

2022

**ESTUDIO HIDROLOGICO QUEBRADA SIN NOMBRE
AFLUENTE DE LA QUEBRADA MARÍA HERNANDEZ**

PROYECTO:

**ESTACIÓN DE COMBUSTIBLE Y LOCALES
COMERCIALES**

**Corregimiento Las Cumbres, Distrito de Panamá,
Provincia de Panamá**

**ELABORADO A SOLICITUD DE
Inversiones MO CHENG, S.A.**



Técnico

**Ing. Hector A. Mojica P.
ID. 7,839-15**

Hidrogeología, Cuencas Hidrográfica y Medio Ambiente.



Contenido

1. INTRODUCCIÓN	1
2. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DEL PROYECTO “ESTACIÓN DE COMBUSTIBLE Y LOCALES COMERCIALES”	2
Mapa 1. Localización Regional del Proyecto.....	3
Mapa 2. Topográfico de Ubicación del Proyecto.....	4
3. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA MICROCUENCA QUEBRADA SIN NOMBRE	5
3.1 Cuenca hidrográfica Río Juan Díaz.	5
3.2 Red de drenaje de la Quebrada Sin Nombre.	6
Mapa 3. Red de drenaje Quebrada Sin Nombre.	7
4. GEOLOGÍA.....	8
Cuadro 1. Clasificación geológica.....	8
Mapa 4. Geología de la microcuenca.....	9
5. TEXTURA DE SUELO	10
Cuadro 2. Textura de suelo del área de estudio.	10
6. CAPACIDAD AGROLÓGICA DE LOS SUELOS	11
Cuadro 3. Clasificación de la Capacidad Agrológica de los suelos del área bajo estudio.	11
7. TOPOGRAFÍA	11
Mapa 5. Capacidad agrologica de la microcuenca.....	12
Mapa 6. Curvas de nivel de la microcuenca.....	13
8. COBERTURA BOSCOSA Y USOS DE SUELO	14
Cuadro 4. Cobertura Boscosa y Uso de Suelo del área de estudio.	14
Mapa 7. Cobertura y usos de suelos de la microcuenca.....	16
9. CLIMA Y ZONA DE VIDA.....	17
9.1 Clima Subecuatorial con estación seca prolongada.....	17
9.2 Zonas de vida según Holdridge.	17
Cuadro 5. Clasificación de Zonas de vida según Holdridge.	18
9.3 Bosque Humedo Tropical.	19
Mapa 8. Zonas de vida según Holdridge.	20
10. DISTRIBUCIÓN DE LA PRECIPITACIÓN	21
Mapa 9. Isoyetas del área de estudio.	22
11. INFORMACIÓN BÁSICA.....	23
11.1 Información cartográfica existente.	23

11.2 Información meteorológica.....	23
Mapa 10. Localización de estaciones meteorológicas.....	24
12. COMPORTAMIENTO CLIMÁTICO DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	25
12.1 Precipitación.....	25
Cuadro 6. Registro de Precipitación estación Tocumen.	25
Cuadro 7. Comportamiento de la temporada seca y lluviosa.....	26
12.2 Temporada seca.	26
12.3 Período de transición de la estación seca a la lluviosa.	26
12.4 Período lluvioso.....	27
12.5 Almacenaje de agua en el suelo.....	27
12.6 Veranillo de San Juan.	27
13. HIDROGEOLOGÍA.....	28
14. BALANCE HIDROGEOLOGICO DE LA MICROCUENCA	28
Cuadro 8. Balance Hidrogeológico de la microcuenca de la quebrada Sin Nombre.....	29
Cuadro 9. Balance Hídrico estación Tocumen.....	30
15. CÁLCULO DE ANALISIS DE CRECIDAD PARA LA QUEBRADA SIN NOMBRE.....	31
15.1 Correlación de información de la cuenca.....	31
15.2 Zonas Hidrológicamente homogéneas.....	31
Cuadro 10. Delimitación de las regiones hidrológicamente.	32
Cuadro 11. Factores para diferentes periodos de retorno en años.....	32
15.3 Aplicación método análisis regional de crecidas máximas.	33
15.4 Tabla de resultados de crecidas para el sitio de estudio.	35
16. CONCLUSIONES	36
17. RECOMENDACIONES	37
18. BIBLIOGRAFÍA.....	38
19. ANEXOS	39
A.1 Mapas de zonas hídricas de la República de Panamá.....	39
A.2 Cedula de representante legal del promotor.	39
A.3 Certificado de Registro Público.....	39

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe hidrológico de la Quebrada Sin Nombre afluente, ha sido desarrollado para el proyecto: ESTACIÓN DE COMBUSTIBLE Y LOCALES COMERCIALES, cuyo promotor Inversiones MO CHENG, S.A., registrada en (Persona Jurídica) Folio No. 155729753, Desde el martes 15 de noviembre 2022, cuyo representante legal es el Sr. German Mo Chen, con cédula No. 3-735-1573. Este estudio complementa al Estudio de Impacto Ambiental para el proyecto, ya que se identificaron en las proximidades del predio donde se ejecutará, cauces de agua que pueden afectar el funcionamiento de la futura obra y las áreas circundantes.

El objetivo principal del estudio hidrológico es definir los cuerpos de agua que circundan el proyecto, tanto externa como internamente y determinar los caudales máximos de diseño requeridos. Por su parte, el estudio hidrológico tiene como objetivo definir los niveles máximos de crecidas. Se presenta el estudio del cuerpo de agua en este informe, por requerimientos del Ministerio de Ambiente de analizar las planicies inundables de manera integral.

Para el análisis se revisaron los datos meteorológicos de la zona bajo estudio, se identificaron las estaciones de precipitación y se determinaron parámetros, entre otros. Para la hidrología se determinaron de manera integral las superficies de drenajes y pendientes, para la Quebrada Sin Nombre, objeto del estudio.

En el informe se presenta una descripción general de la cuenca hidrográfica N°144 Río Juan Díaz detallada de la micro cuenca de la Quebrada Sin Nombre incluyendo, localización y descripción general del área, cálculo de caudal máximo de diseño y morfometría general de la microcuenca.

Finalmente se presenta los resultados obtenidos, las conclusiones y recomendaciones.

2. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DEL PROYECTO “ESTACIÓN DE COMBUSTIBLE Y LOCALES COMERCIALES”

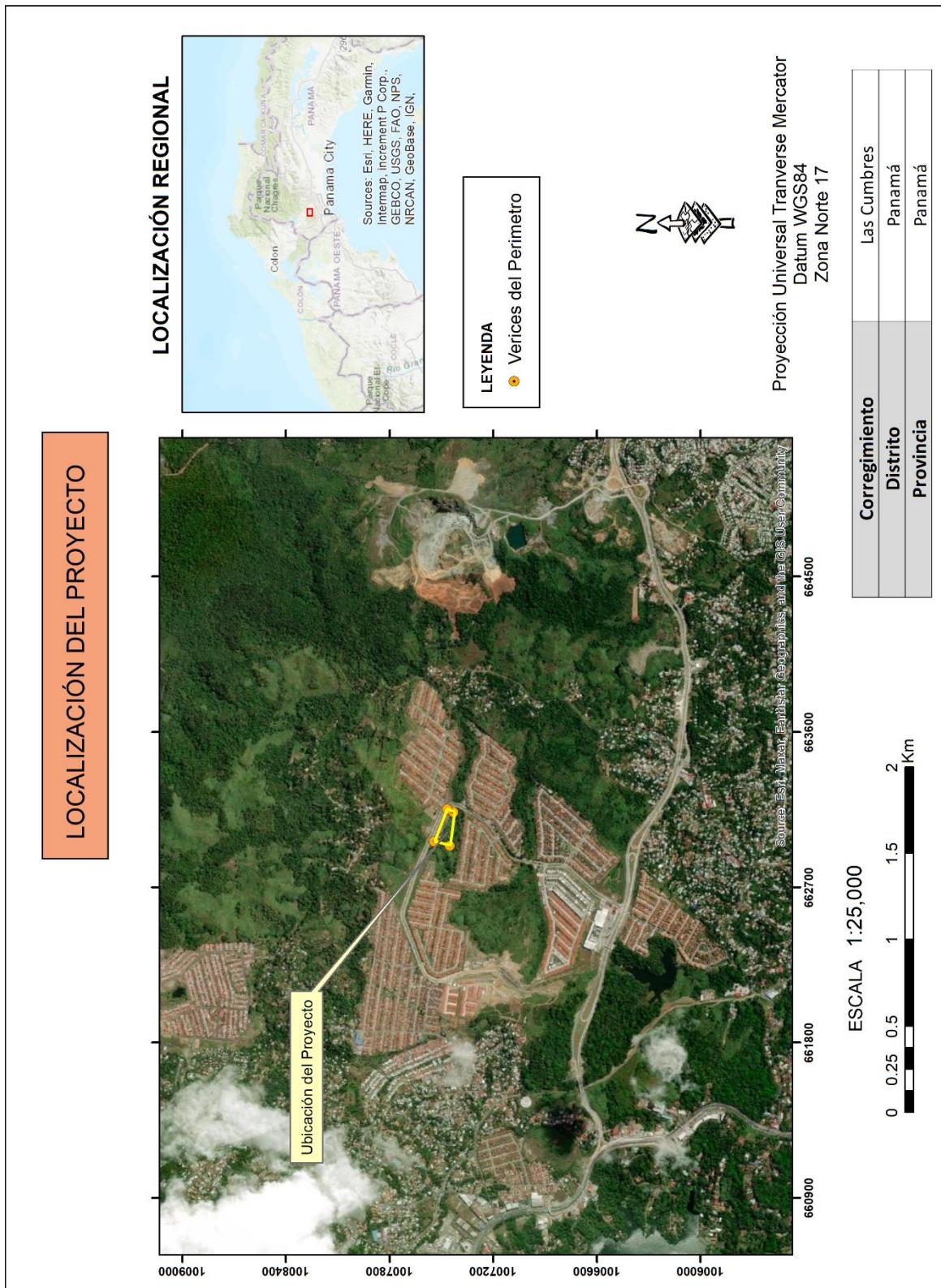
El proyecto denominado “*ESTACIÓN DE COMBUSTIBLE Y LOCALES COMERCIALES*” se encuentra localizado geográficamente a 79°39'42.38” de longitud oeste y 09°06'28.18” de latitud norte. El proyecto está ubicado en el corregimiento de Las Cumbres, perteneciente al distrito de Panamá, provincia de Panamá, aproximadamente a 2.5 km hasta la vía Transístmica.

El corregimiento de Las Cumbres limita al norte con los corregimientos de Alcalde Díaz Y Chilibre en el distrito de Panamá, al este con el corregimiento de Ernesto Córdoba Campos, al oeste con el corregimiento de Ancón y al sur con el distrito de San Miguelito.

