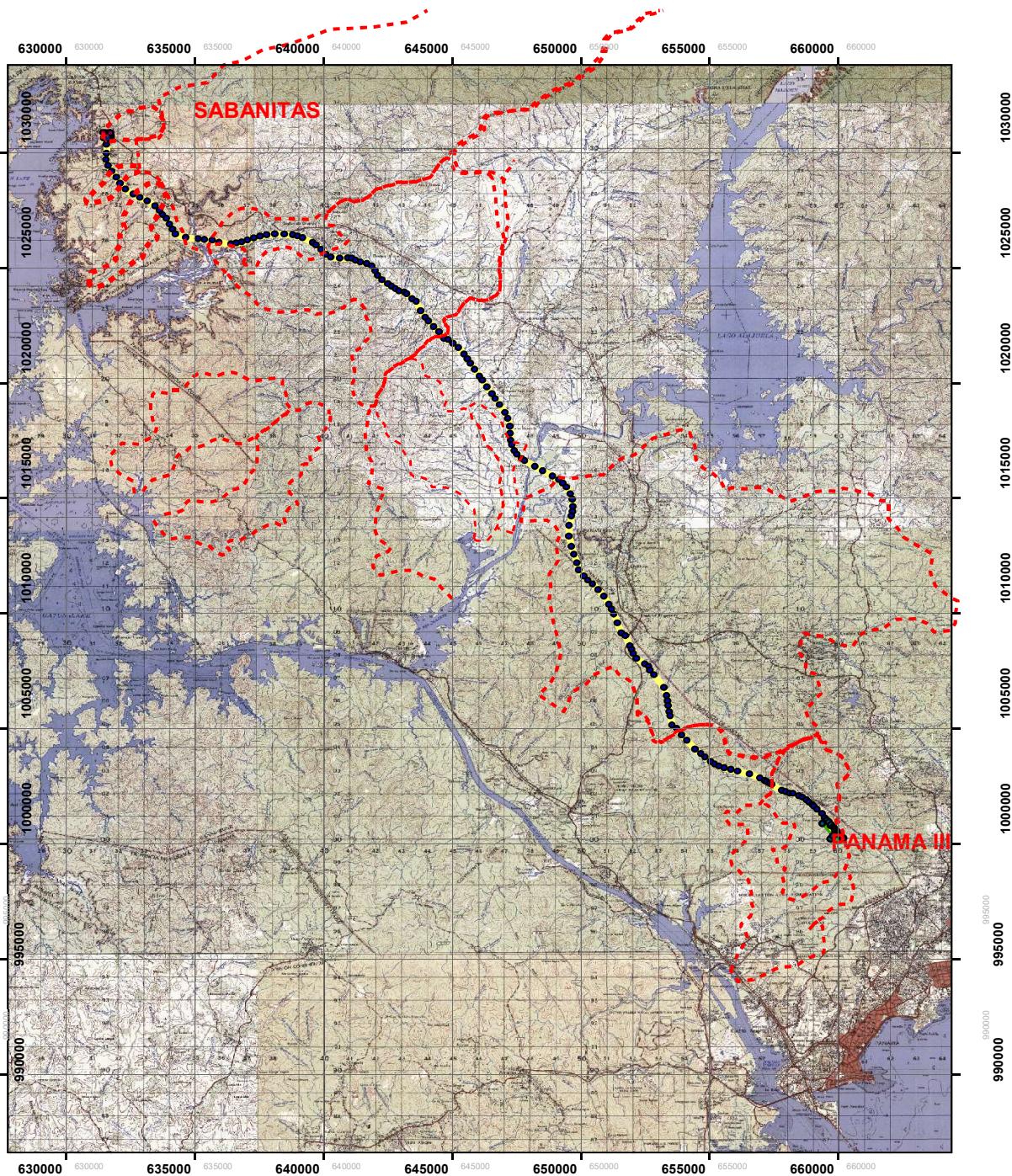
- Mapa de localización del proyecto a escala 1:5,000
- Mapa de las zonas de drenajes del área pluvial.
- Ubicación de las coordenadas geográficas de los sitios evaluados.
- Cálculos Hidrológicos de las descargas pluviales.
- Información sobre precipitación pluvial registradas por las Estaciones Meteorológicas cercanas al proyecto.
- Balance Climático

UBICACIÓN DEL PROYECTO

Este proyecto, quedará ubicado a lo largo de la Autopista Alberto Motta (Concesionaria Madden Colón) iniciándose en el corregimiento de Sabanitas, distrito de Colón, con la Torre N° 1 y el Corredor Norte, terminando en Panamá III con la Torres 268.

Entre las coordenadas geográficas N° 631569.454 E y 1030,770.015 N en la Torre N° 1 y las coordenadas geográficas N° 659913.866 E y 1000484,132 N en la Torre N° 268.

UBICACIÓN DEL PROYECTO



PROVINCIA: PANAMÁ Y COLON DISTRITOS: COLON Y PANAMÁ
CORREGIMIENTOS: SABANITAS, NUEVA PROVIDENCIA, LIMÓN, BUENA
VISTA, SAN JUAN, SANTA ROSA, CHILIBRE Y ANCON.
LOCALIZACION REGIONAL: MAPA A ESCALA 1:150,000

CONDICIONES CLIMATOLOGÍCAS

Clima:

El Clima del área de Estudio, según la clasificación de Koppen se define como clima Tropical Húmedo (Cwh), con precipitación anual mayor que 1,600 mm; con una estación seca corta (enero – abril) y con meses de lluvia con precipitación mayor de 200 mm; este tipo de clima se caracteriza por presentar, generalmente tres meses marcadas de estación seca, la temperatura promedio en el sector es de 28.5°C, pero la temperatura media del mes más fresco es de 18°C y la diferencia entre la temperatura del mes más cálido y el mes más fresco es de 5°C.

Y una zona de vida de Bosque Húmedo Tropical (bht) transición húmeda, según el diagrama de zonas de vida del mapa de Tosí y Las Isoyetas derivadas del mapa del Atlas Nacional de Panamá.

Para lograr un mejor detalle de los aspectos meteorológicos en el área de estudio, se tomará como referencia los datos de lluvia suministrados por la Estaciones de Gatún y San Pedro para el distrito de Colón; y las estaciones de Tocumen y Hato Pintado para el distrito de Panamá.

Precipitación

La precipitación en la zona está regida por el movimiento de la Zona de Convergencia Intertropical que mueve las masas cargadas del Pacífico Central, hacia el Norte produciendo las primeras lluvias en el mes de abril o mayo, para tener una baja en el mes de junio y normalizarse en el mes de agosto hasta alcanzar su máxima expresión en el mes de octubre y noviembre.

Para el análisis de la Precipitación en la zona correspondiente al distrito de Colón, se consideró los datos registrados por las Estaciones Meteorológica de Gatún y San Pedro, por ser las que se encuentran más cerca del sitio de estudio. Según dichas estaciones la precipitación media para La Gatún es de 1,866 milímetros anuales y la estación de San Pedro un total de 3177 milímetros, siendo los meses de mayor intensidad de lluvia, los

meses de agosto y noviembre, sobresaliendo el mes de octubre con 300 mm de precipitación.

Para el análisis de la Precipitación en la zona correspondiente al distrito de Panamá, se consideró los datos registrados por las Estaciones Meteorológicas de Tocumen y Hato Pintado, por ser las que se encuentran más cerca del sitio de estudio. Según dicha estación la precipitación media es de 2066 mm de lluvia al año para Tocumen y de 1930 mm de lluvia al año para Hato Pintado. Siendo los meses de mayor intensidad de lluvia, los meses de agosto y noviembre, sobresaliendo el mes de octubre con 300 mm de precipitación. De forma general las precipitaciones en esta zona de vida son entre 1,400 y 3,000 mm.

Humedad Relativa

Este aspecto está estrechamente vinculado al comportamiento de la precipitación y el viento. Tomando información de estas estaciones meteorológicas por las razones ya anotadas, se obtuvo que en el año 2015 la humedad relativa osciló entre un mínimo de 51% en el mes de marzo y un máximo de 92% en el mes de octubre para un promedio anual de 80%.

Temperatura

De acuerdo a los datos suministrados por las estaciones analizadas, la temperatura media anual es de 26.5°C, siendo la máxima registrada de 27°C en el mes de abril y la mínima de 25°C en el mes de enero.

Vientos

Durante la época seca predominan fuertes vientos alisios del norte que en la época lluviosa disminuye en intensidad, manteniendo la dirección norte a noreste. El análisis de la información de la rosa de los vientos muestra una clara disminución entre los dos períodos climáticos, seco / lluvioso, la cual varía de 5 m/seg o más en la estación seca, a 1.5 m/seg en el período lluvioso.

Para cada una se exponen situaciones diferentes desde el punto de vista eólico. La época seca se caracteriza por presentar los vientos de mayor intensidad en dirección norte a noreste (vientos alisios) con ausencia completa de calma, y la época lluviosa por vientos de menores velocidades, dirección variable y frecuencias de calma que oscilan entre 13% y 21%.

Radiación

La duración de radiación solar, es el periodo de tiempo mediante el cual incide la luz directamente a algunas localidades entre el alba y el atardecer.

Este brillo solar recibido, constituye uno de los factores que determinan el clima. En el área del proyecto se dan dos situaciones, a saber: una corresponde a la época seca, con abundante brillo solar (enero a marzo) y la otra de menor luminosidad (resto del año).

SOCIEDAD AMBIENTE Y GIS, S.A.
REGISTRO DE PRECIPITACIÓN PLUVIAL
ESTACION METEOROLGICA DE GATUN
LLUVIA PROMEDIO ANUAL EN (MM)
PERIODO DE REGISTRO DESDE 2006 HASTA 2015

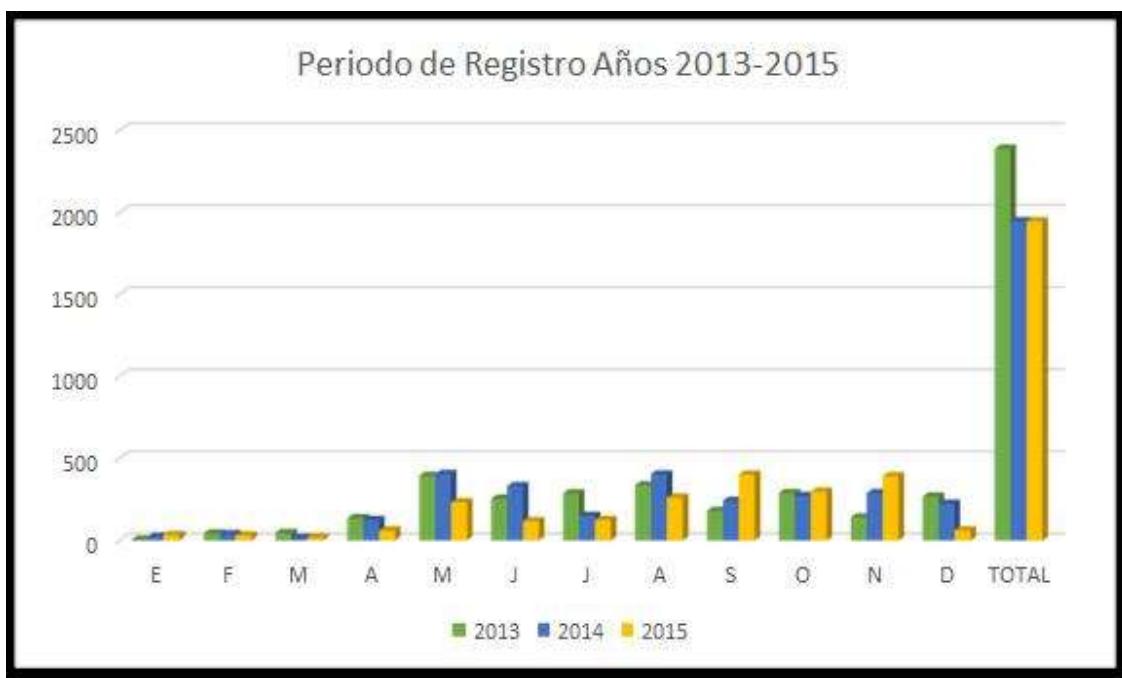
Estación	Período de Registro en Años									
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Gatún	3096	2925	2828	2350	3665	3219	3701	2388	2532	1945



Se observa en la gráfica que los años de mayor precipitación pluvial fueron 2010 y 2012; igualmente se observa que en el año 2009 y 2015 se registran las precipitaciones más bajas.

