

Perfiles geomorfológicos complejos aplicados en las subcuencas de los ríos Huacapa y Huajapa, Guerrero, México

Application of complex geomorphological profiles in the sub basins of the Huacapa and Huajapa rivers, Guerrero, México

Elizabeth Núñez-Carachure ^a , Oscar Frausto-Martínez ^b  & Alma Villaseñor-Franco ^{c*} 

elizabethmunez@uagro.mx, fraustomartinezoscar@gmail.com, almafranco@uagro.mx

^a Maestría en Ingeniería para la Innovación y Desarrollo Tecnológico, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Guerrero, Chilpancingo de Los Bravo, Guerrero, México.

^b Laboratorio de observación e investigación espacial, Universidad Autónoma del estado de Quintana Roo, Quintana Roo, México.

^c Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Guerrero, Chilpancingo de Los Bravo, Guerrero, México.

Received manuscript: 13 julio 2022.

Received in revised format: 12 julio 2023.

Accepted: 13 julio 2023.

Resumen

En este artículo se presentan perfiles geomorfológicos complejos que incluyen diferentes índices geomorfológicos, los cuales se localizan en la zona norte de la Ciudad de Chilpancingo, Guerrero-México, en los límites de las subcuencas del río Huacapa y río Huajapa. Para la creación de los índices se generó un estudio morfométrico (hypsométrico, pendientes, orden de drenaje, densidad de disección, y profundidad de disección, aunado a la caracterización geológica), los cuales fueron contrastados en dos tipos de perfiles: longitudinales y transversales con el fin de reconocer relaciones y diferenciaciones espaciales a nivel cuenca. Los resultados obtenidos indican que la densidad de disección va de mediana a baja en el perfil longitudinal y en el transversal presenta un valor de bajo a muy bajo; en la densidad de profundidad de disección se presentan valores medios en ambos perfiles. La formación geológica corresponde al terciario neógeno. De acuerdo con la interpretación de los perfiles geomorfológicos se concluye que en la zona se presenta una zona de rebajamiento o nivelación del relieve por la acción de los agentes exógenos. Aunado a esto en el punto de intercepción de ambos perfiles muestra un movimiento tectónico regional positivo, concluyendo así que la zona se encuentra en una fase de transición entre el relieve joven a uno más antiguo ya modelado.

Palabras clave: relieve, morfometría, cartografía geomorfológica, peligro, factores endógenos, factores exógenos.

Abstract

In this article, there are complex geomorphic profiles which include different geomorphological indices that are located in the zone north of Chilpancingo City, Guerrero-Mexico, in the limits of the Huacapa and Huajapa Rivers sub basins. The creation of the indices, a morphologic study was done. (The hypsometric, slopes, order of drainage, dissection density, and dissection depth, tuned to geological characterization), which werecontracted into two types of profiles: longitudinal and transverse within order to recognize spatial relationships and differentiations at the basin level. Results indicated that the dissection density ranges from medium to low the longitudinal profile and in the transverse one, it presents a value from low to very low; in the density of depth of dissection, mean values are presented in both profiles. The geological formation that corresponds to the neogene tertiary. According to the interpretation of the geomorphological profiles, it is concluded that the area shows a zone of lowering or leveling of the relief due to the action of exogenous agents. In addition, at the point of interception of both profiles, there is a positive regional tectonic movement, concluding that the area is in a transition phase between the young relief and an already modeled older one.

Keywords: relief, morphometry, geomorphological cartography, danger, endogenous factors, exogenous factors.

How to cite this article:

Núñez-Carachure, E., Frausto-Martínez, O. and Villaseñor-Franco, A., (2023). Perfiles geomorfológicos complejos aplicados en las subcuencas de los ríos Huacapa y Huajapa, Guerrero, México. BOLETÍN DE CIENCIAS DE LA TIERRA, 53, pp. 49 - 56. DOI:<https://doi.org/10.15446/rbct.n53.103641>.

1. Introducción

El Estado de Guerrero sufre anualmente daños en la infraestructura carretera que asciende a millones de pesos en reparaciones y mantenimiento, los cuales en su mayoría son detonados por fenómenos de origen natural, como lo son huracanes, fuertes lluvias, inundaciones y procesos de laderas (Núñez-Carachure, 2021). Aunado a esto, el estudio y la creación de la cartografía geomorfológica en el Estado de Guerrero es realmente escasa, y, en algunas zonas, nula. La Geomorfología de acuerdo con su significado etimológico es la ciencia que analiza las formas de la superficie terrestre (Núñez-Carachure, 2021), y tiene por objeto de estudio la parte abiótica de la Tierra y como objetivo deducir las configuraciones presentes en su superficie a lo largo del tiempo, usando un método histórico-natural (De Pedraza-Javier, 1996), gracias a William Morris Davis, quien ideó el primer método de análisis estrictamente geomorfológico: estructura-proceso-tiempo (Davis, 1973), en conjunto con los avances en los procesos de modelado, la geomorfología ha alcanzado el estado actual (Pedraza-Gilsanz, 1996); Las formas del relieve terrestre se pueden definir por su semejanza con modelos geométricos (morfografía) y a partir de una cuantificación de determinados elementos del relieve (morfometría). La cuantificación de ciertos elementos del relieve ha dado lugar, a un gran desarrollo de los métodos matemáticos para el estudio no sólo de la superficie terrestre, sino también de los procesos actuales endógenos y exógenos (Lugo-Hubp, 1988), por desgracia su uso para la gestión del riesgo, no le han considerado como fundamental.

