
Difusión del software libre geoespacial:

el caso QGIS México

Dissemination of free and open source geospatial software:
a case QGIS Mexico

José Luis Gallardo-Salazar¹

Marcela Rosas-Chavoya²

¹ Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Ciencias Forestales, Maestría en Geomática Aplicada a Recursos Forestales y Ambientales

² Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Ciencias Forestales, Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Forestales Durango, México

1107805@alumnos.ujed.mx; marcela.1108286@ujed.mx, marcela.chavoya@gmail.com

Gallardo-Salazar: <https://orcid.org/0000-0002-6172-2942>

Rosas-Chavoya: <https://orcid.org/0000-0002-3193-5373>

Resumen

Actualmente QGIS es el software libre más importante en el mundo para el procesamiento de información geoespacial. Su éxito es atribuible a los cientos de empresas, instituciones gubernamentales y universidades que han adoptado su uso, además de un número importante de desarrolladores en el mundo que contribuyen constantemente con mejoras al código. Para dar representatividad nacional, el proyecto QGIS ha reconocido a grupos de usuarios de algunos países, con el objetivo de difundir su uso, organizar reuniones regionales, apoyar, coordinar y orientar el desarrollo del software. En 2017 se reconoció oficialmente al grupo de usuarios QGIS México, otorgándole voz y voto ante el comité internacional. En este manuscrito se relata el proceso de consolidación del grupo oficial de usuarios de QGIS México y se enlistan sus principales logros. Con el objetivo de que sirva como antecedente y herramienta para el fortalecimiento de grupos de usuarios de QGIS presentes en diversos países. **PALABRAS CLAVE:** Comité Internacional QGIS; software libre; reunión nacional de usuarios; comunidad.

Abstract

QGIS is currently the most important free software for geospatial information processing. Its success is supported by companies, government institutions, and universities. Also a significant number of developers from around the world joining in and contributing to code improvements. To give national representation, the QGIS project has recognized user groups in some countries, with the aim of disseminating its use, organizing regional meetings, supporting, coordinating, and guiding the development of the software. In 2017 the QGIS Mexico group of users was officially recognized, with the right of voice and vote in the international committee. In this manuscript the process of consolidation and main achievements of the official group of users of QGIS México is reported. This manuscript become an antecedent and tool to the others user groups around the world. **KEY WORDS:** International QGIS Committee; free software; National meeting of users; community.

1. Introducción

Los estudiantes, docentes, investigadores, servidores públicos y profesionales dedicados a la gestión del territorio y de los recursos naturales tienen la necesidad de usar softwares especializados, ya que en su quehacer diario predomina el tratamiento de información geoespacial (Lünen y Travis, 2012; Olaya, 2014).

El software se clasifica por su tipo de licencia en software comercial y software libre (Alvarado, 2012; Singh *et al.*, 2015). El primero, también llamado propietario o privativo, es aquel que limita su uso bajo condiciones determinadas al criterio del dueño de los derechos de autor; además, representa una 'caja negra' dentro de los procesos que se realizan (Mota y Seruca, 2015; Pankaja y Mukund Raj, 2013). En contraste, el término software libre se refiere, según la *Free Software Foundation*, a la libertad de los usuarios para ejecutar, copiar, distribuir, estudiar, cambiar y mejorar el software. De modo más preciso, le otorga al usuario cuatro libertades: 1) usar el programa para cualquier fin (educativo, social o comercial); 2) estudiar cómo funciona el programa y adaptarlo a las necesidades; 3) distribuir copias exactas y, 4) mejorar el programa y redistribuir dichas mejoras a los demás para que toda la comunidad se beneficie (Stallman, 2015). De manera que la principal ventaja del software libre es que, además de ser gratuito, brinda estas cuatro libertades, haciéndolo especialmente valioso (Fuggetta, 2003).