SOCIEDAD AMBIENTE Y GIS, S.A
DATOS DE PRECIPITACION PLUVIAL MENSUAL EN MM
ESTACION METEOROLOGICA DE GATUN
PERIODO DE REGISTRO AÑOS 2013 -2015

Años	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
2013	5	43	47	137	395	255	288	337	181	290	141	269	2388
2014	24	39	17	127	406	332	152	404	242	273	290	226	1945
2015	35	31	19	62	234	119	127	262	402	298	293	63	1945



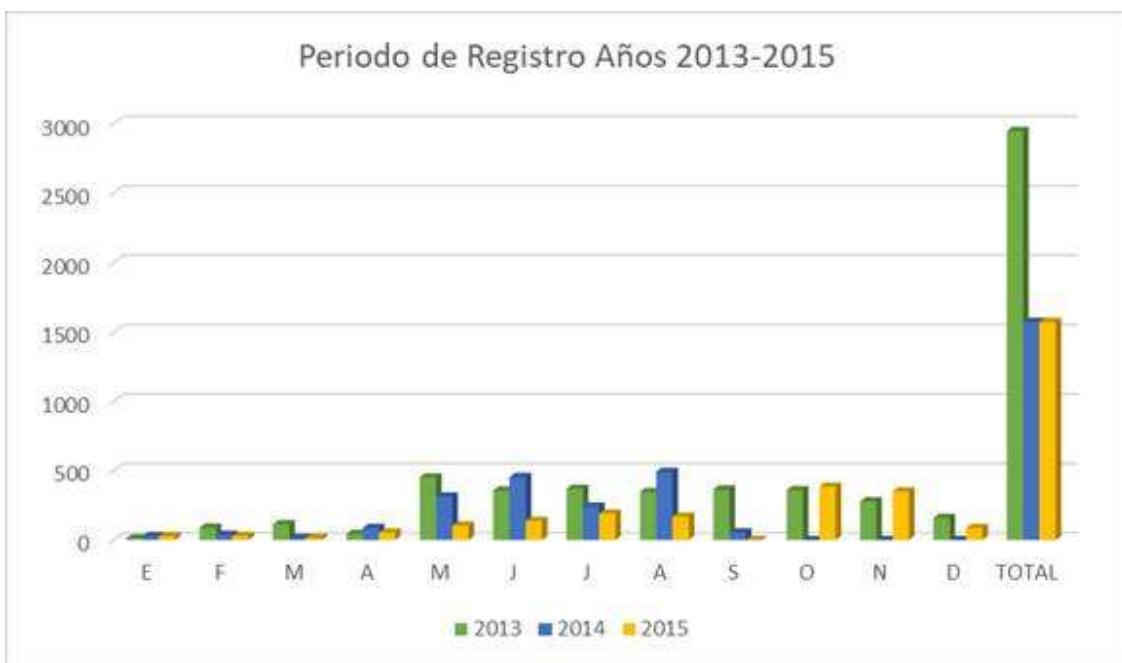
SOCIEDAD AMBIENTE Y GIS, S.A
REGISTRO DE PRECIPITACIÓN PLUVIAL
ESTACION METEOROLGICA DE SAN PEDRO (REFINERIA)
LLUVIA PROMEDIO ANUAL EN (MM)
PERIODO DE REGISTRO DESDE 2006 HASTA 2015

Estación	Período de Registro en Años									
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
San Pedro	3888	3658	3145	3164	4320	4104	4210	2947	1729	1571



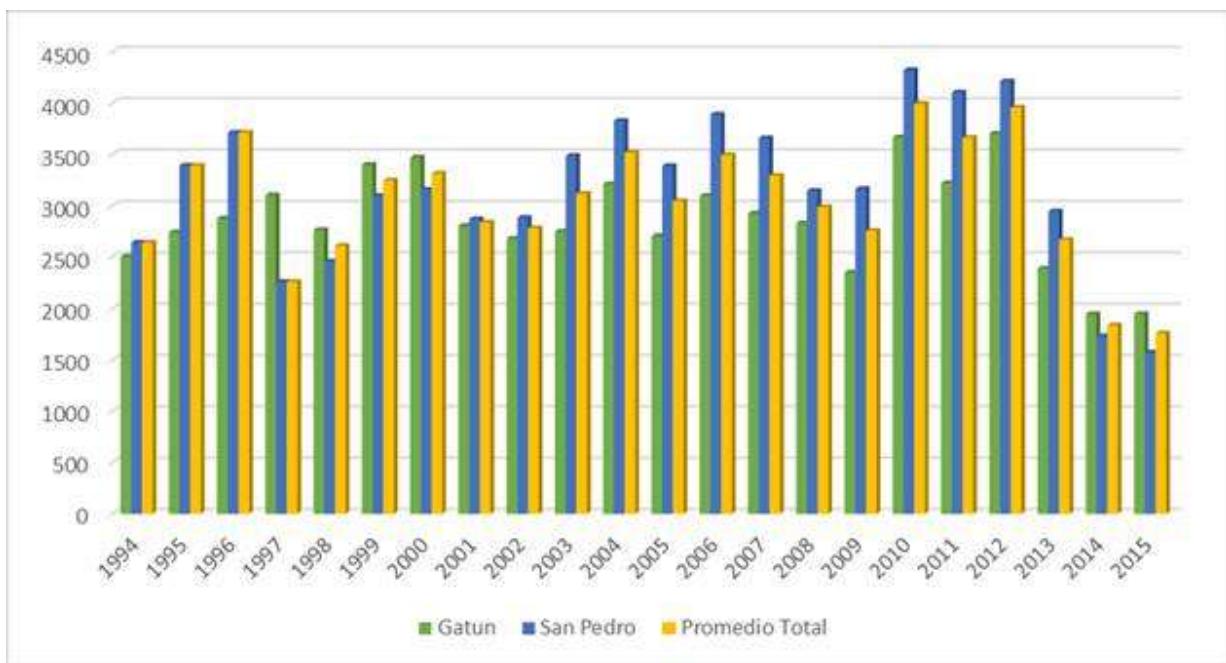
SOCIEDAD AMBIENTE Y GIS, S.A
DATOS DE PRECIPITACION PLUVIAL MENSUAL EN MM
ESTACION METEOROLOGICA DE SAN PEDRO (REFINERIA)
PERIODO DE REGISTRO AÑOS 2013 -2015

Años	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
2013	12.3	89.8	114.4	43.7	451.7	357	369.1	345.3	365.2	358.7	279.6	159.9	2946.7
2014	28.9	38.3	15.4	87.2	314.7	454.4	241.6	492.1	56.5	-	-	-	1571.2
2015	27.1	30	15.1	54.1	104.3	138.5	191	168.4	-	385.2	349.8	87.7	1571.2



SOCIEDAD AMBIENTE Y GIS, S.A
DATOS DE PRECIPITACIÓN PLUVIAL COMPARATIVA
ESTACIONES METEOROLÓGICAS DE GATUN Y REFINERIA
PERIODOS DE LECTURA DEL AÑO 1994 A EL AÑO 2015

AÑOS	ESTACIONES METEOROLÓGICAS		PROMEDIO TOTAL
	GATUN	SAN PEDRO (REFINERIA)	
1994	2504.6	2641.5	2641.5
1995	2741.3	3390.4	3390.4
1996	2876.2	3710.8	3710.8
1997	3102.1	2258.7	2258.7
1998	2763.5	2457.6	2610.5
1999	3398.5	3094.2	3246.3
2000	3469.6	3156.1	3312.8
2001	2804.2	2869.0	2836.6
2002	2679.5	2882.1	2780.8
2003	2748.7	3486.7	3117.7
2004	3210.4	3826.3	3518.3
2005	2705.1	3388.0	3046.5
2006	3096.2	3888.2	3492.2
2007	2925.0	3657.6	3291.3
2008	2828.0	3144.9	2986.4
2009	2350.0	3163.9	2756.9
2010	3665.0	4320.3	3992.6
2011	3219.0	4104.3	3661.6
2012	3701.0	4210.1	3955.5
2013	2388.0	2946.7	2667.3
2014	1945.0	1729.1	1837.1
2015	1945.0	1571.2	1758.1
Suma	63065.9	69897.7	66869.9
Promed	2866.6	3177.2	3021.9
Máxima	3701.0	4320.3	4010.7
Mínima	1945.0	1571.2	1758.1



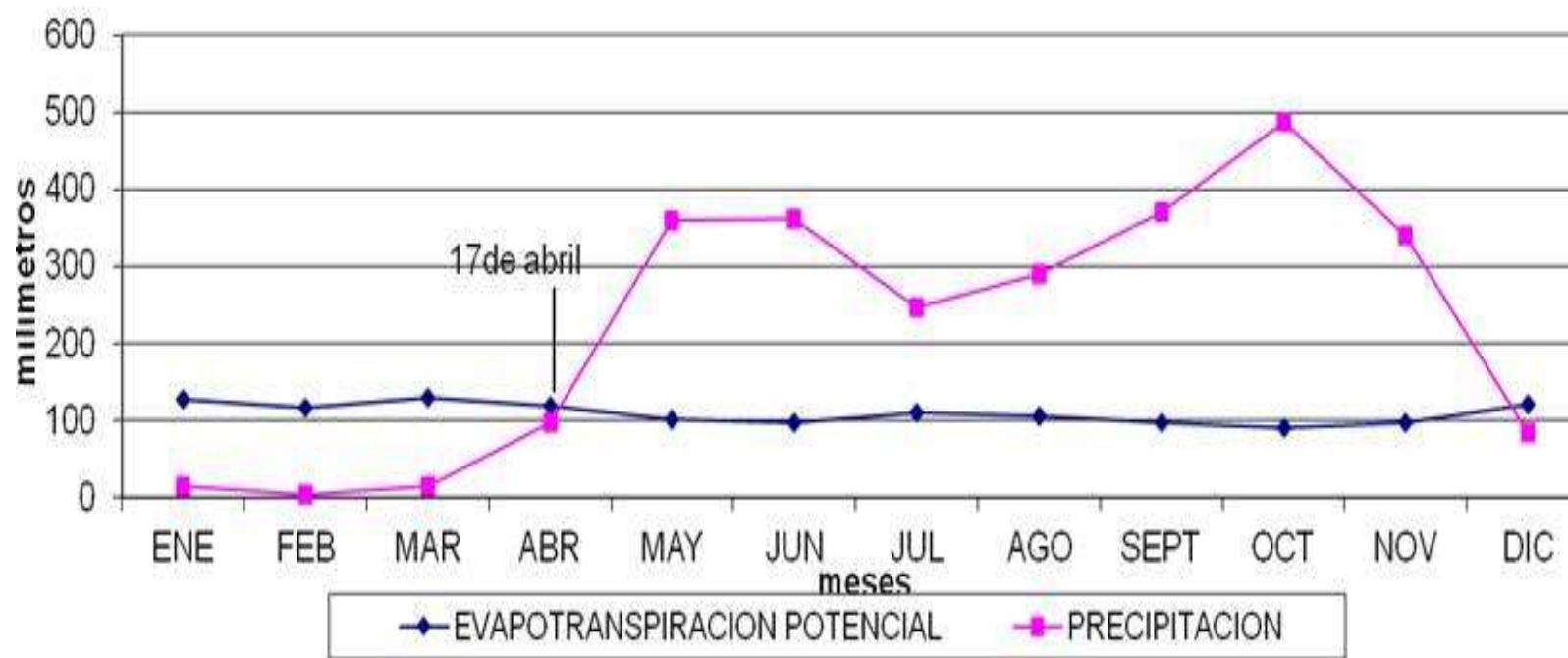
De la distribución mensual de precipitación caída en el año 2012, se observa que los meses con mayor intensidad de lluvia fueron octubre y noviembre con 422.0 y 634.9 respectivamente.

