

CAMBIOS TOPOGRÁFICOS Y SEDIMENTARIOS DE UNA UNIDAD HÍDRICA

TOPOGRAPHIC AND SEDIMENTARY CHANGES IN A WATER UNIT

61

Autores

Rosa Atencio*, Judith Bonilla, Dadsirys Castro, Artizel Herrera, José Montalvo, Horlando Pimentel, Linssi Torres, Deivis Valdés y Rony Valdés.

Área

Licenciatura en Ingeniería Civil
Centro Regional de Veraguas
Universidad Tecnológica de Panamá

RESUMEN

A continuación presentamos el estudio de una unidad hidrográfica con el objetivo de determinar cambios topográficos y sedimentarios. Este estudio se realizó en el Río Ponuga, distrito de Santiago, provincia de Veraguas, República de Panamá. Durante la ejecución del proyecto utilizamos sistemas de posicionamiento global a través de un Smartphone como herramienta básica para la obtención de los datos de campo y el programa Google® Earth™, para comparar la base de este estudio (pasado, presente y futuro), que como se mencionó, consisten del cambio topográfico y sedimentario de la cuenca.

PALABRA CLAVE

Cambios topográficos y sedimentológicos, Cuenca hídrica, GPS, Smartphone

ABSTRACT

We present the study of a hydrographic unit. In this study, the primary objective was to determine changes in the topography and sediments of a hydrographic unit, so we select the Ponuga river in the district of Santiago, province of Veraguas, Republic of Panama. For this study we used the global positioning system implemented in a Smartphone, which was used as a basic tool for obtaining field data. This data was used in conjunction with the Google® Earth™ program to conduct a comparison (past, present and future), mainly of the topographic and sedimentary changes of the river basin.

KEY WORDS

Topographical and sedimentary changes, watershed, GPS, Smartphone

1. Introducción

Los cambios geomorfológicos abarcan varios factores determinantes como el contenido mineral y constitución del suelo; de igual manera, abarcan factores estratigráficos y tectónicos que determinan formas, orientaciones y cambios significativos de la superficie terrestre.

También, en el proceso de creación, desarrollo y transformación del relieve de la corteza terrestre intervienen numerosos procesos internos y externos, como por ejemplo: los erosivos, que son causados por las lluvias que forman parte de un complejo ciclo de deterioro de los agregados del suelo y por ende de la superficie terrestre.

Los ríos, desde su nacimiento hasta las etapas tardías de su vida, desarrollan un trabajo modelador de la superficie, determinado por su longitud, fortaleza y cauce. Los ríos socavan el lecho atravesando todos los tipos de rocas y a su vez experimentando variaciones en su cauce y curso. Por ello, se pueden considerar a las corrientes de agua como uno de los mayores agentes transformadores de la naturaleza.

Los sedimentos constituyen una intersección entre el recurso suelo y el recurso hídrico, particularmente en las corrientes.

Cambios en los patrones de sedimentos pueden ser reflejados en cambios en el uso del suelo, en la cuenca o en aprovechamiento del mismo. De igual forma, intervenciones sobre la corriente casi siempre tienen manifestaciones en el régimen de sedimentos, por lo que estos deben ser diagnosticados y evaluados adecuadamente.

Para el hombre es de especial interés estudiar y registrar cada uno de estos cambios que lo han afectado, directa o indirectamente. Y para realizar dicha tarea se cuenta con tecnología como estación total, GPS.

Actualmente, los Smartphones están equipados con las últimas aplicaciones que pueden ser utilizadas en estudios geográficos y geológicos. Estos Smartphones pueden ser adquiridos a un precio relativamente accesible y son de fácil manejo.

2. Materiales y métodos

El Río Ponuga, que en los últimos años ha experimentado variaciones en su cauce de manera natural sin intervención humana, fue seleccionado para llevar a cabo un estudio pionero y vanguardista utilizando Smartphones para determinar la variación en el curso de dicho afluente a lo largo de los años. Las aplicaciones para Smartphones que utilizan GPS y que fueron seleccionadas para dicha tarea tenemos: GGRS87, Save Point y Mobile Topographer que genera coordenadas geográficas o coordenadas UTM, así como la altitud de un punto requerido.

