

Asentamientos humanos en zonas susceptibles a riesgos por inundación y deslizamiento de la ciudad de Portoviejo.

Human settlements in areas susceptible to flood and landslide risks in the Portoviejo city.

Autores

Adrián Eliceo Reyna García. <https://orcid.org/0000-0002-8691-545X>
Universidad San Gregorio de Portoviejo, Manabí. Ecuador.
E-mail: adrianreynag@gmail.com

David Ernesto Moreira Moreira. <https://orcid.org/0000-0002-3105-8518>
Universidad San Gregorio de Portoviejo, Manabí. Ecuador.
E-mail: ddmm142@yahoo.com

Andrea Nataly Bonilla Ponce. <https://orcid.org/0000-0002-4085-7258>
Universidad San Gregorio de Portoviejo. Manabí. Ecuador.
E-mail: andreabp4@hotmail.com

Jesús Adrián Pisco Palacios <https://orcid.org/0000-0003-3922-9120>
Egresado de la Universidad San Gregorio de Portoviejo. Manabí. Ecuador.
E-mail: arq.japisco92@gmail.com

Cristina Janeth Macías Mera. <https://orcid.org/0000-0002-2859-992X>
Egresada de la Universidad San Gregorio de Portoviejo. Manabí. Ecuador.
E-mail: cjmacias7@hotmail.com

Fecha de recibido: 2020-07-02

Fecha de aceptado para publicación: 2020-12-05

Fecha de publicación: 2020-12-31



Resumen

La mayor parte del territorio ecuatoriano está amenazado por la acción de los eventos naturales y antrópicos, causantes de pérdidas humanas, económicas y sociales, incrementadas con el crecimiento urbano no planificado, por la ocupación de zonas de alto riesgo como hábitat para las personas, asentadas en lugares no adecuados y aún regulados. El presente artículo tiene como objetivo determinar los asentamientos humanos a partir de la digitalización de la mancha urbana



sobre imágenes de satélite del año 2017, que se encuentran en zonas susceptibles a riesgos por inundación y deslizamiento en la ciudad de Portoviejo, y determinar los asentamientos que están dentro de las áreas protegidas. Se determinaron asentamientos en zonas de riesgo de la ciudad, mediante sistemas de información geográfica, a partir de la digitalización de la mancha urbana sobre imágenes de satélite y el cruce con cartografía temática sobre riesgos, mapeando los sitios con asentamientos humanos de mayor vulnerabilidad ante posibles eventos catastróficos. Se identificó que en el año 2017 los asentamientos ocupaban un área de 3150 ha, de ellas 15,35 ha se encontraban sobre áreas protegidas, con alta amenaza de inundación en 427,69 ha, y 2 ha se localizan en zonas de amenaza media a deslizamientos.

Palabras clave: Asentamientos humanos; deslizamiento; inundación; SIG; vulnerabilidad.

Abstract

Unplanned urban growth causes a negative result to the environment, due to the occupation of high-risk areas as habitat for people, settling in unsuitable and even worse regulated places. Most of the Ecuadorian territory is threatened by the action of natural and anthropic events that cause human, economic and social losses. This article presents advances in the results of the investigation of areas suitable for human settlements in the city of Portoviejo, where it is possible to determine settlements in risk areas of the city, by means of geographic information systems, based on the digitization of the stain on satellite images and the crossing with thematic cartography on risks, thus mapping the sites with human settlements that are most vulnerable to possible catastrophic events. It was identified that for the year 2017 the settlements occupied an area of 3150 ha, of which 15,35 ha are located on protected areas, 427,69 ha present a high threat of flooding and 2 ha are located in areas of medium threat to landslides.

Keywords: Human settlements; glide; flood; GIS; vulnerability.

Introducción

El crecimiento poblacional viene acompañado por el déficit de vivienda, infraestructura y servicios básicos, lo que aumenta la exposición de los nuevos asentamientos a fenómenos externos. Esto sucede en países en vía de desarrollo con una clara tendencia a incrementarse, así como un marcado aumento de construcciones cada vez menos seguras.



Para Palma (2015) las ciudades latinoamericanas han crecido hasta sobrepasar por mucho su capacidad para brindar a los ciudadanos un entorno productivo, que ayude a la gestión pública en servicios que cubran necesidades básicas. Se ha llegado a una situación en la cual se hace evidente la carencia de adecuados servicios, un ineficiente manejo de la educación, salud y vías de comunicación, lo cual provoca un marcado descenso en el nivel de calidad de vida de la población en áreas metropolitanas y comunidades cercanas.

