



Geoprocesamiento aplicado en la evaluación de las características fisiográficas de la subcuenca río Chico

Geoprocessing applied in the evaluation of the physiographic characteristics of the Río Chico sub-basin

Geoprocessamento aplicado na avaliação das características fisiográficas da sub-bacia do Rio Chico

Nahomy Marian Figueroa-Rivera ^I
nafiri96@hotmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-7949-6314>

Carlos Francisco Ortega-Ordóñez ^{II}
carlos.ortega@unesum.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-6956-8209>

Correspondencia: nafiri96@hotmail.com

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de revisión

***Recibido:** 25 de octubre de 2020 ***Aceptado:** 30 de noviembre de 2020 * **Publicado:** 05 de diciembre de 2020

- I. Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Ecuador.
- II. Magister en Gestión Ambiental, Ingeniero Geógrafo y del Medio Ambiente, Prevención en Riesgos Laborales, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Ecuador.

Resumen

La determinación de las características fisiográficas permite extraer conclusiones del funcionamiento de una cuenca hidrográfica. El objetivo del presente estudio consistió en determinar las características fisiográficas de la subcuenca Río Chico. El trabajo se apoyó en una metodología descriptiva enmarcada en el objeto y campo de estudio, en un tipo de investigación proyectiva, a través de técnicas de Geoprocesamiento. Los resultados permitieron establecer que la subcuenca Río Chico tiene una forma muy alargada, ovalada oblonga a rectangular oblonga, con mayor velocidad de flujo de agua, poca infiltración en el suelo, relieve colinado con pendientes moderadas, inclinación regular suave o ligeramente ondulada, generando condiciones de alta susceptibilidad a peligros de deslizamientos. Presenta drenaje pobre o bajo, conformado de ríos cortos e ineficientes, se caracteriza por ser una subcuenca de primer orden de red de drenaje, con litología de la subcuenca homogénea, sin ramificación ni bifurcación constante.

Palabras claves: Características Fisiográficas; geoprocesamiento; subcuenca.

Abstract

The determination of the physiographic characteristics allows to draw conclusions about the functioning of a hydrographic basin. The objective of this study was to determine the physiographic characteristics of the Río Chico sub-basin. The work was supported by a descriptive methodology framed in the object and field of study, in a type of projective research, through Geoprocessing techniques. The results made it possible to establish that the Río Chico sub-basin has a very elongated shape, oblong oval to oblong rectangular shape, with higher water flow velocity, little infiltration into the soil, hilly relief with moderate slopes, smooth or slightly wavy regular inclination, generating conditions highly susceptible to landslide hazards. It presents poor or low drainage, made up of short and inefficient rivers, it is characterized by being a sub-basin of the first order of drainage network, with homogeneous lithology of the sub-basin, without constant branching or bifurcation.

Keywords: Physiographic Characteristics; geoprocessing; sub-basin.

Resumo

A determinação das características fisiográficas permite tirar conclusões sobre o funcionamento de uma bacia hidrográfica. O objetivo deste estudo foi determinar as características fisiográficas da sub-bacia do Rio Chico. O trabalho foi apoiado por uma metodologia descritiva enquadrada no objeto e campo de estudo, numa modalidade de investigação projetiva, através de técnicas de Geoprocessamento. Os resultados permitiram constatar que a sub-bacia do Rio Chico possui forma bastante alongada, oval oblonga a retangular, com maior velocidade de escoamento da água, pouca infiltração no solo, relevo acidentado com declives moderados, inclinação regular lisa ou ligeiramente ondulada, gerando condições altamente suscetível a riscos de deslizamento. Apresenta drenagem pobre ou baixa, formada por rios curtos e ineficientes, caracteriza-se por ser uma sub-bacia de primeira ordem da rede de drenagem, com litologia homogênea da sub-bacia, sem bifurcação ou ramificação constante.

Palavras-chave: Características Fisiográficas; geoprocessamento; sub-bacia.

Introducción

En las cuencas y subcuencas hidrográficas, confluyen gran cantidad de hábitats que cumplen importantes funciones y servicios, al mismo tiempo en sus alrededores habitan e interactúan comunidades (sistemas biofísicos, administrativos y socioeconómicos) que cumplen roles ya sean privados o públicos. De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO, (2020), la subcuenca, hidrográfica, es una zona geográfica drenada por agua de un río o afluente, menor a 500 Km².

Así mismo, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, (2018), describe a una subcuenca como un área dentro de una Subzona hidrográfica o un nivel siguiente, con un drenaje inferior a 500 Km², debido a que tanto la superficie terrestre, como la vegetación, se encuentran estrechamente relacionadas con el factor agua, tiene relevancia en el estudio de los componentes de un territorio pues son el espacio en donde se desarrolla la interacción y supervivencia, de grupos sociales y de los ecosistemas, como son las cuencas y subcuencas hidrográficas.

En las cuencas hidrográficas también concurren agentes naturales modeladores como, erosión, lluvia, escorrentía, sedimentación entre otras (Cisneros, 2019). Por otra parte, los seres humanos con sus actividades económicas, culturales, sociales, entre otras, son modeladores primarios (antrópicos) del medio. Esta relación (ambiente - sociedad) no siempre se ha manifestado de

manera positiva, un ejemplo es la pérdida de la biodiversidad, erosión, compactación, deslizamientos, contaminación o sedimentación, son algunos de los problemas que enfrentan, este escenario hace imprescindible el conocimiento de las características físicas que permitan gestionar medidas preventivas para planificar el uso racional de las mismas.

La subcuenca de Río Chico presenta diversos inconvenientes, debido a las actividades antrópicas y eventos naturales. Los estudios realizados por el Ministerio de Agricultura y Ganadería, (MAG, 2019), y la información identificada a través del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Parroquia Rural de Río Chico (PDOT, 2014), establecen que la subcuenca del Río Chico se encuentra conformado por una red de drenaje que atraviesa pendientes suaves del valle, propensas a inundarse, la presencia de fallas, la ocurrencia de sismos, las alteraciones superficiales y los problemas ambientales identificados, han ocasionado la identificación de zonas de inestabilidad que presentan condiciones de peligrosidad en distintos grados.

