

# Ecología del paisaje y geo-tecnologías aplicadas a la Aptitud Física Constructiva, Zamora–Ecuador.

## Landscape ecology and geo-technologies applied to Constructive Physical Suitability, Zamora-Ecuador.

Zulay Marivel Cueva-Jiménez<sup>1,+</sup>; Dennys Mauricio Mosquera-López<sup>1,\*</sup>; Lizeth Carolina Sucunuta Ordóñez<sup>1,++</sup>; Jenny Patricia Guanochanga-Portilla<sup>1,β</sup>; Angélica Carmelina Zapata-Vela<sup>θ</sup>; Víctor Julio Moreno-Izquierdo<sup>1,§</sup>

<sup>1</sup>Instituto Espacial Ecuatoriano.

{zcueva@gmail.com; dmosquera\_1179@hotmail.com; likar43@gmail.com; jenny\_portilla27@hotmail.com; angelica.zapata@hotmail.com; vjmi76.jm@gmail.com}

Fecha de recepción: 25 de abril de 2019 — Fecha de revisión: 21 de mayo de 2019

**Resumen:** Vivimos en una época en la que la geografía no puede ser analizada sin la tecnología como herramienta de trabajo. Se considera fundamental realizar estudios temáticos interdisciplinarios del entorno con un alto nivel de detalle que integre criterios técnicos y metodológicos considerando a la geoforma como la unidad básica de análisis para la planificación territorial, con el fin de proveer geo-información que permita identificar las zonas aptas para construir infraestructura pública o privada. Por ello, el presente trabajo determinó la Aptitud Física Constructiva del territorio en la ciudad de Zamora (Ecuador), ubicada geográficamente en una zona con alta vulnerabilidad sísmica y de constantes deslizamientos. La base metodológica fue la ecología del paisaje, a través del análisis, con ayuda de las geo-tecnologías, de la geomorfología (pendiente y factor geológico), y del suelo (nivel freático, drenaje, textura y pedregosidad). Se determinó cinco clases de aptitud física constructiva, predominando con un 40% la zonas aptas con extremas limitaciones.

*Palabras clave* — *Aptitud física constructiva, ecología del paisaje, geo-tecnologías, Zamora, Ecuador.*

**Abstract:** We live in a time when geography can not be analyzed without technology as a work tool. It is considered essential to conduct interdisciplinary thematic studies of the environment with a high level of detail that integrates technical and methodological criteria considering the geofom as the basic unit of analysis for territorial planning, in order to provide geo-information to identify suitable areas to build public or private infrastructure. Therefore, the present work determined the Constructive Physical Aptitude of the territory in the city of Zamora (Ecuador), located geographically in an area with high seismic vulnerability and constant landslides. The methodological basis was the land scapeecology, through the analysis, with the help of geo-technologies, of the geomorphology (slope and geological factor), and soil (water table, drainage, texture and stoniness). Five classes of constructive physical aptitude were determined, with 40% prevailing the suitability zones with extreme limitations.

*Keywords* — *Constructive physics suitability, landscape ecology, geo-technology, Zamora, Ecuador.*

## INTRODUCCIÓN

Vivimos en una época en la que la geografía no puede ser analizada sin la tecnología como herramienta de trabajo: De ahí nace la palabra geo-tecnología (Buzai, 2015), que se convierte así en una herramienta de la geografía dentro de la industria

geo-espacial. En esta nueva geografía aparece un nuevo espacio de relación, el entorno digital, al que denominamos ciber-geografía (Fuenzalida et al., 2015). No se trata de una nueva disciplina, sino de una evolución en lo que, quizás, sea el cambio más importante desde que Alexander Von Humboldt iniciara lo que se considera la geografía moderna (Capel, 2016). La geotecnología se basa en las Tecnologías de la Información Geográfica (TIG), donde el espacio es un elemento indispensable para su análisis (Buzai, 2015).

<sup>+</sup> Ingeniera en Recursos Naturales Renovables.

<sup>\*</sup> Ingeniero Geógrafo y del Medio Ambiente.

<sup>++</sup> Ingeniera en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial.

<sup>β</sup> Ingeniera Geóloga.

<sup>θ</sup> Magíster en Planificación Local.

<sup>§</sup> Magíster en Ciencias de la Geoinformación y Observación de la Tierra  
Mención Información de Tierra para la Planificación del Territorio.