En la zona norte de la Ciudad de Chilpancingo, Capital del Estado de Guerrero convergen las carreteras 95D mejor conocida como la autopista del sol y la carretera federal 95, ambas son la comunicación de la Ciudad de México con la Ciudad de Chilpancingo, capital del Estado y el puerto de Acapulco, y la carretera de Cuota que comunica a la Ciudad de Tixtla, Guerrero; las cuales sufren anualmente daños ocasionados principalmente por fuertes lluvias, inundaciones, huracanes y procesos de laderas; así mismo, en esta zona se localizan los límites de las subcuencas hidrológicas del R. Azul (conocido localmente como río Huacapa) y R. Huajapa es una zona donde los procesos geomorfológicos resaltan por su contraste genético, evolutivo y dinámico por lo que es relevante realizar este tipo de estudio. De acuerdo con la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) el área comprende 2 acuíferos: 1) Chilpancingo (1228) en el que se presentan sierras abruptas constituidas por rocas calizas y cerros redondeados formados por rocas volcánicas. La red hidrográfica es de tipo dendrítico en la que la corriente principal es el río Huacapa-Petaquillas, afluente del río Papagayo. La geología general está representada por un conjunto de rocas de origen sedimentario, ígneo y metamórfico que pertenecen geológicamente a la denominada Plataforma Guerrero-Morelos constituida por rocas carbonatadas del Cretácico, sin aporte volcánico (Conagua Estado de Guerrero, 2020). 2) Iguala (1205) en el cual el paisaje geomorfológico se caracteriza por estar constituido por barrancas profundas y

valles intermontanos, las laderas de las barrancas y valles definen pendientes mayores a los 35°. Las elevaciones máximas de poco más de 2,500 metros sobre el nivel del mar (msnm) se asocian con las zonas de cabalgaduras pliegues anticlinales y al emplazamiento de rocas intrusivas y volcánicas. En lo que respecta a las zonas de menor relieve asociadas con lomeríos y valles, estos elementos del terreno presentan elevaciones máximas de 2,000 msnm con un drenaje dendrítico de alta densidad, en donde los cauces son estrechos y las pendientes de aproximadamente el 10% (Conagua Estado de Guerrero, 2020).

Los perfiles geomorfológicos complejos aportan datos del relieve y la intensidad de los procesos endógenos y exógenos, los cuales se interpretan por medio de índices geomorfológicos y que se reflejan espacialmente en los mapas temáticos de análisis del relieve. Existen dos tipos de perfiles (longitudinales y transversales) y el objetivo central de su uso es asociar, de manera armónica, los elementos del relieve que resultan correlativos entre los factores endógenos (tectónicos) y exógenos (denudativo-erosivo). Precisamente se pretende registrar los movimientos tectónicos recientes mediante la interpretación de perfiles, lo cual permite reconocer (Ortiz-Pérez, 1990):

- La naturaleza de los escarpes, quiebres, rupturas de pendiente, flexiones que, de acuerdo con su origen, pueden ser: tectónicos, erosivos, litológicos o mixtos.
- La relación directa o indirecta entre estructura geológica y relieve.
- Las estructuras tectónicas activas e inactivas.
- El carácter estructural y/o tectónico de la disección lineal, el arreglo, la jerarquía y la disposición de la red fluvial en función de la posición de los niveles de base y la relación con la disposición potencial para disecar el relieve.
- La distribución y disposición altitudinal de las superficies de nivelación planar y su posible relación con periodos de estabilidad orogénica.
- Los cambios en la velocidad de disección fluvial condicionada por la tectónica, identificando las principales etapas del corte erosivo fluvial.
- La disposición topográfica y estructural que aunada a los aportes de los anteriores incisos muestra la relación entre los movimientos tectónicos y la expresión del relieve.

Finalmente, el estudio se implementa en una cuenca hidrográfica, la cual es un territorio cuyas aguas fluyen todas hacia un mismo río, lago o mar. Respecto a los límites de una cuenca, éstos constituyen lo que se conoce como “parteaguas” o divisoras de aguas, es decir, las líneas imaginarias que une las crestas de las elevaciones de terreno por cuyas laderas escurre el cauce principal de salida propia cuenca o hacia su centro en caso de ser cerrada (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, 2019).

El objetivo de trazar los perfiles geomorfológicos complejos en las subcuencas, mediante el uso de los SIG, es analizar los parámetros morfométricos, obtenidos de la cartografía y de esta forma poder tener una relación de los procesos endógenos y exógenos del relieve.