En la transición de los procesos de crecimiento de los asentamientos humanos, estos van ocupando territorios que no son compatibles para desarrollar dicha actividad. Según Soto (2015) el proceso de conversión de las tierras de uso preferentemente natural o agrícola a usos residenciales se acelera en áreas urbanas con una expansión horizontal, principalmente en la periferia de las ciudades. Esto es causado por un elevado costo del suelo en el interior de las ciudades, limitando a personas de bajos recursos la obtención de una vivienda propia; estas optan, entonces, por instalarse en la periferia, incluso fuera de las áreas definidas por los programas de ordenamiento territorial municipal, en ambientes carentes de servicios e infraestructura adecuada, así lo señalan también Guardia (2015) y Vázquez y Méndez (2011). De aquí radica la importancia de establecer un límite urbano, procurando que lo que quede fuera de él no sea edificable (Fernández y Holmes, 2009).

El crecimiento poblacional y la expansión de los asentamientos humanos sobre áreas inestables han incrementado el impacto que provocan los desastres naturales, especialmente en países en vía de desarrollo como lo manifiestan Hernández y Vieyra (2010). Ecuador no escapa a esta situación, y localmente la ciudad de Portoviejo no es ajena a este fenómeno. El alto índice de urbanización y la morfología del valle han forzado a numerosas personas a vivir sobre laderas susceptibles a deslizamientos, además los factores antrópicos tales como cortes, rellenos, deforestación, y la acumulación de aguas lluvias y servidas determinan, en buena parte, la ocurrencia de los movimientos en masas (Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Portoviejo, 2011).

El desordenado proceso de ocupación de las áreas urbanas tiene importancia directa sobre la ocurrencia de deslizamientos. En Portoviejo esta situación se ha visto reflejada en los sectores de las colinas que aún conservan vegetación nativa. La tala de árboles y la quema de la cobertura vegetal se realizan para la ampliación de las áreas agrícolas y para la ocupación con viviendas en los procesos de urbanización carentes de control. Además, la ciudad de Portoviejo al encontrarse



dividida por el cauce del río que lleva el mismo nombre, en épocas invernales, es susceptible de inundaciones en los sectores bajos y de pendientes a nivel, así como, en las riberas del río.

En la actualidad, la necesidad de información espacial que oriente la planificación territorial urbana es indispensable, debido a los múltiples factores (ambientales, socio-económicos, etc.) que intervienen en la dinámica del crecimiento de las ciudades, y que afectan directamente a la población que en ellas residen (Da Silva y Cardozo, 2015). Una de las herramientas que ayuda en el proceso de planificación espacial son los denominados Sistemas de Información Geográfica (SIG), que son sistemas computarizados que trabajan en tres etapas que van desde el análisis, procesamiento y presentación de datos georreferenciados, así lo comparten Ameneiro *et al.* (2011) y Olaya (2014).

Los SIG han producido una revolución tecnológica y una revolución intelectual. La primera se encuentra asociada con los procedimientos metodológicos y técnicos para el tratamiento de los datos espaciales y la segunda a la forma de pensar la realidad, al traslado de conceptos fundamentales entre disciplinas que comenzaron a incorporar componentes espaciales y al apoyo brindado al desarrollo de una inteligencia espacial (Buzai y Baxendale, 2015).

Existen muchas aplicaciones para los SIG como, por ejemplo, la zonificación de un territorio, la generación de modelos espaciales, la identificación de fenómenos espaciales, etc., en todos estos casos se utiliza esta herramienta para generar información útil para la toma de decisiones (Reyna *et al.*, 2017).

Con lo antes expuesto, la presente investigación plantea determinar los asentamientos humanos a partir de la digitalización de la mancha urbana sobre imágenes de satélite del año 2017 que se encuentran en zonas susceptibles a riesgos por inundación y deslizamiento en la ciudad de Portoviejo además determinar los asentamientos que están dentro de las áreas protegidas.

Metodología

Para el desarrollo de la investigación se utilizó cartografía de libre acceso de instituciones públicas, así como insumos cartográficos proporcionados por el GAD Portoviejo. Se empleó la metodología sistemática de trabajo de los SIG teniendo como eje de acción el análisis y el procesamiento de los datos para terminar con la presentación de la información generada a través de mapas temáticos.



Determinación del área de estudio

El área de estudio se encuentra localizada en la ciudad de Portoviejo perteneciente al Cantón que lleva el mismo nombre, en la parte centro-sur de la Provincia de Manabí, República del Ecuador; centrando el análisis en el área urbana de la ciudad que está ubicada en las coordenadas 560 000 Este y 9 883 000 Norte. La ciudad se encuentra asentada en un valle que es atravesada por el río Portoviejo y rodeada por colinas que conservan vegetación nativa. La parte urbana de la ciudad la conforman 7 parroquias ocupando una superficie de 41 805 ha aproximadamente, que representan el 43 % del área del cantón.

Recopilación y estandarización de insumos cartográficos

Esta etapa corresponde a la búsqueda, recopilación y estandarización de datos espaciales o información geográfica (material cartográfico digital) como imágenes de satélite, modelos digitales de terreno, límites administrativos, mapas de riesgos a inundación y deslizamiento y mapas de áreas protegidas de la ciudad.