Siendo el hombre el principal agente modelador del espacio, y sin lugar a duda el fin último de todo proceso de planificación, conocer cómo los humanos se apropian, edifican y representan su territorio es un aspecto fundamental y muy importante en los procesos de planificación y de implementación de políticas públicas (IEE, 2018).

La temática aborda la relación de la geomorfología y las características de los suelos orientados a la Aptitud Física Constructiva (AFC); no obstante, se considera necesario comprender los mecanismos genéticos, en los agentes orogénicos y en los procesos morfodinámicos que han comandado y siguen rigiendo la evolución y el modelado de nuestro contexto geográfico físico, donde la ecología del paisaje intenta trascender fronteras entre disciplinas conexas, tanto físicas como humanas, que suministran percepciones y visiones complementarias de la estructura y dinámica de los paisajes naturales y/o antropizados, con un enfoque integral holístico (Zinck et al., 2016).

La ciudad de Zamora se sitúa en una de las zonas tectónicas más activas del Ecuador: El territorio es muy irregular debido a que en esta zona se estrechan las cordilleras Occidental y la Oriental, por lo que se considera una de las regiones más inestables por los fallamientos que se evidencia en todo el trayecto de la ciudad (Ortiz, 2013). Los fenómenos sísmicos suelen ser agentes detonantes de otras manifestaciones naturales como los movimientos en masa rocosa (desplomes o derrumbes) y detríticas (aluviones, deslizamientos) (Ferrando, 2004).

Con estos antecedentes, se considera fundamental realizar estudios temáticos interdisciplinarios del entorno con un alto nivel de detalle que integre criterios técnicos y metodológicos considerando a la geofoma como la unidad básica de análisis y planificación territorial, obtenida, por ejemplo, a través de la generación de bloques fotogramétricos (IGM 2018) para la respectiva interpretación en tres dimensiones (3D), lo que permite obtener datos referentes a génesis, litología, depósitos superficiales, geofoma y pendiente (Zonneveld, 1989; Vila et al., 2006; Bocco, et al., 2009; Wu, 2013; Kwa, 2018), con el fin de proveer información temática especializada y espacializada que permita identificar las zonas aptas para construir infraestructura pública o privada, que no solo coadyuve al ordenamiento territorial, y al

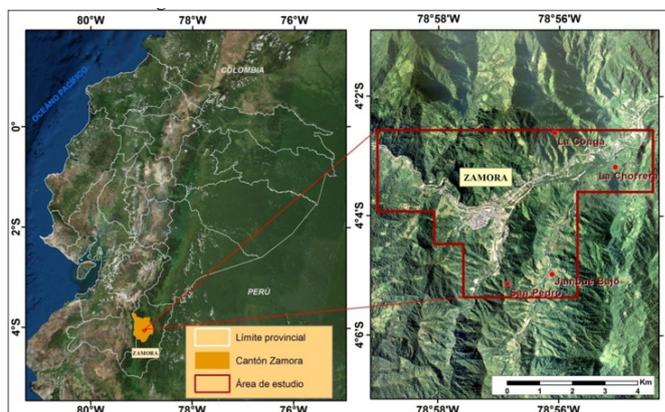
desarrollo sustentable, sino también a la mitigación de los efectos causados por desastres, así como, principalmente, a la planeación para su prevención (Suango et al., 2018a, b; Reyes et al., 2019).

Por lo anterior, se realiza el presente estudio que se fundamenta metodológicamente en la ecología de paisaje para generar geo-información de la ciudad de Zamora a una escala de detalle (1: 5 000) con el uso de geo-tecnologías, con el objetivo de contribuir en la planificación del uso sostenible del espacio urbano, evaluando el aspecto físico, a través de la AFC, mediante el análisis de seis variables: Pendiente, litología, drenaje, nivel freático, textura en el perfil y pedregosidad en la superficie.

### Zona de estudio

La ciudad de Zamora se encuentra ubicada en la región sur del Ecuador. La zona de estudio comprende el área urbana de la ciudad de Zamora (251 ha) y sus alrededores (2 743 ha), con un área total de intervención de 2 994 ha (Figura 1).

Figura 1. Área de estudio de la ciudad de Zamora



## METODOLOGÍA

Con base a que los trabajos de campo deben empezar en gabinete (Porta y López-Acevedo, 2005), mediante la fotointerpretación estereoscópica se delimitan las unidades geomorfológicas a escala 1:5 000, considerando variables como, por ejemplo, unidad de paisaje, unidad genética, unidad morfológica, pendiente, tipo de drenaje, densidad de drenaje, geología, depósito superficial, validadas a través de una visita al campo para, posteriormente, generar el mapa geomorfológico final (Suango et al., 2018b).