BALANCE CLIMATICO MENSUAL
ESTACION METEOROLOGICA DE GATUN

CODIGO: 115-007 TIPO DE ESTACION: AM LATITUD: 9°16'00" N LONGITUD: 79°16'00" W SUELO: ARCILLOSO
PROVINCIA: COLON PERIODO DE REGISTRO: 1905 AL 2010 RETENCION: 150 MM ELEVACION: 31 MSNM
Periodo: 1905 - 2010 Suelo: Arcilloso Tipo de Est.: PV Prov.: Colón Vegetación: Mod. Profundidad

PARAMETROS ANALIZADOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL	129	118	130	124	111	99	111	107	99	87	101	123	1,339
PRECIPITACION	38	89	28	25	220	370	432	325	153	228	789	131	2,866
PETP	-125	-117	-117	-93	29	95	28	59	99	218	81	-77	
SUMA (VALORES NEGATIVOS)	-202	-319	-436	-529									-77
ALMACENAJE	38	17	8	4	33	128	150	150	150	150	150	89	
DIFERENCIA DE ALMACENAJE	-51	-21	-9	-4	29	95	22	0	0	0	0	-61	
EVAPOTRANSPIRACION REAL	55	22	22	35	111	99	111	107	99	87	101	107	956
EXCESOS	0	0	0	0	0	0	6	59	99	218	81	0	463
DEFICIT	74	96	108	89	0	0	0	0	0	0	0	16	383
TEMPERATURA	26.3	26.8	27.4	27.5	27.1	26.7	27.1	26.7	26.5	26.4	26.4	26.5	27.5
RADIACION	439	440	435	427	379	355	379	367	353	306	360	420	388

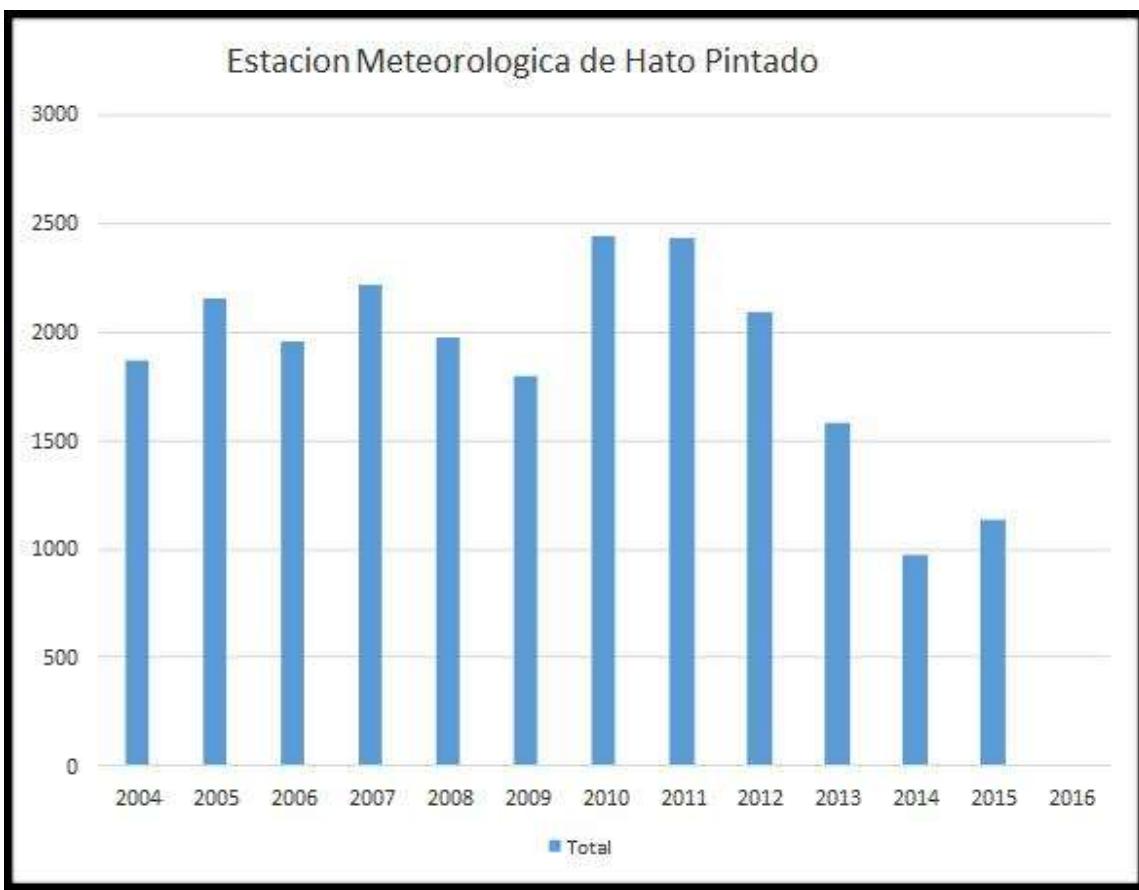
Inicio y Fin de la temporada seca y lluviosa



SERVICIOS GENERALES, AMBIENTE Y TECNOLOGÍA, S.A.
 ESTACION METEOROLOGICA DE HATO PINTADO
 PERIODO DE REGISTROS MENSUALES DE 2004 AL 2018

AÑO	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
2004	04.2	9.5	5.3	82.4	268.1	171.4	249.6	182.9	381.9	297.8	179.2	32.5	1,864.8
2005	10.3	0.9	21.7	105.5	234.2	284.2	209.1	264.1	451.7	206.6	262	101	2,151.3
2006	37.0	45.5	66.1	63.9	330.1	241.5	283.7	217.2	166.5	285.5	224.7	-	1,961.7
2007	12.1	-	14	77.9	361.6	229	157	292.5	160.1	259.1	518	136.4	2,217.7
2008	04.8	53.3	62.3	28.1	196.4	191.8	205.6	319.6	155.2	264.1	462	29.9	1,973.1
2009	15.5	30	2.4	27.8	164	209.1	248	170.6	303.3	283.8	290.4	51.9	1,796.8
2010	09.20	2.80	46.10	191.70	252.10	357.30	354.50	335.50	109.40	231.40	247.10	300.20	2,437.3
2011	73.10	64.10	57.00	172.30	223.70	108.90	380.80	164.80	270.10	369.40	327.00	220.50	2,431.7
2012	-	0.70	4.40	73.90	379.10	176.70	329.10	104.70	184.30	344.60	274.30	218.10	2,089.9
2013	-	0.50	6.30	26.40	198.60	133.90	116.60	295.00	261.40	227.90	176.90	133.80	1,577.3
2014	72.50	7.10	-	38.00	392.70	173.90	180.90	109.40	1.00	-	-	-	0975.50
2015	18.60	0.90	1.20	50.20	164.20	182.40	150.80	1.70	-	266.00	271.50	25.50	1,133.00
2016	17	0.8	-	88.3	340.2	193.9	142.3	96.2	107.3	236.7	241.9	275.3	1,739.9
2017	-	0.8	62.7	75.2	249.1	115.4	187.7	312.4	231.4	125.6	319.3	305.9	1,985.5
2018	85.3	7.4	7.1	211.3	178.1	214.3	245.6	312.1	405.9	321.2	332.5	287.7	2,608.5
PROM	29.9	16.0	27.4	87.5	262.1	198.9	229.4	211.9	227.8	265.6	294.7	162.9	1,929.6

SERVICIOS GENERALES, AMBIENTE Y TECNOLOGIA, S.A.
ESTACION METEOROLOGICA DE HATO PINTADO
PERIODO DE REGISTRO DE 2004 AL 2018



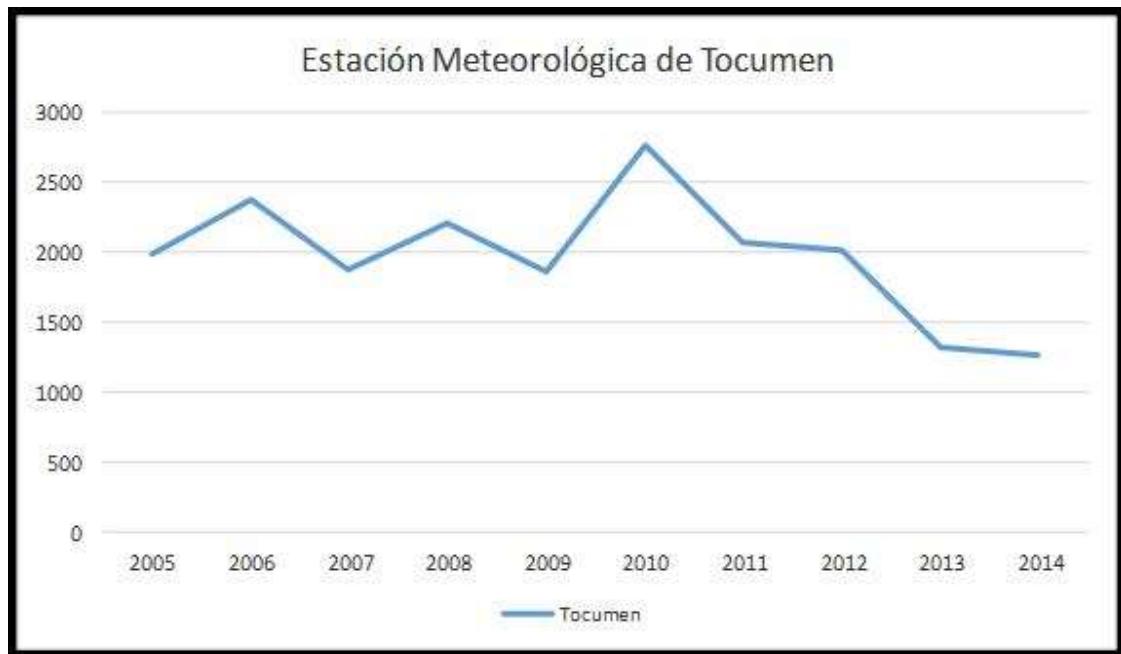
En la gráfica observamos que la distribución de las lluvias según los indicadores y registros en la estación de Hato Pintado es heterogénea, mostrando valores estables en los años de 2010 y 2011 con 2,437.3 y 2,431.7 milímetros de lluvia respectivamente.

SERVICIOS GENERALES, AMBIENTE Y TECNOLOGIA, S.A.
ESTACION METEOROLOGICA DE HATO PINTADO
LLUVIA MENSUAL EN MM OCTUBRE DE 2017

DIA	MES ACTUAL	ACUMULADO ACTUAL	PROMEDIO HISTORICO	ACUMULADO PROMEDIO HISTORICO
1	11.4	11.4	20.0	20.0
2	29.5	40.9	6.0	26.0
3	00.0	40.9	10.2	36.2
4	5.2	46.1	1.9	38.1
5	0.0	46.1	9.6	47.7
6	57.5	103.6	6.2	53.9
7	1.3	104.9	11.5	65.4
8	2.3	107.2	10.7	76.1
9	0.0	107.2	6.0	82.1
10	0.2	107.4	10.9	93.0
11	0.1	107.5	7.9	100.9
12	0.0	107.5	9.2	110.1
13	7.6	115.1	1.8	111.9
14	5.4	120.5	12.9	124.8
15	8.7	129.2	6.4	131.2
16	54.0	183.2	3.0	134.2
17	0.0	183.2	10.6	144.8
18	19.5	202.7	12.0	156.8
19	0.0	202.7	5.8	162.6
20	2.5	205.2	4.4	167.0
21	1.8	207.0	8.2	175.2
22	12.4	219.4	9.8	185.0
23	22.3	241.7	9.8	194.8
24	1.2	242.9	6.8	201.6
25	0.0	242.9	11.0	212.6
26	0.0	242.9	8.6	221.2
27	0.0	242.9	15.4	236.6
28	0.0	242.9	8.7	245.3
29	0.0	242.9	12.7	258.0
30	0.0	242.9	10.9	268.9
31	20.5	263.4	16.7	285.6
PROMEDIO	8.8		9.2	
EXTREMO	57.5		20.0	
TOTAL MEN SUAL	263.4		285.6	

SERVICIOS GENERALES, AMBIENTE Y TECNOLOGIA, S.A
DATOS DE PRECIPITACION PLUVIAL EN MM
ESTACIONES METEOROLOGICAS DE TOCUMEN
PERIODO DE REGISTRO AÑOS 2005 - 2014