La elección del tipo de software está sujeta a las particularidades de la unidad de información donde se aplique y depende de los procesos que se deseen automatizar. Sin embargo, algunos estudios han calculado que entre el 40 y el 60% de los softwares instalados a nivel global son apócrifos; es decir, son copias no autorizadas, adquiridas de forma ilegal (Limayem, *et al.*, 2004; Pedreros-Gajardo y Castillo, 2013; Schmuhl y Na, 2019).

El cambio de paradigma que ha supuesto el desarrollo de los proyectos de software libre en los últimos años ha generado un incremento en el desarrollo y aceptación de la filosofía del software libre aplicada a sectores y disciplinas de diversa índole, entre las que destacan las ciencias geográficas y geoespaciales (Brovelli *et al.*, 2017; Coetzee *et al.*, 2020; Quirós y Polo, 2018; Ríos y Garibay, 2018).

Estas ciencias tienen como apoyo fundamental a los sistemas de información geográfica (SIG) y la percepción remota (PR). El software libre utilizado en los SIG y la PR constituye una solución ampliamente aceptada ante la comunidad académica y científica, algunos ejemplos de estos son: GRASS GIS (Neteler *et al.*, 2012), SAGA (Conrad *et al.*, 2015), uDig (Abera *et al.*, 2014), gvSIG (Anguix y Díaz, 2008) y QGIS (Sandhya, 2020).

Dentro de la variedad de este tipo de softwares, QGIS¹ ha ganado mayor popularidad², cientos de empresas, instituciones gubernamentales y universidades³ han decidido adoptar QGIS como el software geoespacial de uso cotidiano. Aunado a esto se han sumado un número importante de desarrolladores de todo el mundo, que contribuyen con sus mejoras constantes y satisfactoria evolución⁴. En consecuencia, en los últimos años QGIS ha ganado aceptación entre la comunidad dedicada a las ciencias geoespaciales tanto en docencia como en la investigación (Graser y Olaya, 2015; Jaya y Fajar, 2019; Sandhya, 2020; Szemán, 2012; Vázquez-Rodríguez, 2018). La utilización de QGIS es amplia e involucra diversos campos de estudio, como: en el desarrollo de sistemas integrales para gestión ambiental (Bernasocchi *et al.*, 2012) y herramientas específicas para análisis geo-visual (Teodoro *et al.*, 2015); en la evaluación el riesgo de erosión del suelo (Duarte *et al.*, 2016); para la estimación de deslizamientos de fallas geológicas (Wolfe *et al.* 2020); en el estudio de la vegetación (Duarte *et al.*, 2014); así como, en

análisis de cambios de uso de suelo (Wiyono Wit Saputra *et al.*, 2020); en la simulación de fenómenos hidrológicos (Bittner *et al.*, 2020), y muchos más.

Este incremento en el número de usuarios alrededor del mundo ha traído consigo la oportunidad de organizar grupos de personas interesadas en el conocimiento y aplicación de este software. A la fecha existen 29 países que se han organizado como grupos de usuarios de QGIS para dar representatividad nacional; entre sus principales objetivos está difundir el uso, organizar reuniones nacionales y regionales, coordinar y orientar el desarrollo del software⁵.

En ese sentido, en 2017 el comité directivo del proyecto QGIS reconoció oficialmente al grupo de usuarios QGIS México, representado por Hennessy A. Becerra Ayala, otorgándole al país voz y voto ante el comité internacional y el dominio local www.qgis.mx. Actualmente, se puede contactar y contribuir al grupo de usuarios de QGIS México en su página oficial⁶ y principales redes sociales⁷.

El presente trabajo tiene como finalidad relatar el proceso de consolidación del grupo oficial de usuarios de QGIS México, así como describir sus principales logros desde su formación. A fin de contribuir con la difusión del uso de QGIS y de la filosofía del software libre geoespacial.

2. Materiales y métodos

Para realizar este trabajo se recopiló información de la página oficial del grupo de usuarios de QGIS México y sus principales redes sociales. Adicionalmente se realizaron entrevistas directas con los 12 miembros del *core team* de QGIS México, destinadas a obtener información sobre el proceso de conformación y principales logros de este equipo de trabajo. El *core team* está conformado por 12 integrantes: un presidente, una secretaria, un tesorero, tres miembros fundadores y seis miembros núcleo.