Los datos fueron obtenidos de fuentes oficiales como el Instituto Geográfico Militar del Ecuador (IGM), y datos proporcionados por GAD del cantón Portoviejo de entre los cuales se obtuvieron el límite urbano y el mapa de bosque protector. Todas las capas se recopilaron de manera digital en formato shapefile (shp).

Previo a comenzar la digitalización sobre la imagen de satélite, se realizó la verificación de los datos georreferenciados obtenidos, comprobando que coincidan espacialmente, para poder hacer procesos entre ellos, teniendo en cuenta que "lo característico del dato espacial es poseer una posición respecto a un sistema de referencia" (Ariza y Ariza, 2016). A partir de esto, se estandarizaron los datos espaciales en el mismo entorno geográfico, es decir, en el sistema de proyección Universal Transversal de Mercator (UTM), empleando como datum y elipsoide el World Geodetic System 1984 (WGS84) en la zona 17 sur, esto debido a que la mayoría de los insumos cartográficos empleados se encuentran en estos parámetros.

Digitalización de la mancha urbana y el río

Para el proceso de digitalización se empleó el software QGIS versión 2.18.15 debido a que una de las ventajas en el estudio de imágenes empleando SIG, es la posibilidad de poder realizar un



análisis de manera digital o visual de las mismas, facilitando el uso o manejo de los datos para la obtención de información de forma rápida y sencilla por parte de los usuarios, así también lo señalan Corrales y Ochoa (2017).

La imagen satelital sobre la cual se realizó la digitalización corresponde al periodo de enero del año 2017 del satélite GeoEye-1 obtenida de Google Earth y conectada mediante web con el software QGIS, trabajando en el Sistema de Referencia de Coordenadas (SRC) 32717 que en el software es el que contiene los parámetros descritos en el epígrafe anterior.

Esta etapa del trabajo consistió en delimitar los asentamientos humanos y el cauce del río que son parte del objeto de nuestro estudio. La selección de las áreas urbanas de interés se la realizó sobre la imagen, se delimitó el tejido urbano a través del trazado de polígonos, interpretando de manera visual lo que esta urbanizado, definiendo propiedades como la extensión o superficie (Alarcón y Ramírez, 2010). Los productos que se obtuvieron con el proceso de digitalización fueron la mancha urbana de la ciudad y el cauce del río a enero del 2017.

Determinación de la zona de influencia del río

Una vez digitalizado el eje del cauce del río se generó un buffer (zona de influencia) como nuevo polígono con la ayuda del QGIS, colocando una distancia de 50 m a cada lado del eje, lo que permitió identificar los asentamientos humanos que irrespetan la prohibición de realizar este tipo de actividad en las zonas restringidas.

Para Olaya (2014) las áreas que son cubiertas por los polígonos generados a partir de un buffer reflejan las zonas de influencia de cada entidad, influencia que se considera la ejerce hasta la distancia dada.

Geoprocesamiento entre capas

Una vez que se obtuvieron las capas de riesgos por inundación y deslizamiento, capa de áreas protegidas, límite urbano, y se generaron la mancha urbana de la ciudad y la zona de influencia del río, se aplicó el geoproceso de intersección entre capas en el QGIS, mediante el cual, por ejemplo, a partir de un polígono A que contiene los datos de riesgo por inundación como capa de entrada y otro polígono B que contiene los asentamientos humanos de la ciudad como capa de solape, se determinó un nuevo ente, generando así un polígono que contiene la geometría de esa intersección, solape o correlación espacial como lo manifiesta Guardia (2015).



El geoproceso de intersección también se lo realizó entre las capas riesgo por deslizamiento y mancha urbana, áreas protegidas y mancha urbana, y zona de influencia del río y mancha urbana. Con cada uno de los resultados producto de las intersecciones entre capas se procedió a realizar los mapas temáticos de manera digital.

Resultados

Con la digitalización de los asentamientos humanos de la ciudad sobre la imagen satelital se determinó que la mancha urbana ocupa un área de 3150,89 ha, lo que representa el 7% del total del área urbana que corresponde a 41 805,10 ha, y que la conforman 7 parroquias urbanas de Portoviejo y representando el 43% del total del área del cantón, notándose claramente que existen espacios de la ciudad que aún no están consolidados, en especial en el centro – noroeste de la misma; también se puede apreciar que en la parte oeste de la ciudad existen asentamientos fuera del límite. Además, el cauce del río que se aprecia es de tipo meándrico, divide a la ciudad en dos partes y se extiende en aproximadamente 40 kilómetros.