2. Materiales y métodos

2.1 Localización y descripción de la zona de estudio

El área de estudio se localiza al norte de la Ciudad de Chilpancingo de los Bravo y al sur de la localidad de Zumpango del Río, en esta zona se encuentran los límites de dos subcuencas: 1) Subcuenca R. Azul (Huacapa) y 2) Subcuenca R. Huajapa (Figura 1). Los perfiles geomorfológicos se trazaron al norte de la Ciudad de Chilpancingo de Los Bravo, Guerrero, México. El perfil transversal sigue el límite de las dos subcuencas hidrográficas, las cuales tienen los siguientes datos: 1) Subcuenca Río Azul (RH20Ed), inicia desde el nacimiento del río conocido localmente como Huacapa siendo esta su corriente principal, cuenta con una superficie de 1,764.19 kilómetros cuadrados y un perímetro de 311.86 kilómetros, es de tipo exorreica, la elevación máxima es de 2,840 msnm y la mínima de 320 msnm, la pendiente de la corriente principal es de 1.87 % y drena principalmente en la subcuenca R. Omitlán (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2) Subcuenca R. Huajapa (RH18Bd) inicia desde la barranca seca como se conoce localmente, cuenta con un área de 1,299.98 kilómetros cuadrados y un perímetro de

192.77 kilómetros, es de tipo exorreica, la elevación máxima es de 2,960 msnm y una mínima de 480 msnm, la pendiente de la corriente principal es de 2.858 % y el lugar donde drena principalmente es en la subcuenca R. Balsas- San Juan Tetelzingo (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). El criterio que se utilizó para trazar el perfil longitudinal es de acuerdo con Ortiz-Pérez (1990), el cual es, seguir la traza o dirección del eje mayor de las estructuras formadas por el arqueamiento del levantamiento tectónico, cuyo umbral generalmente corresponde al eje orográfico o al plano axial de la deformación de la corteza terrestre por movimiento positivo, en este caso de estudio el eje es el límite de las Cuencas hidrológicas del Balsas y Chilpancingo y el longitudinal se realizó perpendicularmente al perfil transversal y pasa de una cuenca hacia la otra.

La decisión de realizarlos en esta zona se debe a varios factores entre los que resaltan el crecimiento de la urbanización tanto de Zumpango del Río y de Chilpancingo de los Bravo, diferentes infraestructuras carreteras libre y de cuota México-Acapulco, El Hospital General Dr. Raymundo Abarca Alarcón y el Centro Regional de Educación Superior Zona Centro Campus Zumpango de la UAGro.

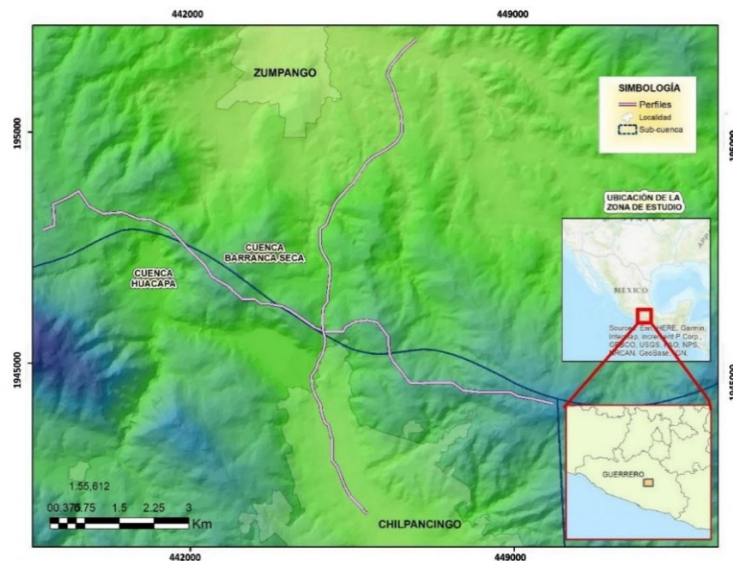


Figura 1. Ubicación de la zona de estudio.

Fuente: Los autores, con base al conjunto de datos vectoriales de información topográfica E14C28 Chilpancingo a escala 1:50,000, del INEGI..

2.2 Metodología

La metodología se estructura en cuatro etapas: principales (Figura 2):



Figura 2. Diagrama de la metodología utilizada

Fuente: Los autores.