3. Resultados y discusión

3.1 Core team QGIS México

QGIS México es el grupo oficial de usuarios en México desde 2017 registrado ante el proyecto y asociación QGIS internacional. El *core team* está integrado por Hennessy A. Becerra Ayala, (presidente); Verónica Totolhua; (secretaria); Julio González Torres, (tesorero); Raúl Nanclares Da Veiga, Camilo Alcántara, Alejandro Padilla Lepe (miembros fundadores); Marcela Rosas Chavoya, Yocsan Contreras Castillo, José Luis Gallardo Salazar, Lourdes Hermosillo, Diana Uruga Tovar y Rosa Peralta Blanco (miembros núcleo). Todos ellos especialistas en diversas áreas relacionadas con la Geografía, Urbanismo, Biología, Arquitectura, Ciencias Ambientales y Ciencias Forestales⁸.

El grupo oficial de usuarios de QGIS México representa los intereses de QGIS internacional y pretende promover el uso de QGIS en todos los ámbitos en los que son aplicables las ciencias geoespaciales. Al ser un software de código abierto sin costo, le permite dotar de una herramienta potente de análisis de información geográfica a todo tipo de usuarios sin importar su nivel de conocimientos o capacidad de acceso a software privativo.

Las principales metas de QGIS México son:

- Organizar encuentros de usuarios.
- Coordinar el desarrollo, tomando en cuenta los estándares y requerimientos regionales/nacionales.
- Difusión de QGIS: reuniones, artículos en revistas SIG, medios sociales, paneles de discusión SIG, etc.
- Registro de casos de estudio de usos locales de QGIS.
- Recaudación de donaciones para el proyecto internacional QGIS.
- Establecimiento de grupos de interés, p. ej. topografía, planificación urbana, ciencias ambientales, servidor/cliente web, etc.

- Elección de un representante para que actúe como: QGIS Country Voting Member
- Contribuir al desarrollo del proyecto QGIS como *Small Member Sustaining Membership* (Membresía Sostenida Anual).

3.2 Comunidad de usuarios en Facebook

La comunidad de QGIS México se encuentra formada por distintos actores que participan en forma individual, o bien a través de sus organizaciones académicas, privadas, gubernamentales y ONGs, entre otras. Ello permite una red virtual y abierta de colaboración horizontal y multidisciplinaria que tiene como objetivo de estudio las ciencias geoespaciales.

La expresión del conocimiento desde cualquier punto de vista, por la diversidad de opiniones y saberes, hace que la comunidad se rija bajo los valores de respeto y la tolerancia. Se trata de generar un espacio virtual de discusión y crecimiento conjunto en las tecnologías de la información geográfica de código abierto. La colaboración, comunicación y diálogo posibilitan la transmisión de conocimiento entre los integrantes de la comunidad a quienes se les denomina coloquialmente como *QGISeros*.

En la página oficial de Facebook de QGIS México, de febrero 2018 a julio de 2020 se reportan 6.610

miembros de la comunidad (seguidores). La integración de miembros tuvo su mayor incremento en agosto de 2018, lo que podría deberse a que a partir de esa fecha se promocionó la primera reunión nacional de usuarios de QGIS México (FIGURA 1).

Por otra parte, una métrica para captar el impacto de las publicaciones de una página de Facebook es el alcance. Este se define como el número de personas únicas que vieron el contenido de una página de fans (El-Sahili, 2014).

La página oficial de QGIS México reportó un alcance promedio de 1.331 personas durante el periodo febrero de 2018 a julio de 2020. El mayor alcance se tuvo en septiembre de 2018 con 4.924 personas (FIGURA 2). Es bastante probable que esto se asocie con la influencia de los eventos organizados por QGIS México en instituciones educativas como la Universidad Nacional Autónoma de México y la Universidad Autónoma Chapingo, donde se notó una participación proactiva por parte de los estudiantes, profesores e investigadores de estas instituciones académicas.