Con los avances en aspectos de la geoinformación y a través de las herramientas de geoprocesamiento, se puede obtener la caracterización de los elementos fisiográficos de una zona geográfica determinada. Para el presente estudio se planteó el objetivo general de determinar las características fisiográficas de la subcuenca Río Chico, a través de fuentes de información cartográfica base obtenida a través del Instituto Geográfico Militar (IGM) y el paquete de sistema de información geográfica ArcGIS 10.5.

Materiales y métodos

Unidad de análisis: La Subcuenca Río Chico tiene un área de 460,31 Km² y un perímetro de 117, 66 Km, se localiza al norte del cantón Portoviejo, entre las parroquias rurales Río Chico, Abdón Calderón, Pueblo Nuevo, Alhajuela (Bajo Grande) y San Placido, sus coordenadas geográficas 1° 01' 39" de latitud Sur y 80° 16' 36" longitud oeste. (Ver anexo 1).

Según Charfuelán (2018), señala que en la subcuenca Río Chico, se encuentran depósitos de piedemonte que forman colinas bajas redondeadas con cimas planas alargadas y finalmente comprende colinas altas de moderada pendiente, cimas redondeadas y vertientes convexas (Anexo 7), con una altitud máxima de 440 m.s.n.m. y una altitud mínima de 20 m.s.n.m (ver Anexo 9).

Por otra parte, Veliz, (2015) identificó que la subcuenca de Río Chico presenta sectores de composición franco arenoso, francos arcillo arenoso, franco arcilloso, franco arcillo limoso

evidenciando la presencia de varios grados de erosión hídrica, confirmando lo antes mencionado mediante los mapas temáticos elaborados en el presente estudio, (ver anexos 2 y 3), principalmente estas áreas se utilizan en el desarrollo de actividades agrícolas, con extensiones de arboricultura tropical y de bosque intervenido principalmente con pasto, vegetación, árboles frutales y cultivos de ciclo corto, siendo estos los principales factores que disminuyen el contenido de materia orgánica en el suelo, la compactación, sobre explotación, identificándose ciertos grados de erosión dentro de la subcuenca del Río Chico, (ver anexo 4).

Materiales: La determinación de las características fisiográfica de la subcuenca se realizó a través de las cartas topográficas digitales de Rocafuerte M-III-F3, Portoviejo M-IV-B1, y las cartas topográficas digitales reservadas de Calceta M-III-F4 y Honorato Vásquez M-IV-B2 a escala 1:50.000 en formato shapefile (shp) proporcionadas por el Instituto Geográfico Militar (IGM, 2013). Para el proceso de extracción de información se utilizó el software ARCGIS 10.5 / ArcMap® GIS (ESRI), utilizado para el geoprocésamiento y generación de las características fisiográficas de la subcuenca Río Chico a través de la herramienta ArcHydro Tools, y Microsoft Excel 2016, el cual fue necesario para poder obtener los resultados estadísticamente.

Métodos: Los métodos utilizados se relacionaron con el objeto y campo de estudio; enmarcándose en la funcionalidad de resultados. De acuerdo con el análisis de información, es una investigación descriptiva, ya que se analizan datos que pueden generar impacto en la seguridad y bienestar de la comunidad que interactúa en el área de estudio. Desde las técnicas de obtención de datos, el trabajo pertenece a la investigación proyectiva porque se encuentra encaminada a dar respuestas del riesgo inherente de las actividades antrópicas y de eventos naturales, en base a información compilada del estudio de las características fisiográficas del área.

Para lograr lo anterior, se recurrió al método hermenéutico, basado en la lectura comprensiva de datos, al método cartográfico que permitió obtener referencias de posición geográfica, complementada con las características que identifican a la zona en estudio; al método inductivo, que se encuentra fundamentado en el análisis que va desde algo particular a lo general que está relacionado con el tema y objetivos de investigación y el método estadístico que se lo utilizó para el levantamiento e interpretación de la información recabada (Sampieri, Collado, y Lucio, 2018).

Procedimientos: Primeramente, se obtuvo el MDT (Modelo Digital del Terreno), a partir de las curvas de nivel a escala 1:50.000 de las cartas topográficas Rocafuerte M-III-F3, Portoviejo M-IV-B1, y las cartas topográficas reservadas de Calceta M III-F4 3591-II y Honorato Vásquez MIV-B2

3590-I del área de estudio. Posteriormente, se utilizó la herramienta ArcHydro Tools del software ArcGis 10.5, con lo cual se definió la dirección de flujo, dirección del flujo acumulado; y, a partir de un punto de salida (aforo) se generó la delimitación de la subcuenca hidrográfica automáticamente, el drenaje numérico de la subcuenca (ramificación de red de drenaje), se identificó la longitud del cauce principal (Lp), la longitud total de los Ríos (Lt), (Ferreira, Oliveira-Moura, & Castro, 2015).

Parámetros de forma

Para conocer el tiempo de concentración de la precipitación desde el punto de caída hasta el punto de desembocadura dentro de la Subcuenca, es indispensable conocer la forma de la misma.

Una vez delimitada la subcuenca se determinó el área (A) y perímetro (P), mediante su relación se logró obtener el coeficiente de compacidad (Kc), considerado para evaluar la influencia de las precipitaciones torrenciales en el escurrimiento superficial (Wenzel, y otros, 2017), a través de la ecuación 1:

$$Kc = 0,28 * \frac{P}{\sqrt{A}} \quad (\text{Ecuación 1})$$

En donde:

Kc = coeficiente de compacidad (adimensional);

P = perímetro de la subcuenca (Km);

A = área de la subcuenca (Km²).

El Índice de forma (IF) se lo obtiene por la relación del ancho promedio (Ap) y la longitud axial (La) de la subcuenca, cuando el valor se asemeja a 1, la forma de la subcuenca es redonda, caso contrario si el valor decrece, su forma es alargada (Camino, y otros, 2018).

$$IF = Ap / La \quad (\text{Ecuación 2})$$

La relación de elongación (Re) se correlaciona con la hidrología de la subcuenca, para lo cual entre menor sea a la unidad, mayor será el alargamiento de la misma, según (Camino, y otros, 2018).

$$Re = 2 \sqrt{A/r} \quad (\text{Ecuación 3})$$

Respecto al índice de circularidad (C), llamado también circularidad de la cuenca, es calculado para la relación entre el área de la subcuenca y el área del círculo del mismo perímetro de la subcuenca conforme la ecuación 4 (Huanca, 1999).

$$Ic = \frac{A}{AC} \quad \text{(Ecuación 4)}$$

En donde:

C = Circularidad

A = Área de la Subcuenca

AC = Área del círculo del mismo perímetro de la subcuenca considerada.