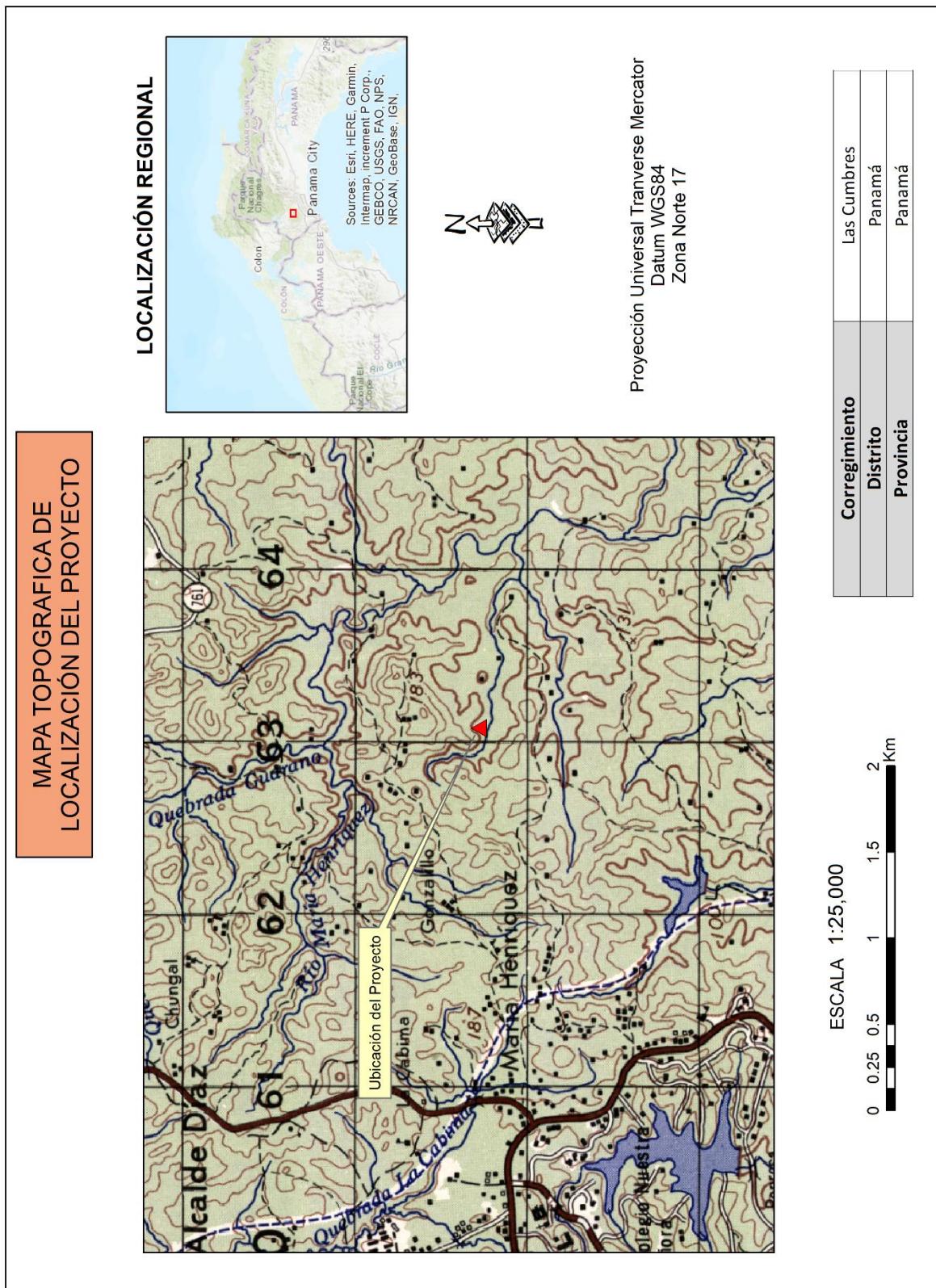
De acuerdo con los datos recolectados en el último Censo Poblacional de la República de Panamá (año 2010), la población en el corregimiento de las Cumbres es de 32,867, de los cuales 16,582 son hombres y 16,285 son mujeres distribuidos en lugares poblados.

El proyecto *ESTACIÓN DE COMBUSTIBLE Y LOCALES COMERCIALES*, su proyecto tiene como desarrollo la construcción en el corregimiento de Las Cumbres, distrito de Panamá, provincia de Panamá.

Mapa 1. Localización Regional del Proyecto.



Mapa 2. Topográfico de Ubicación del Proyecto.



3. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA MICROCUENCA QUEBRADA SIN NOMBRE

La microcuenca de la Quebrada Sin Nombre, objeto de este estudio hidrológico, pertenece a la región hídrica Pacífico Central (*ver mapa A.1 en anexos*). Esta región cubre a la región parte central de la provincia de Coclé y Panamá Oeste, la zona norte y oeste de la provincia de Panamá y Colón. Los cursos de agua de las cuencas hidrográficas de esta región, desembocan hacia la vertiente del océano Pacífico y también al Mar Caribe. Sus rangos de precipitación oscilan entre 1737 y 3348 mm y en el caso del distrito de Panamá, llegando hasta los 2130.55 mm. Forman parte de la cuenca hidrográfica del Río Juan Díaz, designada con el número 144 según el Proyecto Hidrometeorológico Centroamericano (**PHCA, 1967-1972**).

3.1 Cuenca hidrográfica Río Juan Díaz.

La cuenca 144 corresponde al Río Juan Díaz, se sitúa en la vertiente del Pacífico, dentro de la provincia de Panamá y ocupa una superficie de 350.74 km², representando el 0.46 % del territorio nacional. Sus límites naturales son: al norte, con la cuenca del Canal de Panamá; al sur, con la Bahía de Panamá en el Océano Pacífico; al este, con la cuenca del Río Pacora; y al oeste, con la cuenca de los Ríos entre el Caimito y Juan Díaz.

El Río Juan Díaz es un río de Panamá, que desemboca en la vertiente del Océano Pacífico, específicamente en la Bahía de Panamá, que recorre gran parte de la Provincia de Panamá. La cuenca del río Juan Díaz está ubicada hacia el sudeste de la provincia de Panamá, nace en Cerro Azul, a una altitud de 691 msnm y desemboca en la bahía de Panamá. Sus principales afluentes son los ríos Las Lajas, María Prieta, Naranjal, Palomo, la Quebrada Espavé y la Quebrada Malagueto. Tiene una longitud de 27.29 km y su cuenca hidrográfica abarca 350.74 km². La topografía de la cuenca es accidentada con una pendiente media del 12.8 %, estando el relieve compuesto por colinas y cerros bajos, tales como Cerro Bartolo, Cerro Santa Cruz, Cerro El Brujo, Cerro Batea, Cerro Viento y Cerro Bandera. Tiene numerosas cascadas en la cuenca alta, lo cual favorece el rápido

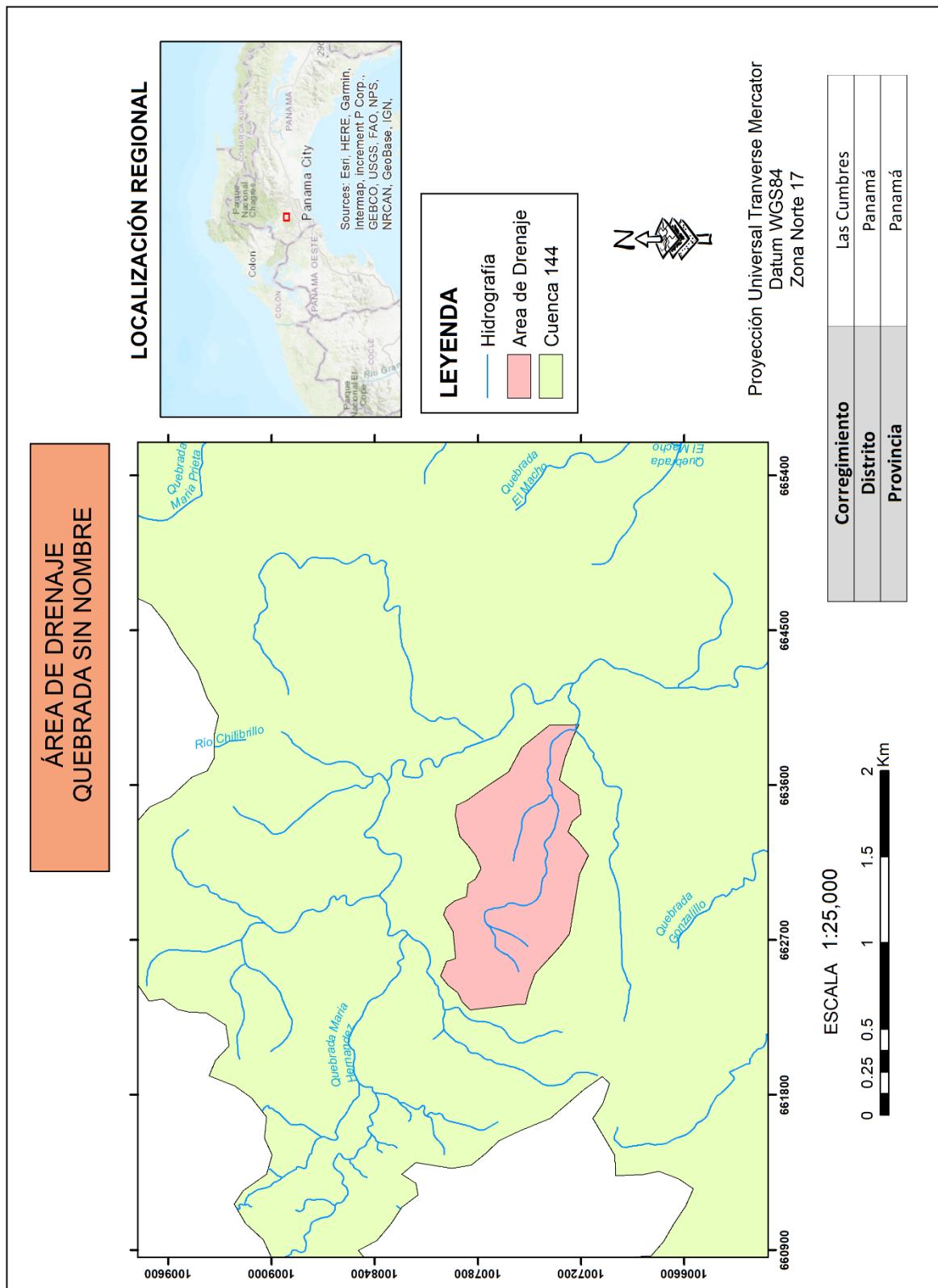
escurreimiento de las aguas superficiales y los consecuentes bajos tiempos de concentración.

La cuenca registra una precipitación media anual de 2004.6 mm para registros del año 2015.

3.2 Red de drenaje de la Quebrada Sin Nombre.

La microcuenca de la Quebrada Sin Nombre está localizada al este de la provincia de Panamá, cuenta con una superficie de drenaje de 0.89 km², representando el 0.25 % sobre el área de la cuenca 144 Río Juan Díaz, el cauce principal tiene una longitud de 2.17 kilómetros desde el punto más alto hasta el sitio de confluencia con la quebrada María Hernández. La quebrada Sin Nombre posee dos pequeños afluentes ya que es una quebrada de orden número uno (*ver mapa 3 Red de drenaje de la quebrada Sin Nombre*), la quebrada Sin Nombre hace confluencia con la quebrada María Hernández justo cerca al sureste del proyecto. El paisaje de esta microcuenca está dominado por tierras medias bajas.

Mapa 3. Red de drenaje Quebrada Sin Nombre.



4. GEOLOGÍA

Litológicamente hablando, el área de estudio se caracteriza por la presencia de Esta zona se caracteriza por afloramiento de rocas andesitas y basaltos intrusivos. Al sur muy alejada se presenta fallas normales y al oeste la falla Chame. Al sur muy alejada se presenta fallas normales y al oeste la falla Chame.