3.3 Temáticas de la Reunión Nacional de Usuarios (RNU)

La estructura de la RNU consta de conferencias magistrales, ponencias inscritas por los miembros de la comunidad (*QGISeros*) y talleres distribuidos

FIGURA 1. Evolución de seguidores de la página oficial de Facebook de QGIS México

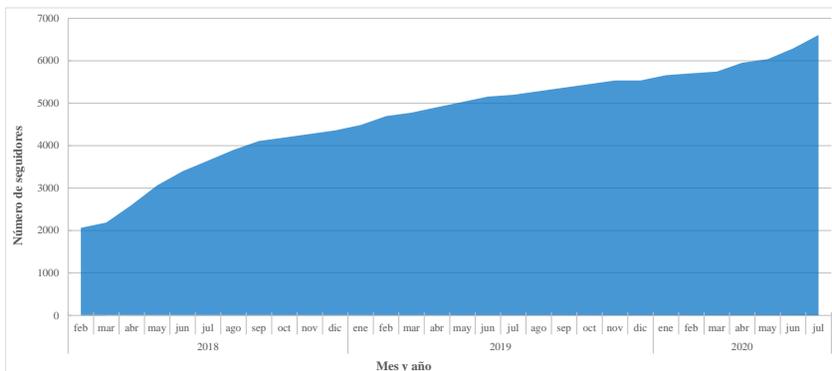
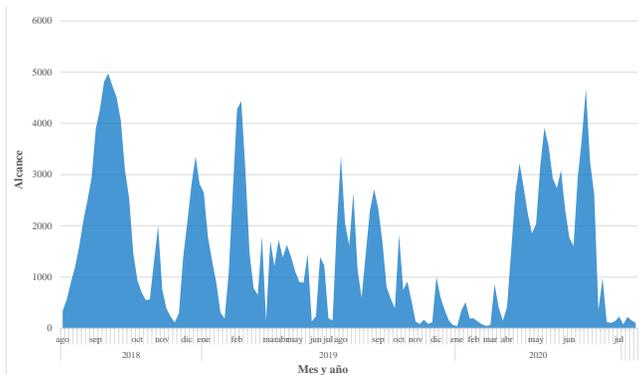


FIGURA 2. Alcance de las publicaciones de la página oficial de Facebook de QGIS México



a lo largo de tres días. En el caso de las conferencias magistrales han participado personalidades referentes en esta área, quienes compartieron su experiencia de manera remota, tal es el caso de Víctor Olaya, Anita Graser, Vicky Vergara, Kurt Menke, Luigi Pirelli, Mauricio Márquez, Saúl Montoya, Fran Raga, entre otros reconocidos expertos en la materia.

También han participado *QGISeros* de instituciones gubernamentales de México, de distintos sectores como Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), Instituto Nacional Electoral (INE), Secretaría de Catastro del estado de Jalisco, Gobierno municipal de Huamánaro, Guanajuato, Dirección de Medio Ambiente de Guadalajara; de instituciones académicas como la Universidad Autónoma Chapingo, Universidad de Guanajuato, Universidad Nacional Autónoma de México, Universidad de Guadalajara, Universidad Francisco José de Caldas de Colombia, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, el Instituto Tecnológico Superior de Escárcega en Campeche, Universidad Autónoma Metropolitana y Universidad Autónoma de Zacatecas, entre otras.

Por otra parte, la iniciativa privada también se ha hecho presente en las RNU. Diversas consultorías y Asociaciones civiles como: Ejido Verde, Jetty, CPP Urbanistas, Nenenki, CaptaGeo, Omphika,

CartoData y EPS Vial. Todas las participaciones son publicadas en el sitio de QGIS México como parte de las memorias del evento.