Para las unidades homogéneas del paisaje (geofomas), se realizó las salidas de campo, con la finalidad de levantar datos de suelos por medio de la descripción de perfiles (minicalicatas) de 0,50 cm

(largo, ancho, profundidad) y 1 metro de barrenación en el que se describió cinco variables edafológicas: 1) textura, 2) profundidad efectiva, 3) nivel freático, 4) color y 5) estructura. La geomorfología se validó a través de la descripción del paisaje en donde se verificó, principalmente, dos variables: 1) pendiente y 2) litología.

Se aplicó un modelo empírico, con la finalidad de caracterizar las categorías de aptitud en función de seis variables (Tabla 1), donde se establece las especificaciones técnicas o parámetros mínimos, considerando las descripciones y categorías de cada variable.

**Tabla 1.** Parámetros por variable para definir las categorías de AFC

Variable	Apto	Apto con limitaciones					No Apto
		Ligeras	Ligeras a Moderadas	Moderadas	Severas	Extremas	
Pendiente (%)	≤ 5	≤ 12	≤ 25	≤ 40	≤ 70	≤ 100	> 100
Factor geológico (FG)	1 y 2	1 y 2	1, 2 y 3	1, 2 y 3	1, 2, 3 y 4	1, 2, 3, 4 y 5	Cualquiera
Nivel freático	Sin evidencia	Muy profundo (>120 cm)	Profundo (>90 cm)	Moderadamente profundo (>60 cm)	Poco profundo (>30 cm)	Superficial (<30 cm)	Cualquiera
Textura (Grupo)	1 y 2	1 y 2	1, 2 y 3	1, 2 y 3	1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4	Cualquiera
Drenaje	Bueno	Bueno	Bueno y moderado	Excesivo, moderado y bueno	Excesivo, moderado y bueno	Mal drenado, excesivo, moderado y bueno	Cualquiera
Pedregosidad en superficie (%)	≤ 10	≤ 25	≤ 50	≤ 50	≤ 75	≤ 100	Cualquiera

Fuente: IEE, 2018; Reyes et al., 2019.

La clasificación de pendiente propuesta no imposibilita la construcción en lugares con pendientes fuertes, debido a que hoy en día existen técnicas de construcción que solventan estas limitaciones, pero aumentando el costo económico y los riesgos que se puedan producir (Galacho y Arrebola, 2013; Orellana, 2015).

En la Tabla 2 se establecieron criterios para determinar el Factor Geológico (FG).

**Tabla 2.** Clasificación del factor geológico

Factor geológico	Unidad geológica	Depósitos superficiales	Tipo de erosión
MUY BUENO (FG 1)	Sin signos de meteorización. Resistencia extremadamente dura y muy dura.	Material muy consolidado, muy duro.	Sin evidencia.
BUENO (FG 2)	Ligeramente meteorizado. Resistencia dura.	Material consolidado, duro.	Laminar.
MEDIO (FG 3)	Moderadamente meteorizado. Resistencia moderadamente dura.	Material medianamente consolidado.	En surcos.
MALO (FG 4)	Altamente meteorizado. Resistencia blanda.	Materiales sueltos, blandos.	Antrópica (ej. canteras)
MUY MALO (FG 5)	Completamente meteorizado. Resistencia muy blanda.	Materiales muy sueltos, muy blandos.	Del cauce / en cárcavas (badlands)

Fuente: Bieniawski, 1989; González de Vallejo et al., 2002; Rodríguez, 2016.

El nivel freático influye en la construcción, donde los suelos bien drenados que tienen una capa freática profunda son adecuados, mientras que los suelos pobremente drenados con un nivel freático menor a 30 cm superficial no son adecuados para realizar actividades constructivas (IGAC, 2010).

La clase textural permite determinar las prácticas de manejo agrícola y de ingeniería, utilizándose también para clasificar suelos, evaluar y valorar tierras; determinar la capacidad de uso, definir la aptitud física constructiva, entre otros (IGAC, 2010; Narro, 1994).

