



ESTUDIO HIDROLÓGICO
DESARROLLO EL ESPINO 94, S.A.

PROYECTO:
SENDEROS DEL ESPINO

FUENTES HIDRICAS:
QUEBRADA PERDIZ
QUEBRADA SIN NOMBRE

CUENCA N°138
CUENCA RÍOS ENTRE EL ANTÓN
Y EL CAIMITO

REALIZADO POR:

ING. JOHANNA R. HINESTROZA P.	
IDONIEDAD N° 5-693-07	

2020

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	3
1. MAPA DE LOCALIZACIÓN REGIONAL.	4
1. UBICACIÓN EXACTA DE LOS SITIOS DE AFOROS.....	5
1.1. MAPA COORDENADAS EN UTM DE LOS SITIOS DE LOS AFOROS.....	6
2. DEFINICIÓN DEL RÍO PRINCIPAL.	7
3. COMPORTAMIENTO CLIMÁTICO.....	11
4. AFOROS ESPORADICOS.	12
5. CONCLUSIONES.....	19
6. BIBLIOGRAFIA.....	20

INTRODUCCIÓN.

El presente Estudio Hidrológico ha sido elaborado a solicitud de la empresa promotora **DESARROLLO EL ESPINO 94, S.A.**, la cual desarrollará un proyecto urbanístico denominado **SENDEROS DEL ESPINO**.

El futuro proyecto denominado **SENDEROS DEL ESPINO**, ubicado en el corregimiento de Feuillet, distrito de La Chorrera, provincia de Panamá Oeste. La cual forma parte de la **Cuenca N°138, que agrupa los ríos entre Antón y Caimito** y la cual drena directamente al océano pacífico.

El futuro proyecto denominado **SENDEROS DEL ESPINO**, consiste en la adecuación de un terreno para la construcción de un residencial de 306 unidades de viviendas unifamiliares, 120 apartamentos, para un gran total de 426 unidades de viviendas, con sus respectivas plantas de tratamiento, áreas verdes y recreativas, tanques de almacenamiento de agua potable, pozos de agua para el abastecimiento de agua potable.

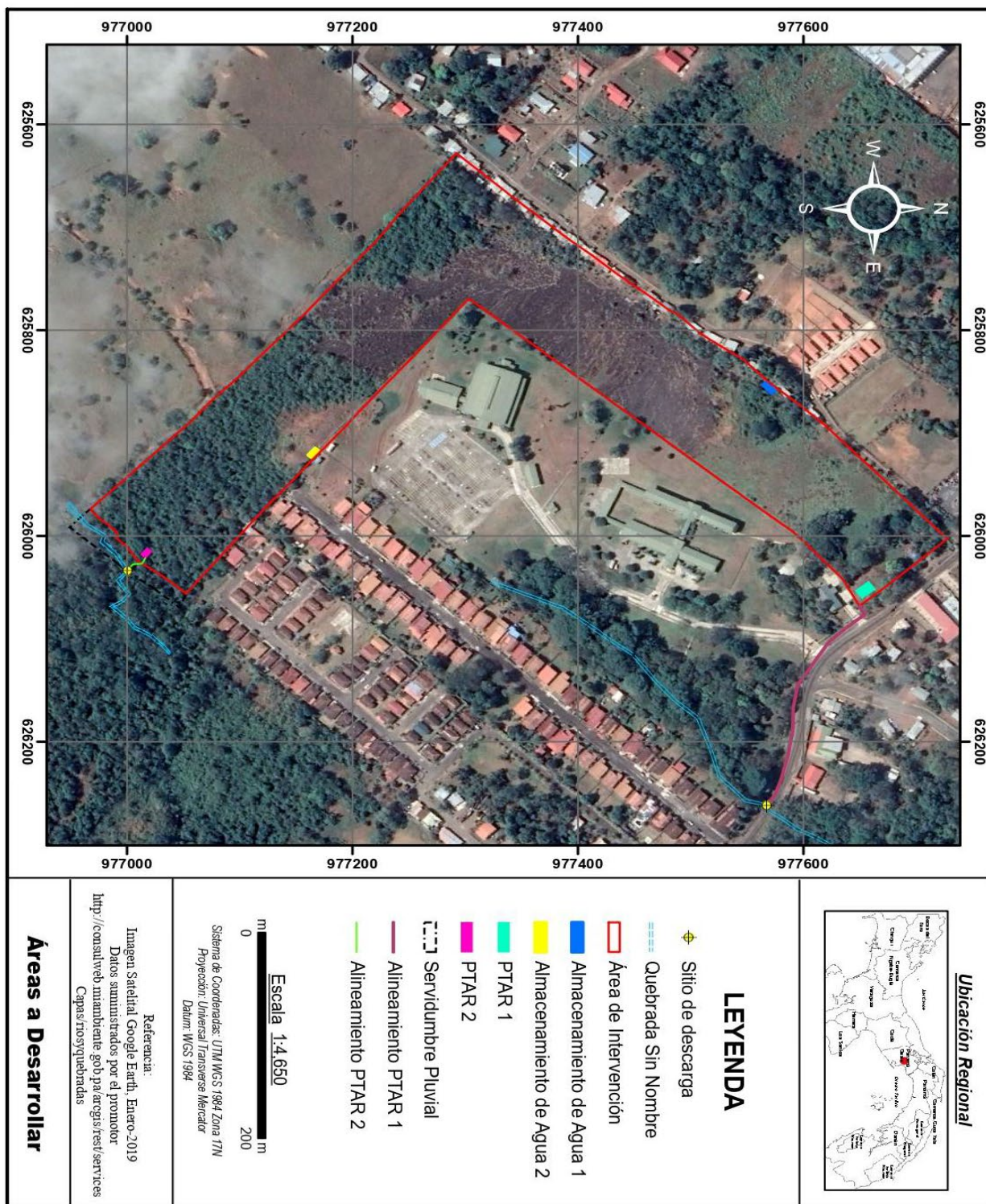
El proyecto como se ya indico contará con dos plantas de tratamientos, las cuales descargarán sus aguas en las siguientes fuentes hídricas:

- **Quebrada Perdiz**
- **Quebrada Sin Nombre**

Por lo anterior mencionado, se ha realizado un aforo esporádico en ambas fuentes, para determinar el caudal de cada una de ellas.

1. MAPA DE LOCALIZACIÓN REGIONAL.

El proyecto se encuentra ubicado en el corregimiento de Feuillet, distrito de La Chorrera, provincia de Panamá Oeste.



1. UBICACIÓN EXACTA DE LOS SITIOS DE AFOROS

COORDENADAS UTM DEL SITIO DE LOS AFOROS:

Aforo No. 1: 626244 m E 977557 m N

Aforo No. 2: 626104 m E 977012 m N

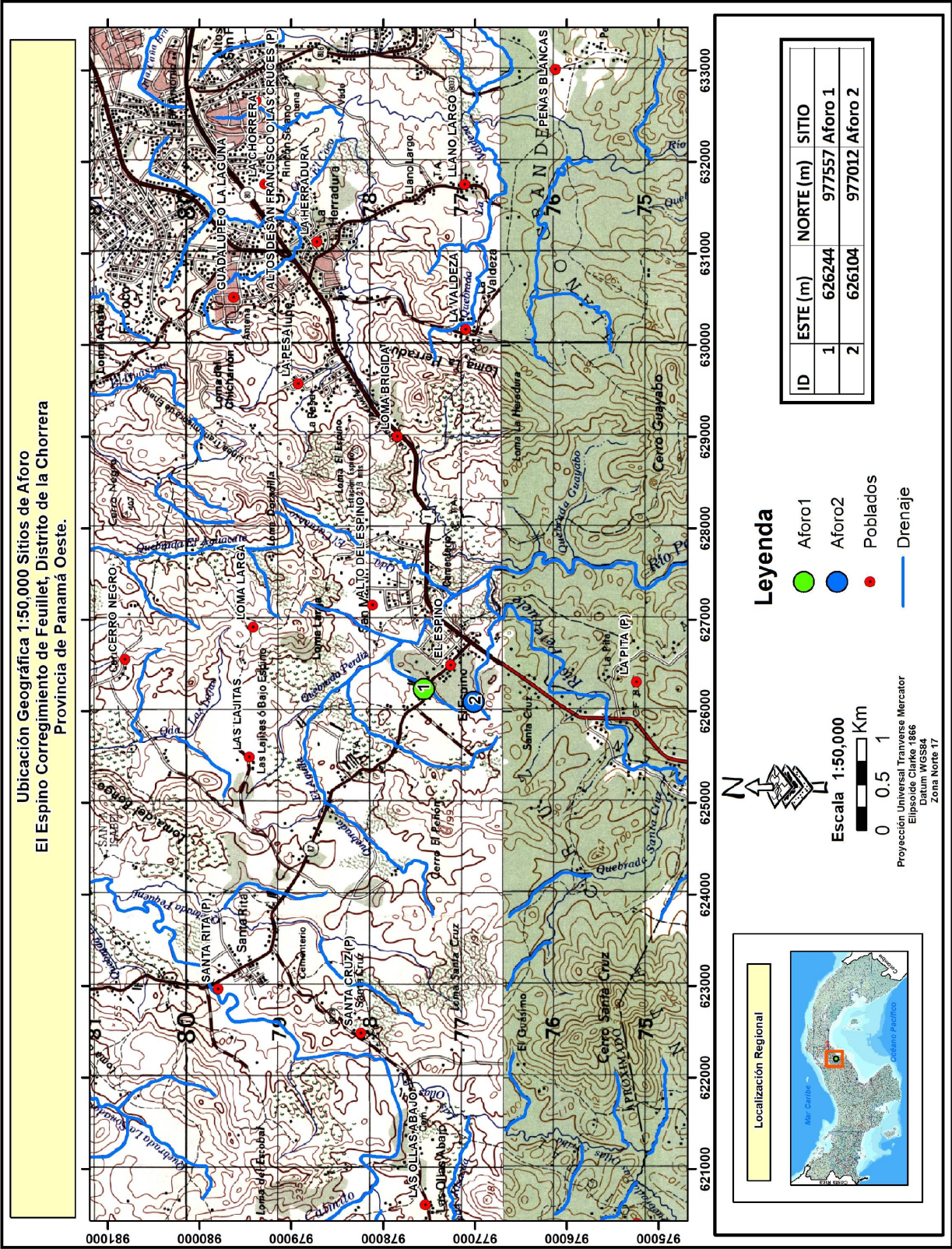
Fotografía N°1. Punto del Aforo No.1 - Quebrada Perdiz