Los talleres son impartidos por el *core team* de QGIS México. Entre los más relevantes están: representación de cartografía en QGIS, *OpenDroneMap*, *Geopackage* y mapas *leaflet*, datos tridimensionales con QGIS, *Python* en QGIS, Herramientas para modelación de geoprocesos, QGIS para *newbies*, bases de datos geoespaciales con PostGIS, atlas de riesgos: metodologías y gestión de datos, uso de QGIS en las políticas ambientales, procesamiento de imágenes de satélite con *Python* y GDAL, *PgRouting*, análisis de densas series de tiempo provenientes de sensores remotos usando R y Real Time QGIS.

3.4 Primera RNU

El 16, 17 y 18 de noviembre de 2018 se llevó a cabo la Primera Reunión Nacional de Usuarios QGIS México, con sede en la Universidad de Guanajuato⁹. Estudiantes, docentes y desarrolladores de varias partes de México y del mundo participaron con ponencias magistrales, conferencias, talleres y exposición de carteles (FIGURA 3). Se registraron siete conferencias magistrales, 15 ponencias, dos mesas de trabajo, diez talleres y cinco carteles. En total la reunión tuvo una afluencia total de 152

FIGURA 3. Primera Reunión Nacional de Usuarios QGIS México



personas. Es importante hacer mención que en esa ocasión se contó con 3 patrocinadores.

3.5 Segunda RNU

Por segunda ocasión, el 21, 22 y 23 de noviembre 2019 en la Universidad de Guadalajara se celebró la Reunión Nacional de Usuarios de QGIS México⁹. Existió un notable incremento en el número de participantes, con 304 personas de varias partes mundo y prestigiados investigadores de México (FIGURA 4). Para esta reunión se recibió apoyo de cuatro patrocinadores. En total se realizaron ocho conferencias magistrales, 23 ponencias y 18 talleres.

Uno los principales logros de la segunda reunión fue el avance de la propuesta para la conformación de la Asociación Civil QGIS México. Lo que permitiría al grupo ser sujeto de donativos para promover el uso del software con mayor impacto entre la comunidad académica y científica.

3.6 Asociación QGIS México A.C.

El 27 de noviembre de 2019, en la Ciudad de México, se reunieron miembros del *core team* de QGIS

México para celebrar la Asamblea Constitutiva de la Asociación QGIS México A.C. (FIGURA 5). Posteriormente se procedió al registro federal de contribuyentes ante el SAT y el registro de la marca y logo oficial por parte de la Secretaría de Economía del Gobierno de México.

El resultado fue la constitución de la Asociación QGIS México A. C., la cual es una Asociación Civil reconocida por la Asociación QGIS internacional. Está integrada por un *core team* con el principal objeto de difundir conocimientos y la formación de redes de colaboración en materia de software libre geoespacial, en especial de software orientado a los SIG de código abierto como QGIS.

La Comunidad QGIS México considera que los principios del movimiento del Software Libre creado por Richard Stallman¹⁰, permiten a la sociedad mexicana el acceso a diversas herramientas tecnológicas alternativas que coadyuvan con la generación de conocimientos, saberes y experiencias que solucionen problemáticas a distintas escalas.

FIGURA 4. Segunda Reunión Nacional de Usuarios QGIS México



FIGURA 5. Firma del acta constitutiva de Asociación QGIS México A. C



3.7 Otros eventos

Adicional a las reuniones nacionales, el grupo ha participado en diversos eventos académicos y científicos, entre los más relevantes se encuentran: los Congresos de la Sociedad Latinoamericana en Percepción Remota y Sistemas de Información Espacial (SELPER), en septiembre de 2017 y 2019; en el Festival Latinoamericano de Software Libre (abril de 2017); la QPARTY en Guadalajara y en el Instituto de Geografía UNAM (marzo de 2018); en las jornadas de SIG libre celebrado en la Universidad Autónoma Chapingo (agosto de 2018) y en *Talent Land* en la ciudad de Guadalajara (mayo, 2018).