Los asentamientos humanos amenazados por inundación en la ciudad se encuentran divididos en 5 categorías determinadas así en el mapa de riesgo a inundaciones, teniendo un área de alta amenaza a inundación de 427,69 ha, que equivale al 13,57% de los asentamientos; y 64,46 ha, se encuentran en una amenaza media a inundaciones equivalente al 2,05%; 271,54 ha, que están asentadas sobre una amenaza baja a inundaciones lo que representa el 8,21%, y el resto de la superficie de los asentamientos de la ciudad se encuentra bajo ninguna amenaza o simplemente no aplican para el análisis, conformando entre estas dos últimas categorías un área de aproximadamente 2387 ha, representando así alrededor del 75% del total de la superficie de la mancha urbana (Figura 1).

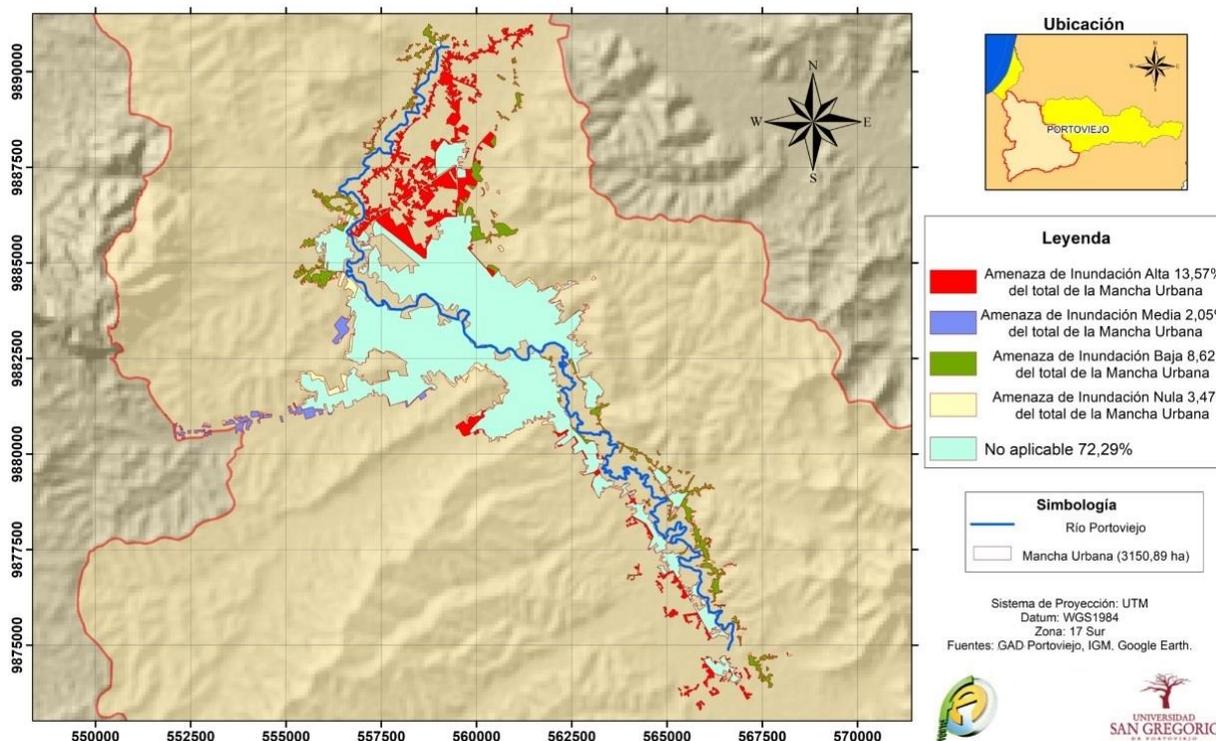


Figura 1: Mapa de los asentamientos humanos de la ciudad de Portoviejo en zonas susceptibles a inundación.

En cuanto a la amenaza que presentan los asentamientos humanos de la ciudad por causa de los deslizamientos los criterios de categorización bajo los cuales están los mapas de riesgo por este factor son los siguientes: amenaza media mayor o igual al 10 % de la pendiente, amenaza baja entre el 5%, y 10% de la pendiente y amenaza nula menor o igual al 5% de la pendiente. Con estos criterios se tiene que existe una amenaza media a deslizamientos de una superficie de 2,07 ha, que representan el 0,07% del total de la mancha urbana; la amenaza baja afecta a 49,14 ha, que equivalen al 1,57 % y amenaza nula a 3099,68 ha, que es alrededor del 98% del área (Figura 2).

La ciudad cuenta con asentamientos humanos apostados sobre áreas de protección y conservación como lo son las colinas de la ciudad que conservan vegetación típica y que es categorizada como bosque seco tropical, alrededor de 15,35 ha, se encuentran afectadas por la actividad de asentamientos humanos lo que equivale al 0,48% del total de la mancha urbana (Figura 3).

Y por último los asentamientos humanos que se encuentran dentro del límite de construcción de 50 m de distancia del eje del río Portoviejo asciende a 35,09 ha, equivalente al 1,11% del total del área que ocupan los asentamientos en el territorio (Figura 4).