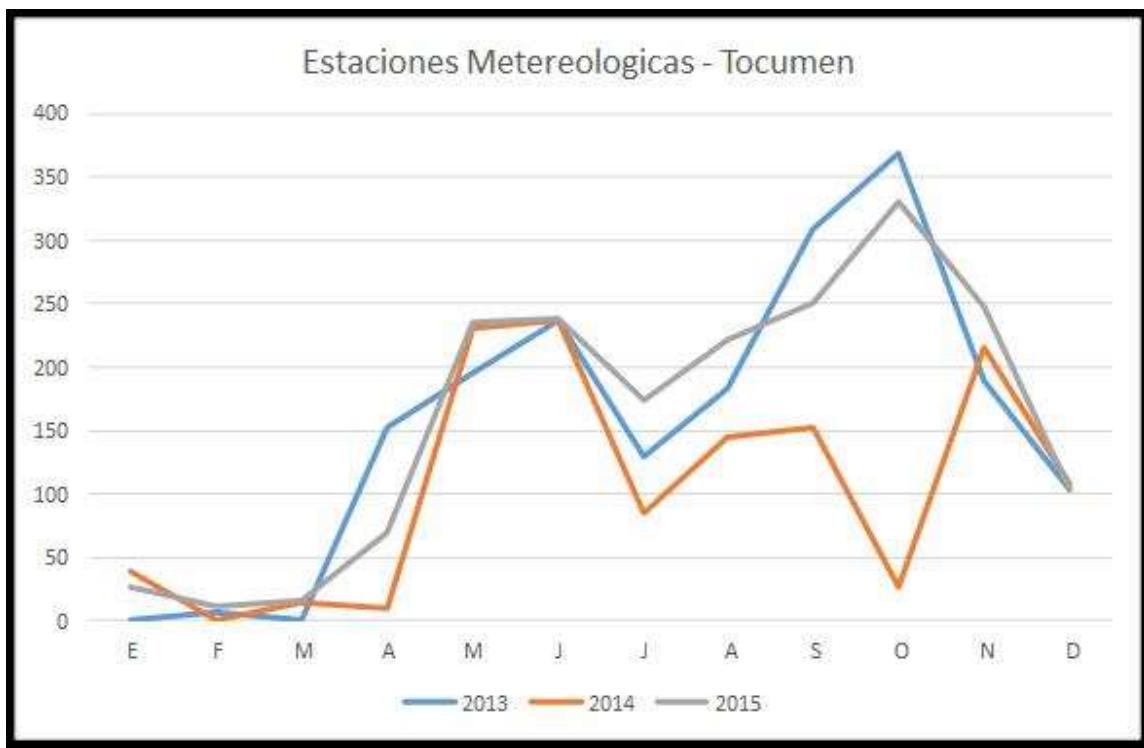
2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	PROM
1990	2371	1877	2207	1863	2766	2069	2016	1326	1262	1975



En la gráfica observamos que la distribución de las lluvias según los indicadores y registros en la estación de Tocumen es heterogénea, mostrando valores mayores recopilados en el año de 2010 con 2,766 milímetros de lluvia.

SERVICIOS GENERALES, AMBIENTE Y TECNOLOGIA, S.A
DATOS DE PRECIPITACION PLUVIAL EN MM
ESTACION METEOROLOGICA DE TOCUMEN
PERIODO DE REGISTRO AÑOS 2013 -2015

Años	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
2013	0.0	6.5	0.0	152.7	195.3	237.5	129.2	182.9	309.1	369.5	189.9	102.9	1875.5
2014	39.3	0.0	13.6	10.1	230.2	236.7	84.3	145.1	152.4	26.1	216.0	107.7	1261.5
2015	26.9	10.4	15.0	69.7	235.4	238.2	174.1	220.8	250.4	331.0	247.5	103.7	1923.1



BALANCE CLIMATICO MENSUAL
ESTACION METEOROLOGICA DE TOCUMEN

CODIGO: 144-002 TIPO DE ESTACION: AM LATITUD: 9° 03'56" N LONGITUD: 79° 23'31" W SUELO: ARCILLOSO
PROVINCIA: PANAMA PERIODO DE REGISTRO: 1972 AL 2017 RETENCION: 150 MM ELEVACION: 18 MSNM

PARAMETROS ANALIZADOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL	129	118	130	124	111	99	111	107	99	87	101	123	1,339
PRECIPITACION	64	11	58	172	220	242	314	177	151	180	305	172	2,066
PETP	-125	-117	-117	-93	29	95	28	59	99	218	81	-77	
SUMA (VALORES NEGATIVOS)	-202	-319	-436	-529								-77	
ALMACENAJE	38	17	8	4	33	128	150	150	150	150	150	89	
DIFERENCIA DE ALMACENAJE	-51	-21	-9	-4	29	95	22	0	0	0	0	-61	
EVAPOTRANSPIRACION REAL	55	22	22	35	111	99	111	107	99	87	101	107	956
EXCESOS	0	0	0	0	0	0	6	59	99	218	81	0	463
DEFICIT	74	96	108	89	0	0	0	0	0	0	0	16	383
TEMPERATURA	26.3	26.8	27.4	27.5	27.1	26.7	27.1	26.7	26.5	26.4	26.4	26.5	27.5
RADIACION	439	440	435	427	379	355	379	367	353	306	360	420	388

CALCULOS HIDROLOGICOS (QUEBRADA LOPEZ)

La precipitación pluvial que cae en la micro cuenca de la quebrada López con una superficie total de 2,487,510.41 m² según área de drenaje y escorrentías, será desalojada por el cauce principal de la quebrada López.

Valores para momentos picos o de máxima crecida.

Datos Generales

Área: 249 hectáreas

Longitud: 3,486.04 metros

Pendiente: 15 porciento

Intensidad de la Precipitación: 9.35 mm/h

Cálculo de Pendiente: $S = (H_i - H_f) / 100$

$$S = (.250 - 0.100) / 100$$

$$S = (0.15) / 100$$

$$S = \mathbf{15 \%}$$

Cálculo del Tiempo de Concentración: $tc = 3.768(Lkm / (\sqrt{S}))^{.77}$

$$tc = 3.768 (3.4) / (\sqrt{15})^{.77}$$

$$tc = 3.768 (3.4 / 8.36)$$

$$tc = 3.768 (0.406)$$

$$tc = \mathbf{1.53 \text{ minutos}}$$

Intensidad de Lluvia: $I = 323 / (33 + tc)$

$$I = 323 / (33 + 1.53)$$

$$I = 323 / (34.53)$$

$$I = \frac{323}{34.53}$$

$$I = \mathbf{9.35 \text{ min/hora}}$$

Cálculo de Caudal: $Q = CiA$

$$Q = 0.90 (9.35) 249$$

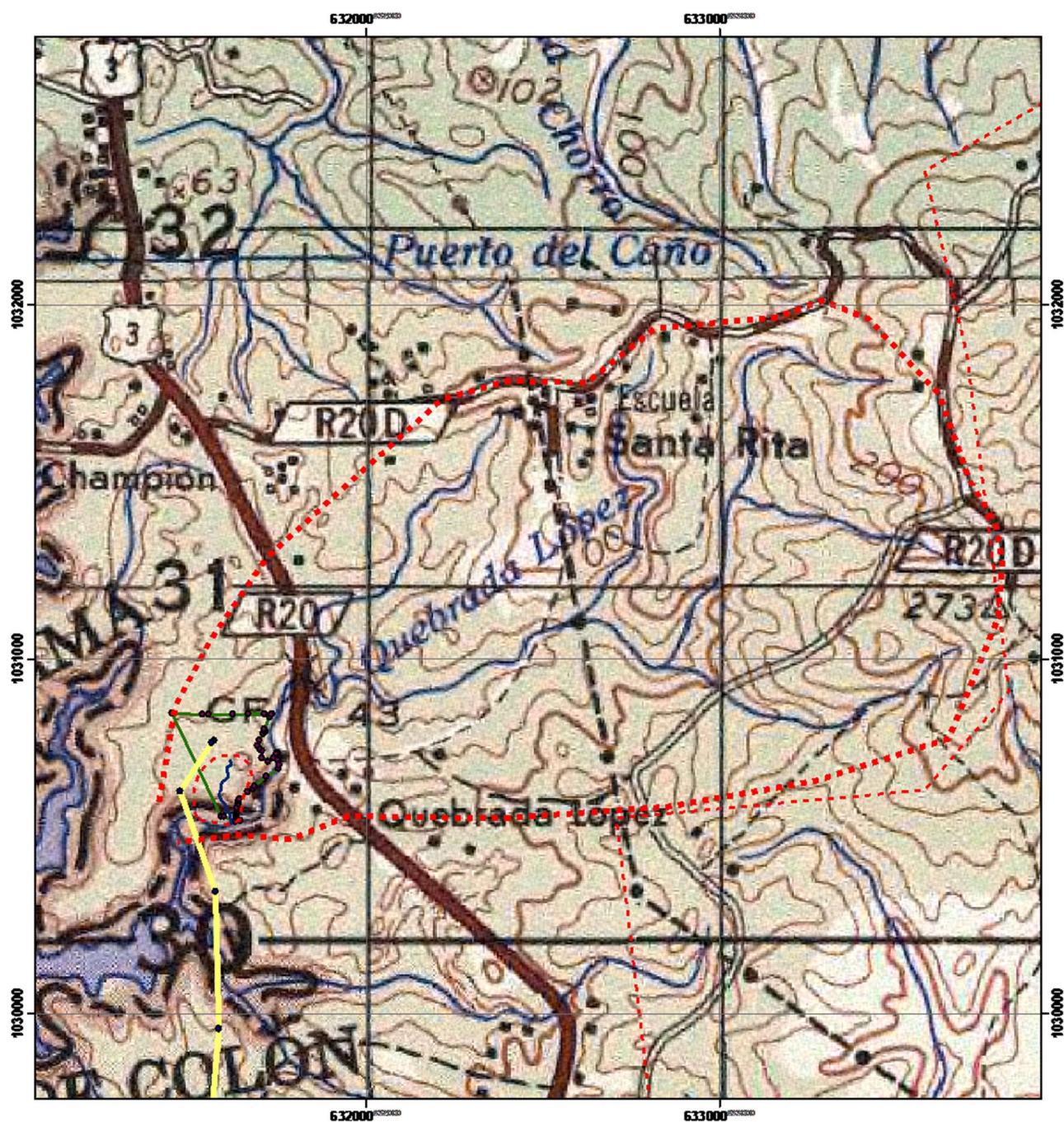
$$Q = 2095.336 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$Q = 2095.33 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$Q = 34.92 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$Q = 0.582 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$Q = \mathbf{582 \text{ litros por segundo}}$$



CALCULOS HIDROLOGICOS (QUEBRADA MEDIA)

La precipitación pluvial que cae en la micro cuenca de la quebrada Media con una superficie total de 1,314,385.96 m² según área de drenaje y escorrentías, será desalojada por el cauce principal de la quebrada Media.

Valores para momentos picos o de máxima crecida.