1. Estudios antecedentes, cuyo fin es caracterizar la zona de estudio y compilar información físico-geográfica que sirva de fundamento explicativo (geología, clima, hidrología, entre otros).
2. Recopilación de información, que consistió en la recopilación de información geográfica que se obtuvo del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), los insumos que se utilizaron son el conjunto de datos vectoriales de información topográfica E14C28 Chilpancingo a escala 1: 50,000 y sus actualizaciones (2013-2018), así como la revisión de artículos científicos referentes a las técnicas de elaboración de perfiles geomorfológicos complejos y al análisis de cartografía geomorfológica.
3. Creación de cartografía morfométrica. Para la creación de los mapas temáticos se utilizaron herramientas de integración espacial en los Sistemas de información geográfica (SIG) y diferentes herramientas que se encuentran en el software ArcGIS, construyendo de esta manera los siguientes mapas:
 - Mapa Hipsométrico- Se generó a partir del conjunto de datos vectoriales de información topográfica E14C28 Chilpancingo a escala 1:50,000, los cuales se descargaron de la página oficial del INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2019). El criterio que se utilizó para definir los intervalos fue el principio de simplificación y explicación del relieve.
 - Mapa órdenes de drenaje- Se utilizó el método de Strahler (1957), con el fin de jerarquizar la influencia erosiva y el control estructural. Para el geoprocésamiento de este mapa se utilizaron diferentes herramientas de Spatial Analyst Hydrology (Figura 3).
 - Mapa de pendientes- el análisis de este mapa consiste en transformar las distancias entre curvas de nivel en valores de pendientes, la fórmula que se utilizó es la siguiente: $(m=Eq)\tan\alpha$. Para los rangos se siguió los baremos de Verstappen y Van Zuidam (1968:75), quienes sugieren dividir los rangos en seis clases (1) 0°-2°, (2) 2°-5°, (3) 5°-15°, (4) 15°-30°, (5) 30°-55° y (6) +55°; esta clasificación pretende resaltar el tipo y grado de la actividad erosiva y el movimiento de masas (Espinoza y Arroyo,2011).
 - Mapa densidad de disección- En este mapa se calculó la concentración de los cauces fluviales en un área específica (1 kilómetro cuadrado) y el objetivo es establecer zonas de mayor o menor concentración de las corrientes fluviales, y, por ende, con mayor erosión fluvial, el indicador geomorfológico resultante es km/km^2 . Para la creación de este mapa se siguió la metodología indicada en la figura 4 y se utilizaron diferentes herramientas de geoprocésamiento, utilizando principalmente Data Management tools.
 - Mapa profundidad de disección- el objetivo de crear este mapa es medir la capacidad o actividad erosiva de los ríos en la vertical ya que analiza las superficies donde la erosión fluvial ha sido más (o menos) intensa a través del tiempo. Para la construcción de este mapa se siguieron los mismos pasos que en el mapa anterior, pero con la diferencia que en esté la representación es la máxima diferencia de alturas que se localice en un área específica (1 km^2).

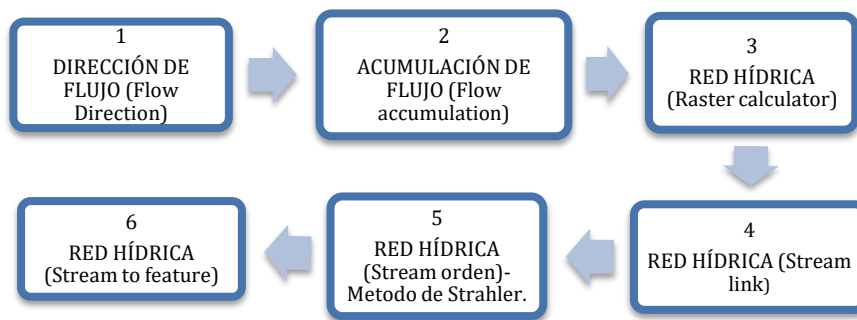


Figura 3. Proceso para la construcción del mapa de órdenes de drenaje. Fuente: Los autores.

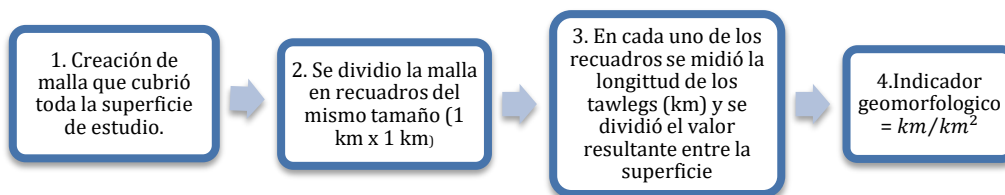
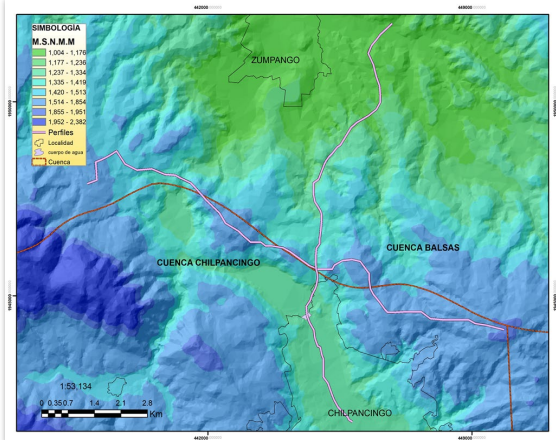
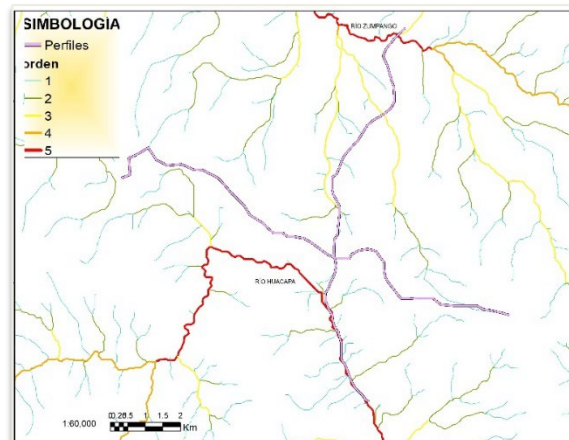