Fotografía N°2. Punto del Aforo No.2 - Quebrada Sin Nombre



1.1. MAPA COORDENADAS EN UTM DE LOS SITIOS DE LOS AFOROS.



1.2. IDENTIFICAR SI EL PROYECTO O ALGUNA INFRAESTRUCTURA ESTÁN DENTRO DE ALGUNA ÁREA PROTEGIDA.

Ninguna infraestructura del proyecto en mención, **se encuentra dentro de alguna de las áreas protegidas de nuestro país.**

2. DEFINICIÓN DEL RÍO PRINCIPAL.

El proyecto en cuestión se localiza dentro de la cuenca que agrupa los ríos entre Antón y Caimito, denominada como la número 138 en el sistema regional.

Esta Cuenca se encuentra en la Provincia de Panamá y parte en la Provincia Coclé entre el Río Antón y el Río Caimito, sus coordenadas son, 8° 20' y 8° 50' de latitud Norte y 79° 45' y 80° 15' de longitud Oeste, esta consta con un área de drenaje total de 1,488 km² una elevación máxima de 1,100 msnm y una elevación media de 1.24% y un factor de forma de $P = 335 \text{ km.}$, $F = 2.38$. Los Ríos principales son el Río Chame y el Río Perequeté, cuyas áreas de drenaje son 194 km² y 156 Km² respectivamente.

La cuenca presenta un drenaje de tipo radial debido al nacimiento de los mismos en el antiguo Volcán del Valle de Antón.

Dentro de la cuenca 138 existían dos estaciones medidoras de caudal, ambas limnimétricas una ubicada en el río Chame y la otra en el río Perequeté. Estas estaciones fueron eliminadas por parte de ETESA.

2.1. CAUDALES PROMEDIOS MENSUALES Y MINIMOS DIARIOS DE LA ESTACIÓN HIDROLÓGICA MÁS PRÓXIMA (M³/S).

Los análisis relacionados con la cantidad del recurso hídrico se han efectuado a partir de los datos recogidos por ETESA en las estaciones que se indican en el cuadro N°1.

Tabla N°1.
Estaciones Hidrométricas en la Cuenca del Río Caimito

ESTACION #	RIO	LUGAR	AREA DE DRENAJE (km ²)	ELEVACION (msnm)	FECHA DE INSTALACION
140-01-01	Caimito	El Chorro	293	20	03-1956
140-01-02	Caimito	El Trapichito	236	40	03-1972
140-02-01	Aguacate	Cerro Silvestre	36.6	25	012-1972

Fuente: Catastro de caudales-ETESA.

Tabla N°2.
Caudales Promedios Mensuales (m³/s) 1956-1973
Estación 140-01-01 (Caimito El Chorro)

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	PROM ANUAL
Prom	3.64	6.13	6.82	9.64	14.1	20.3	18.8	11.8	4.80	2.72	1.51	1.29	8.47
Max	10.9	23.2	15.7	20.0	28.6	38.5	28.7	24.4	11.1	5.18	3.30	2.61	38.5
Min	0.937	1.08	1.21	3.27	2.41	4.24	9.81	6.15	3.04	1.53	0.981	0.595	0.595
Desv	2.96	5.34	4.02	5.53	7.33	9.60	5.72	5.83	1.92	1.855	0.560	0.507	2.90
C.V.	0.812	0.870	0.590	0.574	0.518	0.473	0.304	0.493	0.401	0.314	0.371	0.393	0.342

Fuente: Catastro de caudales-ETESA.