Los cambios observados en el río y que empiezan a preocupar a las autoridades, permiten plantear los objetivos de este estudio: (i) determinar las variaciones en el cauce del Río Ponuga a través del tiempo; (ii) obtener la superficie y volumen erosionado por el río y (iii) proyectar las variaciones y forma del relieve a futuro.

2.1 Área de estudio

El Río Ponuga está localizado en la provincia de Ve-raguas, distrito de Santiago, corregimiento de Ponuga, ver Figura 1; con las siguientes coordenadas: Latitud de 7.82167 y Longitud de 81.0614.

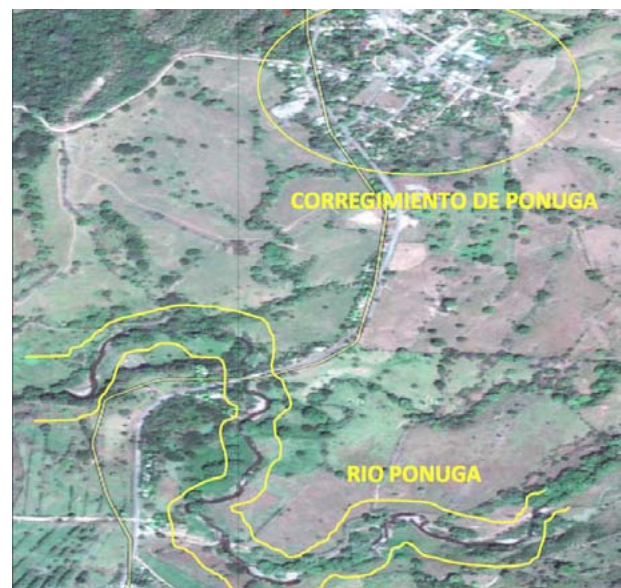


Figura 1. Vista satelital de Ponuga.

2.2 Materiales y métodos

Los materiales y métodos utilizados para el estudio del río, son descritos a continuación.

La recopilación de datos fue adquirida por los diferentes medios de tecnología móvil digital como Samsung Galaxy Ace, Samsung Galaxy SII, Samsung Galaxy SI y LG 5; cuyos sistemas poseen varias aplicaciones con GPS, entre ellas: Mobile Topographer, GGR587 y Save Point. Estas aplicaciones permitieron obtener coordenadas topográficas de los diferentes puntos y distancias, a una separación de 10 metros de longitud a lo largo del cauce del río. En cada punto se tomó una coordenada y se esperó unos minutos para lograr una mejor precisión. Estas aplicaciones permiten exportar los datos en diversos formatos, tales como: CSV (formato de Excel), KML (Google® Earth™) y DXF (formato de diseño, Auto-CAD®).

2.3 Estudios topográficos

Después de obtener la información, procedimos con el análisis de los datos recopilados. Posteriormente, localizamos el río en la superficie terrestre a través de Google® Earth™, logrando así una imagen del tramo del río. Luego, la información fue llevada a AutoCAD®, localizando en ella el levantamiento realizado, logrando así una comparación entre la ribera de la imagen satelital de cuatro años atrás o predecir los cambios en un periodo de cuatro años después del levantamiento topográfico.

2.4 Estudios sedimentológicos

Para determinar los cambios sedimentarios de esta unidad hídrica, utilizamos un muestreador de suelo, a través del cual obtuvimos muestras a cierta profundidad del área de estudio. Dicha profundidad fue de 1.5 m. Con el muestreador fue posible extraer las diversas capas de estratos del suelo para un posterior análisis. Las extracciones de dichas muestras fueron obtenidas tanto en el antiguo lecho como en el actual. Es importante destacar que se realizaron siete perforaciones, de las cuales cinco fueron en el antiguo lecho y las otras dos fueron en el lecho actual.

En el campo se presentaron cambios topográficos como los antes mencionados que

son base primordial de este estudio y siguiendo este patrón, con ayuda de imágenes aéreas, marcamos una ruta en campo ajustada a los cambios topográficos que generó la unidad hídrica en el pasado.