El valor de AC se lo obtiene a través de la ecuación 5:

$$AC = A/(P^2/4*r) \quad \text{(Ecuación 5)}$$

Parámetros de relieve

Entre los parámetros de relieve, involucra el conjunto de cotas, las cuales se consideran a la altitud media de la subcuenca (Hm), altura máxima de la subcuenca (Hmax), altura mínima (Hmi), altura media (Hmed), siendo este el promedio entre la cota máxima y mínima.

Parámetros de la red de drenaje

Son variables relevantes ya que definen el comportamiento del drenaje de la subcuenca, el orden de drenaje se estableció según los criterios de (Horton, 1945), modificado por (Strahler, 1957) tomando en cuenta la metodología en la cual los canales primarios son designados de primer orden (nacientes), la unión de dos canales primarios, forman un segundo orden y así sucesivamente.

La densidad de drenaje (Dd), es la relación entre la longitud total de los ríos y el área de la subcuenca, cuya variable fue definida por Horton (1945) seguido de Strahler (1957), estableciendo escalas de densidades, se considera la densidad baja cuando es menor a 7.5, densidad media de 7.5 a 10.0 y densidad alta mayor a 10.0. Se aplica la siguiente ecuación:

$$Dd = Lt / A \quad \text{(Ecuación 6)}$$

La relación de bifurcación (Rb) según Schumm (1956), menciona que si la litología de una cuenca es homogénea los valores varían entre 5 y 3 siendo cuencas bien drenadas, pero con crecidas más violentas que en el caso del valor mayor a 10 denominada cuenca elongada, lo cual es importante para describir el comportamiento del sistema fluvial.

Resultados

Mediante el software ArcGis 10.5, se calculó los parámetros morfométricos de la subcuenca estableciendo el área (A) de 460,31 km², perímetro (P) de 117,66 Km, fundamentales para su caracterización, ya que se encuentra dentro del rango establecido para ser considerada como subcuenca (Barrera y Presutti 2012). La longitud del río principal (Lp) = 51,04 Km, se obtuvo al medir el cauce desde el punto de aforo de la subcuenca, hasta su desembocadura, con la herramienta ArcHydro Tools, Longest Flow Path, la longitud axial (La) de 43,53 Km, la cual se midió del punto de aforo en línea recta hasta el punto más alejado de la subcuenca (ver tabla 1).

Parámetros de forma

Mediante el índice de forma (IF) igual a 0,24, índice de circularidad (Ic) de 0,41, el coeficiente de compacidad (Kc) de 1,55, (Tabla 1), se logró establecer que la forma de la subcuenca Río Chico es muy alargada, ovalada oblonga a rectangular oblonga, otro valor que confirma lo antes mencionado es la relación de elongación (Re) de 0,47, siendo este valor inferior a la unidad, que a su vez presenta pendientes con inclinación regular suave o ligeramente ondulada, por lo tanto, es una zona propensa a inundaciones (ver anexo 6), con desbordamientos de ríos, pudiendo ocasionar deslizamiento de masa. La forma de la subcuenca es de mayor importancia en la determinación del tiempo de concentración (Tc) de 9 horas, a medida que los afluentes del río principal lo alimenten, en algunos puntos diferentes, disminuyen las probabilidades de inundaciones.

Tabla 1: Parámetros de forma de la Subcuenca Río Chico.

Parámetros de Forma.		
Parámetros	Unidad de medida	Subcuenca Hidroráfica
Área (A)	km ²	460,31
Perímetro (P)	km	117,66
Longitud axial (La)	Km	43,53
Longitud de río principal (Lp)	km	51,04
Centroides	Este X	m
	Norte Y	m
Ancho promedio (Ap)	km	10,57
Coeficiente de compacidad (Kc)	-	1,55
Índice de forma (IF)	-	0,24
Índice de circularidad (C)	Km	0,42
Relación de elongación (Re)	-	0,47
Tiempo de concentración (Tc)	horas	9

Fuente: ArcGis 10.5

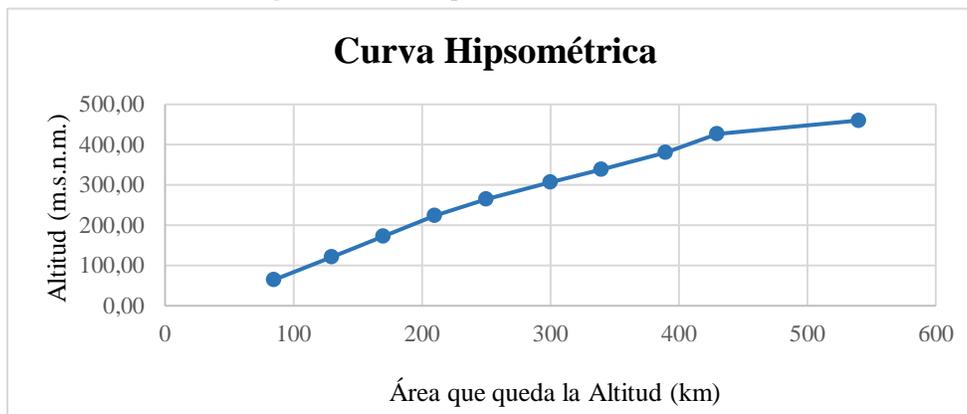
Elaboración: Propia

Parámetros de relieve

Curvas características de la subcuenca

La curva hipsométrica representa una distribución de área acumulada vs. elevación. Debido al carácter acumulativo del área, la curva hipsométrica indica el total del área acumulada de acuerdo a la altitud. Sobre lo anterior (Farfán, Urbina, Ferreira, y Brandan, 2010); (Almasalmeh 2019) coinciden en que, al realizar el análisis hipsométrico se debe empezar por levantar un sistema de coordenadas, el área acumulada expresada en porcentaje (km²) en las abscisas y en las ordenadas, las altitudes de cada una de las fajas altitudinales, en el 50% del área acumulada se encuentra la mediana de la altitud, valor más representativo que la altitud media, que en general resulta mayor. En la subcuenca Río Chico se obtuvo una altitud media (Hm) igual a 235,78 m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar), observándose equilibrio entre altura, composición, y usos en la mayor parte del área estudiada (ver figura 1). Al mismo tiempo se pudo obtener otros parámetros de la red hidrográfica de la subcuenca (ver tabla 2, 3 y 4).