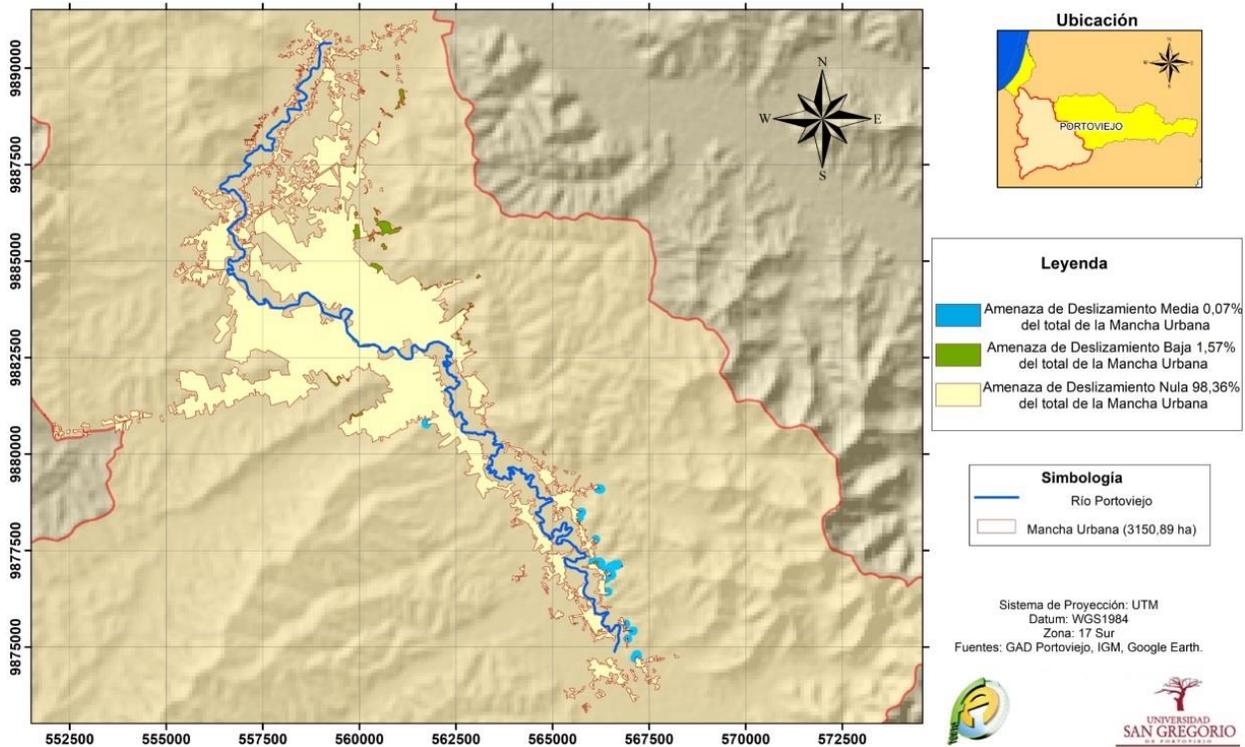


Figura 2: Mapa de los asentamientos humanos de la ciudad de Portoviejo en zonas susceptibles a deslizamientos.