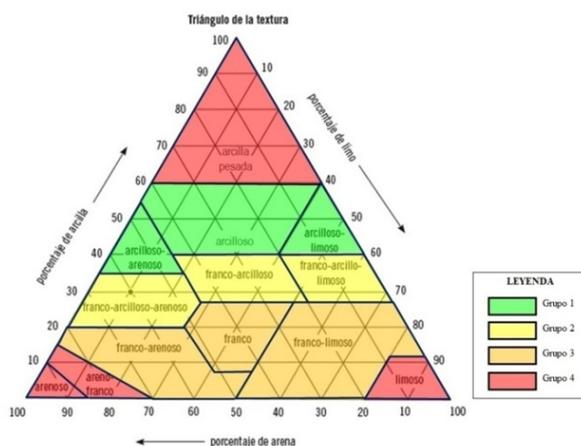
En la clasificación propuesta de los grupos texturales se ha tomado en consideración el porcentaje de arcilla, considerado, además, que espacialmente están relacionadas entre sí: Mientras más próximas están en el espacio mayor será su relación y viceversa (Huisman y de By, 2009), tal y como se muestra en la Tabla 3 y Figura 3.

**Tabla 3.** Agrupación de grupos texturales

G1	G2	G3	G4
Arcillo arenoso	Franco arcillo arenoso	Franco arenoso	Arenoso
Arcilloso	Franco arcilloso	Franco	Areno francoso
Arcillo limoso	Franco arcillo limoso	Franco limoso	Limoso
			Arcilla pesada (Montmorillonita)

Fuente: IEE, 2018; Reyes et al., 2019.

**Figura 3.** Agrupación de clases texturales según el triángulo de texturas



Fuente: Adaptado de SoilSurvey Staff, 2014.

En relación a la Tabla 3, se puede indicar lo siguiente:

Las texturas del G1 son las que tienen mayor porcentaje de arcilla (suelos cohesivos). Se caracterizan por una permeabilidad baja, compacidad alta, mayor plasticidad y drenajes moderados; las

mejores condiciones para la construcción (Cortés y Malagón, 1983; Aguilo et al., 2004).

Las texturas G2 son equilibradas en relación a la combinación de partículas (arena, limo y arcilla); incluyen a suelos con moderada permeabilidad, compacidad y plasticidad; granulometría fina a media; presentando ligeras a moderadas limitaciones para la construcción (Cortés y Malagón, 1983).

Las texturas G3 tienen mayor contenido de arena en relación al limo y la arcilla presentando moderada capacidad a retención de agua, variado tamaño granulométrico, compacidad y resistencia moderada, menor plasticidad; presentando moderadas limitaciones para construcción (Bañón y Beviá, 2000; Garcés, 2015).

Finalmente, las texturas G4 son las arenosas muy finas, finas, medias, que tienen permeabilidad alta y compacidad baja; además muestran baja plasticidad y capacidad de retención de agua; granulometría homogénea, por lo que facilitan los procesos de licuefacción (Cortés y Malagón, 1983). Asimismo, en este grupo están las texturas de arcilla pesada (expansibles) las cuales se caracterizan por una permeabilidad baja, compacidad alta, capacidad de retención de agua alta (mal drenados), elevada plasticidad (estado húmedo) o compacidad (en seco), presentando severas limitaciones para la construcción (Hazelton y Murphy, 2011).

Por otro lado, la clase de drenaje es un atributo del suelo que viene determinado por siete propiedades: estructura, textura, porosidad, existencia de una capa impermeable, permeabilidad, posición del suelo en el paisaje y color (Porta y López-Acevedo, 2005). Se evalúa esta variable porque condiciona el uso del suelo y sirve para diagnosticar zonas inundables y húmedas (SENPLADES, 2013).

La pedregosidad en la superficie se refiere a la presencia o ausencia de fragmentos gruesos superficiales que afectan el desarrollo de actividades constructivas (Aguilo et al., 2004).

## RESULTADOS

La morfología de la ciudad de Zamora se caracteriza por las vertientes andinas orientales y occidentales sin cobertura piroclástica, cuyas geoformas representativas son los relieves colinados y montañosos, asociados geológicamente al Batolito de Zamora (JbZa), Formación Chapiza (Jc) y Serie

Zamora (PZz), lo que coincide con los estudios realizados por Bristow y Hoffstetter (1977) y Winckell et al. (1997).

Las pendientes van de planas (0 a 2 %) hasta abruptas (> 200 %), abarcando la mayor superficie las pendientes mayores al 70 % (1 735,37 ha) corresponde al 57,98 %, lo que trae como consecuencia que estas zonas sean no aptas o que tengan severas y extremas limitaciones para desarrollar actividades constructivas. Es necesario aclarar que en lugares con pendientes mayores a 25 % no se imposibilita la construcción, debido a que hoy en día existen técnicas que solventan estas limitaciones, pero si aumentando el costo económico y los riesgos que se pueden producir (Orellana, 2015).