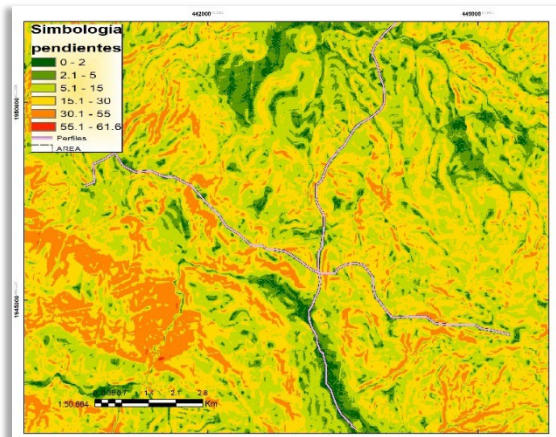
Figura 4. Metodología para la construcción del mapa de Densidad de Drenaje Fuente: Los autores.



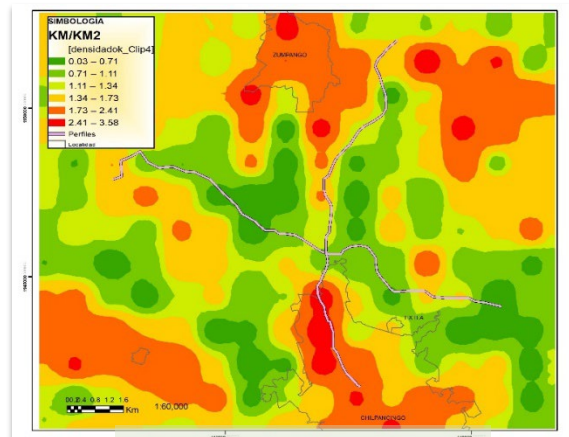
A) Altimétrico. Esc. 1:53,134



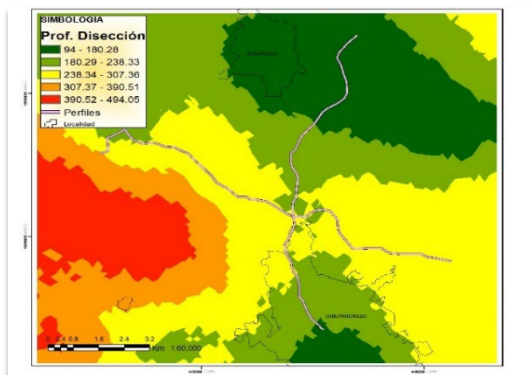
B) Orden de drenaje. Esc. 1:60,000



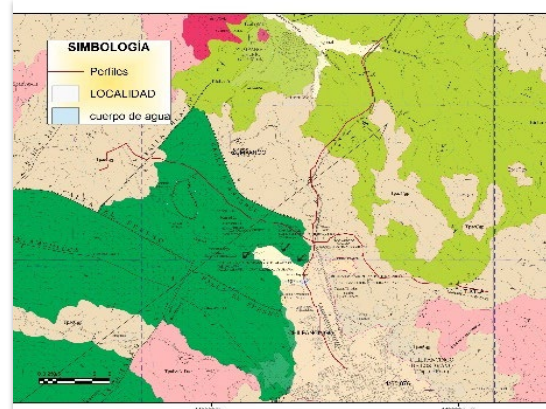
C) Pendientes. Esc. 1:50,664



D) Densidad de disección. Esc. 1:60,000



E) Profundidad de disección. Esc. 1:60,000



F) Geológico. Esc. 1:60,000

Figura 5: A) Mapa altimétrico B) Mapa ordenes de drenaje, C) Mapa de pendientes, D) Mapa densidad de disección, E) Mapa profundidad de disección, F) Mapa geológico.

Fuente: Los autores, con base al conjunto de datos vectoriales de información topográfica E14C28 Chilpancingo a escala 1: 50,000, del INEGI.

- Mapa geológico- La información que se utilizó es de las cartas geológicas-mineras que ofrece el Servicio

Geológico Nacional (2020), cuyo fin es reconocer los elementos de influencia de la estructura en el relieve.

4. Construcción de los perfiles geomorfológicos complejos. Ortiz-Pérez (1990) nos dice que los procedimientos para el manejo de perfiles y su aplicación son diferentes para cada una de las secciones del trabajo, reconociendo y señalando el cuidado que debe de tenerse con esta técnica y la limitación de los resultados para ciertos casos; Menciona que Kostenko reconoce 2 tipos de perfiles geomorfológicos: transversal y longitudinal. La construcción del perfil transversal se trazó en el límite de las Cuencas hidrológicas del Balsas y Chilpancingo y el longitudinal se realizó perpendicularmente al perfil transversal y pasa de una cuenca a otra. Para la construcción de estos perfiles se utilizó la herramienta edit de Arcgis, y posteriormente en el programa AutoCAD se complementaron.