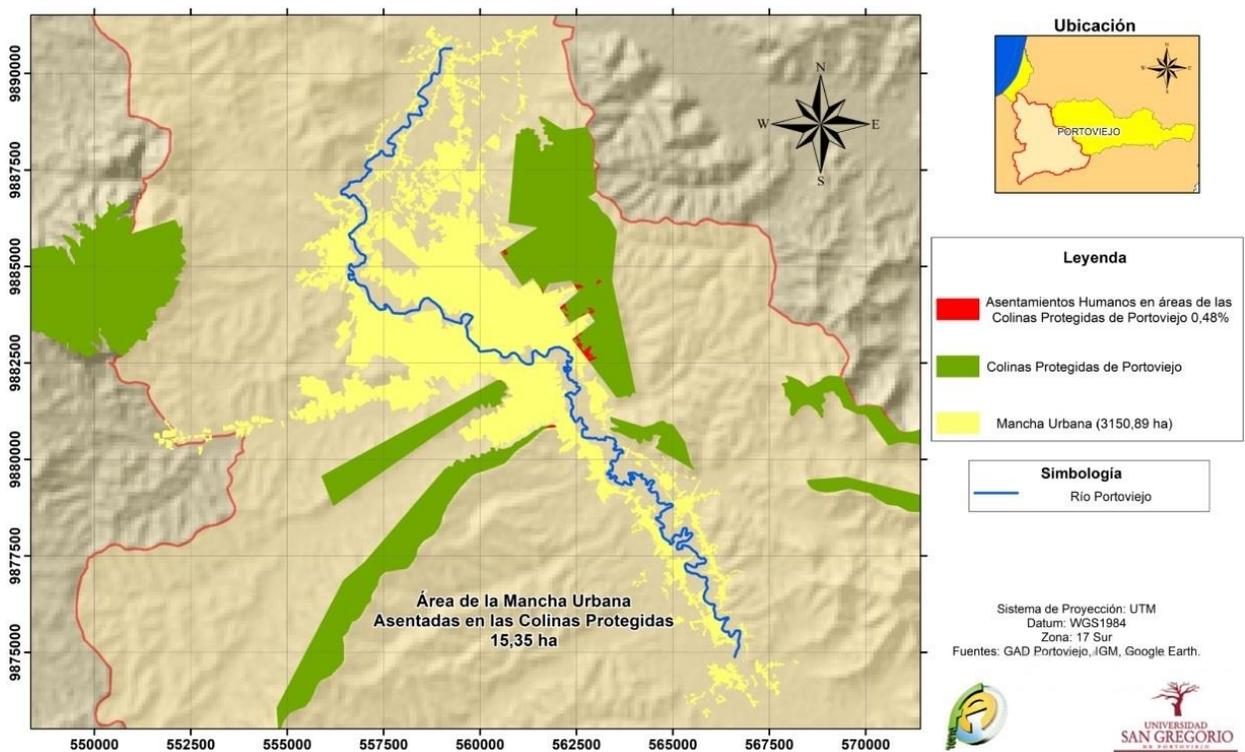


Figura 3: Mapa de los asentamientos humanos de la ciudad de Portoviejo en zonas de protección y conservación.

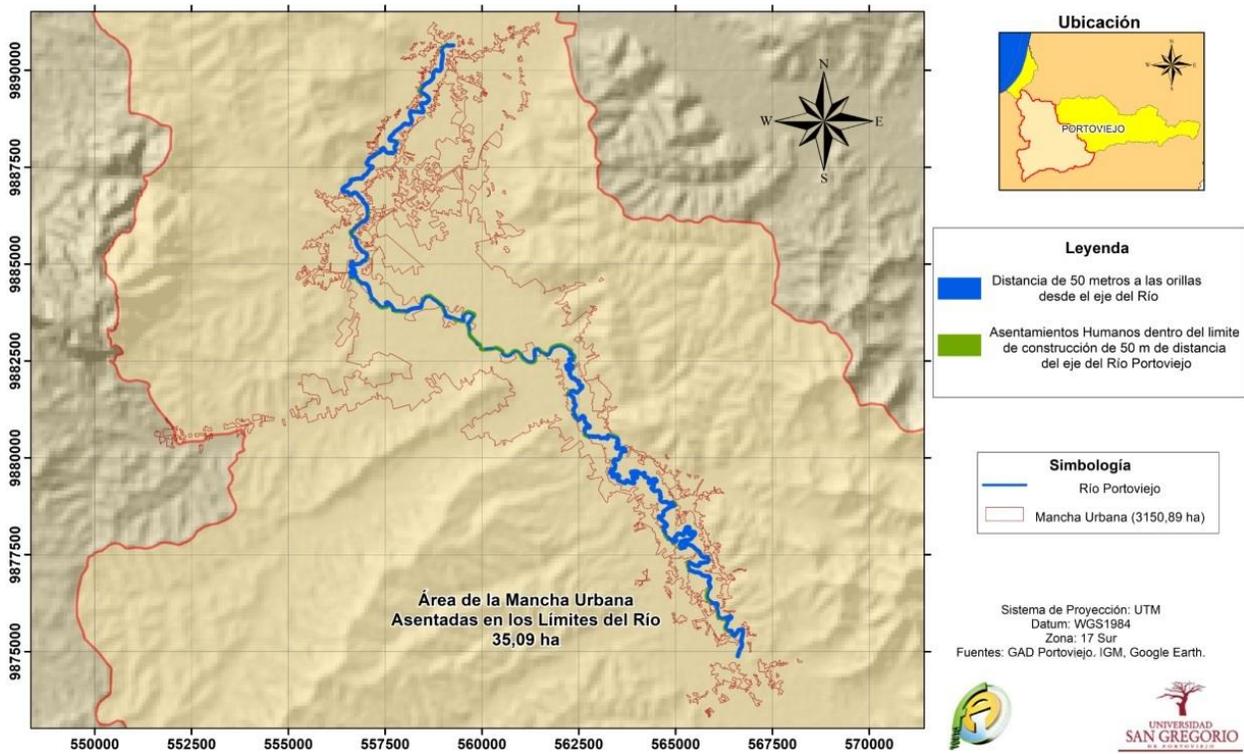


Figura 4: Mapa de los asentamientos humanos de la ciudad de Portoviejo en zonas de influencias de río.

Discusión

El análisis de la ocupación de áreas que se encuentran bajo la amenaza de fenómenos naturales está tomando mucha fuerza en la actualidad, debido a que las imágenes proporcionadas por satélites hoy en día, se encuentran disponibles con relativa facilidad, y si a esto le sumamos el desarrollo y avance en las herramientas como los SIG y las técnicas de observación remota, contribuyen a que se lleven a cabo diferentes estudios acerca de los fenómenos que acontecen en la superficie terrestre, así también lo señalan González *et al.* (2005) además de Alarcón y Ramírez (2010).