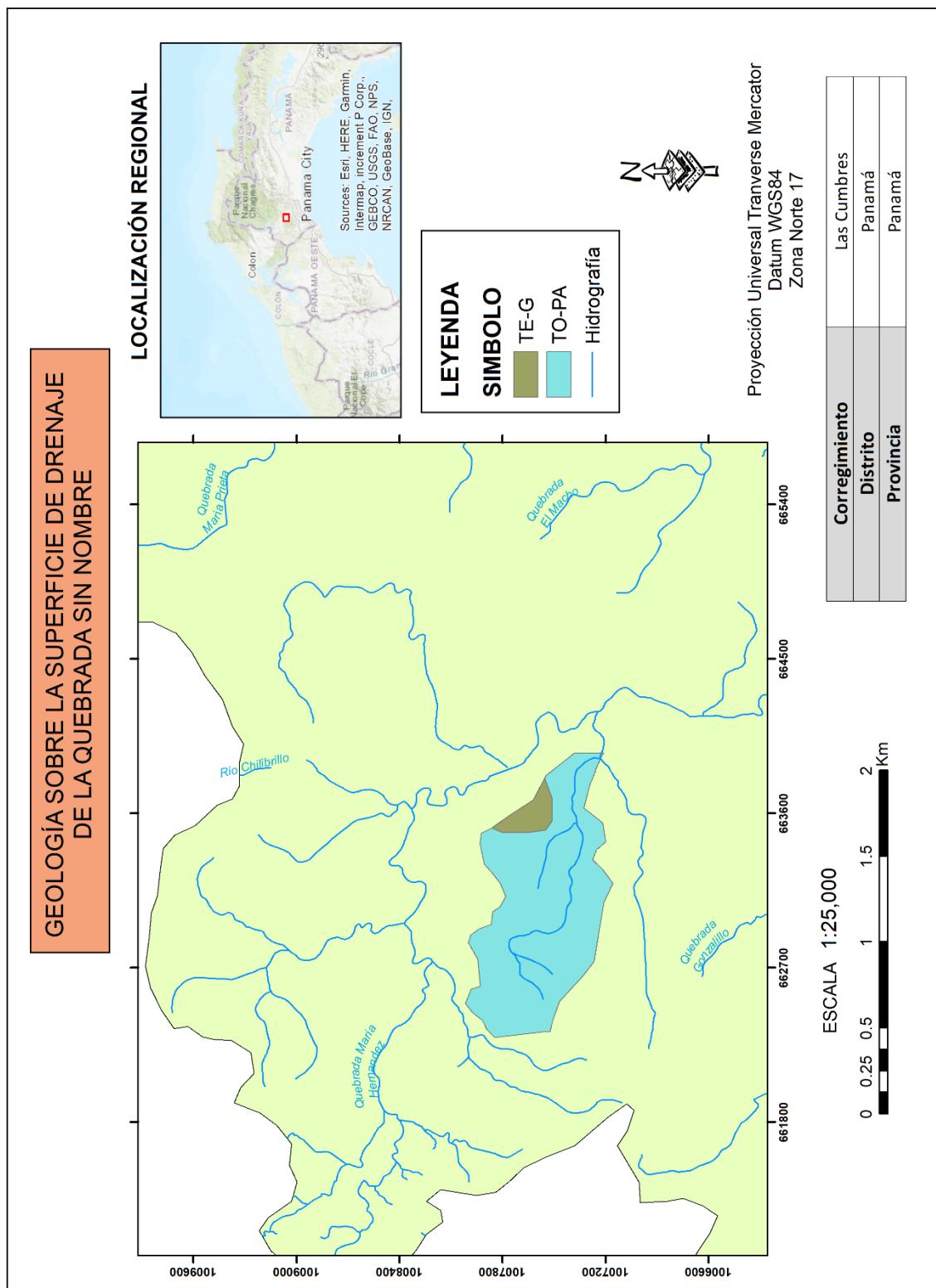
Los suelos que conforman el área, son suelos residuales productos de la meteorización de la roca madre, específicamente de la formación Gatuncillo y Panamá (fase marina); Formas sedimentarias.

Cuadro 1. Clasificación geológica.

Clasificación geológica del área de estudio					
Geología					
Grupo	Formación	Símbolo	Significado	Área (km ²)	%
Panamá	Panamá (fase marina)	TO-PA	Arenisca tobácea, lutita, tobácea, caliza algácea y foraminífera.	0.84	94.38
	Gatuncillo	TE-G	Esquistos arcillosos, lutitas, arenisca de cuarzo, caliza algácea y foraminífera.	0.05	5.62

Fuente: Tabla generada por el consultor con datos de salida de ARCGIS. Este estudio 2022.

Mapa 4. Geología de la microcuenca.



5. TEXTURA DE SUELO

Conceptualmente, la textura del suelo hace referencia al tamaño de las partículas o las cantidades relativas de arena, limo y arcilla.

La totalidad de los suelos en la superficie de drenaje de la Quebrada Sin Nombre tienen una textura de tipo arcillosa (*ver foto 1. suelo arcilloso*). Este tipo de suelos se caracterizan por: Textura fina: cuando se frota entre los dedos la apariencia es suave, lisa y a medida que se seca se adhiere a la piel. Apariencia jabonosa: cuando se le agrega agua en exceso se siente jabonosa y resbaladiza. Fácil de moldear: cuando se amasa se puede formar cintas y anillos. Alta retención de agua: almacena mucho la humedad y demora en secarse. Difícil de labrar: al ser más adhesiva, cohesiva, pegajosa y plástica que el limo, los suelos arcillosos son más difíciles de trabajar con máquinas agrícolas. Drenaje pobre: los suelos arcillosos tienen alta capacidad de retención de la humedad.



Foto 1. Suelo Arcilloso

Cuadro 2. Textura de suelo del área de estudio.

TEXTURA	ÁREA (KM ²)
Arcillosa	0.89
TOTAL	0.89

Fuente: Tabla generada por el consultor con datos del IDIAP. Este estudio 2022.

6. CAPACIDAD AGROLÓGICA DE LOS SUELOS

Los suelos se clasifican en ocho clases de tierras y se designan con números romanos, que van del I la VIII. Las tierras de clase I son las tierras óptimas, es decir, que no tienen limitaciones y a medida que aumentan las limitaciones se designan progresivamente con números romanos hasta la clase VIII. Las tierras de las clases I a IV son de uso agrícola. Las clases II y III tienen algunas limitaciones, y la clase IV es marginal para la agricultura. Las clases V, VI, VII son para uso forestal, frutales o pastos. La clase VIII son tierras destinadas a parques, áreas de esparcimiento, reserva y otras.

Los suelos de la microcuenca de la quebrada Sin Nombre se clasifican en dos clases según su capacidad de uso (*ver mapa 5. Capacidad agrológica de la microcuenca*)

Cuadro 3. Clasificación de la Capacidad Agrológica de los suelos del área bajo estudio.

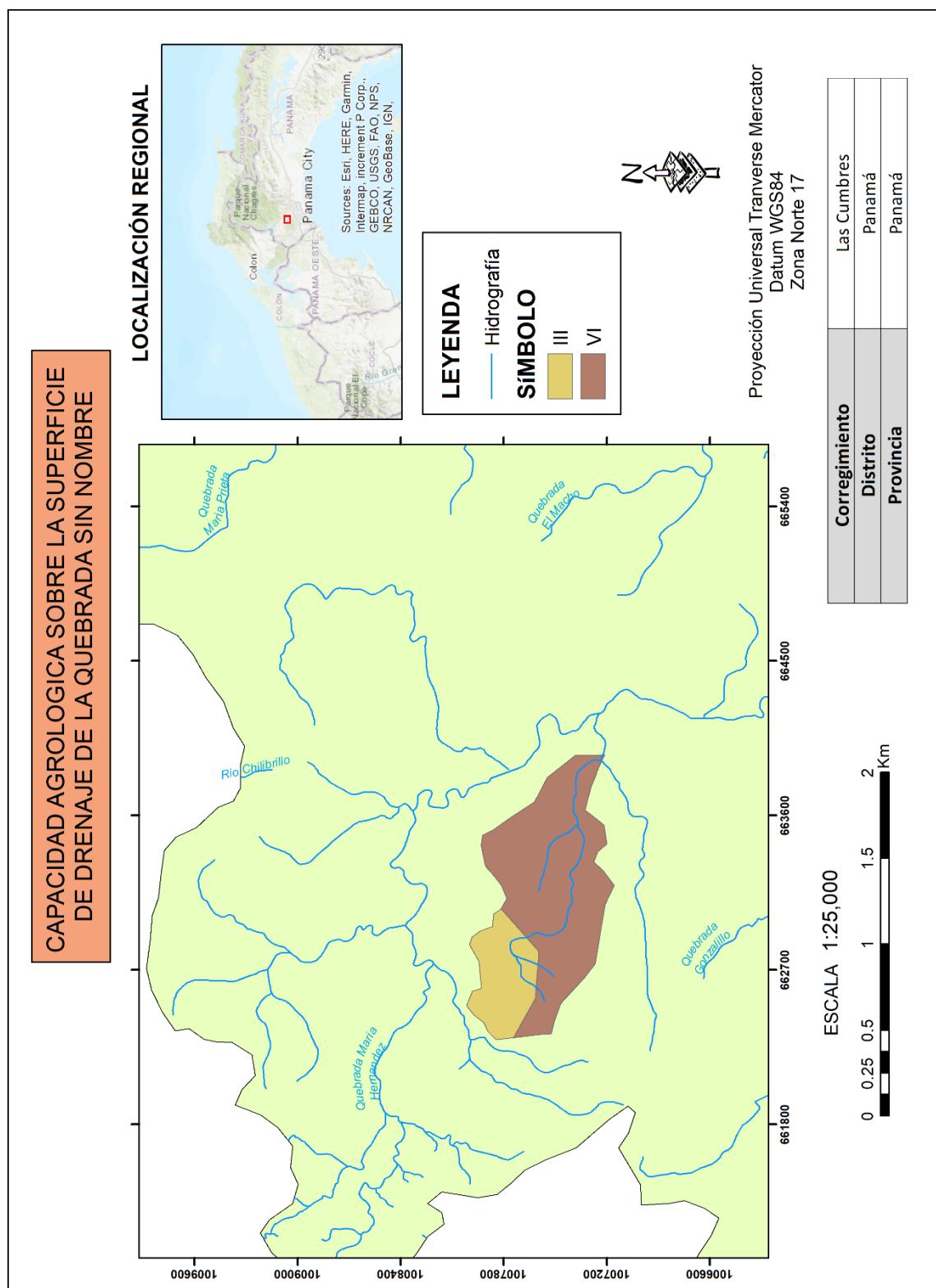
Nomenclatura	Clasificación	Área (km ²)	%
IV	No arable, con limitaciones severas, apta para bosques, pastos, tierras de reservas.	0.68	76.40
III	Arable, severas limitaciones en la selección de las plantas, requiere conservación especial o ambas	0.21	23.60
TOTAL		0.89	100

Fuente: Tabla generada por el consultor con datos de salida de ARCGIS. Este estudio 2022.