Figura 1: Curva hipsométrica de la Subcuenca



El parámetro de la amplitud altimétrica máxima de la subcuenca (Hm) es 420 m, y representa la diferencia entre el punto más alto o altitud máxima (H max) aproximadamente de 440 m.s.n.m. y el punto más bajo o altitud mínima (Hmin) de 20 m.s.n.m.

Los parámetros relacionados al relieve son considerados elementos morfológicos básicos para clasificar o definir las formas del terreno provenientes de la erosión hidrológica, al mismo tiempo es conocida la influencia que tiene la relación de relieve (Rr) cuyo valor es de 356,95 Km, en la distribución de lluvias que influye de modo decisivo en el trazado del lecho, que presenta mayor

velocidad de flujo de agua, con poca infiltración de agua en el suelo. La subcuenca Río Chico, presenta un relieve colinado con pendientes moderadas y frecuentes movimientos de masa. Al mismo tiempo es de importancia en las modelaciones hídricas obtener el índice de rugosidad, por el papel fundamental que tienen en el almacenamiento y conducción del caudal, estimándose los parámetros de índice de rugosidad en = 129,58, y el índice de disección (Id) en = 97,88, que es la relación existente entre la distancia vertical del fondo del valle y la cima de la montaña. Los parámetros de relieve obtenidos de la Subcuenca se observan en la (tabla 2).

Tabla 2: Parámetros de relieve

Parámetros de Relieve			
Cotas del cauce	Altitud máxima (Hmax)	msnm	440
	Altitud mínima (Hmin)	msnm	20
Amplitud altimétrica máxima de la cuenca (Hm)		m	420
Relación de Relieve (Rr)		Km	356,95
Índice de rugosidad (Ir)		-	129,58
Índice de disección (Id).		-	97,88

Fuente: ArcGIS 10.5/ArcHydro

Elaboración: Propia

Parámetros de la red de drenaje

De acuerdo a la clasificación de Horton (1945), modificada por (Strahler, 1957) se identificó que la subcuenca de Río Chico es de primer orden, cuenta con 25 canales de primer orden, 13 canales de segundo orden, 3 canales de tercer orden y 4 canales de cuarto orden, presenta un total de 49 ríos y un grado de ramificación de 4, la sumatoria de todas las longitudes de la red hídrica es de 142,02 Km, descrito en la (Tabla 3), (Anexo 5).

Tabla 3: Parámetros de la red de drenaje.

Red de drenaje.			
Tipo de corriente		Unidad de medida	Subcuenca
Número de orden de los ríos	Orden 1	-	25
	Orden 2	-	13
	Orden 3	-	3
	Orden 4	-	8
	Orden 5	-	-
	Orden 6	-	-
	N° Total de ríos	-	49
	Grado de ramificación	-	4
Densidad de Drenaje (Dd)		km/km ²	0,31
Densidad Hidrográfica (Dh)		Km ²	0,11

Fuente: ArcGis 10.5

Elaboración: Propia.

La subcuenca Río Chico tiene una densidad de drenaje (Dd) de 0,31 Km de canal por cada Km² (tabla 3), identificado como un drenaje pobre/bajo conformado principalmente de ríos cortos e ineficientes, desarrollados sobre formaciones geológicas de características impermeables y suelos limo-arcillosos a arcillosos locamente (ver anexos 5 y 6). Otro aspecto importante en la subcuenca es la presencia mayormente de vegetación de bosque nativo y plantación forestal, tierra agropecuaria, arbustiva/herbácea, (ver Anexos 4 y 8), dichas coberturas permiten identificar y prevenir la proximidad de zonas susceptibles de peligrosidad para la comunidad.

Los resultados de la densidad hidrográfica (Dh), indica que cuenta con 0,11 ríos por cada Km², siendo este menor a la unidad y por lo tanto la subcuenca tiene baja capacidad de generar nuevos cursos de agua y baja magnitud (ver tabla 3).

Los valores de la relación de Bifurcación indica que la litología de la subcuenca es homogénea, bien drenadas, pero con crecidas más violentas ya que los resultados señalan que cada río de segundo orden se ramifica en 1,92 río de primer orden y cada río de tercer se ramifica en 4 ríos de segundo orden, lo que se logra identificar que no es una ramificación o bifurcación constante.

Tabla 4: Relación de Bifurcación

Relación de Bifurcación (Rb)			
Orden	Número (N)	Relación	Rb
1°	25	-	-
2°	13	1°/2°	1,92
3°	3	2°/3°	4,33
4°	8	3°/4°	0,38

Fuente: ArcGIS 10.5

Elaboración: Propia.

Discusión

El análisis establece que el área de la subcuenca (A) es de 460,31 Km², el perímetro (P) es de 117,66 Km, estos resultados permiten establecer que el área de estudio se encuentra dentro del rango establecido para ser considerada como subcuenca (inferior a 500 Km²) de acuerdo a la FAO (2020).

En cuanto a la longitud del río principal (Lp) es de 51,04 Km principalmente y la longitud de la red de toda la red de drenajes es de 142,01 Km y una densidad de drenaje (Dd) de 0,31 Km/Km², presenta una baja densidad de drenaje y por lo tanto su tiempo de escorrentía es mayor. Con respecto al análisis del orden de drenaje de la subcuenca Río Chico es de primer orden, ya que fueron identificados y cuantificados la red de drenaje, en el cual presentan 25 canales de primer orden, 13 canales de segundo orden, 3 canales de tercer orden y 4 canales de cuarto orden, para más detalles en (Almasalmeh 2019).

Según Santos, (2016) describe que la subcuenca de Río Chico es originaria de la cordillera de Chongón y Colonche no recibe afluente de la cordillera de los Andes, pero es importante vía de aprovechamiento de riego, consumo humano, al mismo tiempo es un importante afluente del Río Portoviejo que desemboca en la Bahía de Charapotó; en el actual estudio se comprobó a través del Los parámetros de forma en el presente estudio como lo son el índice de forma (IF), índice de circularidad (Ic), coeficiente de compacidad (Kc), y relación de elongación (Re), confirman que la subcuenca Río Chico es alargada, ovalada oblonga a rectangular oblonga, lo que provoca que sea propensa a inundaciones, con desbordamientos de ríos.