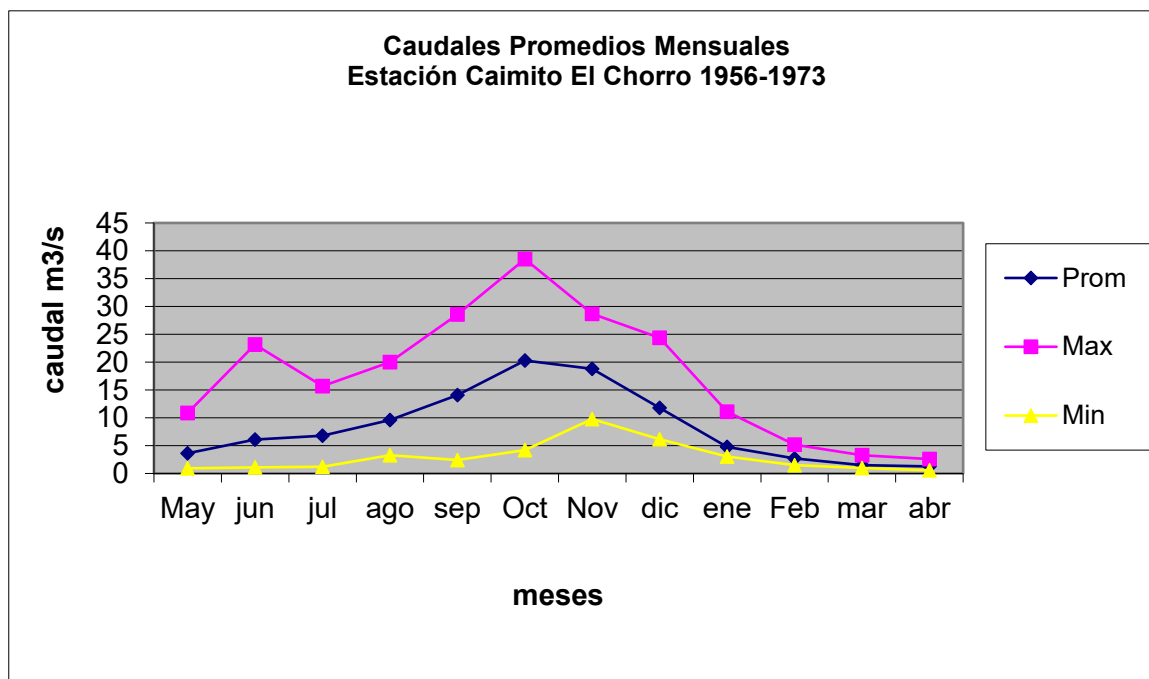


Tabla N°3.
Caudales Mínimos Diarios (m³/s) 1956-1973
Estación 140-01-01 (Caimito El Chorro)

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	PROM ANUAL
Min	0.510	0.620	0.775	1.97	1.45	1.66	2.96	2.65	2.10	1.12	0.708	1.025	0.125

Fuente: Catastro de caudales-ETESA.

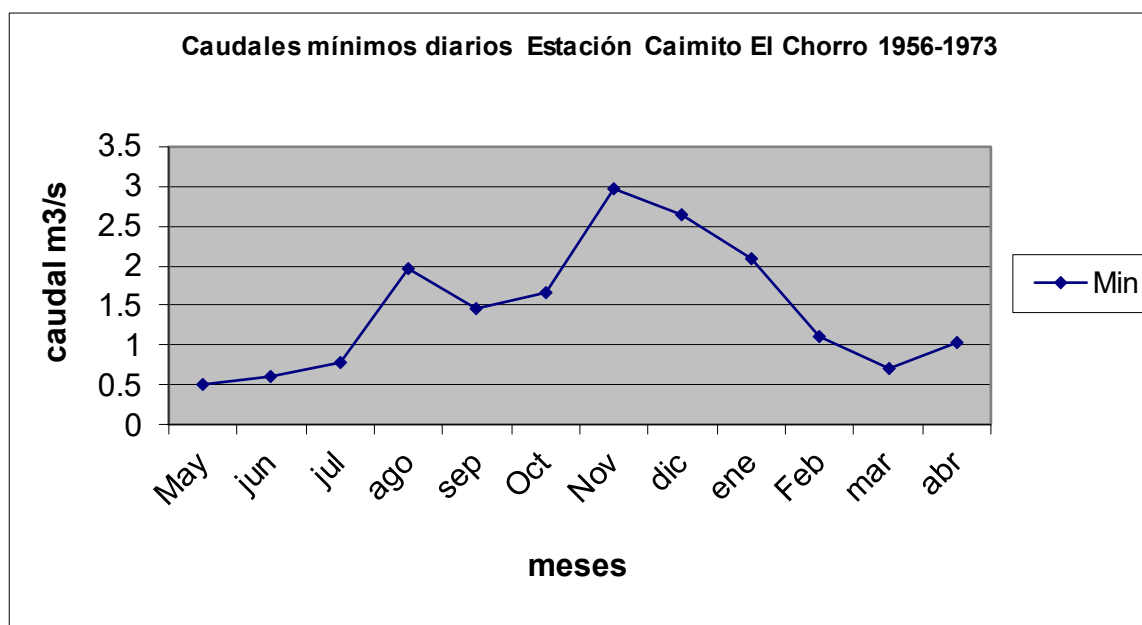


Tabla N°4.
Caudales promedios mensuales (m³/s) 1973-1988
Estación 140-01-02 (Caimito El Trapichito)