3. Resultados

A partir de los datos vectoriales de información topográfica E14C28 Chilpancingo escala 1:50,000, obtenidos del INEGI, se generaron una serie de mapas morfométrico en el sistema de proyección UTM WGS84 huso 14N, de los cuales se obtuvieron los siguientes mapas geomorfológicos de la imagen 5, en la cual se observa que la altitud mínima es de 1004 msnm la cual se localiza en la zona urbana de la localidad de Zumpango del Río, en la subcuenca de R. Huajapa; y una altitud máxima de 2,382 msnm la cual se localiza en la zona suroeste de la zona de estudio y ubicándose la mayor parte en la subcuenca de R. Azul; teniendo de esta forma una diferencia de altura de 1,378 metros (Figura 5A). Las pendientes más altas de esta zona de estudio se localizan en la parte suroeste tal y como se puede ver en la figura 5CC. En el mapa de órdenes de drenaje (figura 5B), se puede observar que los órdenes que más abundan son los que van del 1 al 3 y siendo solamente dos corrientes las que alcanzan el orden 5 y que de acuerdo con De Pedraza-Javier (1996) nos dice las de primer orden son las más jóvenes, con valles de formación incipiente. Las de órdenes mayores, en general, reflejan las etapas más antiguas de desarrollo de la red fluvial, y en muchos casos son indicadoras de estructuras sobre las que se han desarrollado los valles fluviales: anticlinal, grieta, falla, etc. En la figura 5D podemos observar el mapa de la densidad de la disección la cual va de 0.03 a 3.58 km²/km². En la figura 5E, se observa el mapa resultado de la profundidad de disección teniendo un rango de 94 a 494.05 m/km² y finalmente en la figura 5 F

tenemos el mapa geológico se observa que la formación geológica más antigua es el cretácico inferior y se localiza en la parte suroeste del área de estudio.

En los perfiles geomorfológicos complejos se anexaron los índices geomorfológicos que se obtuvieron de los mapas anteriores, y se obtuvieron las siguientes relaciones:

En el perfil longitudinal, el cual cruza de una subcuenca a otra, tiene una longitud 11.813 km, se puede observar que la altura varía de sur a norte de 1,259.65 a 1,101.59 msnm; atraviesa por tres formaciones geológicas: Cuaternario, Terciario Neógeno y Cretácico Superior, siendo está la formación más antigua y se presenta del km 7,529 al 11,156. La densidad de disección inicia al sur con 2,286.29 km²/km², y finaliza al norte con 360.49 km²/km², alcanzando mayor densidad en el km 3.027. y presentando la menor en el km 9.843. En cuanto a la profundidad de disección está inicia al sur con 173.60 m/km², y finaliza al norte con 147.36 m/km².

En el perfil transversal (Figura 6), el cual se trazó en los límites de las subcuencas, tiene una longitud de 13.781 km, en los que se puede observar que la altura varía de oeste a este de 1,664.70 a 1,865 msnm; atraviesa por 3 formaciones geológicas: iniciando con el Terciario Neógeno del km 0 al km 2,686; siguiendo con el Cretácico Inferior siendo esta formación la más antigua en el perfil y se presenta del km 2686 al km 7,440; posterior nuevamente continua con la formación del Terciario Neógeno hasta el km 12.4; cambiando ahora a la formación cretácico superior teniendo una longitud de 518 m y finalmente cambia nuevamente a terciario neógeno. La densidad de disección inicia al oeste con 1,581.80 km²/km², y finaliza al este con 407.90 km²/km², alcanzo el valor más alto en el km 0.156 y el valor más bajo en el km 2.856. En la profundidad de disección se inicia al oeste con 374.79 m/km² y finaliza al este con 342.56 m/km².

El resumen de los índices geomorfológicos de ambos perfiles se puede revisar en la tabla 1.

La morfología cumbral que se presenta en ambos perfiles es en cúpula convexa en el perfil transversal y cóncava en el perfil longitudinal (Ω), en el perfil transversal nos muestra que en la zona donde convergen ambos perfiles se tiene un movimiento tectónico regional positivo, es atravesado por la formación geológica del terciario neógeno de la era cenozoica. La densidad de disección va de mediana a baja en el perfil longitudinal y en el transversal presenta un valor de bajo a muy bajo; en la densidad de profundidad de disección se presentan valores medios en ambos perfiles.

Tabla 1.
Indicadores morfométricos obtenidos mediante los mapas temáticos.

Indicador geomorfológico	Perfil longitudinal	Perfil transversal
Altitud (msnm)	1,259.65-1,101.59	1,664.70-1,929.60
Densidad de disección (km ² /km ²)	2,286.29-1,360.49	1,581.80-407.90
Profundidad de disección (m/km ²)	173.60-147.36	374.79-342.56
Geología	Atraviesa tres formaciones geológicas: cuaternario, terciario neógeno y cretácico superior.	Atraviesa 3 formaciones geológicas: terciario neógeno, cretácico superior y cretácico inferior.