Al mismo tiempo se pudo determinar que la subcuenca Río Chico, su drenaje presenta caudal medio a bajo en verano, con densidad de 0,31 Km de canal por cada Km², su densidad hidrográfica (Dh), se ubica en 0,11 Ríos por cada Km², al ser menor a la unidad, lo que indica la baja capacidad de

generar nuevos cursos de agua. De igual forma la distribución de lluvias influye en el trazado del lecho y en el relieve (356.95 Km) de la Subcuenca de Río Chico, ya que presenta mayor velocidad de flujo de agua, con escasa filtración en el suelo, a la vez presenta un relieve colinado con pendientes moderadas, con frecuentes movimientos de masa.

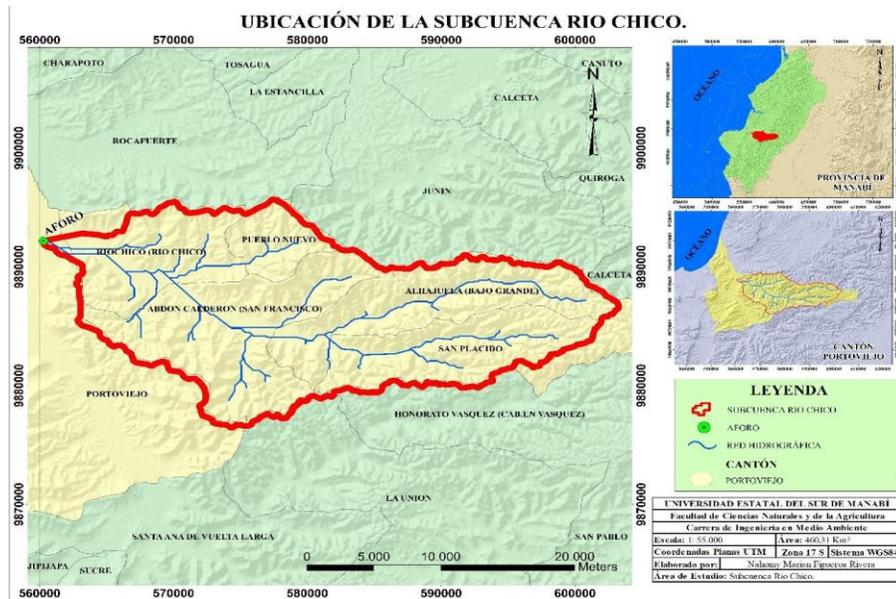
De manera semejante, González, (2014) realizó un modelamiento hidrológico de la microcuenca del Río Illangama, que presenta promedio anual de caudal de 667.20 m³, los meses de diciembre a mayo presentan valores altos de caudal, 93.70 m³ y en el mes de febrero el pico más alto y el resto del año los valores decrecen, esto se debe a la distribución de lluvias en la microcuenca, para el autor conocer estos parámetros son decisivos para trabajar en prevención de eventos inesperados, razón por la que se llevaron a cabo los estudios en la subcuenca de Río Chico. Así mismo, las características de una cuenca o subcuenca se encuentran determinados por la acción de estos y otros factores, resultados afines a los de Trigo, (2000) quien destaca que factores como relieve y drenaje inciden en los procesos erosivos en una cuenca, ya que determina la dirección, así como la intensidad del movimiento de agua y de los sedimentos influyendo y condicionando la red hidrológica. La relación de bifurcación de la subcuenca de Río Chico de primer orden según Strahler (1957) indica que presenta torrencialidad moderada, con homegenidad litológica.

Conclusiones

Del estudio de las características fisiográficas, se desprende que el área y perímetro se encuentran dentro del rango establecido para ser considerada una Subcuenca. La subcuenca Río Chico presenta forma muy alargada, ovalada oblonga a rectangular oblonga, con un tiempo de concentración de 9 horas, que a medida que los afluentes del río principal lo alimenten, disminuye las probabilidades de inundaciones, los parámetros relacionados al relieve son elementos morfológicos básicos para definir las formas del terreno provenientes de la erosión hidrológica, por lo tanto presenta mayor velocidad de flujo de agua, con poca infiltración en el suelo, un relieve colinado con pendientes moderadas, inclinación regular suave o ligeramente ondulada, con ciertas zonas propensas a inundaciones y desbordamientos. Presenta un drenaje pobre o bajo, conformado principalmente de ríos cortos e ineficientes, con baja capacidad de generar nuevos cursos de agua y baja magnitud, así mismo es identificada como una subcuenca de primer orden de la Red drenaje, desarrollados sobre formaciones geológicas de características impermeables. La litología de la subcuenca es homogénea, sin una ramificación ni bifurcación constante.