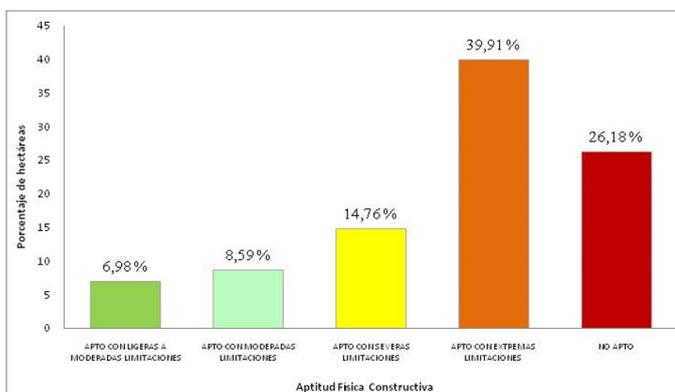
Los factores geológicos FG 2 y 3 son los predominantes en el área de estudio: el 56,33 % (1 686,07 ha) corresponde al FG 3 que litológicamente consta de: a) granodioritas y granitos moderadamente meteorizados (JbZa); b) areniscas de resistencia moderadamente duras y moderadamente meteorizadas (Jc); c) filitas, esquistos grafiticos, medianamente meteorizados (PZz); y d) depósitos aluviales medianamente consolidados. El 34,61 % (1 035,83 ha) corresponde al FG 2 que presenta: a) granodioritas y granitos consolidados ligeramente meteorizados (JbZa); b) areniscas consolidadas muy duras, ligeramente alteradas (Jc); y c) cuarcitas de la PZz.

Los suelos poseen cuatro tipos de nivel freático: 1) medianamente profundo, 2) profundo, 3) superficial, 4) poco profundo y 5) sin evidencia; esta última clase es la que ocupa la mayor extensión con 83,43 % (2 497,27 ha). Existen cinco tipos de texturas a profundidad: 1) franco arcillo, 2) arcilloso, 3) arcillo arenoso, 4) arcilla pesada y 5) franco arcillo arenoso; donde el franco arcilloso es el dominante con el 64,57 % (1 932, 76 ha). Asimismo, se encuentran cuatro tipos de drenajes: bueno, moderado, mal drenado y excesivo; donde los suelos con drenaje bueno son los que más predominan con el 70,16 % (2 100,25 ha). Respecto a la pedregosidad superficial se encontró tres clases: frecuente, poca y sin pedregosidad; siendo esta última la que abarca la mayor extensión con 41,34 % (1 237,56 ha).

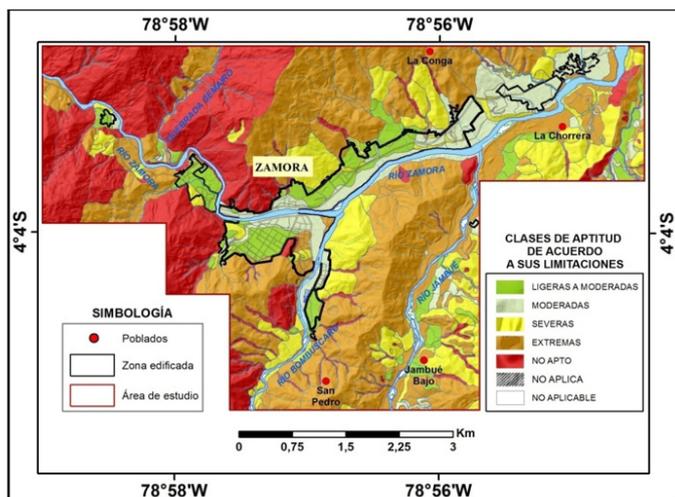
Las clases que se determinaron de AFC en la ciudad Zamora fueron cinco (Gráfico 1 y Figura 4), de acuerdo a sus limitaciones: 1) ligeras a moderadas,

2) moderadas, 3) severas, 4) extremas y 5) no aptos para la construcción. Dichas categorías se corroboran con las unidades temáticas, de menor detalle, del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Zamora (GADMZ, 2014).

**Gráfico 1.** AFC de la ciudad de Zamora



**Figura 4.** Clases de AFC de acuerdo a sus limitaciones



Las zonas aptas con ligeras a moderadas limitaciones representan el 6,98 % (209,04 ha), distribuidas en toda el área de estudio, sobre geformas cuyas pendientes van hasta el 25 % (ej. superficies disectadas de cono de deyección muy antiguo), que presentan un FG 3; los suelos poseen texturas franco arcillosas con buen drenaje, sin evidencia de nivel freático y pedregosidad. El factor limitante es el FG debido a que los depósitos superficiales se encuentran medianamente consolidados.