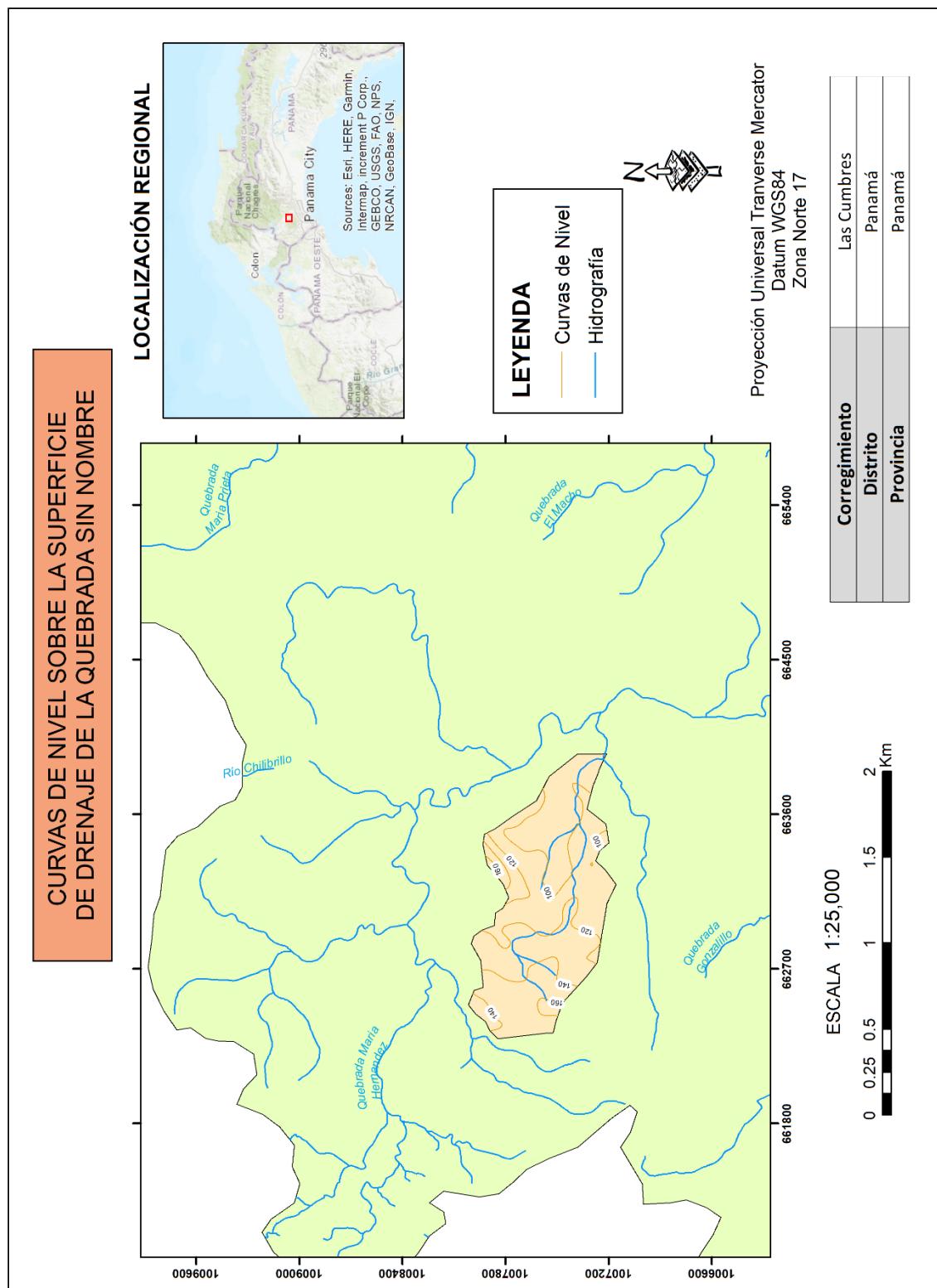
7. TOPOGRAFÍA

En la región las elevaciones superan los 160 m.s.n.m, aunque predominan elevaciones entre los 100 y 120 m.s.n.m. (*Ver mapa 6. Curvas nivel*).

Mapa 5. Capacidad agrologica de la microcuenca.



Mapa 6. Curvas de nivel de la microcuenca.



8. COBERTURA BOSCOSA Y USOS DE SUELO

La cobertura y/o uso del suelo en el área de estudio, tiene una relación directa con las variables de elevaciones, clima y tipo de suelo.

En los suelos de la superficie de drenaje de la quebrada Sin Nombre existe una predominancia de uso del 76.4 % con suelos destinados a áreas pobladas, 21.58% a vegetación herbácea y en menor proporción la otra categoría, las cuales se muestran en la siguiente tabla (*ver cuadro 4*)

Cuadro 4. Cobertura Boscosa y Uso de Suelo del área de estudio.

Leyenda	Cobertura y/o uso del suelo	Área (km ²)	%
Áreas pobladas	0.68	76.4	
Bosque latifoliado mixto secundario	0.018	2.02	
Vegetación Herbácea	0.19	21.58	
TOTAL		0.89	100

Fuente: Tabla generada por el consultor con datos de salida de ARCGIS. Este estudio 2022.

Esta es un área muy intervenida, en la que predominan los suelos con áreas pobladas y vegetación herbácea. A continuación, se describen las categorías de cobertura y uso de los suelos encontrados dentro del área de estudio:

Área poblada.

Área poblada urbana: lugar poblado con 1500 o más habitantes y que partiendo de un núcleo central, presenta continuidad física en todas las direcciones, hasta ser interrumpida por terrenos no edificados. Reúne todas o la mayor parte de las siguientes características:

1. Servicio de alumbrado
2. Centros sociales y recreativos

3. Establecimientos comerciales
4. Acueducto público
5. Sistema de alcantarillado
6. Edificios contiguos o alineados
7. Uno o más colegios secundarios
8. Trazado de calles, varias de ellas pavimentadas y con aceras

Área poblada rural: lugar poblado con menos de 1500 habitantes que no cumplen con la mayoría de las características descritas para los poblados urbanos.

Bosque latifoliado secundario.

Bosque en un estado sucesional anterior al bosque maduro, que se desarrolló después de que toda o la mayoría de la vegetación original fue eliminada por actividades humanas y/o fenómenos naturales. Corresponde a estados sucesionales que no presentan características de rastrojo ni de bosque maduro.

El bosque secundario se caracteriza por:

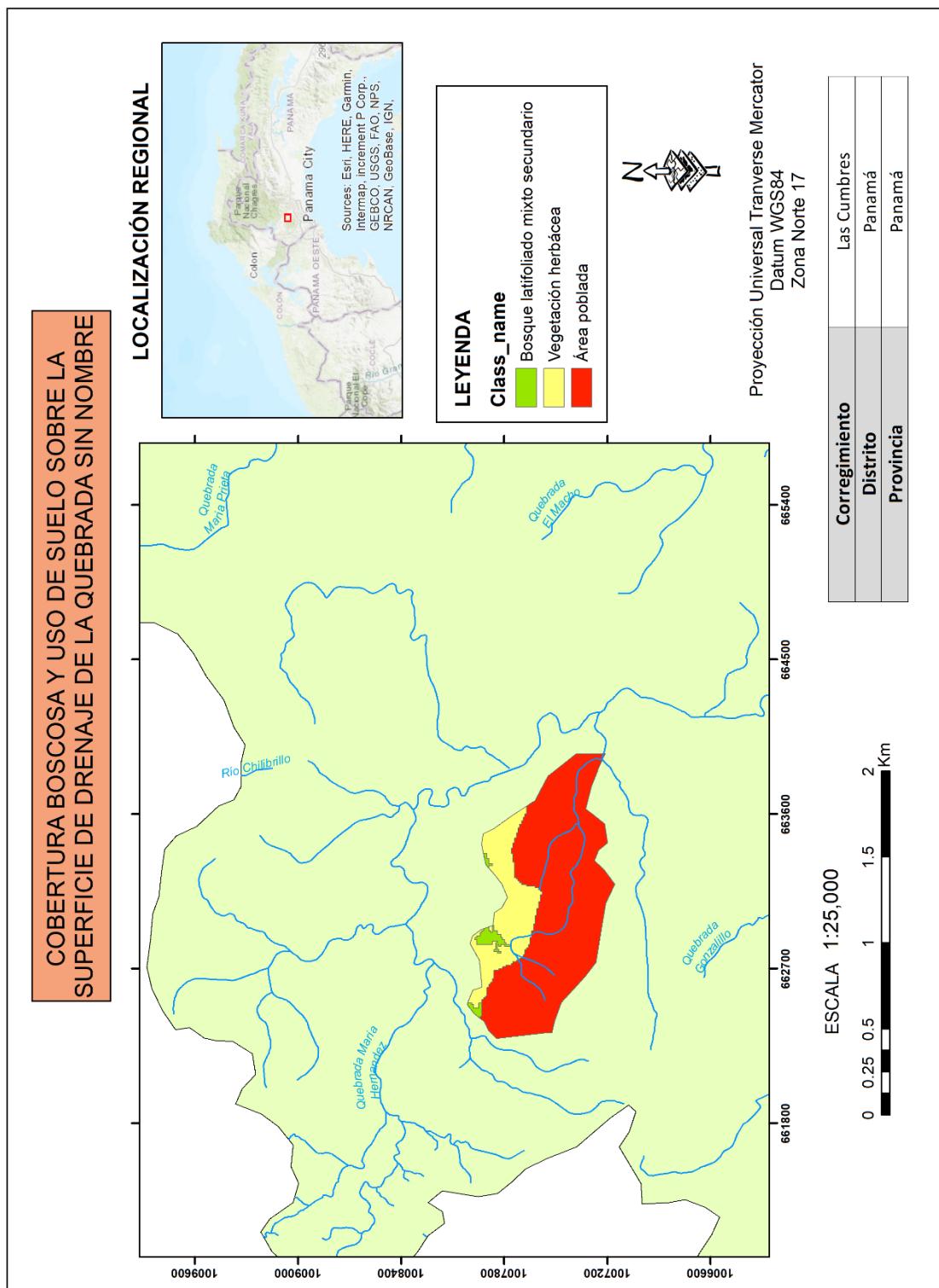
- Mayor presencia de especies pioneras.
- Poca presencia de árboles con copas grandes.
- Mayor proporción del área basal concentrada en clase diamétricas medias y bajas.
- Mayor presencia de sotobosque.

El bosque secundario se distingue del rastrojo por tener una altura promedio mayor a cinco metros y una cobertura de dosel superior al 30 %. Se considera también como bosque secundario a los rastrojos con altura menor a 5 metros que hayan sido declarados para fines forestales.

Vegetación herbácea.

es aquella que carece de una estructura leñosa, por lo cual presenta una consistencia más o menos blanda. Se exceptúan del estudio árboles arbustos y vegetación del cerco. La cobertura herbácea está compuesta por especies anuales, bianuales y perennes.

Mapa 7. Cobertura y usos de suelos de la microcuenca.



9. CLIMA Y ZONA DE VIDA

El clima del área está determinado por la localización geográfica, la altura sobre el nivel del mar, el relieve y la extensión territorial. Para la clasificación climática se utilizó el sistema de Alberto Mckay y Holdridge, teniendo en cuenta las características pluviométricas y térmicas del área de influencia.

De acuerdo con la clasificación climática de Alberto Mckay (2000) que se presenta en el Atlas Ambiental de la República de Panamá (2010); la cuenca objeto de este análisis presentan un clima subecuatorial con estación seca.

9.1 Clima Subecuatorial con estación seca prolongada.

Es cálido, con temperaturas medias de 27 a 28° C. los totales pluviométricos anuales, siempre inferiores a 2500 mm son los más bajos de todo el país, los cuales llegan a 1122 en Los Santos. Este tipo de clima se presenta en el Valle de Tonosí, en las tierras bajas del derrame hidrográfico del golfo de Panamá, en las islas de este golfo y en las cuencas de los ríos Bayano, Chucunaque, Tuirá y Sambú. La estación seca presenta fuertes vientos, con predominio de nubes medias y altas; hay baja humedad relativa y fuerte evaporación.

9.2 Zonas de vida según Holdridge.

De acuerdo con Holdridge: “Una zona de vida es un grupo de asociaciones vegetales dentro de una división natural del clima, que se hacen teniendo en cuenta las condiciones edáficas, las etapas de sucesión y que tiene una fisonomía similar en cualquier parte del mundo”.

El sistema de zonas de vida de Holdridge permite la clasificación de dichas áreas en 30 clases, 12 de las cuales se encuentran en Panamá:

Figura 1. Nomograma de zonas de vida.

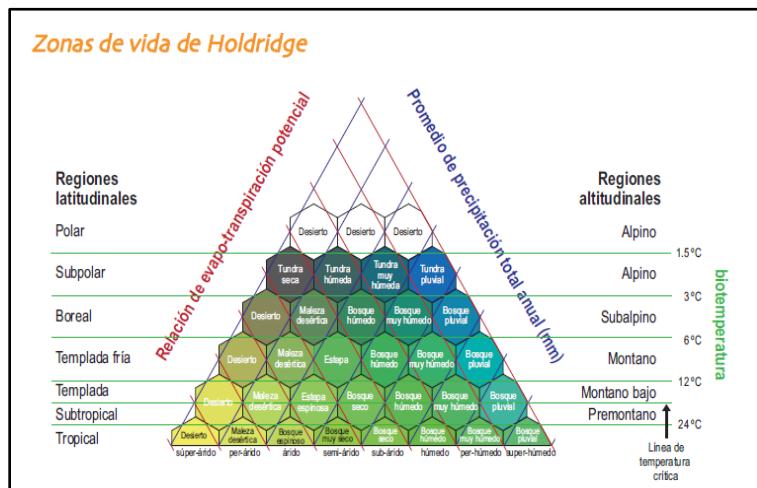


Figura 1. Nomograma de Zonas de Vida según Holdridge.