Anexos

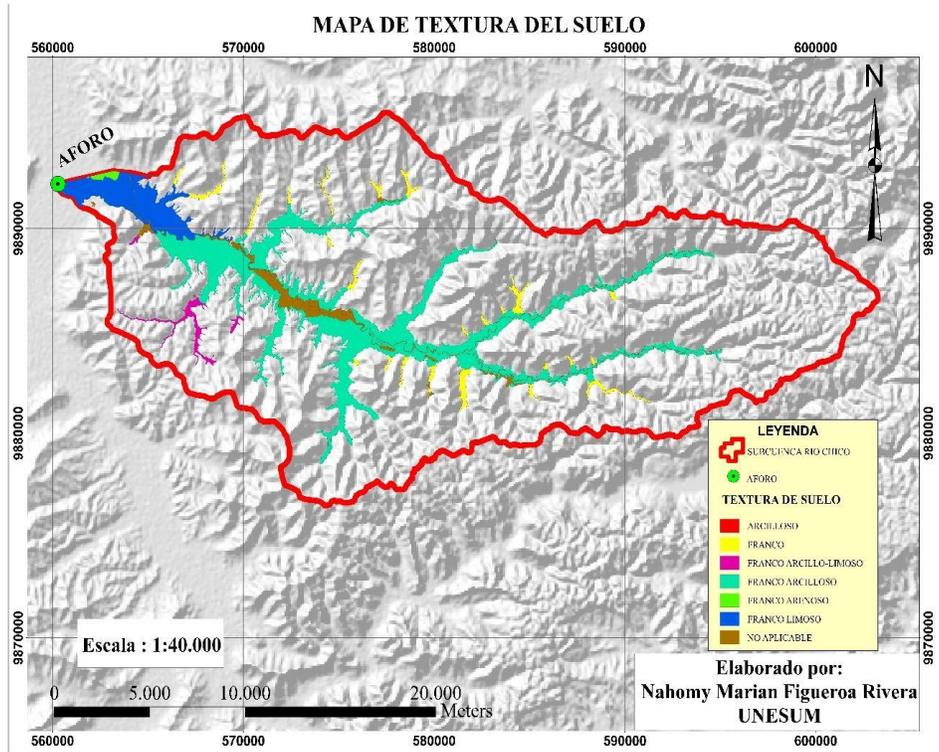
Gráfica 2



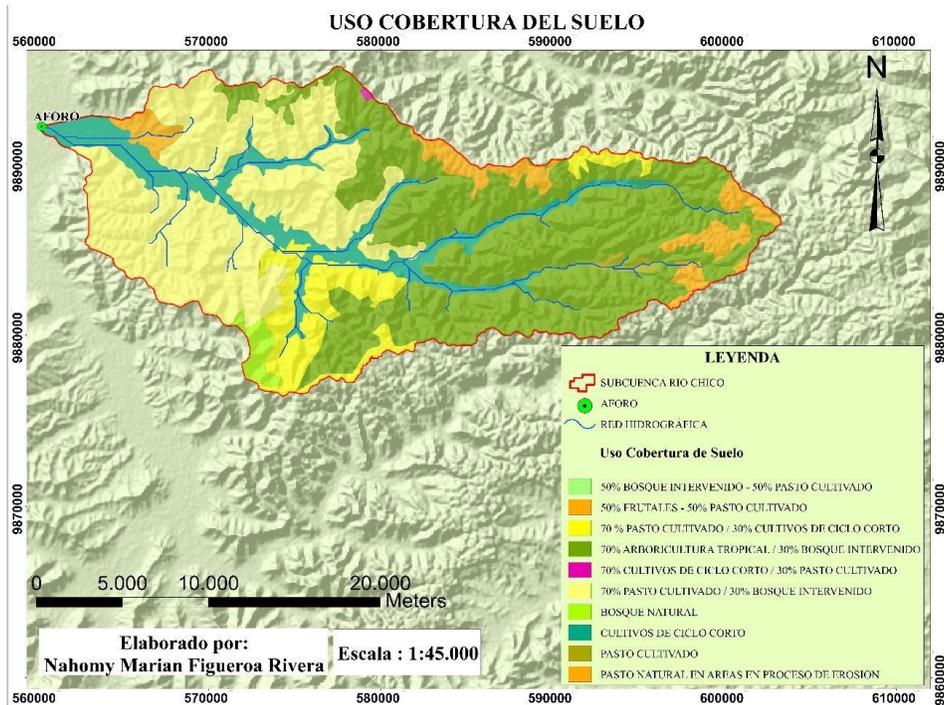
Gráfica 3



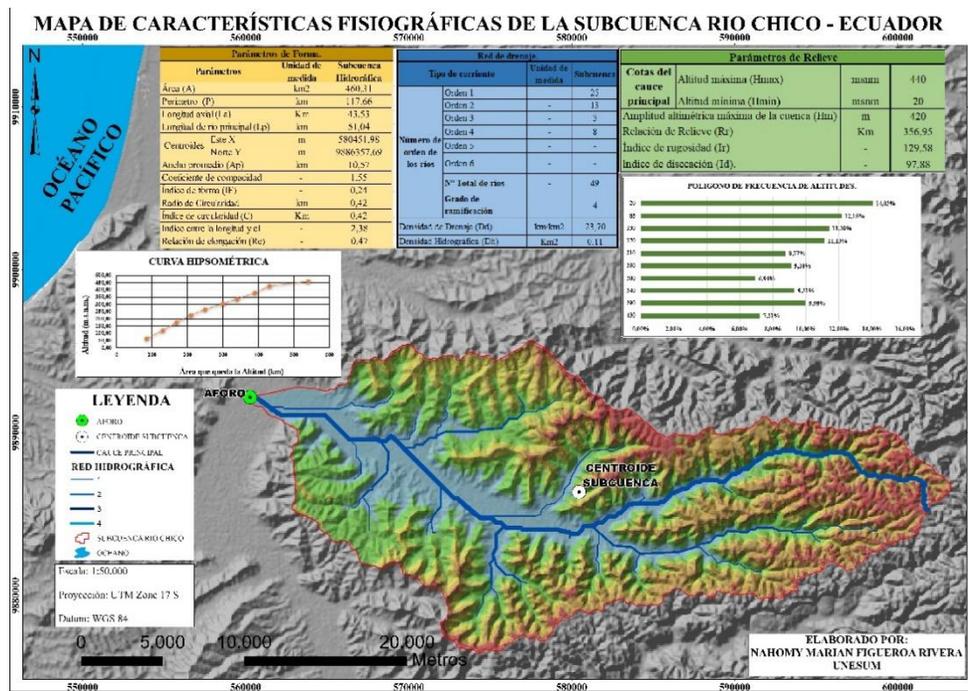
Gráfica 4



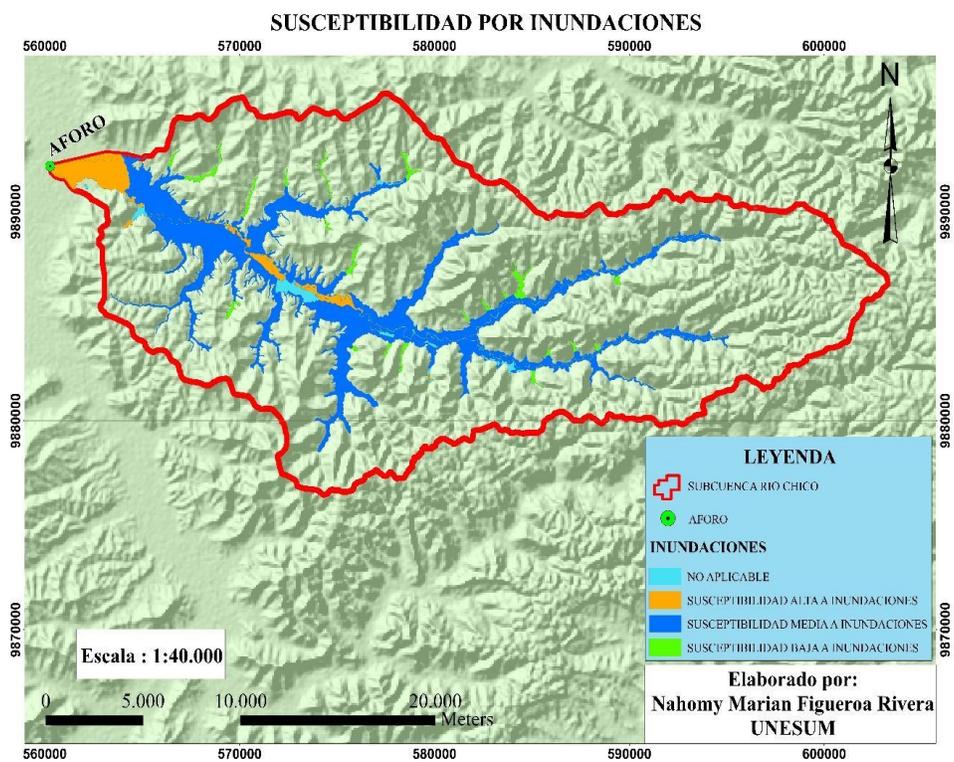
Gráfica 5



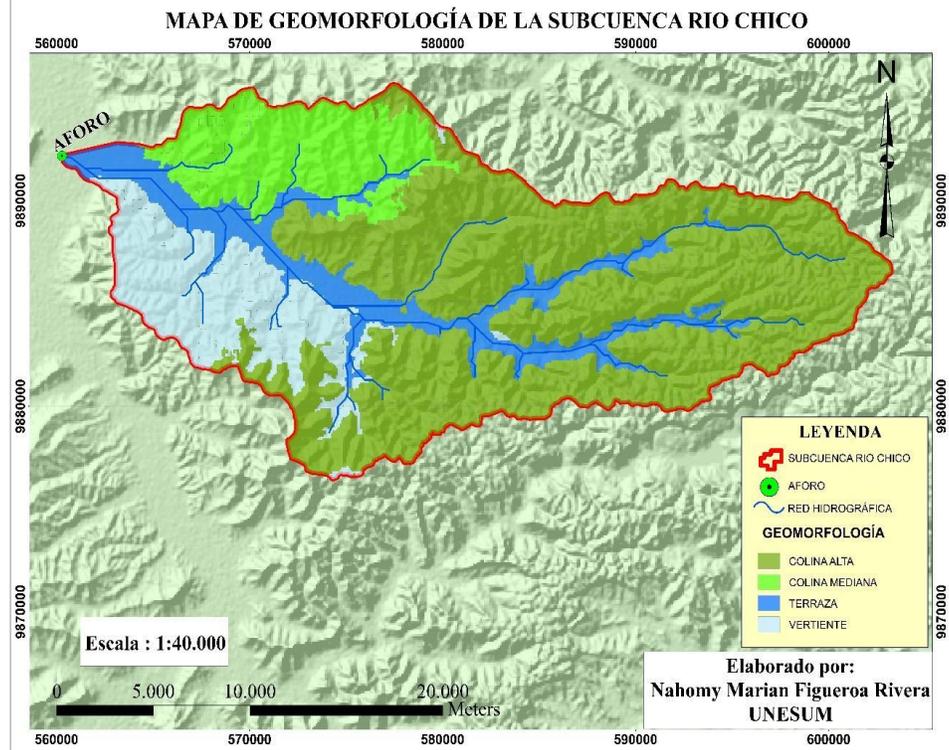
Gráfica 6



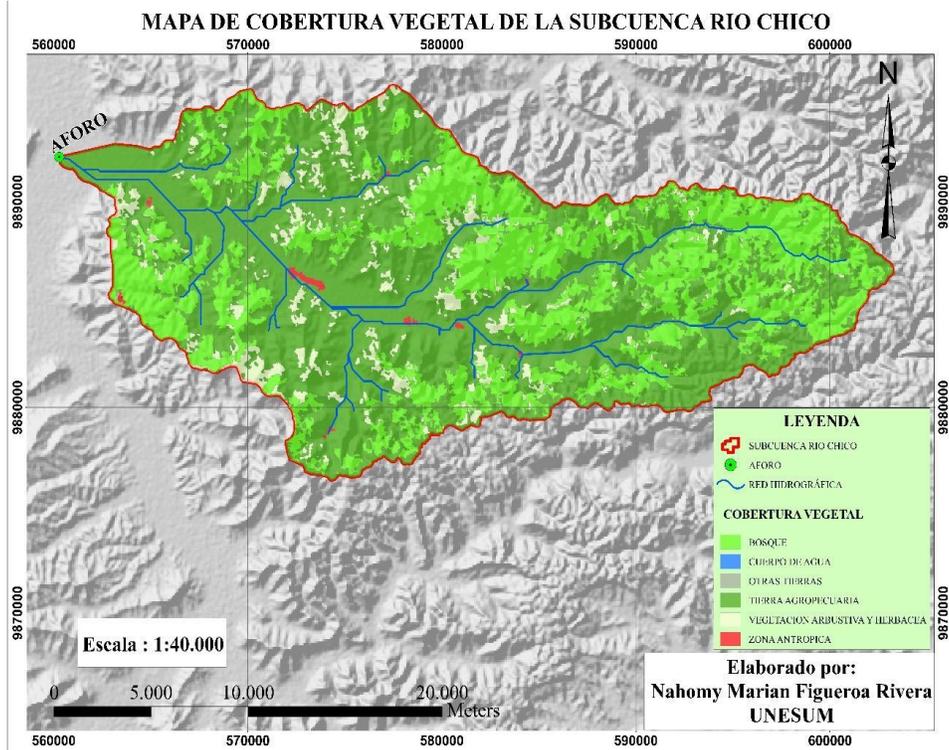
Gráfica 7



Gráfica 8



Gráfica 9



Gráfica 10



Referencias

1. Almasalmeh, O., & M., E. (2019). Quantitative analysis of watershed geomorphology and its hydrological implications using gis: case study of billi drainage basin, egypt. *International Water Technology Journal, IWTJ*, v. 9(n 4).
2. Barrera, D., & Presutti, M. (2012). El perímetro de una cuenca hidrica: su tratamiento objetivo en la definición de índices geomorfologicos. *cuadernos del CURIHAM*, (18) 1-13. doi:<https://core.ac.uk/download/pdf/84263985.pdf>
3. Farfán, F., Urbina, L., Ferreira, S., & Brandan, M. (2010). Caracterización y Red de Drenaje de la Subcuenca. *Ciencia*, 5 (16) 1-15. Obtenido de <http://www.exactas.unca.edu.ar/revista/v160/pdf/ciencia16-1.pdf>
- 4.
5. Camino, M. A., Bó, M. J., Cionchi, J. L., López de Armentia, A., Del Río, J. L., & De Marco, S. G. (2018). Estudio morfométrico de las cuencas de drenaje de la vertiente sur del sudeste de la provincia de Buenos Aires (Argentina). *Revista Universitaria de Geografía*.

6. Charfuelán, D. A. (2018). Geología del cuaternario de Portoviejo y zona de influencia. Universidad Central del Ecuador. Recuperado el 23 de 9 de 2020, de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/15499/1/T-UCE-0012-FIG-005.pdf>
7. Cisneros, D. S. (2019). Propuesta metodológica para el diagnóstico territorial económico urbano del cantón Portoviejo. Universidad Católica del Ecuador. Recuperado el 19 de 9 de 2020, de www.repositorio.río.puce.edu.ec/PDF
8. Ferreira, R. G., Oliveira-Moura, M. C., & castro, F. S. (2015). uso de plataforma sig na caracterização morfométrica da bacia hidrográfica Do Río Pancas – Brasil. *Nativa - Pesquisas Agrárias e Ambientais*, 03(03), p. 210-216. doi:10.14583/2318-7670.v03n03a11