De acuerdo con lo que establece Do Nascimento (2007) en cuanto a que geográficamente, el espacio social es, un espacio natural que se modifica por la acción social, y a medida que el hombre se desarrolla, modelando y dominando el espacio, cambia el ambiente natural, sobre todo en la periferia que rodea a la ciudad, es donde la población encuentra el espacio necesario para poder



habitar a través de viviendas de autoconstrucción que se realizan poco a poco, de manera irregular, como lo señalan Vázquez y Méndez (2011) en su investigación y que se asemeja a las condiciones en la que estos espacios se van ocupando en Portoviejo que, según cifras del INEC (2011), del total de habitantes del cantón el 73,80 % (206 682 habitantes) viven en la parte urbana, es decir en la ciudad, y 26,20 % (73 347 habitantes) en la parte rural. Esta situación se verá acrecentada ya que en el año 2010 se superó el 50 % de población urbana en el mundo y para 2050 se espera que casi un 70 % de la humanidad viva en ciudades (Naciones Unidas, 2012), y si no se aplican medidas efectivas para controlar el crecimiento ordenado de Portoviejo esto puede acrecentar los asentamientos en zonas con alta susceptibilidad a riesgos de todo tipo.

En la planificación a futuro, el Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Portoviejo (2016) pretende propiciar una estructura de asentamientos policéntrica y equilibrada, de forma tal que permita una adecuada articulación y complementariedad entre los distintos núcleos poblacionales del cantón y la región para garantizar, como lo son: derechos, prestación de los servicios básicos, infraestructura, equipamientos y equilibrio territorial en función de la Estrategia Territorial Nacional, no obstante la realidad es otra, pese a esta planificación y demás ordenanzas e instrumentos jurídicos que regulan el orden urbano, aún no se tiene un control adecuado por parte del organismo pertinente, lo que conlleva a que el crecimiento de la población y la expansión acelerada de los asentamientos humanos en los últimos años, sobre áreas inestables de la ciudad, hayan incrementado el impacto que provocan los desastres naturales.

Por lo que la elaboración de mapas temáticos ayudan a identificar los asentamientos amenazados por inundaciones, adquiere una importancia notoria porque permite, en función de las acciones que se tomen por parte de las autoridades, la reducción de pérdidas económicas y humanas por la ocurrencia de eventos extremos de precipitaciones, que se traducen en inundaciones en las zonas con poca pendiente que facilite el escurrimiento y drenaje de las aguas, así también lo señalan Rivas y Carrera (2016) en su investigación sobre la zonificación de la amenaza por inundaciones en Venezuela.

En la investigación se pudo corroborar que el crecimiento de la ciudad sigue el sentido noroeste, sur y oeste de la misma, generando espacios no consolidados en partes interiores importantes de la



ciudad, tomando como referencia la carta topográfica de la ciudad generada en el año de 1994, y que coincide con la investigación realizada por Reyna *et al.* (2017) en el estudio de crecimiento urbano de la ciudad de Portoviejo a través de proyecciones empleando modelos predictivos con SIG. Lo preocupante de la situación es que en las zonas de mayor crecimiento es donde existe la mayor amenaza por inundación, y aún no se tienen medidas que ayuden a mitigar este riesgo.

Conclusiones

No existen planes integrales que incluyan proyectos de protección y conservación en áreas vulnerables de la ciudad, por parte del GAD Portoviejo. Además, la ciudad no cuenta con proyectos de reasentamientos humanos, a partir de estudios y diagnósticos de carácter social-espacial por parte de organismos estatales y locales, como alternativa de solución a corto y mediano plazo.

En el contexto de riesgo y vulnerabilidad, que forma parte del desarrollo económico y la dinámica de los asentamientos humanos, es necesaria una mayor intervención de las autoridades en el diseño e implementación de políticas orientadas a la reducción del riesgo. De acuerdo al plan local de gestión del riesgo del Cantón Portoviejo, cuentan con mapas de amenazas y riesgos por deslizamiento, inundación y otros, mientras que el PDOT, cuenta con información de asentamientos humanos; sin embargo, estos mapas no están correlacionados para generar una sobre posición, para el respectivo análisis y control del mismo.

La aplicación de los SIG como herramienta para el análisis de los asentamientos humanos en áreas que son susceptibles a riesgos por varios factores son de gran utilidad, ya que al existir diversos mapas con distintas temáticas nos permite realizar sobre posicionamiento entre capas, llegando a determinar cualitativamente y cuantitativamente, con en este caso, los sitios precisos que ocupan áreas no apropiadas para la habitabilidad.