Cuadro 5. Clasificación de Zonas de vida según Holdridge.

Zona de vida	Siglas*	Superficie (km ²)	Temperatura (°C)	Precipitación (mm)
Bosque húmedo montano bajo	bh-MB	30.71 (0.04%)	> 12	< 2,000
Bosque húmedo premontano	bh-PM	2,299.6 (3.07%)	> 24	1,450 - 2,000
Bosque húmedo tropical	bh-T	29,899.9 (40%)	24 - 26	1,850 - 3,400
Bosque muy húmedo montano	bmh-M	5.62 (0.007%)	6 - 12	2,000
Bosque muy húmedo montano bajo	bmh-MB	183.71 (0.25%)	12 - 18	2,000 - 4,000
Bosque muy húmedo premontano	bmh-PM	13,153.5 (17.55%)	17.5	2,000 - 4,000
Bosque muy húmedo tropical	bmh-T	16,609.6 (22.17%)	25.5 - 26	3,800 - 4,000
Bosque pluvial montano	bp-M	211.12 (0.28%)	6 - 12	> 2,000
Bosque pluvial montano bajo	bp-MB	1,619.54 (2.16%)	10.8 - 13.5	> 4,000
Bosque pluvial premontano	bp-PM	7,441.98 (9.93%)	18 - 24	4,000 - 5,500
Bosque seco premontano	bs-PM	612.51 (0.82%)	18 - 24	< 1,100
Bosque seco tropical	bs-T	2,847.74 (3.8%)	18 - 24	1,100 - 1,650

* Siglas formadas por dos grupos de letras separadas por un guion: el primer grupo, en minúsculas, corresponde a las iniciales del

Fuente: Atlas Ambiental de la República de Panamá (2010)

La Microcuenca de la quebrada Sin Nombre se encuentra dentro de la siguiente zona de vida:

9.3 Bosque Humedo Tropical.

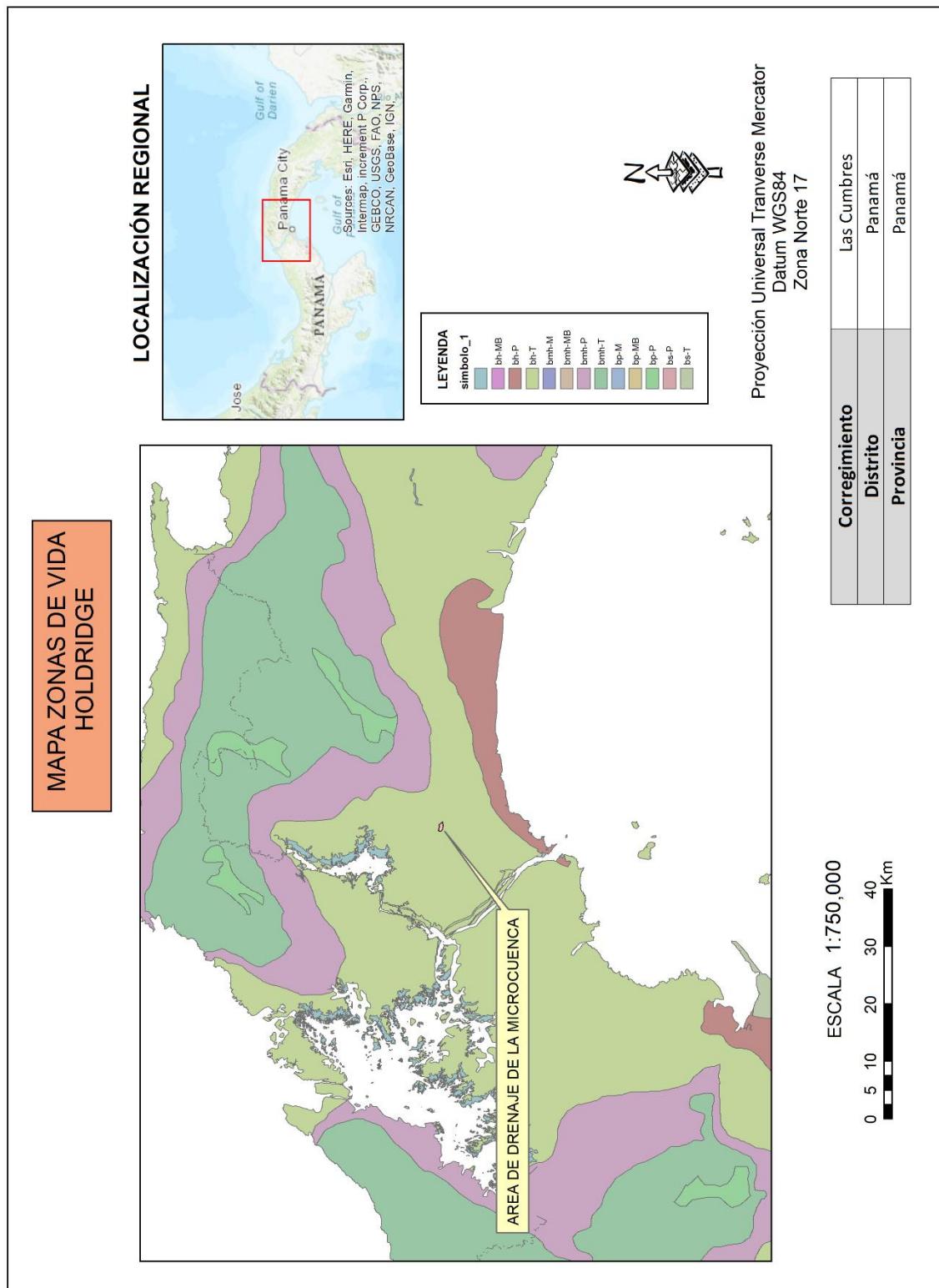
Ocupa un área pequeña sobre la superficie de Panamá, alcanzando 29,899.9 km² o sea el 40% del territorio nacional, se encuentra presente en la vertiente Pacífica del país, específicamente en las provincias de Panamá, Panamá Oeste, Coclé, Veraguas, Chiriquí, Bocas del Toro, Darién, Herrera y Los Santos. Sus temperaturas oscilan entre los 24.0 y 26.0 °C y su nivel de precipitación anual va de los 1850 a 3400 mm.

En este ambiente se crea una atmósfera propicia para generar vida, aunque los suelos no suelen ser muy fértiles porque la tierra pierde todos sus nutrientes después de algunas cosechas. Sin embargo, la mayor riqueza es dada gracias a la cantidad de seres vivos alojados y que encuentran un hábitat en los bosques húmedos tropicales. En estos ecosistemas, las precipitaciones son algo común y frecuente durante todo el año. Además, generalmente el aire está cargado de humedad (vapor de agua) y el clima es caliente, propiciando el calor.

En los bosques húmedos tropicales se encuentran múltiples beneficios para los seres vivos, especialmente, para los humanos. En este bioma pueden encontrarse alimentos, pero también medicinas y hasta productos industriales, generando un gran interés por parte del resto de la población. Una de las características principales de los bosques húmedos tropicales es la abundancia de seres vivos. Como se mencionó anteriormente, en estos lugares se desarrolla la mayor parte de alimentos, flores y animales del mundo.

La vegetación de los bosques húmedos tropicales suele ser muy variada, e incluso pueden existir subdivisiones dependiendo de la altura que posean los árboles o plantas. La mayoría de la superficie de los bosques húmedos tropicales está conformada por árboles. Los más comunes poseen un tamaño aproximado de 30 metros, sin embargo, hay algunas que llegan a alcanzar los 50 metros de altura.

Mapa 8. Zonas de vida según Holdridge.



10. DISTRIBUCIÓN DE LA PRECIPITACIÓN

En la cuenca hidrográfica 144 del Río Juan Díaz se identifican dos temporadas bien definidas: la temporada seca que va de mediados de diciembre a mediados de mayo y la lluviosa que va desde mediados de mayo a mediados de diciembre.

El área presenta una temporada seca de 5 a 6 meses, con un período lluvioso de 6 a 7 meses. Los máximos valores de precipitación se obtienen en los meses de septiembre y octubre cuando la ZCIT (Zona de Convergencia Intertropical), se encuentra sobre nuestro país.

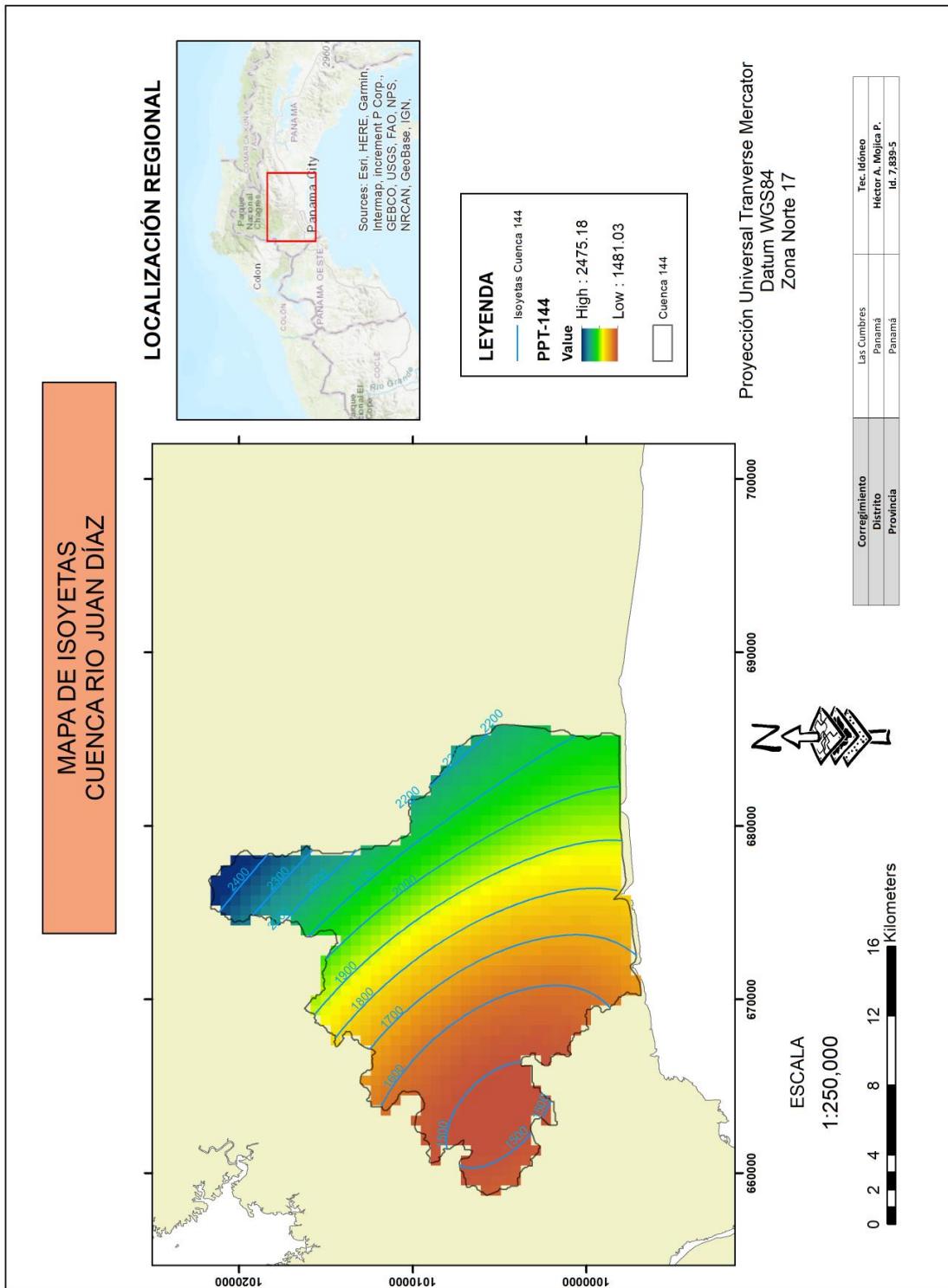
La cuenca registra una precipitación media anual de 2004.6 mm para registros pluviométricos para el año 2015. Las lluvias se distribuyen gradualmente desde el centro de la cuenca con un aproximado de 1900 mm/año, hacia el litoral con 1700 mm/año. El 92 % de las lluvias ocurren entre los meses de mayo a noviembre y el 7 % restante se registra entre los meses de diciembre a abril.