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	PROM ANUAL
Prom	3.22	6.29	5.88	8.03	11.4	19.9	18.3	9.15	4.36	2.63	1.77	2.13	7.78
Max	10.1	14.1	11.8	14.7	22.6	36.1	41.3	19.8	6.80	4.95	3.46	7.38	41.3
Min	1.11	3.36	1.76	1.48	6.95	9.27	9.22	3.46	1.99	1.18	0.794	0.506	0.506
Desv	2.28	2.93	3.11	4.54	4.95	8.14	8.20	4.45	1.63	0.989	0.782	1.86	2.42
C.V.	0.707	0.467	0.529	0.565	0.435	0.410	0.449	0.486	0.375	0.376	0.441	0.875	0.311

Fuente: Catastro de caudales-ETESA.

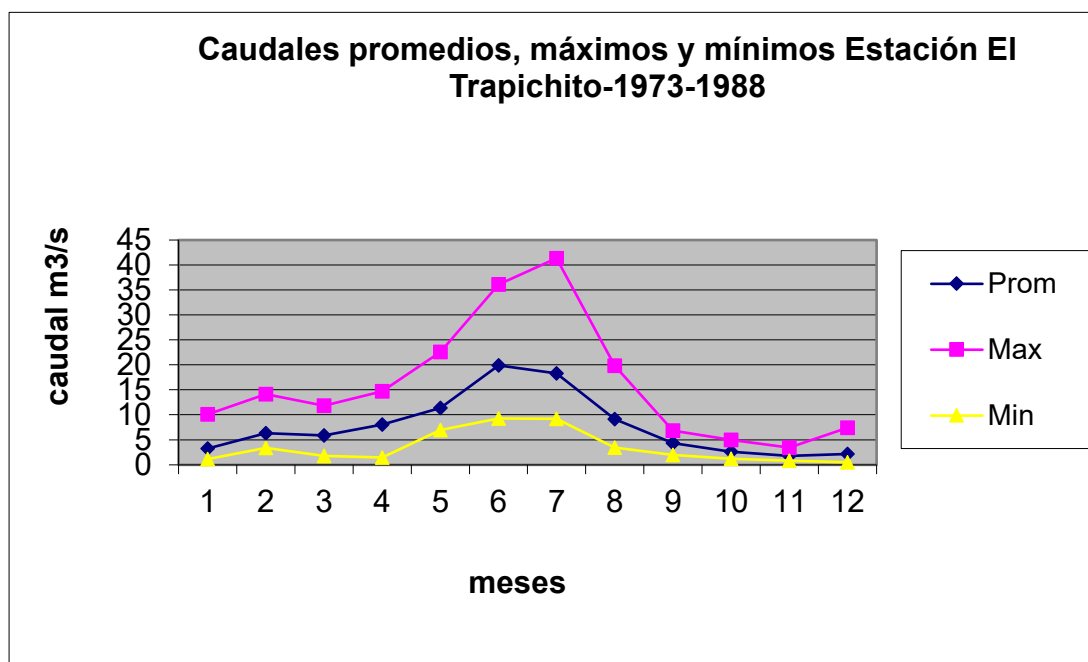


Tabla N°5.
Caudales Mínimos Diarios (m³/s) 1973-1988
Estación 140-01-02 (Caimito El Trapichito)

AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	PROM ANUAL
Min	0.379	0.880	1.18	0.880	0.880	3.45	4.74	2.57	1.60	1.02	0.634	0.405	0.379

Fuente: Catastro de caudales-ETESA.