Datos Generales

Área: 132 hectáreas

Longitud: 2881.12 metros

Pendiente: 18 porcientos

Intensidad de la Precipitación: 9.35 mm/h

Cálculo de Pendiente: $S = (H_i - H_f) / 100$

$$S = (.56 - 0.20) / 100$$

$$S = (0.18) / 100$$

$$S = \mathbf{18 \%}$$

Cálculo del Tiempo de Concentración: $tc = 3.768(Lkm / (\sqrt{S}))^{.77}$

$$tc = 3.768 (2.9) / (\sqrt{18})^{.77}$$

$$tc = 3.768 (3.4 / 9.15)$$

$$tc = 3.768 (0.371)$$

$$tc = \mathbf{1.40 \text{ minutos}}$$

Intensidad de Lluvia: $I = 323 / (33 + tc)$

$$I = 323 / (33 + 1.40)$$

$$I = 323 / (34.40)$$

$$I = \frac{323}{34.40}$$

$$I = \mathbf{9.38 \text{ min/hora}}$$

Cálculo de Caudal: $Q = CiA$

$$Q = 0.90 (9.38) 132$$

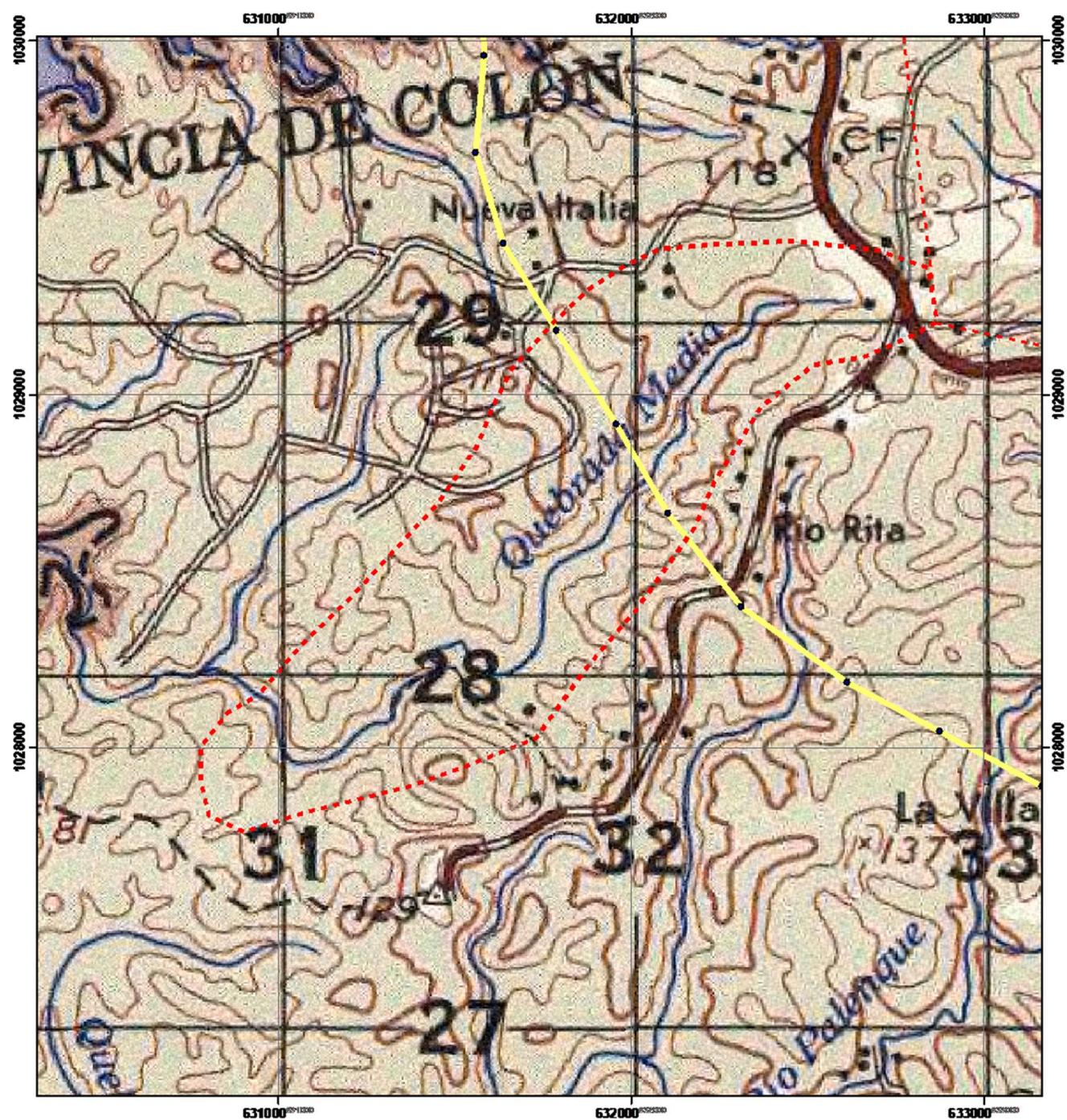
$$Q = 1114.34 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$Q = 1134.14 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$Q = 18.57 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$Q = 0.309 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$Q = \mathbf{309 \text{ litros por segundo}}$$



CALCULOS HIDROLOGICOS (RIO PALENQUE)

La precipitación pluvial que cae en la micro cuenca del río Palenque con una superficie total de 4,714,228.60 m² según área de drenaje y escorrentías, será desalojada por el cauce principal del río Palenque.

Valores para momentos picos o de máxima crecida.

Datos Generales

Área: 472 hectáreas

Longitud: 5986.75 metros

Pendiente: 18 porciento

Intensidad de la Precipitación: 9.35 mm/h

Cálculo de Pendiente: $S = (H_i - H_f) / 100$

$$S = (.56 - 0.20) / 100$$

$$S = (0.18) / 100$$

$$S = \mathbf{18\%}$$

Cálculo del Tiempo de Concentración: $t_c = 3.768(Lkm / (\sqrt{S}))^{.77}$

$$t_c = 3.768 (5.9) / (\sqrt{18})^{.77}$$

$$t_c = 3.768 (5.9) / 9.15$$

$$t_c = 3.768 (0.645)$$

$$t_c = \mathbf{2.42\ minutos}$$

Intensidad de Lluvia: $I = 323 / (33 + t_c)$

$$I = 323 / (33 + 2.42)$$

$$I = 323 / (35.42)$$

$$I = \frac{323}{35.42}$$

$$I = \mathbf{9.11\ min/hora}$$

Cálculo de Caudal: $Q = CiA$

$$Q = 0.90 (9.11) 472$$

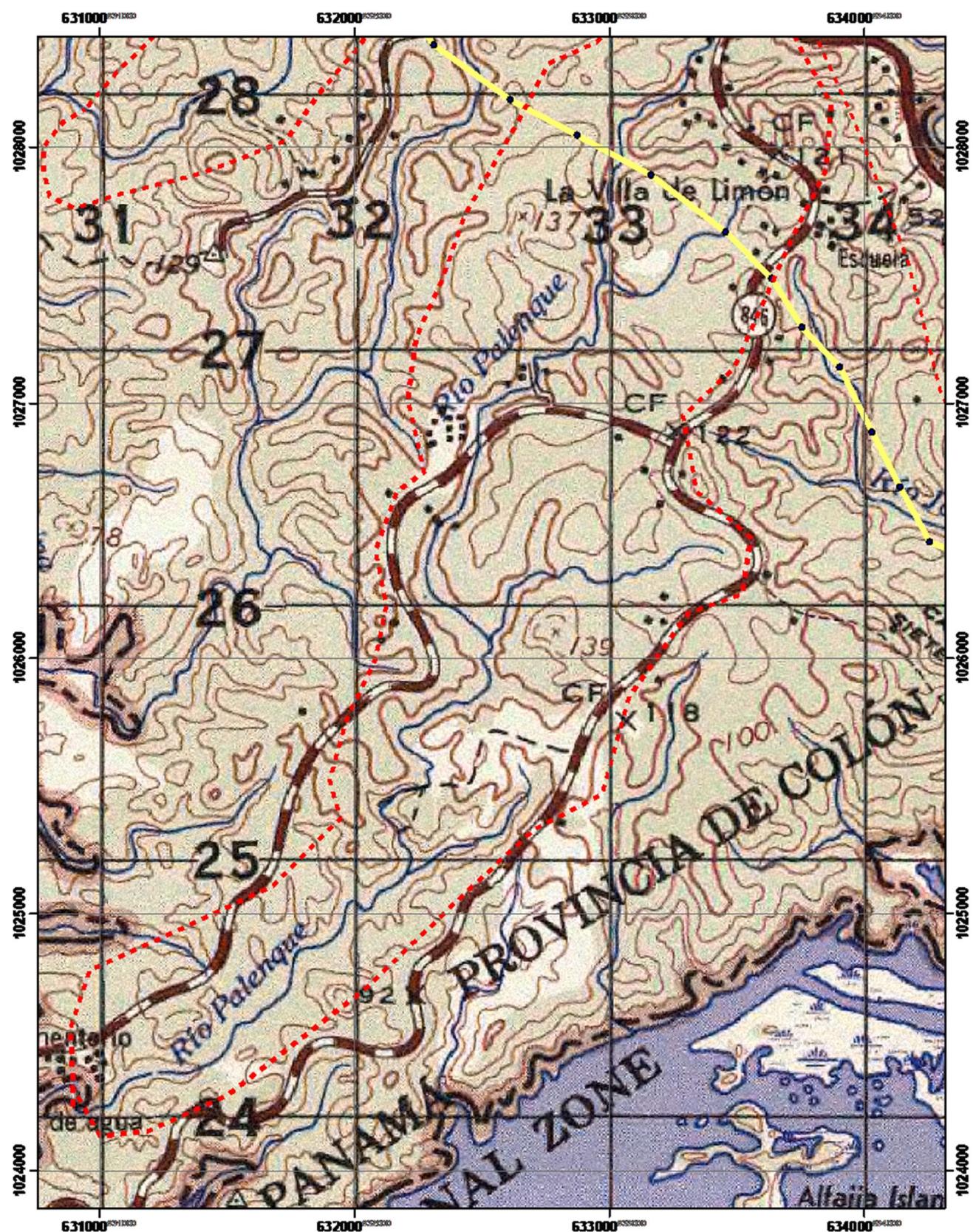
$$Q = 3869.93 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$Q = 3869.93 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$Q = 64.49 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$Q = 1.075 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$Q = \mathbf{1075\ litros\ por\ segundo}$$



CALCULOS HIDROLOGICOS (RIO GATUN)

La precipitación pluvial que cae en la sub cuenca del río Gatún, con una superficie total de 164,394,205.76 m² según área de drenaje y escorrentías, será desalojada por el cauce principal del río Gatún.

Valores para momentos picos o de máxima crecida.