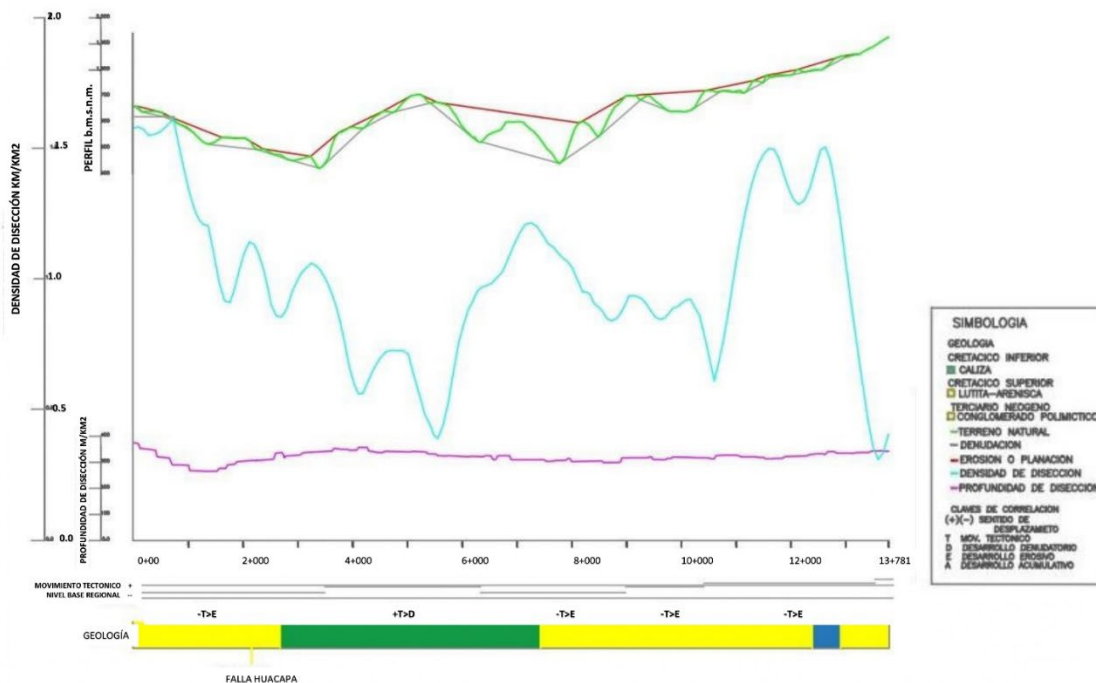


Figura 6: Perfil geomorfológico complejo transversal.
Fuente: Los autores.

4. Discusión

La interpretación de los perfiles geomorfológicos así mismo como la cartografía morfométrica nos indican que:

En el perfil longitudinal, se puede observar que la densidad de disección es mayor en la cuenca de Huacapa alcanzando el máximo indicador de 3,282 km/km² y obteniendo el indicador más bajo en la cuenca del río Huajapa que es de 482 km/km², estos resultados se atribuyen que en la cuenca del río Huajapa se localiza una mayor altitud así mismo una mayor cantidad de corrientes pluviales. Aunado a esto la pendiente y la altitud que se presenta en esta cuenca son los valores más altos que se obtuvieron en esta zona de estudio.

El perfil transversal es el que mayor erosión/planación y denudación presenta, esto se le atribuye a que en donde se trazó este perfil es el límite de las cuencas en mención y al ser un partaguas tal y como la teoría de W. M. Davis en Holmes (1980) la cual aborda el proceso de rebajamiento o nivelación del relieve por la acción de los agentes exógenos cuya destrucción se verifica de arriba hacia abajo, o sea en sentido esencialmente vertical, siguiendo la pauta dada por la profundización de los valles con el consiguiente descenso de los interfluvios.

Los resultados obtenidos en la profundidad de disección son mayores en el perfil transversal, lo cual nos indica que en este perfil es en donde existen más escarpes, quiebres y/o rupturas de pendiente que, de acuerdo con su origen, pueden ser: tectónicos, erosivos, litológicos o mixtos.

La información geológica es insuficiente (escala

adecuada) para determinar el origen del punto III.

La zona de más exposición a las corrientes fluviales se localiza en la Cuenca del río Huajapa y en esta zona es donde convergen las carreteras de 95D y 95 México-Chilpancingo así mismo converge con el Río conocido localmente como Huacapa, el cual es un orden 5 por lo que pertenece a los tectónicos; aunado a este dato y al peligro que esto representa, en el punto que convergen los perfiles se presenta una alta pendiente y que de acuerdo a Vers Verstappen y Van Zuidam (Espinoza y Arroyo,2011), es susceptible a la actividad erosiva y el movimiento de masas tal y como se presenta actualmente en esta zona.

La morfología cumbral que se presenta en el perfil transversal es en cúpula de la convexidad (Ω), que de acuerdo con Ortiz-Pérez, la zona se encuentra en una fase de transición entre el relieve joven a uno más antiguo ya modelado.

En la zona de estudio se tienen factores exógenos como la erosión, denudación y factores exógenos como los movimientos regionales tectónicos positivos, los cuales le han dado la particularidad del relieve que se muestra en la actualidad.