La temporada lluviosa se caracteriza por lluvias abundantes, de intensidad entre moderada a fuerte, acompañadas de actividad eléctrica que ocurre especialmente en horas de la tarde y que son por lo general de origen convectivo. Dentro de esta temporada se presenta frecuentemente un periodo seco conocido como Canícula o Veranillo de San Juan, entre julio y agosto. El período entre diciembre y abril corresponde a la temporada seca.

Para el área en estudio la precipitación es de 2130.55 mm como media total anual para las estaciones Tocumen, Balboa, Hato Pintado y Río Piedras con registros pluviométricos desde el año 2006 hasta el 2015. Los excesos o escorrentía superficial se inician entre los meses de septiembre, octubre y noviembre. El área registra un período de transición de la estación seca a la lluviosa que demora aproximadamente 60 días.

Las máximas precipitaciones en esta región, están asociadas generalmente a sistemas atmosféricos bien organizados, como las ondas y ciclones tropicales, y la distribución estacional está asociada en zona de Convergencia Intertropical (ZCIT).

Mapa 9. Isoyetas del área de estudio.



11. INFORMACIÓN BÁSICA

La información básica para el desarrollo del estudio hidrológico se obtuvo de dos fuentes principales:

- Información cartográfica existente
- Información hidrológica y meteorológica

11.1 Información cartográfica existente.

Se obtuvo de los mosaicos topográficos a escala 1:25000 generados por el Instituto Nacional Tommy Guardia de la República de Panamá, con proyección UTM (Universal Transversal Mercator), curvas de nivel a intervalos de 10 m y curvas suplementarias de 5 m, elipsoide WGS84 y generadas con imágenes radar aerotransportado del área, tomada en el año 2012.

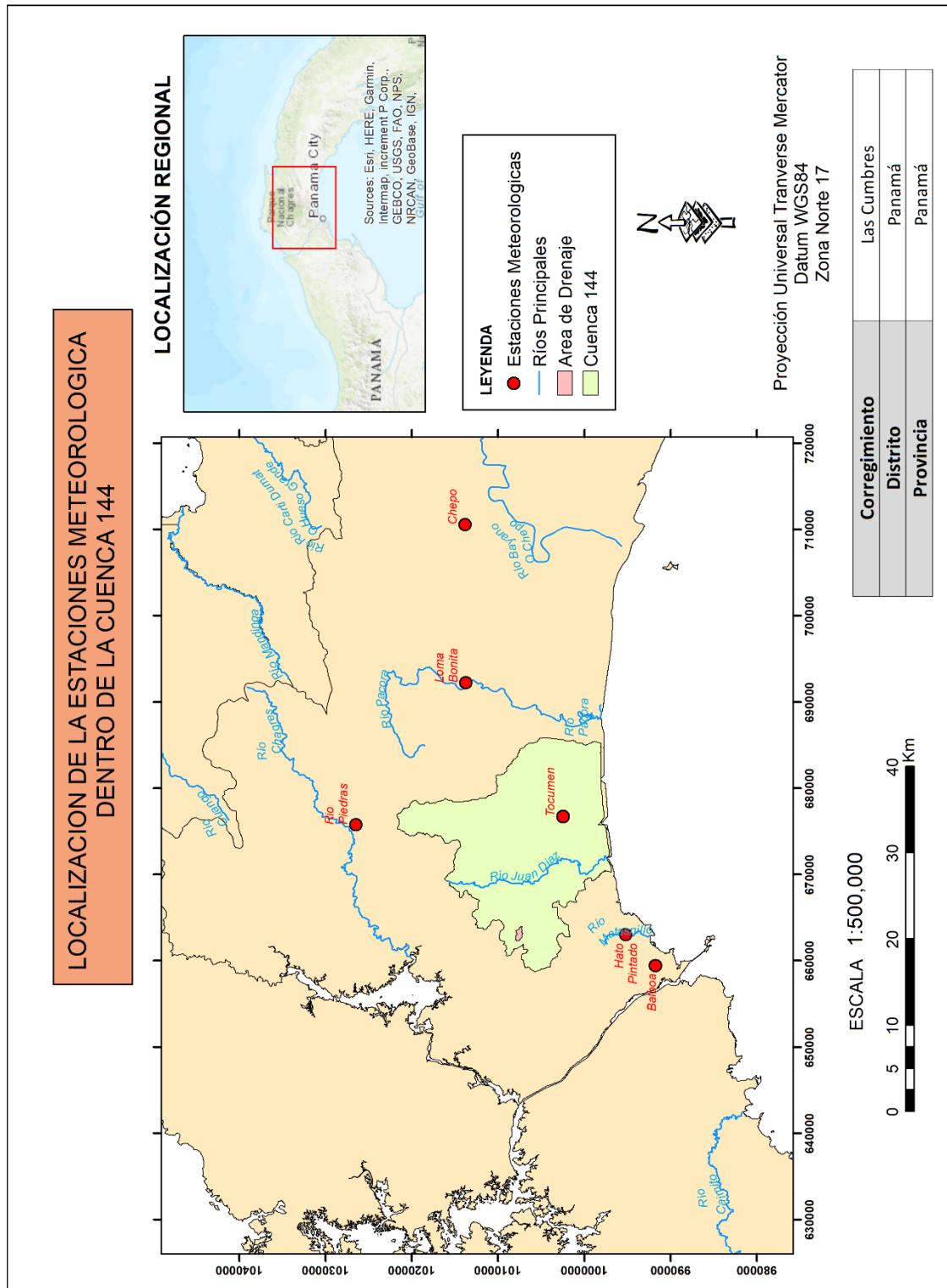
Además, se utilizó datos suministrados, por sistema de información geográfica (ARCGIS), así como para levantar polígonos de área de drenaje e isoyetas de precipitación de la cuenca y características morfométricas de la cuenca; para definir la superficie de drenaje, longitud del cauce y otras.

11.2 Información meteorológica.

La superficie de drenaje de la Quebrada Sin Nombre no cuenta dentro de su área, con estaciones de medición de precipitación y caudales, pero por estar ubicada dentro de la cuenca hidrográfica del Río Juan Díaz (144), si hay información existente dentro de la misma.

La distribución espacial de las estaciones que se encuentran cercanas y cuyo comportamiento tiene influencia dentro de la superficie de drenaje de la Quebrada Sin Nombre objeto de este estudio hidrológico. La Estación Tocumen, es la más representativa del área, operada por la Empresa de Transmisión Eléctrica (ETESA).

Mapa 10. Localización de estaciones meteorológicas.



12. COMPORTAMIENTO CLIMÁTICO DEL ÁREA DE ESTUDIO

Para el presente estudio se tomó en consideración los datos meteorológicos de las Estación Tocumen, la cual es la más representativa del área, operada por la Empresa de Transmisión Eléctrica (ETESA). La misma se encuentra localizada: *Estación Tocumen 09°04'55" N y 79°24'20" O*, a una altura sobre el nivel medio del mar de 38 m. Para el estudio se consideró un período de registro de 2006 a 2015.

12.1 Precipitación.

El total anual promedio según período de registró para la Estación de Tocumen es de 1831.8 mm para un registro anual desde 2006 al 2015 (*Ver cuadro 6. Registros de precipitación*). Los meses más lluviosos son septiembre y octubre en donde las precipitaciones están en un rango entre 323.8 y 420.9 mm. Los meses menos lluviosos son febrero y marzo en donde hay registro de precipitaciones de 0 a 3.5 mm.

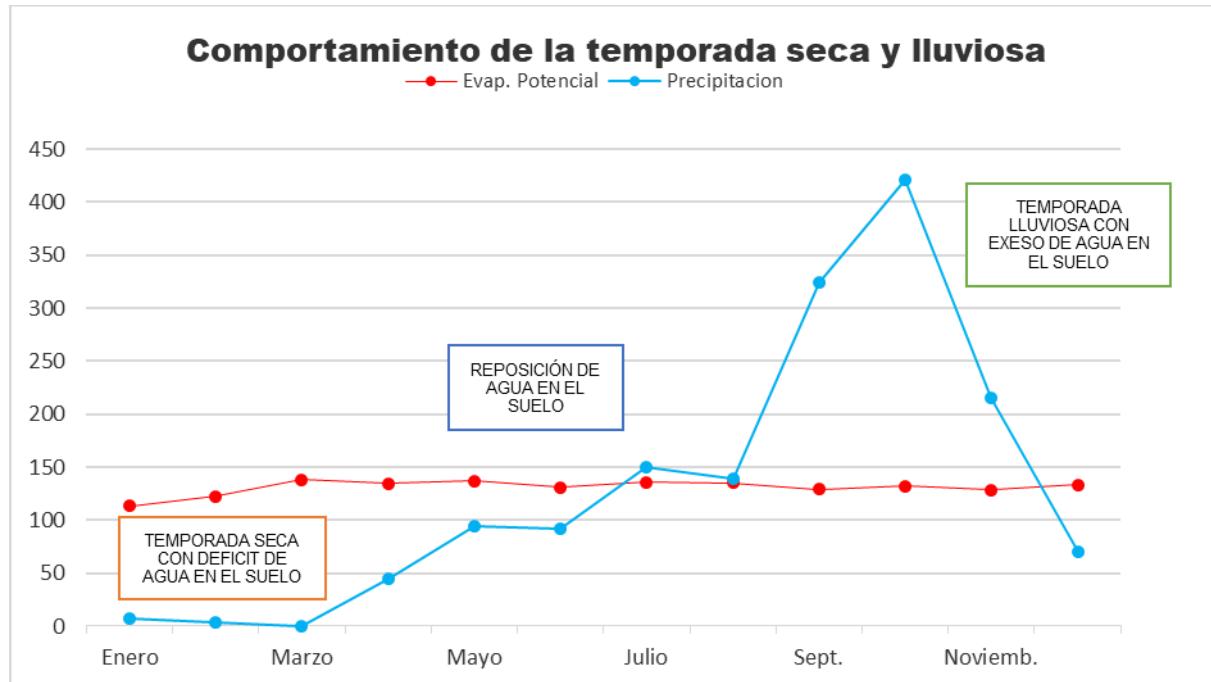
El régimen de precipitación define claramente una temporada seca con déficit de agua en el suelo de 5 a 6 meses y una temporada lluviosa con excesos de agua en el suelo de 3 meses en algunos casos. La temporada seca se inicia en la primera década de diciembre y puede extenderse hasta la primera década de mayo y tercera década del mismo mes. Luego de ello se inicia un período de transición de la estación seca a la lluvia, la cual tiene una duración de 60 días en el área de Tocumen aproximadamente.

Cuadro 6. Registro de Precipitación estación Tocumen.

ESTACIÓN TOCUMEN										
Precipitación Pluvial										
2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Promedio
2,371.2	1,877.3	2,206.6	863.1	2,765.6	2,069.4	2,016.3	1,325.9	1,261.5	1,561.1	1,831.8

Fuente: Tabla elaborada por el consultor, con datos de la estación Tocumen.

Cuadro 7. Comportamiento de la temporada seca y lluviosa.



Fuente: Tabla y gráfica elaborada por el consultor, con datos de la estación Tocumen.