4. Conclusiones y recomendaciones

En los programas educativos de varias universidades de México, se imparten asignaturas relacionadas con las ciencias geoespaciales. Desde el inicio de dichos programas educativos se ha priorizado el uso de software comercial en asignaturas como: 'Sistemas de Información Geográfica', 'Teledetección', 'Ordenamiento Ecológico', 'Geomática Aplicada' y 'Manejo Integrado de Cuencas'. Sin embargo, poco a poco software libre como QGIS ha ganado mayor aceptación debido a las ventajas que hemos mencionado anteriormente, aunado a la compatibilidad de esta filosofía con los objetivos que persigue la formación académica. De igual forma, el software libre se ha incorporado

a los proyectos de investigación y cada vez más investigadores lo utilizan para realizar sus trabajos.

Resultado de tres años de actividades continuas, el grupo de usuarios de QGIS México se ha consolidado con 6.610 miembros de la comunidad a lo largo y ancho del país, con dos RNU y la constitución de la Asociación Civil, QGIS México avanza y demuestra su relevancia.

Se vislumbra un futuro promisorio de este software especializado, ya que cada vez es más utilizado por los estudiantes, docentes, investigadores, servidores públicos, sociedad en general y profesionales dedicados a la gestión del territorio y de los recursos naturales.

Es notable que cada día más países se agregan a la lista de usuarios de software libre. Sin embargo, es necesario desarrollar múltiples estudios que resalten sus ventajas para impulsar y fortalecer esta cultura; y así, proporcionar herramientas intelectuales y científicas basadas en software libre.

5. Agradecimientos

Se agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) por el financiamiento otorgado a los autores para la realización de sus estudios de posgrado; a los programas de MGARFA y PIDCAF de la FCF-UJED; así como al grupo oficial de usuarios de QGIS México por su apoyo y por su trabajo en la difusión de software libre geoespacial.

6. Notas

- 1 Información disponible en: www.qgis.org. [Consulta: junio, 2020].
- 2 Información disponible en: <https://bit.ly/2UOXcZe>. [Consulta: junio, 2020].
- 3 Información disponible en: www.qgis.org/en/site/about/sustaining_members.html#list-of-current-sustaining-members. [Consulta: junio, 2020].
- 4 Información disponible en: www.openhub.net/p/qgis/analyses/latest/languages-summary. [Consulta: junio, 2020].
- 5 Información disponible: www.qgis.org/es/site/forusers/usergroups.html. [Consulta: junio, 2020].

- 6 Información disponible: www.qgis.mx. [Consulta: junio, 2020].
- 7 Correo electrónico: contacto@qgis.mx; twitter: @qgismexico; Facebook: www.facebook.com/qgismexico; YouTube: www.youtube.com/c/QGISMéxico; Instagram: @qgismexico.
- 8 Información disponible: <https://qgis.mx/pages/contacto.html>. [Consulta: junio, 2020].
- 9 Información disponible: <https://qgis.mx/pages/reunion-nacional.html>. [Consulta: julio, 2020].
- 10 Información disponible: <https://www.gnu.org/software/software.es.html>. [Consulta: julio, 2020].