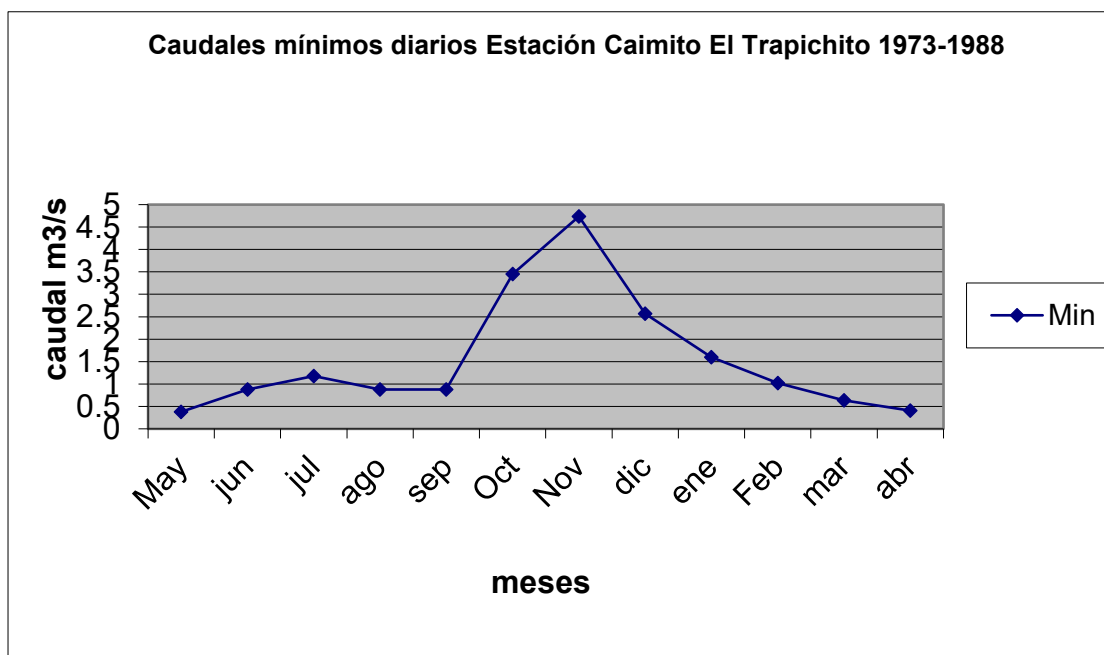


Tabla N°6.
Balance Hídrico para la cuenca del río Caimito
Río Caimito, cuenca (140)

Río Caimito	SUB CUENCA		Área (Km ²)	P (mm)	ETP (mm)	ETR (mm)	R (mm)	Caudal Q(m ³ /s)	Caudal Esp. (l/s/Km ²)	Coef. Escorrentía
	Nombre	N°								
	Trapichito	1	261	2052	1200	1068	984	8.1	31.2	0.48
	Chorro	2	36.7	2143	1200	1080	1063.4	1.2	33.7	0.49
	Puerto Caimito	3	155.3	2178	1200	1080	1098	5.4	34.8	0.5

Fuente: ETESA

3. COMPORTAMIENTO CLIMÁTICO.

Predomina en la cuenca el clima tropical de sabana (52%), con temperaturas que fluctúan para Capira entre 25.6°C (117 msnm.) y 27°C para Sorá (500 msnm.) entre 22.7° C y 24.6° C. En la estación de San Carlos 12 msnm. la temperatura fluctúa entre 26.4° C y 27.5° C.

La cuenca registra una precipitación media anual de 1750 mm, la distribución espacial de las lluvias es heterogénea, presenta una disminución gradual desde la parte media de la cuenca con precipitaciones anuales de 2500 mm, hacia el litoral con valores de 1500 mm. El 88% de las lluvias ocurren entre los meses de mayo a noviembre y el 12% restante se registra entre los meses de diciembre a abril.

Una temperatura promedio anual igual o mayor de 26°C con por lo menos cuatro de los doce meses efectivamente secos, ecológicamente está área se encuentra bajo la influencia de la zona de vida del bosque húmedo Premontano, caracterizada porque en ella incide una precipitación anual con un rango que varía de 1,450 a 2,00 milímetros y una biotemperatura media anual de 24°C.

4. AFOROS ESPORADICOS.

El día 20 de Julio de 2020, se realizó el aforo por el método de flotador en la Quebrada Perdiz y el la Quebrada Sin Nombre, perteneciente a la Cuenca No.138 denominada Cuenca de los ríos entre Antón y Caimito.

Los aforos se realizaron en las siguientes coordenadas UTM:

Aforo No. 1- Quebrada Perdiz: 626244 m E 977557 m N

Aforo No. 2- Quebrada Sin Nombre: 626104 m E 977012 m N

- **Metodología.**

Los aforos se realizaron utilizando el método de flotador, el cual es un método de campo, sencillo y rápido para estimar el caudal de agua que pasa en una sección transversal de ambas Quebradas.

Con este método se calcula las velocidades superficiales de la corriente de un canal o río o quebrada, utilizando materiales sencillos (flotadores) que se puedan visualizar y cuya recuperación no sea necesaria.

La para estimación de caudales con este método se utilizan variables determinadas.

Para la realización de estos aforos esporádicos se utilizaron equipo y materiales:

- Un reloj con cronometro
- Una cinta métrica
- Una botella plástica como flotador.

Primer Paso - Seleccionar el lugar adecuado.