12.2 Temporada seca.

La temporada seca está claramente definida y caracterizada por un período de 5 meses secos con déficit de agua en el suelo. Aunque se registran precipitaciones; las mismas no logran mantener el suelo a capacidad de campo, registrándose déficit de agua entre 39 y 138 mm, en febrero, marzo, abril, mayo y junio mes en el cual la temporada seca se acentúa.

12.3 Período de transición de la estación seca a la lluviosa.

Durante la transición de la estación seca a la lluviosa se registra un período conocido como reposición de agua en el suelo. Este es el tiempo que necesita el suelo para volver a almacenar el agua perdida durante la estación seca. Este período dura 60 días en el área de Tocumen y alrededores.

12.4 Período lluvioso.

El período lluvioso se caracteriza por registrar excesos de agua en el suelo a partir de septiembre en el caso de Tocumen. A partir de este momento el suelo alcanza su capacidad de retención máxima, la cual es de 200 mm. El mes que registran los mayores excesos de agua en el suelo es octubre.

12.5 Almacenaje de agua en el suelo.

Predominan suelos con una capacidad de retención de agua de 200 mm. A partir de agosto el suelo alcanza su capacidad de almacenamiento máximo, en el área de Tocumen lo que da como resultado que se presenten excesos de agua o escorrentía superficial. Del mes de septiembre hasta el mes de noviembre el suelo se mantiene a capacidad de campo. En diciembre se produce un período de transición similar al que se produce en abril y mayo. Este período es un período de descenso de los niveles de humedad de agua en el suelo, afectándose el almacenaje de agua existente hasta ese momento. A medida que la temporada seca se va acentuando la capacidad de almacenaje de agua en el suelo disminuye, hasta registrarse el déficit. Ya para este momento no hay agua disponible para los cultivos. Mas sin embargo si hay niveles de agua subterránea disponibles.

12.6 Veranillo de San Juan.

El Veranillo de San Juan tiene una probabilidad de ocurrencia de 49 % en el área de Tocumen y alrededores, en el mes de julio; en este caso el veranillo se inicia a partir de la primera década de julio. Puede durar de 8 a 15 días. Período durante el cual se nota una marcada disminución de la precipitación.

13. HIDROGEOLOGÍA

Según el atlas ambiental de Panamá el mapa de hidrogeología, los acuíferos que se encuentran en la zona, son acuíferos locales (intergranulares o fisurados) de productividad limitada o poco significativa ($Q=3-5\text{m}^3/\text{h}$). Son acuíferos locales restringidos a zonas fracturadas, conformados por una mezcla de rocas volcánicas fragmentarias consolidadas y poco consolidadas, sobrepuertas a rocas ígneas consolidadas. Los pozos más productivos se localizan en zonas fracturadas. Además, hay acuíferos constituidos por depósitos marinos generalmente de naturaleza elástica, con secciones ocasionales de origen bioquímico (calizas). La granulometría predominante de estos materiales es del orden de limos y arcillas. En estas formaciones se encuentran intercalaciones de basaltos y andesitas, se puede obtener cierta producción en pozos individuales. La calidad química de las aguas es variable.

14. BALANCE HIDROGEOLOGICO DE LA MICROCUENCA

Sirve para planificar el riego, puesto que a partir del balance hidrológico se determina la provisión de agua en términos de un caudal confiable y permanente en el tiempo, durante las épocas secas. Si la disponibilidad de agua en las fuentes no cubre los requerimientos de riego es necesario estimar los caudales durante la época lluviosa para calcular la factibilidad de almacenar estos excedentes y utilizarlos en los períodos de riego. Además, permite identificar si se requieren obras como embalses de regulación, pozos, sistemas de uso de excedentes de agua o sistemas más eficientes de aplicación del riego.

Para la confección del Balance sobre el comportamiento de las aguas subterráneas en el área objeto de estudio se tomó en cuenta los siguientes datos calculados del balance hídrico confeccionado para la estación Tocumen con registro del año 2015 (*ver cuadro 9. Balance hídrico*).

- Total, anual de la precipitación, según periodo de registro de la estación meteorológica más cercana 1561.1 mm. (*En este caso sería la estación Tocumen*)

- Capacidad de almacenaje de agua en el suelo 200 mm.
- Escorrentía superficial 389.4 mm.
- Déficit de agua en el suelo 399.3 mm.
- Perdidas por evapotranspiración 1171.7 mm.
- Área de drenaje de la microcuenca 914 has.

Para la elaboración del Balance Hidrogeológico debemos tener presente que un milímetro de lluvia registrado en el pluviómetro equivale a un litro por metro cuadrado y a 10,000 litros por hectáreas. En el caso el área de drenaje es de 89 has o 0.89 km².

Cuadro 8. Balance Hidrogeológico de la microcuenca de la quebrada Sin Nombre.

BALANCE HIDROGEOLÓGICO MICROCUENCA QUEBRADA SIN NOMBRE								
ÁREA DE LA CUENCA 0.89 km ²								
CORREGIMIENTO LAS CUMBRES, DISTRITO DE PANAMÁ								
Am ²	PP	PPtotal	ESC	ESCTotal	DEFICIT	DEFtotal	AlmcTotal	TOTAL
4320000	1561.1	1389290000	389.4	346210000	399.3	355110000	687970000	687970

Fuente: Tabla elaborada por el consultor, con datos de la estación Tocumen. Este estudio 2022.

Dónde:

- **Am²** = área de microcuenca de estudio en m²
- **PP** = precipitación total anual en mm (L/m²)
- **PPtotal** = (Am² * PP)
- **ESC** = escorrentía anual en mm (L/m²)
- **ESCTotal** = (Am² * ESC)
- **DEFICIT** = déficit de agua en el suelo en mm (L/m²)
- **DEFtotal** = (Am² * DEFICIT)
- **AlmcTotal** = (PPtotal – ESCTotal – DEFtotal) en litros
- **TOTAL** = Almacenaje total en metros cúbicos.

Para el área evaluada según el balance hidrogeológico se almacenará 6 metros cúbicos de agua al año en los acuíferos que se encuentran en la micro cuenca estudiada.

Cuadro 9. Balance Hídrico estación Tocumen.

MES	Precipitación mm	ETP mm	Almcen mm	ETR mm	Deficit mm	Escorrentía mm
Julio	150.1	136	14.1	136	0	0
Agosto	139.5	135	18.6	135	0	0
Septiembre	323.8	129	200	129	0	13.4
Octubre	420.9	132	200	132	0	288.9
Noviembre	215.1	128	200	128	0	87.1
Diciembre	69.9	133	136.9	133	0	0
Enero	7	114	29.9	114	0	0
Febrero	3.5	123	0	33.4	89.6	0
Marzo	0	138	0	0	138	0
Abril	45.3	135	0	45.3	89.7	0
Mayo	94	137	0	94	43	0
Junio	92	131	0	92	39	0
TOTAL	1561.1	1571		1171.7	399.3	389.4

Fuente: Tabla elaborada por el consultor, con datos de la estación Tocumen. Este estudio 2022.

15. CÁLCULO DE ANALISIS DE CRECIDAD PARA LA QUEBRADA SIN NOMBRE

Para la elaboración de la metodología, se realizaron, entre otros aspectos:

- La correlación de la información de la microcuenca.
- Delimitación de las zonas hidrológicamente homogéneas.
- Aplicación del Método de Análisis de Crecidas Máxima.

15.1 Correlación de información de la cuenca.

El empleo de ecuaciones que permitan estimar caudales máximos a partir de parámetros morfométricos fácilmente medibles y precipitaciones, constituye una alternativa importante de análisis en aquellas cuencas no instrumentadas con estaciones hidrométricas y que carecen de mapas detallados o actualizados con información de tipo de suelo, uso y cobertura vegetal, caso común en análisis hidrológicos de cuencas pequeñas a lo largo del territorio nacional.

15.2 Zonas Hidrológicamente homogéneas.

Para definir las regiones de crecidas máximas se agruparon los resultados de la determinación de las ecuaciones que relación la crecida media anual con el área de drenaje de la cuenca y la elaboración de la curva de frecuencia adimensional, es decir, las áreas con igual ecuación e igual tabla de distribución de frecuencia, dando como resultado 9 zonas.

Cuadro 10. Delimitación de las regiones hidrológicamente.

Zona	Nº de ecuación	Ecuación	Distribución de frecuencia
1	1	$Q_{máx} = 34A^{0.59}$	Tabla 1
2	1	$Q_{máx} = 34A^{0.59}$	Tabla 3
3	2	$Q_{máx} = 25A^{0.59}$	Tabla 1
4	2	$Q_{máx} = 25A^{0.59}$	Tabla 4
5	3	$Q_{máx} = 14A^{0.59}$	Tabla 1
6	3	$Q_{máx} = 14A^{0.59}$	Tabla 2
7	4	$Q_{máx} = 9A^{0.59}$	Tabla 3
8	5	$Q_{máx} = 4.5A^{0.59}$	Tabla 3
9	2	$Q_{máx} = 25A^{0.59}$	Tabla 3

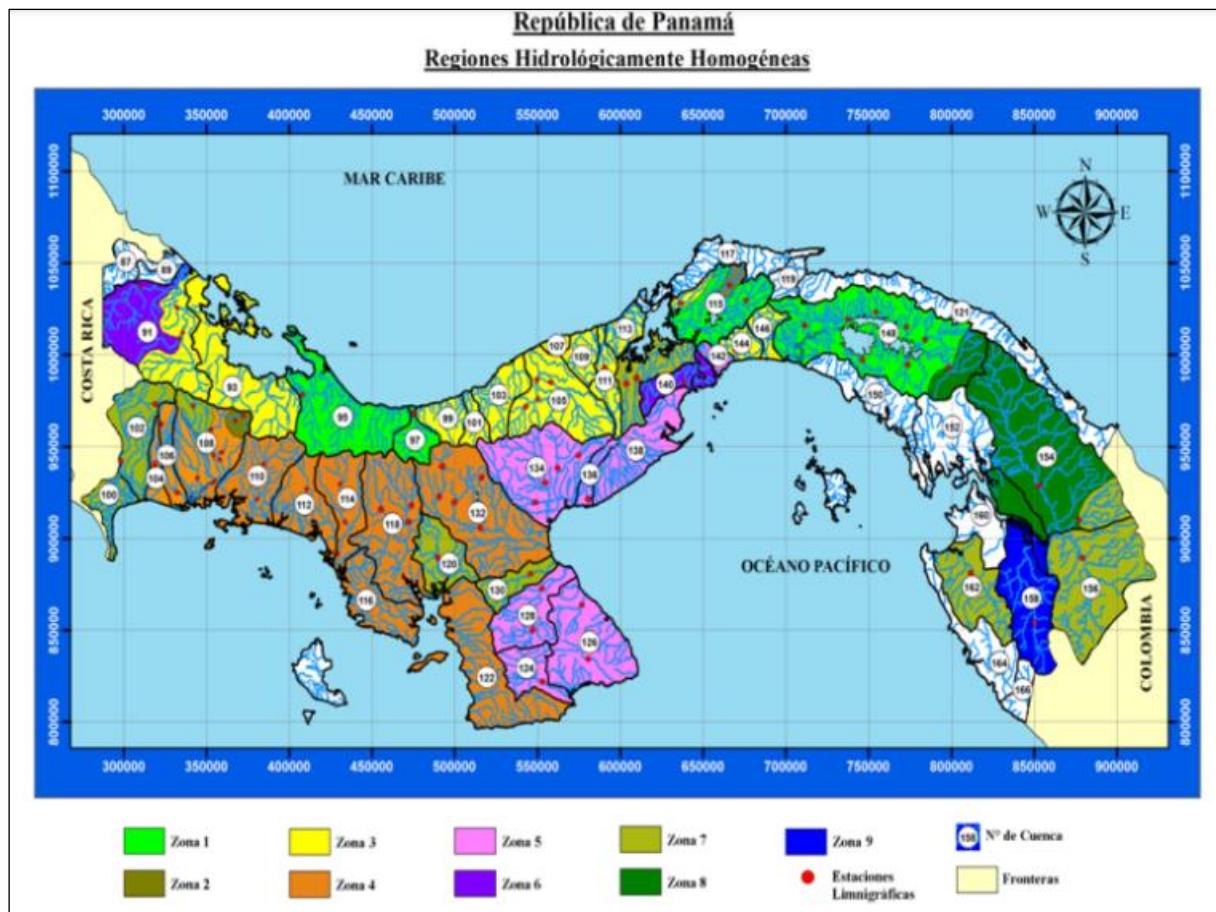
Fuente: Revista científica ERIS/USAC, Gonzalez D. 2010

Cuadro 11. Factores para diferentes períodos de retorno en años.