7. Referencias citadas

- ABERA, W.; ANTONELLO, A.; FRANCESCHI, S.; FORMETTA, G. & R. RIGON. 2014. "The uDig Spatial Toolbox for hydro-geomorphic analysis". En: L. CLARKE & J. NIELD (eds.), *Geomorphological Techniques*. British Society for Geomorphology. London, UK. Disponible en: https://www.geomorphology.org.uk/sites/default/files/geom_tech_chapters/2.4.1_GISToolbox.pdf. [Consulta: septiembre, 2020].
- ALVARADO, M. 2012. "Software propietario versus software libre: oportunidades y retos". *Revista Fronesis*, 19(3): 411-417.
- ANGUIX, A. & L. DÍAZ. 2008. "gvSIG: A GIS desktop solution for an open SDI". *Journal of Geography and Regional Planning*, 1(3): 41-48.
- BERNASOCCHI, M.; COLTEKIN, A. & S. GRUBER. 2012. "An open source geovisual analytics toolbox for multivariate spatio-temporal data in environmental change modelling". *ISPRS Ann Photogramm Remote Sens Spatial Inf Sci*, 1-2: 123-128. Doi: <https://doi.org/10.5194/isprsannals-1-2-123-2012>.
- BITTNER, D.; RYCHLIK, A.; KLÖFFEL, T.; LEUTERITZ, A.; DISSE, M. & G. CHIOGNA. 2020. "A GIS-based model for simulating the hydrological effects of land use changes on karst systems – The integration of the LuKARS model into FREEWAT". *Environmental Modelling & Software*, 127: 104682. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2020.104682>.
- BROVELLI, M. A.; MINGHINI, M.; MORENO-SANCHEZ, R. & R. OLIVEIRA. 2017. "Free and open source software for geospatial applications (FOSS4G) to support Future Earth". *International Journal of Digital Earth*, 10: 386-404. Doi: <https://doi.org/10.1080/017538947.2016.1196505>.
- COETZEE, S.; IVÁNOVÁ, I.; MITASOVA, H. & M. A. BROVELLI. 2020. "Open Geospatial Software and Data: A Review of the Current State and A Perspective into the Future". *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 9(2): 90. Doi: <https://doi.org/10.3390/ijgi9020090>.
- CONRAD, O.; BECHTEL, B.; BOCK, M.; DIETRICH, H.; FISCHER, E.; GERLITZ, L.; WEHBERG, J.; WICHMANN, V. & J. BÖHNER. 2015. "System for Automated Geoscientific Analyses (SAGA) v. 2.1.4". *Geosci Model Dev*, 8: 1991-2007. Doi: <https://doi.org/10.5194/gmd-8-1991-2015>.
- DUARTE, L.; TEODORO, A. & H. GONÇALVES. 2014. Deriving phenological metrics from NDVI through an open source tool developed in QGIS. *Proceedings Volume 9245, Earth Resources and Environmental Remote Sensing/GIS Applications V. SPIE Remote Sensing*. Amsterdam, Netherlands. Doi: <https://doi.org/10.1117/12.2066136>