El método utilizado para el análisis de las muestras fue el método del “tacto”, que facilitó el estudio por falta de tiempo en la identificación de la unidad hídrica. A continuación presentamos en qué consisten los procedimientos y la base de clasificación. 2.4.1

Procedimientos

Método del tacto: Las manos humanas son sensibles a la diferencia de tamaños de las partículas de tierra, de manera que tenemos la posibilidad de determinar la textura o sentir la contextura de la tierra, ejemplos: la arena áspera, el limo suave o harinoso, la arcilla pegajosa y dura. Para el procedimiento utilizamos agua, la muestra de suelo y la tabla de clasificación al tacto.

La técnica del “Tacto” consistió en humedecer un puño de suelo, amoldarlo, amasarlo, y hacer plastas de lodo usando el dedo índice y el pulgar. Tomando una porción del suelo y haciendo una pelota de suelo humedeciéndola hasta llegar al “punto pegajoso”. El punto pegajoso se logra cuando la bola de suelo no es tan húmeda y tiende adherirse a la mano, ni tan seca que no se sienta pegajosa. Cuando el suelo esté en su punto, presiónelo entre el dedo pulgar y el índice y trate de formar una plasta lo más larga posible. Luego, determinar si el suelo cae dentro de la categoría textural arcillosa, franco-arcillosa, o franca. Esto se logrará observando si al humedecer el suelo puede formar con sus dedos plastas largas, medianas o cortas.

3. Resultados y discusión

La acción de diversos agentes externos (como la temperatura, el viento o el agua entre otros) también originan procesos que provocan cambios en la superficie de nuestro planeta. Por originarse en el exterior de la corteza terrestre reciben el nombre de procesos exógenos.

Tres fenómenos fundamentales intervienen en el cambio de la superficie terrestre: (i) la

erosión, es decir, el desgaste continuo de las rocas y de los suelos por la acción de distintos agentes como el agua, la temperatura y el viento; (ii) el transporte, que consiste en el arrastre de los materiales desmenuzados por la erosión, y (iii) la sedimentación, que es la acumulación de materiales que han sido transportados a otros sitios.



Figura 2. Vista del tramo del río estudiado y sentido del caudal.

Los datos obtenidos con los *Smartphones* sobre el río Ponuga fueron analizados con softwares, tales como: Google® Earth™ (ver figura 2), Civil CAD y AutoCAD.

El área de estudio fue dividida en dos zonas: zona A y zona B. Además, cada área fue subdividida y los resultados son los siguientes:

3.1 Zona A-1

Esta área está localizada en la parte Noroeste del río y es la de mayor erosión o desgaste presentada en nuestro análisis. La Tabla 1 muestra la ubicación de los puntos estudiados.

Los puntos se analizaron individualmente para determinar sus distancias erosionadas, tomando como referencia las imágenes de 2009 y las coordenadas en el 2013, ver Tabla 2. Estas distancias son promediadas para el cálculo de erosión/año dando como resultado 2.96 m/año. Cada punto tiene su distancia erosionada por año.

Tabla 1. Coordenadas geográficas y UTM de la Zona A-1.

Zona A-1				
Punto	Coordenadas UTM		Coordenadas Geográficas	
	Este	Norte	Longitud	Latitud
1	502198	870312	-80.9800604	7.873489369
2	502199.9	870301.97	-80.98004317	7.87339864
3	502200.62	870289.56	-80.98003664	7.873286384
4	502206.65	870284.46	-80.97998194	7.873240249
5	502215.18	870278.65	-80.97990456	7.87318769
6	502230.57	870275.31	-80.97976495	7.873157471
7	502240.98	870267.03	-80.97967052	7.873082569
8	502245.36	870254.85	-80.97963079	7.872972392
9	502248.36	870238.79	-80.97960358	7.872827118
10	502246.37	870226.55	-80.97962164	7.8727164
11	502242.71	870214.55	-80.97965485	7.872607855
12	502233.2	870207.21	-80.97974112	7.872541464

Tabla 2. Distancias desplazadas por puntos

Zona A-1		
Puntos	Distancias desplazadas (m)	
	2013	Erosión(m)/año
1	8.47	2.1175
2	13.26	3.315
3	11.42	2.855
4	6.9	1.725
5	9.97	2.4925
6	17.4	4.35
7	17.2	4.3
8	13.8	3.45
9	12.42	3.105
10	9.68	2.42
11	11.39	2.8475
12	10.23	2.5575

De igual manera, se modelaron polígonos con base a imágenes de 2009 divididos en 3 figuras con el objetivo de calcular las áreas que se han desgastado con el transcurso del tiempo.