Tr, años	Factores $Q_{máx}./ Q_{prom.máx}$ para distintos Tr.	Tabla 1	Tabla 2	Tabla 3	Tabla 4
1.005	0.28	0.29	0.3	0.34	
1.05	0.43	0.44	0.45	0.49	
1.25	0.62	0.63	0.64	0.67	
2	0.92	0.93	0.92	0.93	
5	1.36	1.35	1.32	1.30	
10	1.66	1.64	1.6	1.55	
20	1.96	1.94	1.88	1.78	
50	2.37	2.32	2.24	2.10	
100	2.68	2.64	2.53	2.33	
1,000	3.81	3.71	3.53	3.14	
10,000	5.05	5.48	4.6	4.00	

Fuente: Revista científica ERIS/USAC, Gonzalez D. 2010

Figura 2. Mapas de zonas



Muestra el mapa de zonas, con las regiones hidrológicamente homogéneas que se utilizan para la evaluación de crecidas en las diferentes cuencas.

15.3 Aplicación método análisis regional de crecidas máximas.

Para determinar la crecida máxima que se pueda presentar en un sitio determinado para distintos períodos de recurrencia mediante este método, se procede de la siguiente manera:

- Se delimita y se mide el área de drenaje de la microcuenca hasta el sitio de interés, en km^2 (en este estudio el sitio de interés se tomó donde es el desfogue de la quebrada sin nombre sobre la quebrada María Hernández).
- Se determina a qué zona pertenece el sitio de interés de acuerdo con el mapa de la figura 6.

- Se calcula el caudal promedio máximo utilizando una de las cinco ecuaciones.
- Se calcula el caudal máximo instantáneo para distintos períodos de recurrencia, multiplicando el caudal promedio máximo que se obtuvo en el punto anterior, por los factores que se presentan en el cuadro 15, utilizando la tabla correspondiente a la zona del sitio de interés.

La quebrada Sin Nombre pertenece a la cuenca del Río Juan Díaz, la cual se encuentra localizada en la vertiente del Pacífico, en la provincia de Panamá, con un área de drenaje de 350.74 km². Se ubica en la zona 3 en el mapa de regiones hidrológicamente homogéneas la cual utiliza la ecuación 2 y la tabla de distribución de frecuencia 1 para el cálculo de caudales.

$$\text{zona 3, ecuación 2} = Q_{\text{prom}} = 25A^{0.59}$$

$$Q_{\text{prom}} = 25A^{0.59}$$

$$Q_{\text{prom}} = 25(0.89)^{0.59} = 23.33 \text{ m}^3/\text{s}$$

Donde:

Q_{prom} = Caudal promedio máximo en m³/s

A = Área de drenaje hasta el punto de desfogue en Km²

A = Área de drenaje = 0.89 Km² (89 hectáreas)

Cuenca	Caudal Promedio máximo (m ³ /seg)
Quebrada Sin Nombre	23.33

De la tabla 2 para períodos de retornos el Caudal máximo.

$$Q_{\text{max}} = F * Q_{\text{prom}}$$

Donde:

Q_{max} = Caudal máximo en m³/s.

F = Constante que depende del período de retorno.

Q_{prom} = Caudal promedio en m³/s.

Cálculo del caudal máximo para un periodo de retorno de 1:10 años:

F, de acuerdo al cuadro 11, tabla 1, F = 1.66

Entonces:

$$Q_{max} = 1.66 \text{ (23.33 m}^3/\text{s)}$$

$$Q_{max} = 38.73 \text{ m}^3/\text{s}$$

Cálculo del caudal máximo para un periodo de retorno de 1:50 años:

Del cuadro 11, tenemos de la tabla 1, que F = 2.37

Entonces:

$$Q_{max} = 2.37 \text{ (23.33 m}^3/\text{s)}$$

$$Q_{max} = 55.29 \text{ m}^3/\text{s}$$

Cálculo del caudal máximo para un periodo de retorno de 1:100 años:

Del cuadro 11, tenemos que en la tabla 1, F = 2.68

Entonces:

$$Q_{max} = 2.68 \text{ (23.33 m}^3/\text{s)}$$

$$Q_{max} = 62.52 \text{ m}^3/\text{s}$$

15.4 Tabla de resultados de crecidas para el sitio de estudio.

P. (Años)	Área de drenaje en Km ²	Qprom (m ³ /s)	Factor F	Qmax (m ³ /s)
1:10	0.89	23.33	1.66	38.73
1:50	0.89	23.33	2.37	55.29
1:100	0.89	23.33	2.68	62.52

Fuente: datos obtenidos de análisis obtenidos. Este estudio. 2022

16. CONCLUSIONES

- En la inspección del sitio del proyecto, la quebrada sin nombre estará cercano al desarrollo del proyecto pero no va ser intervenida directamente.
- Se presenta este informe de estudio hidrológico por el hecho de que el proyecto tiene cercanía con la quebrada sin nombre objeto de este estudio.
- La superficie total del drenaje de la microcuenca de la quebrada sin nombre es de 0.89 Km² (equivalente a 89 hectáreas).
- Se calculo el caudal máximo de 62.52 m³/s para la Quebrada Sin Nombre hasta el punto de estudio, para el periodo de retorno de 100 años.
- Se hizo un análisis de la climatología del área objeto de estudio, determinando el comportamiento del clima; en particular del régimen de lluvias de la zona y los niveles de escorrentía superficial. Así también se realizó un balance hidrogeológico para el área que comprende la zona; con el propósito de determinar la disponibilidad de las fuentes hídricas subterráneas existentes.
- Este estudio se basa en los requisitos establecidos por el Ministerio de Ambiente en cumplimiento con la legislación que ordena los recursos hídricos. Que establece para dar viabilidad a obras como los que desarrollara la sociedad Inversiones MO CHENG, S.A., buscando con ello mejorar entre el área de la fuente hídrica analizada.

17. RECOMENDACIONES

- El nivel de terracería segura para el área de la finca propuesta para el desarrollo del proyecto, según los resultados del análisis de crecidas máximas sería a partir del caudal para periodo de retorno de 100 años.
- En tal sentido se sugiere de manera responsable el fiel cumplimiento de las normas establecidas por las leyes vigentes sobre los temas en cuestión relacionados con los recursos hídricos.
- Se le sugiere al promotor del proyecto mantenga la servidumbre hídrica de tres metros desde ambas zonas laterales del cauce, tal como lo indica el **artículo 41. del Decreto Ejecutivo 55 de 1973**. Y se mantenga la franja de protección de 10 metros en ambos laterales del río de las especies forestales dentro del bosque de galería, así como lo dicta la **Ley N°1 de 3 de febrero 1994. Artículo 23, numeral 2.**
- Se elaboró un balance hídrico de la estación hidrométrica más cercana para saber el comportamiento de las aguas pluviales durante los meses del año, para obtener de referencia los niveles de aguas de escorrentía que se dan durante el año.

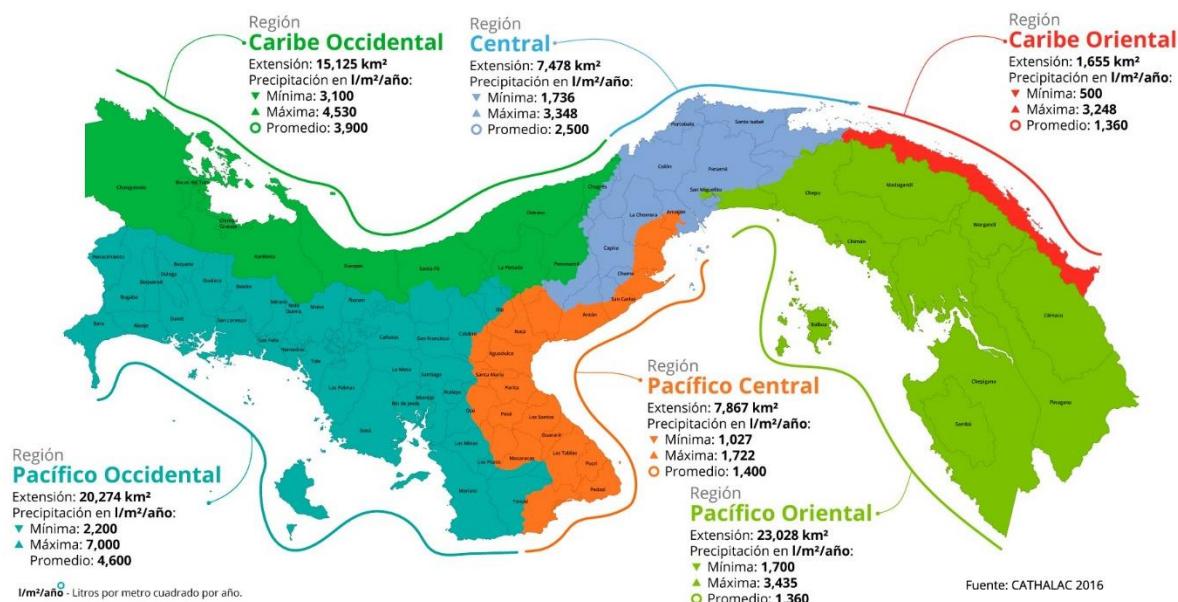
18. BIBLIOGRAFÍA

- Ministerio de Ambiente (2010). Atlas Ambiental de la República de Panamá.
- Mapa hidrogeológico de Panamá. Publicado por la empresa de transmisión eléctrica s.a. (1999).
- ETESA. Información meteorológica de la estación nuevo emperador, operada por hidrometeorología de Etesa.
- Contraloría General de la República de Panamá. Datos de la dirección de estadística y censo de Panamá.
- Chow, V.T, Maidment, D y Mays, L. (1993). Hidrología Aplicada.
- Gonzalez D., Jaramillo I y De Calzadilla L. G. (2008). Resumen Técnico Análisis Regional de Crecidas Máximas de Panamá.
- Herramienta informática de sistema de información geográfica arcmap 10.3

19. ANEXOS

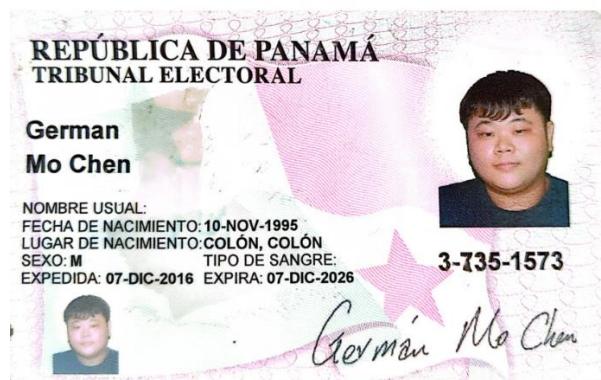
A.1 Mapas de zonas hídricas de la República de Panamá.

Figura A.1 Imagen de zonas hídricas en Panamá.



A.2 Cedula de representante legal del promotor.

Figura A.2.1 Imagen de fotocopia de cédula de representante legal del promotor Inversiones MO CHENG, S.A.



A.3 Certificado de Registro Público.

Figura A.3.1 Fotocopia de certificado de Registro Público de Panamá del promotor Inversiones MO CHENG, S.A.