Las zonas aptas con moderadas limitaciones ocupan el 8,59 % (257,04 ha). Se ubican, principalmente, en la zona edificada consolidada, sobre las superficies de cono de deyección muy antiguo, con pendientes hasta 12 %, y sobre las terrazas altas, con pendientes menores al 5 %. Los suelos presentan texturas franco

arcillosas con drenaje moderado, a excepción de las terrazas altas que presentan un drenaje excesivo; el nivel freático medianamente profundo y la pedregosidad frecuente. En los conos de deyección el factor limitante es la pedregosidad, mientras que en las terrazas es el drenaje.

Las zonas aptas con severas limitaciones, que representan el 14,76 % (441,72 ha), se distribuyen, principalmente, al sureste del área de estudio, sobre relieves del Batolito Zamora (FG 2 y 3), cuyas pendientes van hasta el 70% (ej. relieves colinados medios y altos). Los suelos son de textura arcillosa con drenaje bueno a moderado, sin evidencia de nivel freático y poca pedregosidad. La pendiente es el principal factor limitante.

Las zonas aptas con extremas limitaciones representan el 39,91 % (1 194,67 ha). Se distribuyen, principalmente, sobre los relieves colinados muy altos, altos y medios, con FG 2 y 3, con pendientes del 70 al 100 %. Los suelos son de texturas franco arcillosa, con frecuente pedregosidad. Estas zonas también se presentan en geformas de origen fluvial (ej. terrazas medias y altas) con suelos de texturas arcillosas, con nivel freático superficial. Los factores limitantes son las pendientes y el nivel freático, respecto a las geformas de relieves y terrazas, respectivamente.

Las zonas no aptas para la construcción abarcan el 26,18 % (783,67 ha). Se ubican, principalmente, al sur oeste de la zona de estudio sobre los relieves de la Serie Zamora y Formación Chapiza, donde se presenta un FG 2 y las pendientes son mayores al 100 %. Los suelos son francos arcillosos con buen drenaje. El factor limitante es la pendiente.

### DISCUSIÓN

Las zonas identificadas en la AFC de la ciudad de Zamora tienen en cuenta la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-SE-GM, 2014), donde se indica que “la apropiada caracterización del subsuelo es uno de los principales factores que permite un diseño seguro y económico de la cimentación de las estructuras”, lo que permite la identificación de espacios propicios para la expansión urbana, respetando las características biofísicas del suelo y las aptitudes que presente el mismo hacia cualquier actividad.

Por lo expuesto, el conocimiento generado debe ser entendido como insumo de aporte para el ordenamiento territorial y no considerarse como un mapa que revele apertura para la edificación de viviendas sin estudios geotécnicos previos, dando cumplimiento a la normativa de la construcción (NEC-SE-GM, 2014) cuando menciona “*se requiere realizar un estudio geotécnico preliminar, donde se lleva a cabo las actividades necesarias para aproximarse a las características geotécnicas de un terreno, con el fin de establecer las condiciones que limitan su aprovechamiento, los problemas potenciales que puedan presentarse (...)*”, por tanto considerar el desarrollo de un estudio geotécnico para la ciudad de Zamora es fundamental en la toma de decisiones.

### CONCLUSIONES

En la ciudad de Zamora las geoformas representativas son los relieves colinados y montañosos, donde las pendientes son mayores al 70 %.

Los factores geológicos FG 2 y 3 son los predominantes en el área de estudio.

Los suelos dominantes poseen texturas franco arcillosas, sin evidencia de nivel freático, con buen drenaje y sin pedregosidad.

Se estableció cinco categorías de AFC en la ciudad de Zamora de acuerdo a sus limitaciones: 1) ligeras a moderadas, 2) moderadas, 3) severas, 4) extremas y 5) no aptos para la construcción; donde las zonas aptas con extremas limitaciones son las más representativas.

En la mayor parte de las zonas no aptas para la construcción el factor limitante es la pendiente a pesar de que las condiciones litológicas, textura del suelo, nivel freático, drenaje y pedregosidad son las mejores.