Tabla 3. Áreas y volúmenes de sedimentos desplazados.

Puntos	Polígonos						
	Área (m ²)		Cota (m)	Erosión m ² /año	Volumen		Erosión m ³ /año
	2011	2013			2011	2013	
1-4	124.59	326.68	1	81.669	124.59	326.68	81.67
4-8	145.09	611.69	1.3	152.92	188.62	795.2	198.8
9-12	302.81	468.48	1.1	117.12	333.09	515.34	128.83
Promedio				117.84			136.43

Estos datos son presentados en la tabla 3 con un promedio de 117.84 m²/año. También, los volúmenes erosionados fueron calculados y promediaron 136.43 m³/año.

3.2 Zona A-2

La Zona A-2 no ha sido erosionada, en este caso es una sección de depósito de rocas, tierra y restos de vegetación del río, ver Figura 3.

La Tabla 4 muestra las coordenadas geográficas. Los resultados de esta área las denominaremos como “Depósito de Sedimentos” que veremos a continuación.

Tabla 4. Coordenadas geográficas y UTM de la Zona A-2.

Zona A-2				
Punto	Coordenadas UTM		Coordenadas Geográficas	
	Este	Norte	Longitud	Latitud
13	502203.53	870263.3	-80.9800103	7.873048845
14	502217.41	870259.72	-80.9798843	7.873016456
15	502228.16	870248.98	-80.9797868	7.872919301
16	502231.16	870236.99	-80.9797596	7.872810843
17	502225.93	870221.92	-80.9798071	7.872674528
18	502217.23	870210.86	-80.979886	7.872574488

La Tabla 5 muestra los resultados de las distancias añadidas de sedimento en cada punto, con esto se determina un desplazamiento promedio de 1.752 m/año.



Figura 3. Vista de las Zona A-1 y A-2 y la superficie erosionada.

Tabla 5. Distancias desplazadas por puntos de la Zona A-2.

Zona A-2		
Puntos	Distancias desplazadas (m)	
	2013	2016
13	2.39	0.5975
14	7.7	1.925
15	9.54	2.385
16	7.6	1.9
17	5.67	1.4175
18	9.15	2.2875
	1.752	

Al igual que en la Zona A-1 se ha seleccionado un po-lígono para el cálculo del área en este caso no erosionada, sino añadida, debido a los constante arrastres del río que son depositados en esta zona, ver Tabla 6.

Tabla 6. Áreas y volúmenes desplazados.

Polígonos					
Puntos	Área (m ²)		Cota (m)	Volumen	
	2011	2013		2011	2013
13-18	512.206	642.2644	1	130.0584	489.3539

3.3 Zona B

Esta zona está ubicada en la parte superior del río Ponuga según Google® Earth™ y está localizada al Suroeste del puente sobre el río.

Tabla 7. Distancias desplazadas por puntos.

Zona B-1		
Puntos	Distancias desplazadas (m)	
	2013	Erosión/año
19	10.15	2.5375
20	13.49	3.3725
21	15.64	3.91
22	14.15	3.5375
23	15.55	3.8875
24	13.88	3.47
25	13.94	3.485
26	11.67	2.9175
27	7.81	1.9525
28	6.98	1.745
	Promedio	3.0815

Tabla 8. Distancias desplazadas por puntos

Zona B-2			
Puntos	Distancias desplazadas (m)		
	2011	2013	Erosión/Año
29	3.26	0.12	0.03
30	2.52	1.03	0.2575
31	1.45	3.96	0.99
32	9.48	10.22	2.555
33	8.31	8.9	2.225
Promedio			1.00

Las Tablas 7 y 8 muestran los datos obtenidos de las Zonas B-1 y B-2. En la primera tenemos el caso de la Zona A-1 que es una zona de constante desgaste por parte del río, las tablas muestran las distancias erosionadas de cada punto y los desplazamientos por año dando un promedio 3.08 m/año.