Para ambos aforos se seleccionó un tramo uniforme, sin piedras grandes, ni troncos de árboles, en el que el agua fluya libremente, sin turbulencias ni impedimento.

Segundo Paso - Medición de velocidad.

Aforo No. 1- Quebrada Perdiz:

En el tramo seleccionado se ubicó dos puntos A (inicio) y B (llegada) y medir la distancia, de 5 metros, una persona se ubicó en el punto A con el flotador y otro en el punto B con el reloj de cronómetro y se midió el tiempo de recorrido del flotador del punto A al punto B, donde se realizó tres mediciones y se calculó el promedio.

Tabla N°7.
Resultados De Mediciones De Tiempo De Recorrido.

PRUEBAS	DISTANCIA (M)	TIEMPO (S)
1	5	70
2	5	68
3	5	66
PROMEDIO	5	68

Luego, la velocidad superficial se determina dividiendo la distancia recorrida entre el tiempo promedio del viaje del flotador.

$$\text{Velocidad superficial} = \text{Distancia} / \text{Tiempo Promedio}$$

$$V_s = 5 \text{ m} / 68 \text{ (s)} = 0.07 \text{ m/s}$$

Como la velocidad superficial, es necesario corregir, la medición del flotador multiplicándolo por coeficiente corrección de velocidad que varía de 0.65 a 0.80., para ríos la misma que debe ser de 0.65 para pequeños caudales (acequias) y de para grandes caudales (ríos).

$$V_p = (K) (V_s)$$

$$V_p = (0.80) (0.07) = 0.056 \text{ m/s}$$

- **V_s = velocidad superficial.**
- **K = coeficiente de corrección de la velocidad superficial es 0.80.**
- **V promedio = Velocidad promedio.**

Foto N° 3. REALIZACIÓN DEL AFORO EN LA QUEBRADA PERDIZ UTILIZANDO POR EL MÉTODO FLOTADOR.



Aforo realizado el 20 de julio de 2020, en la Quebrada Perdiz, a la 4:25 p.m.

Tercer Paso - mediación del área de la sección de transversal de la quebrada.

En el tramo seleccionado se ubicó la sección o el ancho del río que presente las condiciones promedios y en la que se facilite la medición del área trasversal, un método práctico con aceptable aproximación para calcular el área trasversal, es tomar la altura promedio. Esto consiste en dividir el ancho del río por lo menos tres partes y medir la profundidad en cada punto para luego calcular el promedio

Se calculó, la profundidad promedio de conformidad con los valores anteriormente una vez se ha determinado el valor promedio de la profundidad se procedió a realizar la medición del ancho del río. El área de la sección transversal AT del río se calcula con base en la siguiente ecuación.

$A_t = \text{ancho} \times \text{Profundidad promedio} = h_m \times A_r$ (ecuación medición del ancho del río).

En la medición de la sección transversal de la medición del espejo de agua de 4 metros de la quebrada Perdiz, no era uniforme, por lo que se dividió en segmentos de 0.80 metros de largo, donde se obtuvo 5 segmentos con las siguientes profundidades y cálculo de área.

**Tabla N°8.
Medición de Profundidades y Cálculo De Area.**

CANTIDAD	PROFUNDIDAD (M)	ÁREA (M ²)
1.	0.31	0.24
2.	0.32	0.25
3.	0.35	0.28
4.	0.32	0.25
5.	0.30	0.24
TOTAL		1.26

Considerando la suma $A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 + A_6 + \dots$

Finalmente al multiplicar el área de la sección trasversal (A) por la velocidad promedio del flujo de velocidad (velocidad promedio), se obtiene el caudal (Q) para la corriente aforada.

$Q = (A) (V \text{ promedio}) = (1.26 \text{ m}^2) (0.056 \text{ m/s}) = 0.07056 \text{ m}^3/\text{s}$ para transformarlo en litros por segundo

Caudal de la Quebrada Perdiz =

$$Q = (0.07056 \text{ m}^3/\text{s}) (1000 \text{ lts} / 1 \text{ m}^3) = 70.56 \text{ lts} / \text{s}$$

Aforo No. 2- Quebrada Sin Nombre:

En el tramo seleccionado se ubicó dos puntos A (inicio) y B (llegada) y medir la distancia, de 5 metros, una persona se ubicó en el punto A con el flotador y otro en el punto B con el reloj de cronómetro y se midió el tiempo de recorrido del flotador del punto A al punto B, donde se realizó tres mediciones y se calculó el promedio.

**Tabla N°7.
Resultados De Mediciones De Tiempo De Recorrido.**

PRUEBAS	DISTANCIA (M)	TIEMPO (S)
1	5	85
2	5	90
3	5	89
PROMEDIO	5	88

Luego, la velocidad superficial se determina dividiendo la distancia recorrida entre el tiempo promedio del viaje del flotador.