- DUARTE, L.; TEODORO, A. C.; GONÇALVES, J. A.; SOARES, D. & M. CUNHA. 2016. "Assessing soil erosion risk using RUSLE through a GIS open source desktop and web application". *Environmental Monitoring and Assessment*, 188(6): 351. Doi: <https://doi.org/10.1007/s10661-016-5349-5>.
- EL-SAHILI, L.F. 2014. *Psicología de Facebook: Vislumbrando los fenómenos psíquicos, complejidad y alcance de la red social más grande del mundo*. Universidad de Guanajuato. Guanajuato, México.
- FUGGETTA, A. 2003. "Open source software--an evaluation". *Journal of Systems and Software*, 66(1): 77-90. Doi: [https://doi.org/10.1016/S0164-1212\(02\)00065-1](https://doi.org/10.1016/S0164-1212(02)00065-1).
- GRASER, A. & V. OLAYA. 2015. "Processing: A Python Framework for the Seamless Integration of Geoprocessing Tools in QGIS". *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 4(4): 2219-2245. Doi: <https://doi.org/10.3390/ijgi4042219>.
- JAYA, M. T. S. & A. N. FAJAR. 2019. "Analysis of The Implementation Quantum GIS: Comparative Rffect and User Performance". *J Theor Appl Inf Technol*, 97(9): 2.596-2.605.
- LIMAYEM, M.; KHALIFA, M. & W. W. CHIN. 2004. "Factors motivating software piracy: a longitudinal study". *IEEE Transactions on Engineering Management*, 51(4): 414-425. Doi: <https://doi.org/10.1109/TEM.2004.835087>.
- LÜNEN, A. & C. TRAVIS. 2012. *History and GIS: Epistemologies, considerations and reflections*. Springer Netherlands. New York / London.
- MOTA, C. & I. SERUCA. 2015. Free/open source software vs. proprietary software in education". *10th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*. pp 1-6. Doi: <https://doi.org/10.1109/CISTI.2015.7170544>.
- NETELER, M.; BOWMAN, M. H.; LANDA, M. & M. METZ. 2012. "GRASS GIS: A multi-purpose open source GIS". *Environmental Modelling & Software*, 31: 124-130. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2011.11.014>.
- OLAYA, V. 2014. *Sistemas de información geográfica*. Tomo I. Creative Common Atributes. Disponible en: https://www.icog.es/TyT/files/Libro_SIG.pdf.
- PANKAJA, N. & P. K. MUKUND RAJ. 2013. "Proprietary software versus open source software for education". *American Journal of Engineering Research*, 2(7): 124-130.
- PEDREROS-GAJARDO, M. y L. A. CASTILLO. 2013. "Piratería de Sotware: Propuesta de Modelo". *Revista Pilquen, Sección Ciencias Sociales*, 16(2): 1-18.
- QUIRÓS, E. y M. E. POLO. 2018. "Recursos abiertos de información geográfica para investigación y documentación científica". *Revista española de Documentación Científica*; 41(3): e214. Doi: <https://doi.org/10.3989/redc.2018.3.1512>.
- RÍOS, L. G. E. y J. L. M. GARIBAY. 2018. "MxSIG: Geomática Libre al Servicio del Conocimiento del Territorio". *Revista Geográfica*, 159: 19-28.
- SANDHYA, M. C. 2020. "Exploring Opportunities with Open Source GIS". *Revista Internacional de Investigación y Tecnología de Ingeniería (IJERT)*, 09(5): 731-736. Doi: <http://dx.doi.org/10.17577/IJERTV9IS050545>.
- SCHMUHL, M. A. & C. NA. 2019. "Globalization and software piracy within and across 103 countries". *Crime, Law and Social Change*, 72: 249-267. Doi: <https://doi.org/10.1007/s10611-018-9805-8>.
- SINGH, A.; BANSAL, R. & N. JHA. 2015. "Open Source Software vs Proprietary Software". *International Journal of Computer Applications*, 114(18): 26-31. Doi: <https://doi.org/10.5120/20080-2132>.

- STALLMAN, R. 2015. *Free software, free society: Selected essays of Richard M. Stallman*. Free Software Foundation. Boston, USA.
- SZEMÁN, I. 2012. "Comparison of the most popular open-source GIS software in the field of landscape ecology". *Landscape & Environment*, 6(2): 76-92.
- TEODORO, A.; DUARTE, L.; SILLERO, N.; GONCALVES, J. A.; FRONTE, J.; GONCALVES-SECO, L.; PINHEIRO, L. M. & N. M. R. DOS SANTOS BEJA. 2015. An integrated and open source GIS environmental management system for a protected area in the south of Portugal. *Proceedings Volume 9644, Earth Resources and Environmental Remote Sensing/GIS Applications VI*. Toulouse, France. DOI: <https://doi.org/10.1117/12.2193578>.
- VÁZQUEZ-RODRÍGUEZ, R. 2018. "Uso de sistemas de información geográfica libres para la protección del medio ambiente. Caso de estudio: manipulación de mapas ráster con datos climáticos". *Revista Universidad y Sociedad*, 10(2): 158-164.
- WIYONO WIT SAPUTRA, A.; AZAZI ZAKARIA, N. & C. NGAI WENG. 2020. Changes in Land Use in the Lombok River Basin and Their Impacts on River Basin Management Sustainability. *IOP Conference Series: The 3rd International Conference of Water Resources Development and Environmental Protection 2019*. Malang, Indonesia (12 and 13 october). Doi: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/437/1/012036>.
- WOLFE, F. D.; STAHL, T. A.; VILLAMOR, P. & B. LUKOVIC. 2020. "Short communication: A semiautomated method for bulk fault slip analysis from topographic scarp profiles". *Earth Surf Dynam*, 8: 211-219. Doi: <https://doi.org/10.5194/esurf-8-211-2020>.