Datos Generales

Área: 16,440 hectáreas

Longitud: 44,963.66 metros

Pendiente: 24.3 porciento

Intensidad de la Precipitación: 6.61 mm/h

Cálculo de Pendiente: $S = (H_i - H_f) / 100$

$$S = (.385 - .142) / 100$$

$$S = (0.243) / 100$$

$$S = \mathbf{24.3 \%}$$

Cálculo del Tiempo de Concentración: $t_c = 3.768(Lkm / (\sqrt{S}))^{0.77}$

$$t_c = 3.768 (44.9) / (\sqrt{24.3})^{0.77}$$

$$t_c = 3.768 (44.9 / 10.64)$$

$$t_c = 3.768 (4.2199)$$

$$t_c = \mathbf{15.90 \text{ minutos}}$$

Intensidad de Lluvia: $I = 323 / (33 + t_c)$

$$I = 323 / (33 + 15.90)$$

$$I = 323 / (48.90)$$

$$I = \frac{323}{48.90}$$

$$I = \mathbf{6.61 \text{ min/hora}}$$

Cálculo de Caudal: $Q = CiA$

$$Q = 0.90 (6.61) 16,440$$

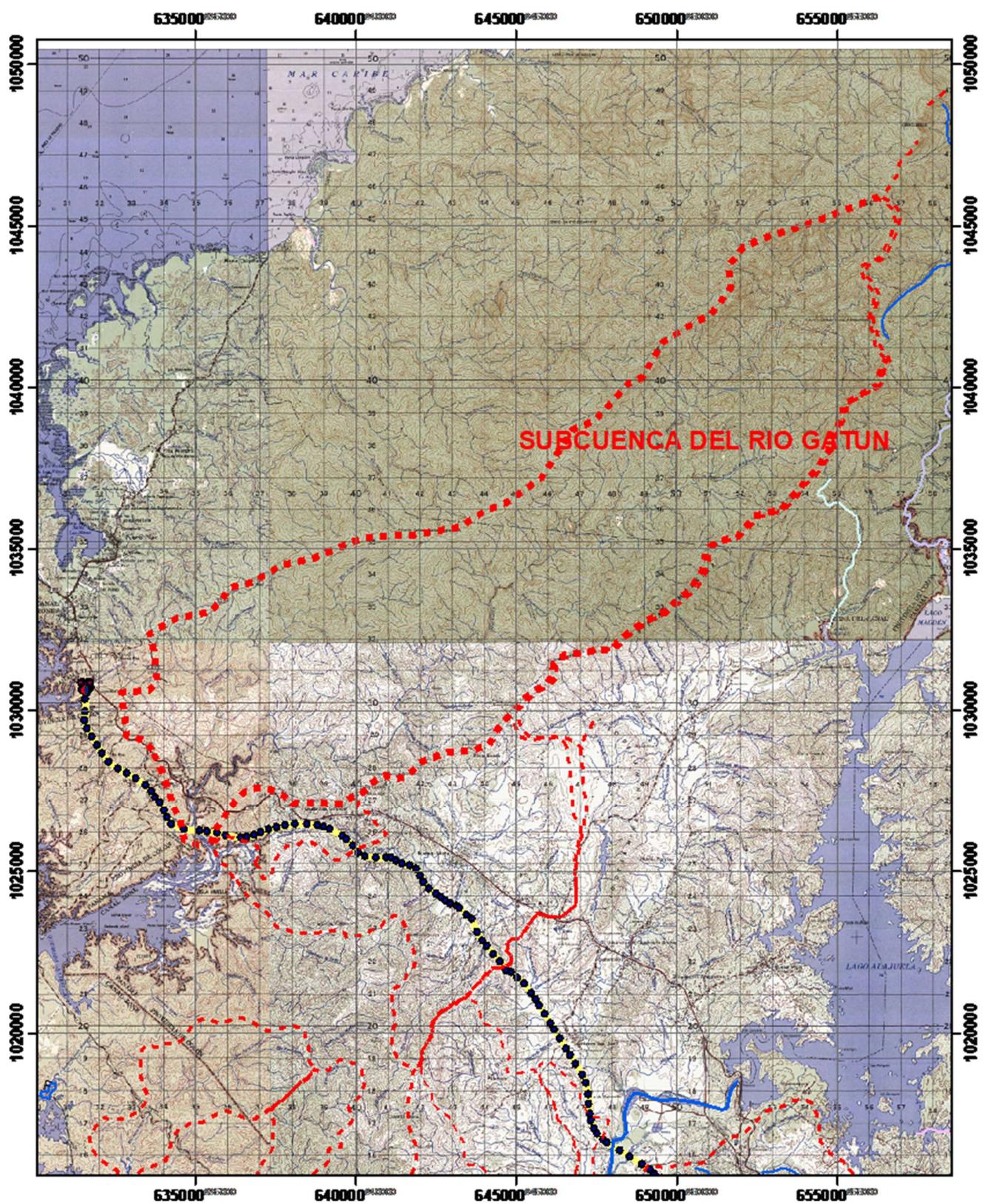
$$Q = 97,801.56 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$Q = 97,801.56 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$Q = 1630.03 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$Q = 27.17 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$Q = \mathbf{27,167.10 \text{ litros por segundo}}$$



CALCULOS HIDROLOGICOS (RIO AGUA SUCIA)

La precipitación pluvial que cae en la sub cuenca del río Agua Sucia, con una superficie total de 51,200,147.20 m² según área de drenaje y escorrentías, será desalojada por el cauce principal del río Agua Sucia.

Valores para momentos picos o de máxima crecida.

Datos Generales

Área: 5120 hectáreas

Longitud: 19,629.58 metros

Pendiente: 32 porcientos

Intensidad de la Precipitación: 7.85 mm/h

Cálculo de Pendiente: $S = (H_i - H_f) / 100$

$$S = (3.00 - 2.60) / 100$$

$$S = (0.32) / 100$$

$$S = \mathbf{32 \%}$$

Cálculo del Tiempo de Concentración: $t_c = 3.768(Lkm / (\sqrt{S}))^{0.77}$

$$t_c = 3.768 (5.1) / (\sqrt{32})^{0.77}$$

$$t_c = 3.768 (5.1 / 5.65)^{0.77}$$

$$t_c = 3.768 (2.159)$$

$$t_c = \mathbf{8.13 \text{ minutos}}$$

Intensidad de Lluvia: $I = 323 / (33 + t_c)$

$$I = 323 / (33 + 8.13)$$

$$I = 323 / (41.13)$$

$$I = \frac{323}{41.13}$$

$$I = \mathbf{7.85 \text{ min/hora}}$$

Cálculo de Caudal: $Q = CiA$

$$Q = 0.90 (7.85) 5120$$

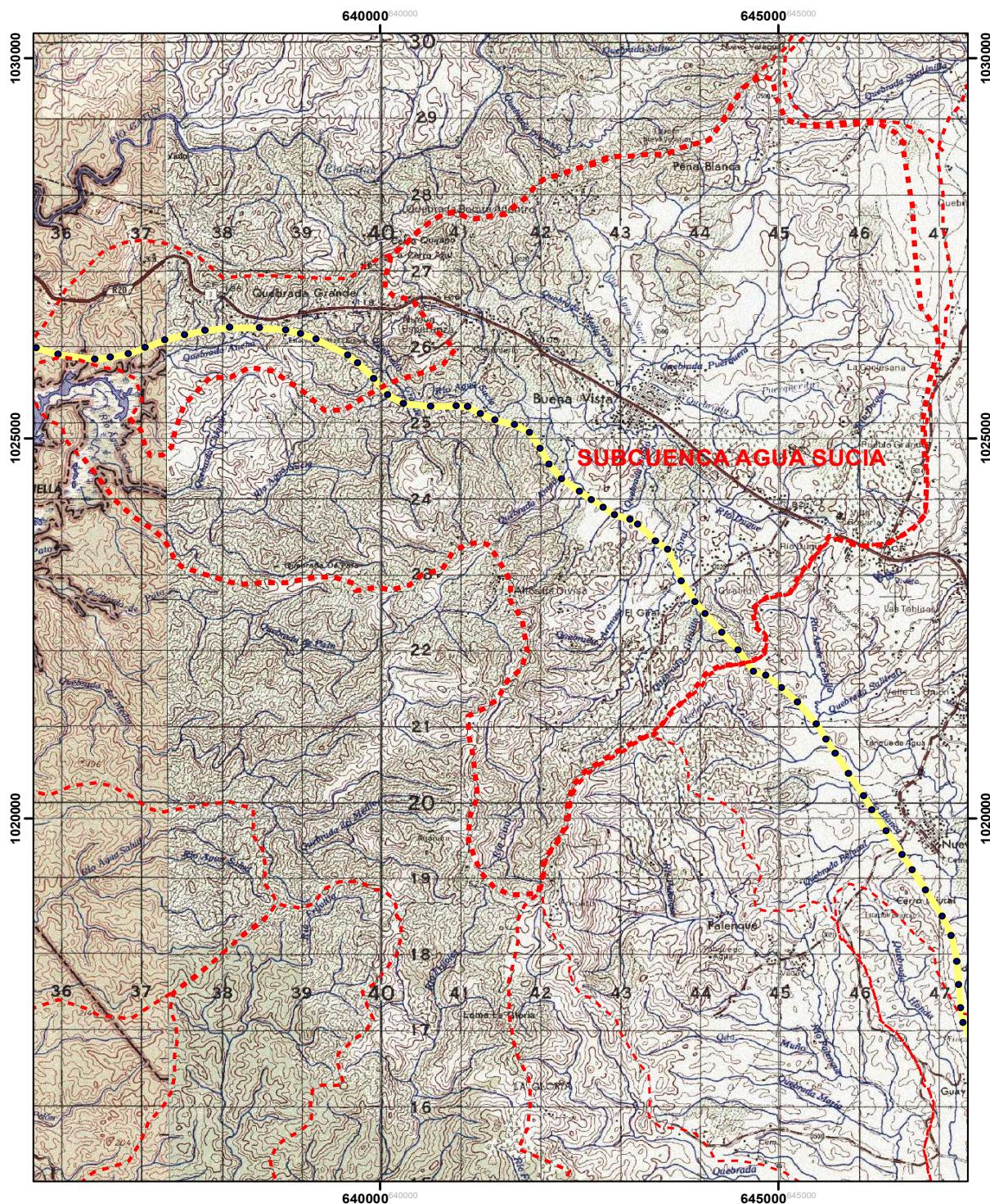
$$Q = 36172.8 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$Q = 36172.8 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$Q = 602.88 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$Q = 10.05 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$Q = \mathbf{10,050 \text{ litros por segundo}}$$



CALCULOS HIDROLOGICOS (RIO CHAGRES)

La precipitación pluvial que cae en la sub cuenca del río Chagres, con una superficie total de 1,331,879,903.90 m² según área de drenaje y escorrentías, será desalojada por el cauce principal del río Chagres.

Valores para momentos picos o de máxima crecida.