Velocidad superficial = Distancia / Tiempo Promedio

$$V_s = 5 \text{ m} / 88 \text{ (s)} = 0.05 \text{ m/s}$$

Como la velocidad superficial, es necesario corregir, la medición del flotador multiplicándolo por coeficiente corrección de velocidad que varía de 0.65 a 0.80., para ríos la misma que debe ser de 0.65 para pequeños caudales (acequias) y de para grandes caudales (ríos).

$$V_p = (K) (V_s)$$

$$V_p = (0.80) (0.05) = 0.045 \text{ m/s}$$

- **V_s = velocidad superficial.**
- **K = coeficiente de corrección de la velocidad superficial es 0.80.**
- **V promedio = Velocidad promedio.**

**Foto N° 3. REALIZACIÓN DEL AFORO EN LA QUEBRADA SIN NOMBRE
UTILIZANDO POR EL MÉTODO FLOTADOR.**



Aforo realizado el 20 de julio de 2020, en la Quebrada Perdiz, a la 5:05 p.m.

Tercer Paso - mediación del área de la sección de transversal de la quebrada.

En el tramo seleccionado se ubicó la sección o el ancho del río que presente las condiciones promedios y en la que se facilite la medición del área trasversal, un método práctico con aceptable aproximación para calcular el área trasversal, es tomar la altura promedio. Esto consiste en dividir el ancho del río por lo menos tres partes y medir la profundidad en cada punto para luego calcular el promedio

Se calculó, la profundidad promedio de conformidad con los valores anteriormente una vez se ha determinado el valor promedio de la profundidad se procedió a realizar la medición del ancho del río. El área de la sección transversal AT del río se calcula con base en la siguiente ecuación.

At = ancho x Profundidad promedio = hm x Ar (ecuación medición del ancho del río).

En la medición de la sección transversal de la medición del espejo de agua de 4 metros de la quebrada Sin Nombre, no era uniforme, por lo que se dividió en segmentos de 0.80 metros de largo, donde se obtuvo 5 segmentos con las siguientes profundidades y cálculo de área.

**Tabla N°8.
Medición de Profundidades y Cálculo De Área.**

CANTIDAD	PROFUNDIDAD (M)	ÁREA (M ²)
1.	1.50	1.20
2.	1.71	1.37
3.	1.72	1.37
4.	1.65	1.32
5.	1.52	1.22
TOTAL		6.48

Considerando la suma $A1+A2+A3+A4+A5+A6+.....$

Finalmente al multiplicar el área de la sección transversal (A) por la velocidad promedio del flujo de velocidad (velocidad promedio), se obtiene el caudal (Q) para la corriente aforada.

$Q = (A) (V \text{ promedio}) = (6.48 \text{ m}^2) (0.045 \text{ m/s}) = 0.2916 \text{ m}^3/\text{s}$ para transformarlo en litros por segundo

Caudal de la Quebrada Sin Nombre =

$$Q = (0.2916 \text{ m}^3/\text{s}) (1000 \text{ lts} / 1 \text{ m}^3) = 291.60 \text{ lts} / \text{s}$$

5. CONCLUSIONES

De acuerdo con las especificaciones técnicas de las dos Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) y el resultado de los aforos realizados en ambas fuentes hídricas, tenemos los siguientes datos:

PTAR	VOLUMEN DE DESCARGA EN GALONES POR DÍA	VOLUMEN DE DESCARGA EN LITROS POR SEGUNDOS	SITIO DE LA DESCARGA	CAUDAL DE LA QUEBRADA SEGÚN EL AFORO EN LITROS POR SEGUNDO
ETAPA No.1	103,600	4.54	Quebrada Perdiz	70.56
ETAPA No.2	66,800	2.93	Quebrada Sin Nombre	291.60

En base a los datos, presentados en la tabla anterior, podemos concluir que ambas fuentes, Quebrada Perdiz y la Quebrada Sin Nombre, poseen un caudal mayor a los volúmenes que serán descargados por las dos Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) a instalar en el proyecto **SENDEROS DEL ESPINO**.

6. BIBLIOGRAFIA.

ANAM. 1998. Ley 41 de 1998, por la cual se dicta la Ley General de Ambiente de la República de Panamá y se crea la Autoridad Nacional del Ambiente. Panamá.

ANAM. 2008. Balances hídricos mensuales oferta-demanda por cuencas hidrográficas y propuesta de modernización de las redes de medición hidrometeorológica. Consultoría realizada por el IMTA. Panamá.

ETESA. 2001. Datos del balance hídrico superficial de Panamá 1971-2001. Panamá.

IRHE. (1993). Catastro de caudales mensuales y aforos esporádicos en ríos y quebradas de la República de Panamá. Panamá.

ANAM. 2014. Sistema Nacional de Áreas Protegidas. Panamá.