9. González, J. I. (2014). Modelamiento de la microcuenca del Río Illangama con la utilización del modelo hidrológico SWAT. Universidad Central del Ecuador, 1-145. Obtenido de file:///C:/Users/SYSTEC/Downloads/T-UCE-0004-52.pdf
10. Horton, R. E. (1945). Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quatitative morphology. *New York: Geological Society of American Bulletin*, v. 56(n. 3), p. 807-813.
11. Huanca, A. C. (1999). Análisis Morfométrico de la Cuenca Hidrográfica del Río Lucre. *Espacio y Desarrollo* (n. 11).
12. Instituto Geográfico Militar (IGM). (2013). Cartas Topográficas Rocafuerte M III - F3, Portoviejo M IV - B1, Calceta M III F4 y Honorato Vásquez MIV - B2. Base Escala 1:50.000.
13. Instituto Geográfico Militar (IGM). (2013). Cartas Topográficas Rocafuerte M III- F3, Portoviejo M IV-B1, Calceta M III-F4 y Honorato Vásquez MIV-B2. Base Escala 1:50.000.
14. Leme, M. C., Sousa, S. L., Rodríguez, B. T., Rodríguez, M. T., & Campos, S. (2019). Geoprocésamiento aplicado na avaliação das características fisiográficas de una microbacia hidrográfica. *Revista Galoá*, p. 803-806.
15. Ministerio de Agricultura y Ganadería – MAG. (2019). Plan Nacional de Riego y Drenaje. Secretaria del agua. Recuperado el 20 de 9 de 2020, de <https://www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/2019/12/PNRD-2019-2027.pdf>

16. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia. (2018). Guía metodológica para la formulación de los planes de manejo ambiental de microcuencas PMAM. Minambiente. Recuperado el 7 de 23 de 2020, de <http://www.andi.com.co/Uploads/GU%C3%8DA%20PMA%20de%20Microcuenca.pdf>
17. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO. (2020). Conjunto de Herramientas para la Gestión Forestal Sostenible (GFS). Recuperado el 21 de 9 de 2020, de <http://www.fao.org/sustainable-forest-management/toolbox/modules/watershed-management/basic-knowledge/es/>
18. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial PDOT. (2014). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Parroquia Rural de Riochico. Recuperado el 21 de 9 de 2020, de http://app.sni.gov.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/