Datos Generales

Área: 133187 hectáreas

Longitud: 58,378.25 metros

Pendiente: 25 porciento

Intensidad de la Precipitación: 6.04 mm/h

Cálculo de Pendiente: $S = (H_i - H_f) / 100$

$$S = (.400 - .150) / 100$$

$$S = (0.25) / 100$$

$$S = \mathbf{25 \%}$$

Cálculo del Tiempo de Concentración: $tc = 3.768(Lkm / (\sqrt{S}))^{0.77}$

$$tc = 3.768 (58.3 / \sqrt{25})^{0.77}$$

$$tc = 3.768 (58.3 / 10.79)^{0.77}$$

$$tc = 3.768 (5.403)$$

$$tc = \mathbf{20.42 \text{ minutos}}$$

Intensidad de Lluvia: $I = 323 / (33 + tc)$

$$I = 323 / (33 + 20.42)$$

$$I = 323 / (41.14)$$

$$I = 323$$

$$53.42$$

$$I = \mathbf{6.04 \text{ min/hora}}$$

Cálculo de Caudal: $Q = CiA$

$$Q = 0.90 (6.04) 133187$$

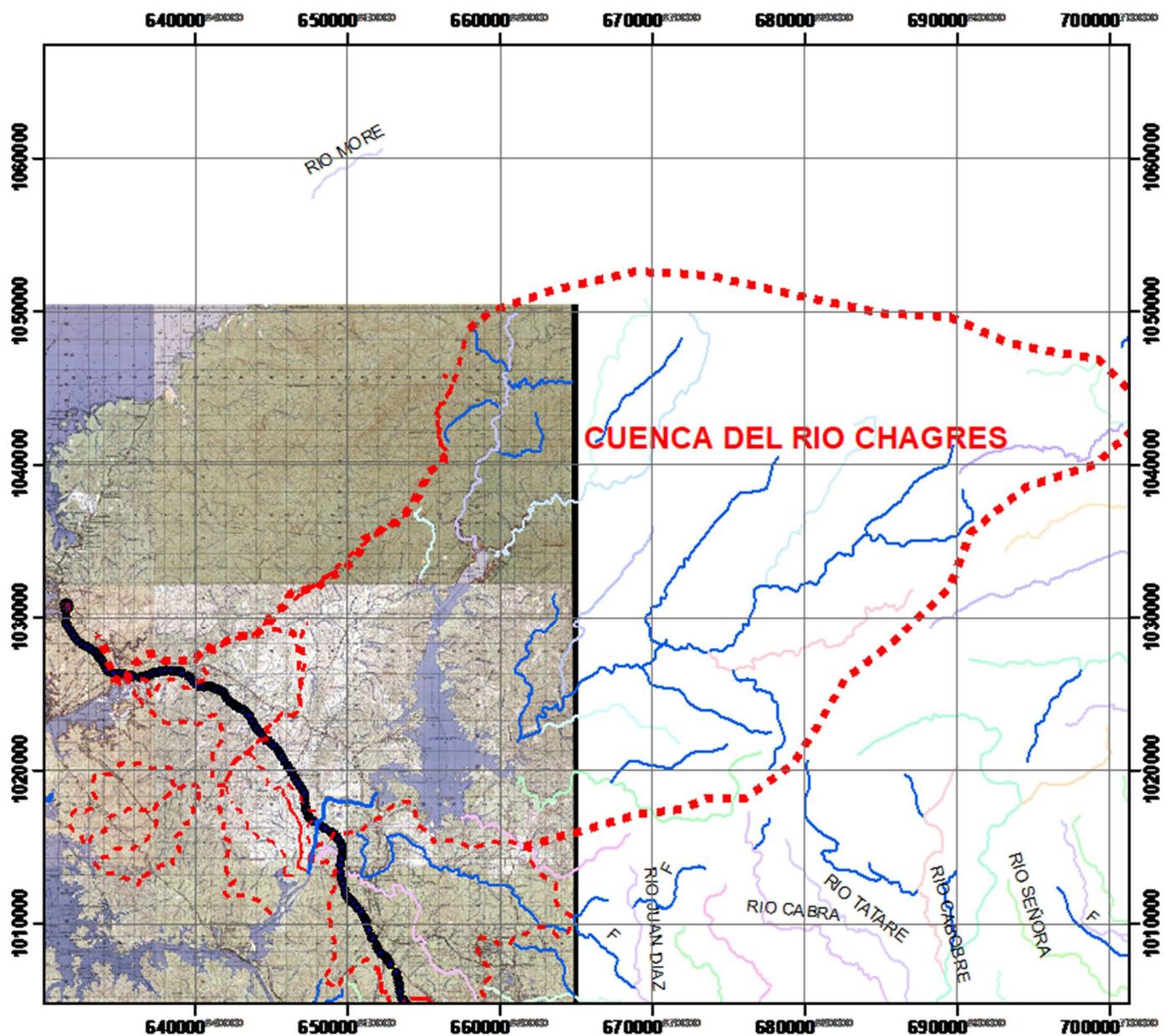
$$Q = 724004.53 \text{ m}^3/\text{hr}$$

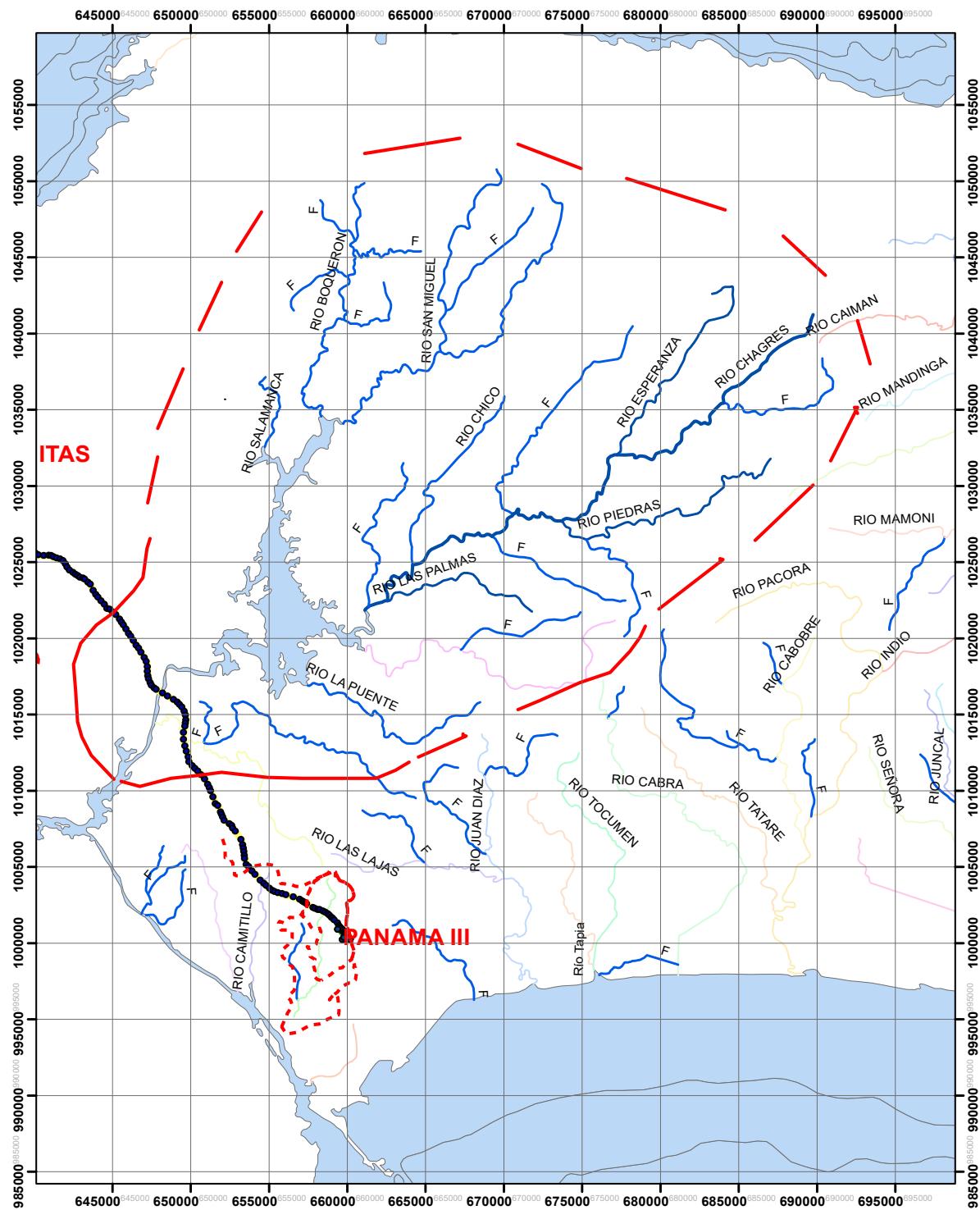
$$Q = 724,004.53 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$Q = 12,066.74 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$Q = 201.11 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$Q = \mathbf{201,112.37 \text{ litros por segundo}}$$





CALCULOS HIDROLOGICOS (RIO CHILIBRE)

La precipitación pluvial que cae en la sub cuenca del río Chilibre, con una superficie total de 137,011,292.73 m² según área de drenaje y escorrentías, será desalojada por el cauce principal del río Chilibre.

Valores para momentos picos o de máxima crecida.

Datos Generales

Área: 13,702 hectáreas

Longitud: 16,159.62 metros

Pendiente: 23.4 porciento

Intensidad de la Precipitación: 8.32 mm/h

Cálculo de Pendiente: $S = (H_i - H_f) / 100$

$$S = (.356 - .122) / 100$$

$$S = (0.234) / 100$$

$$S = \mathbf{23.4 \%}$$

Cálculo del Tiempo de Concentración: $t_c = 3.768(Lkm / (\sqrt{S}))^{0.77}$

$$t_c = 3.768 (16.1) / (\sqrt{23.4})^{0.77}$$

$$t_c = 3.768 (16.1 / 10.44)$$

$$t_c = 3.768 (1.542)$$

$$t_c = \mathbf{5.81 \text{ minutos}}$$

Intensidad de Lluvia: $I = 323 / (33 + t_c)$

$$I = 323 / (33 + 5.81)$$

$$I = 323 / (38.81)$$

$$I = \frac{323}{38.81}$$

$$I = \mathbf{8.32 \text{ min/hora}}$$

Cálculo de Caudal: $Q = CiA$

$$Q = 0.90 (8.32) 133187$$

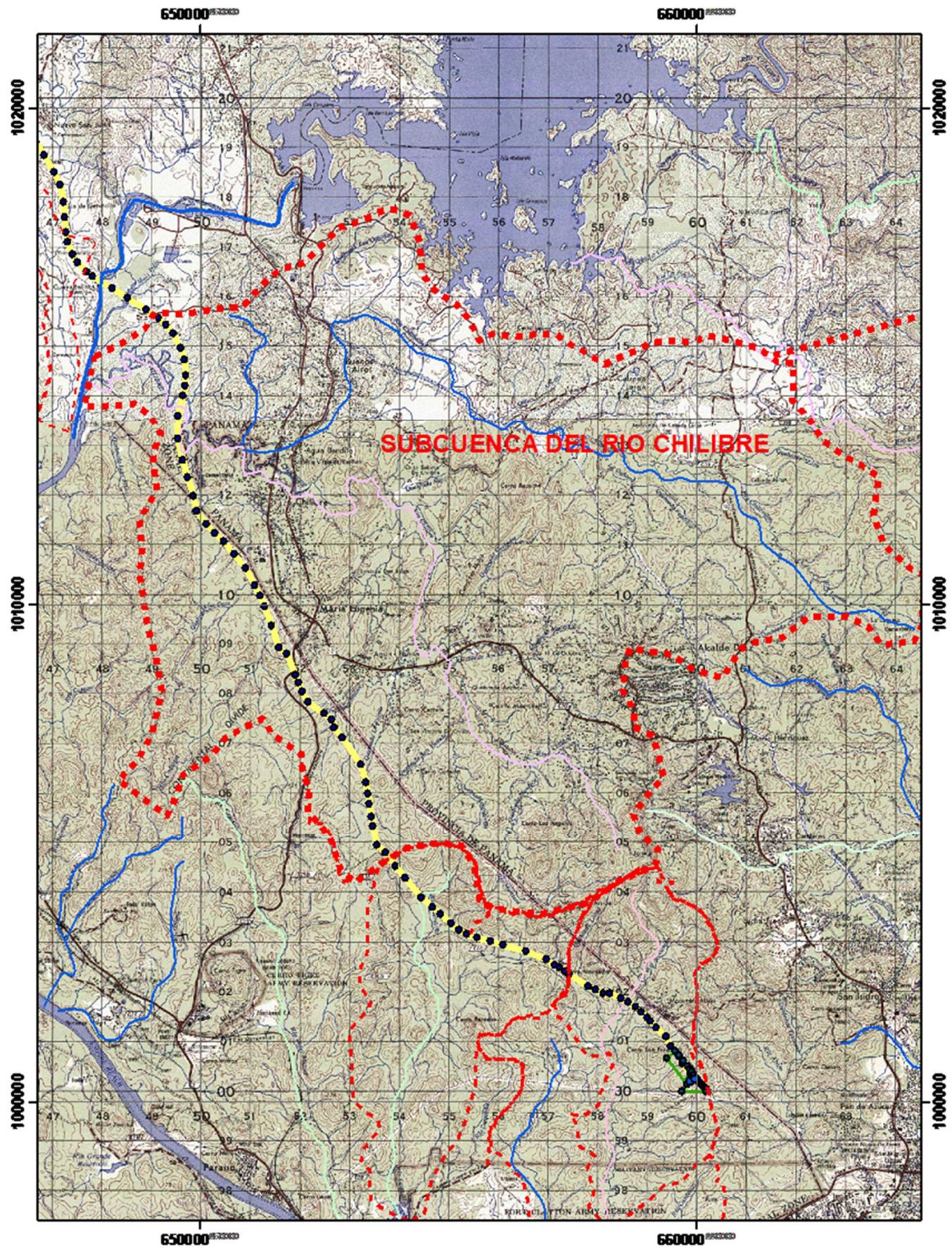
$$Q = 997394.26 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$Q = 997304.26 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$Q = 16621.74 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$Q = 277.03 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$Q = \mathbf{277,028.96 \text{ litros por segundo}}$$



CALCULOS HIDROLOGICOS (RIO CAIMITILLO)

La precipitación pluvial que cae en la sub cuenca del río Caimitillo, con una superficie total de 19,185,648.25 m² según área de drenaje y escorrentías, será desalojada por el cauce principal del río Caimitillo.

Valores para momentos picos o de máxima crecida.