5. Conclusiones

En esta investigación se integraron diferentes mapas temáticos morfométricos (altimétrico, ordenes de drenaje, pendientes, Densidad de disección, profundidad de disección y Geológico) los que se realizaron con ayuda de los SIG, obteniendo así indicadores para la creación de los perfiles geomorfológicos complejos, para analizar los procesos

endógenos y exógenos de la zona de estudio, el trazo de los perfiles se realizaron de manera estratégica debido a diferentes infraestructuras localizadas en la zona, los resultados que se obtuvieron nos indican que en la zona existen diferentes procesos que modelan el paisaje, es un área de rebajamiento o nivelación del relieve por acciones de fenómenos exógenos como lo son las fuertes lluvias y huracanes que se presentan en la zona anualmente, los cuales también son los principales causantes de las remoción de masas; así mismo en la intersección de los perfiles se presenta un movimiento tectónico regional positivo.

Declaración de conflicto de interés

Los autores declaran que no tienen conflictos de interés.

Referencias

- Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Chilpancingo (1228), Estado de Guerrero. Diciembre 2020. Recuperado de: https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/guerrero/DR_1228.pdf
- Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Iguala (1205), Estado de Guerrero. Diciembre 2020. Recuperado de: https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/guerrero/DR_1205.pdf
- De Pedraza-Javier. (1996). Geomorfología, Principios, Métodos y Aplicaciones. Madrid: Rueda
- Espinosa y Arroyo 2011 como se citó en Hernández, Silvia. (2014). Caracterización morfológica y morfométrica de la carta Toluca. [Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma del Estado de México]. Recuperado de: <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/30718/HERNANDEZ-SILVIA-LGE-2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y%22>
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Fecha de publicación 01 de agosto de 2019. Recuperado de: <https://www.gob.mx/imta/articulos/que-es-una-cuenca-211369>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2019). Mapas. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825202248>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. SIATL. Recuperado de: https://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/siatl/
- Holmes (1980) como se citó en Ortiz-Pérez, M.A. (1990). Perfiles geomorfológicos complejos (Significado y aplicación en la interpretación morfotectónica) Serie Varia. T.1. Núm. 12. Instituto de Geografía, UNAM. [Recuperado de: http://www.publicaciones.igg.unam.mx/index.php/ig/catalog/view/98/96/296-1](http://www.publicaciones.igg.unam.mx/index.php/ig/catalog/view/98/96/296-1)
- Lugo-Hubp, J. (1988). Elementos de geomorfología aplicada (métodos cartográficos). UNAM. México. ISBN 968-36-0560-5.
- Ortiz-Pérez, M.A. (1990). Perfiles geomorfológicos complejos (Significado y aplicación en la interpretación morfotectónica) Serie Varia. T.1. Núm. 12. Instituto de Geografía, UNAM. Recuperado de: <http://www.publicaciones.igg.unam.mx/index.php/ig/catalog/view/98/96/296-1>
- Pedraza-Gilsanz, J. (1996). Geomorfología, Principios, Métodos y Aplicaciones. Madrid: Rueda. ISBN: 84-7207-087-5.
- Núñez-Carachure, E. (2021). Estimación del peligro mediante el análisis geomorfológico: Caso de estudio Zumpango del Río y zonas aledañas. Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Guerrero-México.
- Servicio Geológico Nacional. (2020). Edición de cartas geológico-mineras y geoquímicas escala 1:50,000. Recuperado de http://www.sgm.gob.mx/cartas/Cartas_Ed50.jsp
- W.M. Davis en Holmes (1980, págs. 332-341), como se citó en Pedraza (1996). Geomorfología, Principios, Métodos y Aplicaciones. Madrid: Rueda
-
- E. Núñez-Carachure**, es Ingeniera topógrafo Geodesta 2014, por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Guerrero. Maestra en Ingeniería para la Innovación y Desarrollo Tecnológico, opción terminal Geomática, de la Universidad Autónoma de Guerrero 2021. Miembro activo de: REDESCLIM- CONACYT y de La Sociedad Latinoamericana en Percepción Remota y Sistemas de Información Espacial, Capítulo México. (SELPER). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5763-5088>.
- O. Frausto-Martínez**, es Doctor en análisis e investigación espacial por la Universidad Bauhaus, Alemania. Profesor investigador de la división de desarrollo sustentable de la Universidad de Quintana Roo. Miembro: del SNI; de la Academia de Geografía de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística; Presidente de la Cátedra internacional Stephen Olsen en Manejo Integrado de la Zona Costera; presidente del CTA de la REDESCLIM del CONACYT. Director del Observatorio Urbano de la Riviera Maya del CONACYT y Secretario de Investigación de la Universidad de Quintana Roo. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6610-5193>
- A. Villaseñor-Franco**, Doctora en Geografía por la Universidad Nacional Autónoma de México. Profesora investigadora a tiempo completo en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Guerrero. Miembro del Núcleo Académico Básico de la Maestría en Ingeniería para la Innovación y el Desarrollo Tecnológico y de la Maestría en Geografía y Gestión Territorial, ambas Universidad Autónoma de Guerrero, miembro de REDESCLIM del CONACYT. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6748-9662>