19. Real Academia de Ingeniería Raing. (2020). Recuperado el 19 de 9 de 2020, de <http://diccionario.raing.es/es/lema/caracter%C3%ADsticas-fisiogr%C3%A1fica>
20. Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, P. B. (2018). Metodología de la investigación. McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. Recuperado el 21 de 9 de 2020, de <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads>
21. Santos, K. d. (2016). Propuesta metodológica para la determinación de descargas máximas en función de parámetros morfométricos y de infiltración. Universidad Particular de Loja, 1-71. Obtenido de <http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/14992/1/RosaRío>
22. Schumm, S. A. (1956). Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Amboy. *Geological Society American Bulletin*. 67 (5), 597–646.
23. Strahler, A. N. (1957). Quantitative analysis of watershed geomorphology. *New Haven: Transactions: American Geophysical Union*, v. 38, p. 913-920.
24. Trigo, C. S. (2000). Influencia del relieve en la hidrología y erosión de una cuenca de montaña. Universidad de Córdoba. Recuperado el 19 de 9 de 2020, de <https://helvia.uco.es/xmlui/bitstream/handle>

25. Veliz, J. J. (2015). Estudio del riesgo por erosión hídrica del suelo utilizando el modelo USLE mediante herramientas SIG aplicado en la subcuenca del Río Portoviejo. Recuperado el 20 de 9 de 2020, de https://www.academia.edu/29473413/La_erosi%C3%B2n_hidr%C3%ACca
26. Villacreses, J., Bayas, J., & Félix, G. (2017). Diagnostico turístico de las parroquias rurales del cantón Portoviejo. GAD Municipal del cantón Portoviejo. Recuperado el 20 de 9 de 2020, de <https://www.academia.edu/>
27. Wenzel, D. A., Uliana, E. M., Almeida, F. T., Souza, A. P., Méndez, M., & Souza, L. G. (2017). Características fisiográficas de sub-bacias do Médio e Alto Río Teles Pires, Mato Grosso. *Revista de Ciências Agroambientais*, v. 15(n. 2). doi:10.5327/Z1677-606220172193

©2020 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).