Datos Generales

Área: 1,919 hectáreas

Longitud: 9,598.85 metros

Pendiente: 16 porciento

Intensidad de la Precipitación: 8.07 mm/h

Cálculo de Pendiente: $S = (H_i - H_f) / 100$

$$S = (.265 - .105) / 100$$

$$S = (0.234) / 100$$

$$S = \mathbf{16\%}$$

Cálculo del Tiempo de Concentración: $t_c = 3.768(Lkm / (\sqrt{S}))^{.77}$

$$t_c = 3.768 (9.6) / (\sqrt{16})^{.77}$$

$$t_c = 3.768 (16.1 / 8.63)$$

$$t_c = 3.768 (1.865)$$

$$t_c = \mathbf{7.02\ minutos}$$

Intensidad de Lluvia: $I = 323 / (33 + t_c)$

$$I = 323 / (33 + 7.02)$$

$$I = 323 / (40.02)$$

$$I = \frac{323}{40.02}$$

$$I = \mathbf{8.07\ min/hora}$$

Cálculo de Caudal: $Q = CiA$

$$Q = 0.90 (8.07) 1919$$

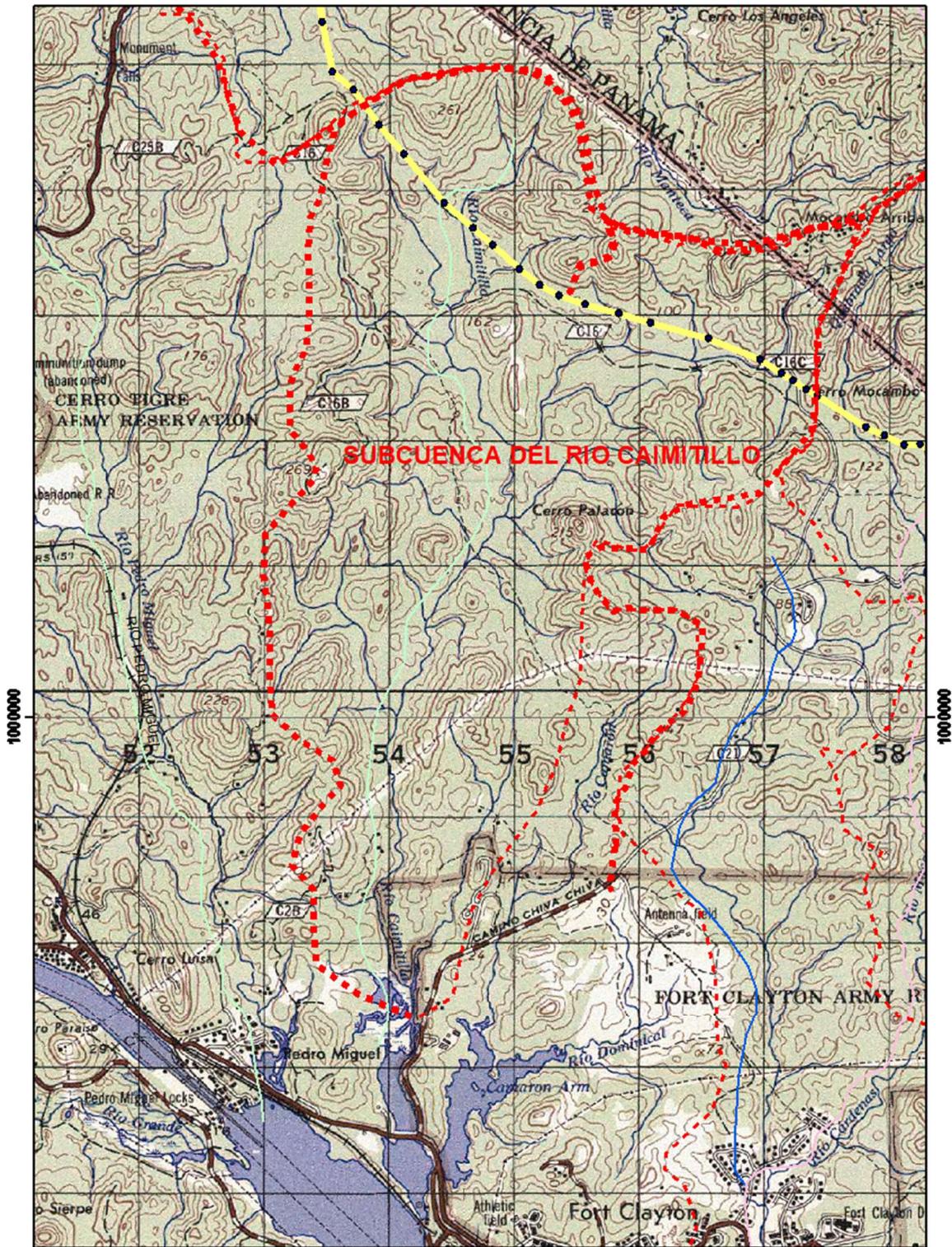
$$Q = 13937.69 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$Q = 13937.69 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$Q = 232,29 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$Q = 3.871 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$Q = \mathbf{3,871\ litros\ por\ segundo}$$



CALCULOS HIDROLOGICOS (RIO MOCAMBO)

La precipitación pluvial que cae en la sub cuenca del río Mocambo, con una superficie total de 15,157,792.41 m² según área de drenaje y escorrentías, será desalojada por el cauce principal del río Mocambo.

Valores para momentos picos o de máxima crecida.

Datos Generales

Área: 1,516 hectáreas

Longitud: 9,217.37 metros

Pendiente: 17.5 porciento

Intensidad de la Precipitación: 8.74 mm/h

Cálculo de Pendiente: $S = (H_i - H_f) / 100$

$$S = (.295 - .120) / 100$$

$$S = (0.175) / 100$$

$$S = \mathbf{17.5 \%}$$

Cálculo del Tiempo de Concentración: $tc = 3.768(Lkm / (\sqrt{S}))^{0.77}$

$$tc = 3.768 (9.2) / (\sqrt{17.5})^{0.77}$$

$$tc = 3.768 (9.2 / 8.75)$$

$$tc = 3.768 (1.050)$$

$$tc = \mathbf{3.95 \text{ minutos}}$$

Intensidad de Lluvia: $I = 323 / (33 + tc)$

$$I = 323 / (33 + 3.95)$$

$$I = 323 / (36.95)$$

$$I = \frac{323}{36.95}$$

$$I = \mathbf{8.74 \text{ min/hora}}$$

Cálculo de Caudal: $Q = CiA$

$$Q = 0.90 (8.74) 1516$$

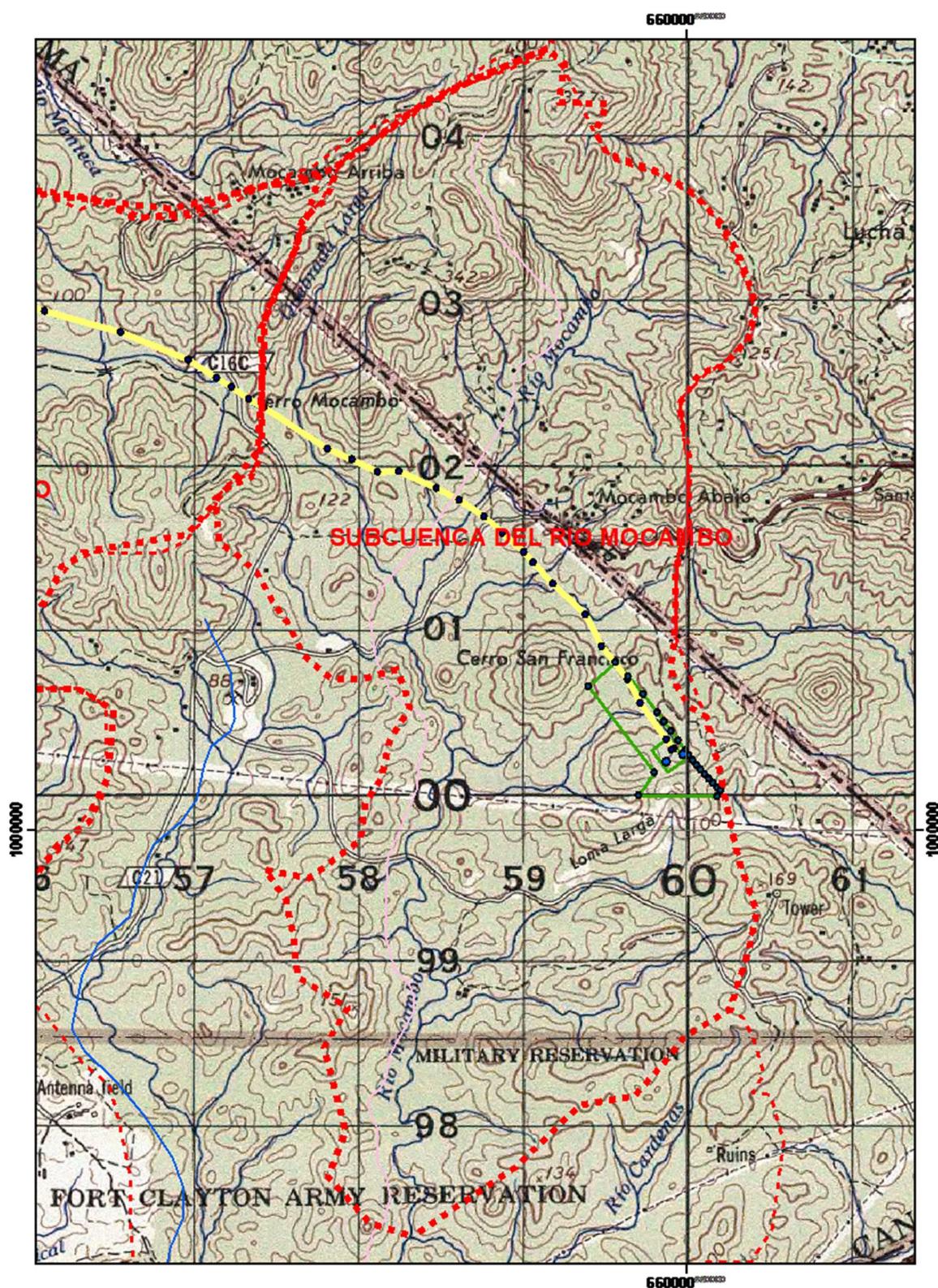
$$Q = 11924.85 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$Q = 11924.85 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$Q = 198.74 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$Q = 3.312 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$Q = \mathbf{3,312 \text{ litros por segundo}}$$



**CALCULOS HIDROLOGICOS DE LOS PRINCIPALES CUERPOS SUPERFICIALES DE AGUA
POR DONDE PASA LA LINEA DE TRANSMISION DESDE SABANITAS HASTA PANAMA III**

CUENCA	FUENTE	AREA DE DRENAJE	RECORRIDO	PENDIENTE	INTENS - LLUVIA	TIEMPO - CONCENT	CAUDAL
115	QUEBRADA LOPEZ	248 HAS + 7,510.41 M2	3,486.04 M	15%	9.35 MINUTOS	1.53 MINUTOS	0,582 M3/SEG
115	QUEBRADA MEDIA	131 HAS + 4385.96 M2	2881.12 M	18%	9.38 MINUTOS	1.40 MINUTOS	0.309 M3/SEG
115	RIO PALENQUE	471 HAS + 4228.60 M2	5986.75 M	18%	9.11 MINUTOS	2.42 MINUTOS	1.075 M3/SEG
115	RIO GATUN	16,439 HAS + 4205.76 M2	44,963.66 M	42%	7.85 MINUTOS	8.13 MINUTOS	32.263 M3/SEG
115	RIO AGUA SUCIA	5,120 HAS + 147.20 M2	19,629.58 M	32%	7.85 MINUTOS	8.13 MINUTOS	10.05 M3/SEG
115	RIO CHAGRES	133,187 HAS + 9,903.90 M2	58,378.25 M	30%	7.85 MINUTOS	8.14 MINUTOS	261.37 M3/SEG
115	RIO CHILIBRE	13,701 HAS + 1292.73 M2	16,159.62 M	23.40%	8.32 MINUTOS	5.81 MINUTOS	277.03 M3/SEG
115	RIO CAIMITILLO	1,918 HAS + 5648.25 M2	9,598.85 M	16%	8.07 MINUTOS	7.02 MINUTOS	3.871 M3/SEG
142	RIO MOCAMBO	1,515 HAS + 7792.41 M2	9,217.37 M	17.50%	8.74 MINUTOS	3.95 MINUTOS	3.312 M3/SEG

ANALISIS TECNICO

- El análisis técnico se realiza principalmente sobre nueve (9) cuerpos superficiales de agua que conforman sub cuencas y microcuencas con mucho potencial hídrico en la zona. Estos son los siguientes: Quebrada López, Quebrada Media, Rio Palenque, Rio Gatún, Rio Agua Sucia, Rio Chagres, Rio Chilibre, Rio Caimitillo y el Río Mocambo.
- La línea de transmisión eléctrica Sabanitas-Panamá III, según su diseño propuesto, contará con una red de 268 torres de conducción, en una distancia de 46.7 kilómetros entre los distritos de Colón y Panmá. Las mismas mantienen una distancia entre cada una que oscilan entre 163 metros y 485 metros, dependiendo de las topografías e inclinaciones del terreno.
- Se realizan cálculos hidrológicos, a estas fuentes principales evaluadas para conocer su comportamiento hídrico y su estabilidad sobre sus cauces y lechos hídricos.
- La protección de la misma, según la Ley N° 1 de 3 de febrero de 1994 (Ley Forestal de Panamá) Capítulo III de la Protección Forestal, Artículos 23 y 24 en cuanto a sus prohibiciones nos indica lo siguiente: En los ríos y quebradas, se tomará en consideración el ancho del cauce y se dejará a ambos lados una franja de bosque igual o mayor al ancho del cauce que en ningún caso será menor de diez (10) metros.
- La investigación lleva a certificar que estos cuerpos superficiales de aguas evaluados, no influyen directa o indirectamente sobre el proyecto descrito.