### RECOMENDACIÓN

Considerar el presente estudio como un insumo para la toma de decisiones, respecto a la expansión urbana, aportando a la elaboración del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la ciudad de Zamora.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilo, M. y col. (2004). Guía para la elaboración de estudios del medio físico. Contenido y metodología. Madrid, Ministerio de Medio Ambiente. Disponible en <<https://bit.ly/2HLIG0e>>.
- Bañón, L. y Beviá, J. (2000). Manual de carreteras. Volumen II: construcción y mantenimiento. Alicante, Ortiz e Hijos, Contratista de Obras, S.A. Disponible en <<https://bit.ly/2HJnurx>>.
- Bieniawski, T. (1989). Engineering rock mass classifications: a complete manual for engineers and geologists in mining, civil, and petroleum engineering. New York, Wiley. Disponible en <<https://bit.ly/2OsreOE>>
- Bocco, G., Mendoza, G., Priego, A. y Burgos, A. (2009). La cartografía de los sistemas naturales como base geográfica para la planeación territorial. México, D.F., SEMARNAT, INE-SEMARNAT, Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental- UNAM. Disponible en <<https://bit.ly/2UXK3Mf>>.
- Bristown, C.R. y Hoffstetter. R. (1977). Amériquer Latine. Fascicule 5 a 2. Ecuador. París. Centre National de la Recherche Scientifique.
- Buzai, G. D. (2015). “Evolución del pensamiento geográfico hacia la geografía global y la neogeografía”. Santiago de Chile. Triángulo. Disponible en <<https://bit.ly/2UY3KDD>>.
- Capel, H. (2016). Filosofía y ciencia en la geografía contemporánea, siglos XVI-XXI. Investigaciones geográficas, 89, 5-22. Disponible en <[dx.doi.org/10.14350/rig.51371](https://doi.org/10.14350/rig.51371)>.
- Cortés, A. y Malagón, D. (1983). Los levantamientos de suelos y sus aplicaciones multidisciplinarias. Mérida, Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras.
- IEE (2018). Aptitud Física Constructiva, Conflictos de Uso y Capacidad de Acogida. Ciudad de Zamora. Quito, Instituto Espacial Ecuatoriano. Disponible en <<https://bit.ly/2IUIdZf>>.
- Ferrando, F. (2004). Geomorfología aplicada y desastres: rol preventivo y ordenamiento territorial. Revista Urbanismo, (13), 70-75. Disponible en <<https://bit.ly/2Jakt3r>>.
- Fuenzalida, M., Buzai, G., Moreno, A. y García de León, A. (2015). Geografía, geotecnología y análisis espacial: tendencias, métodos y aplicaciones. Santiago de Chile, Editorial Triángulo. Disponible