En la Zona B-2 es otra zona que muestra las mismas características de la Zona A-2 o zona de “Depósito de Sedimentos” dando como promedio una distancia añadida de 1m/año, ver Figura 4. Las Tablas 7 y 8 contiene datos de área y volumen de la Zona B, analizadas de la misma manera que en la Zona A, la parte B-1 mostró como promedio un área y volumen de desgaste



Figura 4: Vista de las Zona B-1 y B-2 y la superficie erosionada.

de 171.31 m²/año y 194.4 m³/año, la Zona B-2 muestra un depósito de sedimento de 83.46 m²/año y 91.81 m³/año.

3.4 Sedimentología

Entre los parámetros de clasificación tenemos: Suelos de textura arcillosa (arcillo-arenosa, arcillosa, y limo-arcillosa) forman plastas largas (8-10 cm); de textura franco-arcillosa (franco-arcillo-arenosa, franco-arcillosa, franco-arcillo-limosa) hacen plastas medianas (3-8 cm); de textura franca (franco-arenosa, franca, y franco-limosa) forman plastas muy cortas (menos de 3 cm) o no forman plastas, y suelos de textura arenosa no forman plastas, ver Tabla 9.

Tabla 9. Análisis de método al tacto

Punto	Tamaño de plasta(cm)	Resultado
1	No forma plasta	franca
2	7.2	Franco-arcillosa
3	6.8	Franco-arcillosa
4	6	Franco-arcillosa
5	No forma plasta	franca
6	7	Franco-arcillosa
7	5	Franco-arcillosa

Una vez determinado si su suelo es arcilloso, franco-arcilloso, o franco, se reexamina la muestra. Si al frotarlo se siente definitivamente arenoso (áspero), llámelo arcillo-arenoso, franco-arcillo-arenoso, o franco-arenoso, dependiendo del tipo de plasta que haya formado. Si al frotarlo se siente excepcionalmente suave, llámelo arcillo-limoso, franco-arcillo-limoso, o franco-limoso. Si no se siente ni arenoso ni excepcionalmente suave, llámelo simplemente arcilloso, franco-arcilloso, o franco, dependiendo del tamaño de la plasta formada, ver Tabla 10.

Tabla 10. Análisis de método al tacto II Parte

Punto	Tacto	Resultado
1	Áspero	Franco-arenoso
2	Ni áspero ni suave	Franco-arcilloso
3	Ni áspero ni suave	Franco-arcilloso
4	Ni áspero ni suave	Franco-arcilloso
5	Áspero	Franco-arenoso
6	Ni áspero ni suave	Franco-arcilloso
7	Ni áspero ni suave	Franco-arcilloso

4. Conclusiones

Al finalizar el estudio concluimos que el Smartphone es una nueva herramienta que está al alcance del público y permite realizar estudios de diversa índole, en nuestro caso, estudios geológicos con poco margen de error.

Esta información de los cambios en el Río Ponuga es de vital importancia, ya que el río atraviesa la carretera que comunica toda la región sur de Veraguas, que es zona de producción. La falta de seguimiento a las variaciones del Río Ponuga, puede afectar las bases o estructura del puente y dejar incomunicada a la población.

Determinar la cantidad de material que el río erosiona y posteriormente deposita cuenca abajo, permite predecir la cantidad de sedimentos y evitar posibles inundaciones que perjudiquen a la población que viven en áreas aledañas.

AGRADECIMIENTOS

Primero que todo, agradecemos a Dios por permitir la realización exitosa de este proyecto. Además, agradecemos al Ing. Lwonel Agudo por la orientación y guía durante este estudio. También agradecemos al personal de MOP y del SINAPROC que nos brindaron información sobre el Río Ponuga.

REFERENCIAS

[1] Determinación manual de la textura de suelos mediante la técnica del “Tacto” texturas. N.p., n. d. Web. 8 Nov. 2013. <<http://textura1.tripod.com/>>.