Conflicto de interés

Los autores declaran no tener conflicto de interés



Referencias

- Alarcón, F., y Ramírez, L. (2010). Análisis y tratamiento de imágenes del Departamento Mercedes (Corrientes): Estudio particular sobre la expansión del área urbana de las principales localidades del Departamento. *Geográfica Digital*, (14), 1-11.
<http://revistas.unne.edu.ar/index.php/geo/article/view/2329/2048>
- Ameneiro, A., Cadenas de Llano, E., y Sierra, J. (2011). *Topografía: Trabajo de Campo y Gabinete.*: MAD.
- Ariza, F., y Ariza I. (2016). Datos BIM: propuesta de elementos de la calidad y método de control. *GeoFocus*, (17), 66-92.
<http://www.geofocus.org/index.php/geofocus/article/view/433/353>
- Buzai, G., y Baxendale, C. (2015). Análisis socioespacial con sistemas de información geográfica marco conceptual basado en la teoría de la geografía. *Ciencias Espaciales*, 8 (2), pp. 391-408. doi: 10.5377/ce.v8i2.2089
- Corrales, R., y Ochoa, V. (2017). Teledetección y SIG, Herramientas de Gestión en la adaptación al Cambio Climático, Cuenca Alta del Río Goascorán, Honduras. *Ciencias Espaciales*, 10 (1), 177-197. doi: 10.5377/ce.v10i1.5820
- Da Silva, C., y Cardozo, O. (2015). Evaluación multicriterio y Sistemas de Información Geográfica aplicados a la definición de espacios potenciales para uso del suelo residencial en Resistencia (Argentina). *GeoFocus*, (16), 23-40.
- Do Nascimento, W. (2007). Planejamento básico para recuperação de área degradada em ambiente urbano. *Espacio y Desarrollo*, (19), 153-160.
- Fernández, J., y Holmes, F. (2009). *Derecho Urbanístico.*: Jurídica de Chile.
- Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Portoviejo. (2011). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Portoviejo*. <http://www.portoviejo.gob.ec/docs/plan-de-desarrollo-y-ordenamiento-territorial-del-canton-portoviejo.pdf>



- Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Portoviejo. (2016). *Actualización del Plan de Ordenamiento Territorial del cantón Portoviejo*. <https://www.portoviejo.gob.ec/md-transparencia/2017/julio-2017/Plan%20de%20Ordenamiento.pdf>
- González, E., Araujo, D., y Beveraggi, M. (2005). Utilización de los SIG como herramienta en los procesos de intervención urbana. *Geográfica Digital*, (3), 1-10.
- Guardia, E. (2015). Expansión urbana y su impacto en los suelos productivos Cartografía y estadística con Sistemas de Información Geográfica. Caso del departamento Rawson (Provincia de San Juan – Argentina). *Geográfica Digital*, (23), 1-12.
- Hernández, J., y Vieyra, A. (2010). Riesgo por inundaciones en asentamientos precarios del periurbano. Morelia, la ciudad media mexicana. ¿El desastre nace o se hace? *Revista de Geografía Norte Grande*, (47), 45-62.
- INEC. (2011). Resultados del censo 2010 de población y vivienda del Ecuador - Fascículo provincial. Manabí, Quito: Instituto Nacional de Estadística y Censos.
- Naciones Unidas (2012). World Urbanization Prospects. The 2011 Revision. https://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/urbanization/WUP_2011_Report.pdf
- Olaya, V. (2014). *Sistemas de Información geográfica*. CreateSpace. <http://volaya.github.io/libro-sig/>
- Palma, J. (2015). Sistemas de Información Geográfica (SIG) y Metodologías de Evaluación Multicriterio (EMC) en la búsqueda de escenarios alternativos para el mejoramiento socio-espacial de las áreas urbanas populares de la Ciudad de Comayagua. *Ciencias Espaciales*, 8 (2), 452-468. doi: 10.5377/ce.v8i2.2092
- Reyna, A., Reyna, L., y Vinces, C. (2017). Escenarios de crecimiento urbano 2017 y 2022 de la ciudad de Portoviejo, Manabí-Ecuador, a partir de autómatas celulares. *San Gregorio*, (19), 21-33.
- Reyna, L., Reyna, M., y Vera, L. (2017). Zoning of the Territory to Apply Conservation Tillage Mechanics Using the Evaluation Approach. *Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 26 (1), 40-49.



- Rivas, L., y Carrera, J. (2016). Zonificación de la amenaza por inundaciones en la planicie aluvial del río Borburata, estado Carabobo, Venezuela. *Revista de Investigación*, 40 (87).
- Soto, J. (2015). El crecimiento urbano de las ciudades: enfoques desarrollista, autoritario, neoliberal y sustentable. *Paradigma económico*, (1), 127-149.
- Vázquez, M., y Méndez, J. (2011). La vulnerabilidad de los asentamientos en espacios no urbanizables en el municipio de San Mateo Atenco, estado de México. *Quivera*, 13 (1).