- en <<https://bit.ly/2UY3KDD>>.
- GADMZ (2014). Plan de desarrollo y ordenamiento territorial (2014-2019). Gobierno Autónomo Descentralizado municipal de Zamora. Disponible en <<https://bit.ly/2XZL6wb>>
  - Galacho, F. y Arrebola, J. (2013). Modelo de evaluación de la capacidad de acogida del territorio con SIG y técnicas de decisión multicriterio respecto a la implantación de edificaciones en espacios rurales. *Investigaciones Geográficas*, (60), 69-85. Disponible en <<http://dx.doi.org/10.14198/INGEO2013.60.04>>
  - Garcés, J. (2015). Aplicación de evaluación multicriterio y Sistemas de Información Geográfica para el modelado de la capacidad de acogida para la localización de viviendas de mediana densidad. Caso de estudio cuenca del río Guadalajara (Valle del Cauca). Tesis de pregrado. Universidad del Valle, Colombia. Disponible en <<https://bit.ly/2WsSlfq>>.
  - González de Vallejo, L., Ferrer, M., Ortuño, L. y Oteo, C. (2002). *Ingeniería Geológica*. España, Pearson. Disponible en <<https://bit.ly/2U95kBa>>.
  - Hazelton, P. y Murphy, B. (2011). *Understanding soils in urban environments*. London, Earthscan. Disponible en <<https://bit.ly/2TDuGa4>>.
  - Huisman, O. y de By, R. (2009). *Principles of geographic information systems: an introductory textbook*. Enschede, ITC Educational Textbook Series. Disponible en <<https://bit.ly/2WvpVRZ>>.
  - IGAC (2010). *El ABC de los suelos para no expertos*. Bogotá, Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Disponible en <<https://bit.ly/2uw5KHp>>.
  - IGM (2018). *Fotografías aéreas (GSD 30 cm) y cartografía base 1: 5 000 de Zamora, 2010-2011*. Quito, Instituto Geográfico Militar.
  - Kwa, C. (2018). The visual grasp of the fragmented landscape: plant geographers vs. plant sociologist. *Historical Studies in the Natural Sciences*, 48 (2), 180-222. Disponible en <<https://doi.org/10.1525/hsns.2018.48.2.180>>.
  - Narro, E. (1994). *Física de suelos: con enfoque agrícola*. México, D.F., Trillas.
  - NEC-SE-GM (2014). Norma Ecuatoriana de la Construcción. Geotecnia y diseño de cimentaciones. Acuerdo ministerial 0028. 19 de agosto de 2014:18-19. Disponible en: <<https://bit.ly/2Daffln>>.
  - Orellana, M. (2015). Evaluación de la capacidad de acogida del territorio para usos urbanos mediante el uso de SIG y técnicas de evaluación multicriterio. El caso de la urbanización difusa en la Axarquía (Málaga). Tesis de pregrado. Universidad de Málaga, España. Disponible en <<https://bit.ly/2w0ZDth>>.
  - Ortíz, O. (2013). *Sismotectónica y peligrosidad sísmica en Ecuador*. Universidad Complutense de Madrid. Disponible en <<https://bit.ly/29OGPGz>>
  - Porta, J. y López-Acevedo, M. (2005). *Agenda de campo de suelos. Información de suelos para la agricultura y el medio ambiente*. Madrid, Ediciones Mundi-Prensa. Disponible en <<https://bit.ly/2uzfaSI>>
  - Reyes, M., Avilés, L., Gómez, E., Galarza, J. y Jácome, P. (2019). Zonificación de capacidad de acogida de la ciudad de Riobamba mediante el enfoque de ecología de paisaje a partir defotointerpretación geomorfológica en 3D. *Pro Sciences*, 3 (18), 10-18. Disponible en <<https://bit.ly/2TFQ0vx>>.
  - Rodríguez, W. (2016). *Ingeniería Geotécnica*. Perú, Universidad Pedro Ruiz Gallo de Lambayeque. Disponible en <<https://bit.ly/2ImmkBE>>
  - SENPLADES (2013). *Catálogo de objetos geográfico versión 2*. Quito, Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. Disponible en <<https://bit.ly/2UhVnFI>>
  - Soil Survey Staff (2014). *Claves para la Taxonomía de suelos*. Décima segunda edición. USDA, NRCS. Disponible en <<https://bit.ly/2LxcRts>>.
  - Suango, V., Andrade, M., Yépez, J., Avilés, L., Y López, A. (2018a). Análisis de variables físicas del territorio para el estudio de la expansión del área urbana de la ciudad de Babahoyo, Ecuador. *Pro Sciences*, 2 (14), 3-12. Disponible en <<https://bit.ly/2WrMMxz>>.
  - Suango, V., Rodríguez, K., Moreno, J., Andrade, S., Díaz, D. y Yépez J. (2018b). Aptitud física constructiva. Caso de estudio: Ciudad de Pedernales. *Polo del Conocimiento*, 3 (12), 381-400. Disponible en <<https://bit.ly/2HJ5xJD>>.
  - Vila, J., Varga, D., Llausàs, A. y Ribas, A. (2006). Conceptos y métodos fundamentales en ecología del paisaje (landscape ecology). Una interpretación desde la geografía. *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, 48, 151-166. Disponible en <<https://bit.ly/2U9BjFF>>.
  - Winckell, A., Zebrowski, C. y Sourdat, M. (1997). *Las regiones y paisajes del Ecuador*. Quito, CEDIG-IPGH-IRD-IGM. Disponible en <<https://>>

[bit.ly/2YGhKnM](https://bit.ly/2YGhKnM)>.

- Wu, J. (2013). Landscape ecology. In: Leemans, R. (eds) *Ecological Systems*. New York, Springer. Disponible en <[https://doi.org/10.1007/978-1-4614-5755-8\\_11](https://doi.org/10.1007/978-1-4614-5755-8_11)>.
- Zinck, A., Metternicht, G., Bocco, G. & Del Valle, F. (2016). *Geopedology. An integration of Geomorphology and Pedology for soil and landscape studies*. Cham, Springer. Disponible en <<https://doi.org/10.1007/978-3-319-19159-1>>.
- Zonneveld, I. (1989). The land unit - A fundamental concept in landscape ecology, and its applications. *Landscape Ecology*, 3(2), 67-86. Disponible en <<https://doi.org/10.1007/BF00131171>>.