

Hacia la construcción de una Infraestructura de Datos Espaciales en instituciones de educación superior

Towards the construction of a Spatial Data Infrastructure in higher education institutions

Para a construção de uma Infra-estrutura de Dados Espaciais nas instituições de ensino superior

Erazo Moreta, Orlando Ramiro
Universidad Técnica Estatal de Quevedo
oerazo@uteq.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-5642-9920>



Chávez Boza, Betty Margarita
Universidad Técnica Estatal de Quevedo
bchavez@uteq.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-1870-9080>



Vlassova, Lidia
Universidad Técnica Estatal de Quevedo
lvlassova@uteq.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-5025-5691>



DOI / URL: <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v4/nE1/91>

Como citar:

Erazo, O. Chávez, B. & Vlassova, L. (2023). Hacia la construcción de una Infraestructura de Datos Espaciales en instituciones de educación superior. *Código Científico Revista de Investigación*, 4(E1), 163-179.

Recibido: 18/04/2023

Aceptado: 28/04/2023

Publicado: 19/05/2023

Resumen

El uso de datos geográficos generados por universidades está limitado por falta de visibilidad y opciones de acceso. Las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE) ofrecen solución siendo una alternativa para mejorar el acceso, visualización e integración de los datos geográficos. Por ello, en este trabajo se propone una IDE sustentable para instituciones de educación superior (IDEU) con base en tecnologías de acceso abierto, tomando como ejemplo el caso de una universidad. Una vez conceptualizada la IDEU, se consideraron tres etapas para su instanciación: (1) construcción, (2) pruebas de funcionamiento y (3) evaluación de usabilidad. El software libre seleccionado para los servidores web, de mapas, de base de datos y de catálogo fue instalado y configurado en un servidor virtualizado con sistema operativo Linux. Luego de ejecutar las pruebas necesarias, un grupo de usuarios potenciales evaluó la usabilidad de la IDEU como buena/aceptable. Así, se espera que la IDEU propuesta ayude a una mejor gestión de los datos geográficos generados por estudiantes, docentes e investigadores de la institución, y para que esos datos puedan ser usados en otros proyectos o investigaciones, y por la comunidad en general.

Palabras clave: Datos geográficos, interoperabilidad, Sistemas de Información Geográfica, IDE.

Abstract

The use of geographic data generated by universities is limited by lack of visibility and access options. Spatial Data Infrastructures (SDI) offer a solution as an alternative to improve access, visualization and integration of geographic data. Therefore, this paper proposes a sustainable SDI for institutions of higher education (IDEU) based on open access technologies, taking as an example the case of a university. Once the IDEU was conceptualized, three stages were considered for its implementation: (1) construction, (2) functional testing and (3) usability evaluation. The free software selected for the web, map, database and catalog servers was installed and configured on a virtualized server with a Linux operating system. After running the necessary tests, a group of potential users evaluated the usability of the IDEU as good/acceptable. Thus, it is expected that the proposed IDEU will help to better manage the geographic data generated by students, teachers and researchers of the institution, and so that these data can be used in other projects or research, and by the community in general.

Keywords: Geographic data, interoperability, Geographic Information Systems, SDI.

Resumo

A utilização dos dados geográficos gerados pelas universidades é limitada pela falta de visibilidade e de opções de acesso. As infra-estruturas de dados espaciais (IDE) oferecem uma solução alternativa para melhorar o acesso, a visualização e a integração dos dados geográficos. Por conseguinte, este documento propõe uma IDE sustentável para instituições de ensino superior (UDI) baseada em tecnologias de acesso aberto, tomando como exemplo o caso de uma universidade. Uma vez conceptualizada a IDEU, foram consideradas três fases para a sua implementação: (1) construção, (2) teste funcional e (3) avaliação da usabilidade. O software livre seleccionado para os servidores Web, de mapas, de bases de dados e de catálogos foi instalado e configurado num servidor virtualizado com um sistema operativo Linux. Após a realização dos testes necessários, um grupo de potenciais utilizadores avaliou a usabilidade do IDEU como boa/aceitável. Assim, espera-se que o IDEU proposto ajude a gerir melhor os dados geográficos gerados por alunos, professores e investigadores da instituição, e que estes dados possam ser utilizados noutros projectos ou investigações, e pela comunidade em geral.

Palavras-chave: Dados geográficos, interoperabilidade, Sistemas de Informação Geográfica, IDE.

Introducción

Día a día se producen más y más datos siendo necesario gestionarlos de manera adecuada, y los datos geográficos no son la excepción. Cuando de trabajar con datos geográficos se trata, se suele recurrir al uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG). Un SIG es una tecnología informática que permite trabajar con datos espaciales. Aunque los SIG siguen brindando un aporte importante en las distintas áreas en que son aplicables, llega un punto en el que pueden ser insuficientes. Una limitación importante se pone de manifiesto cuando se pretende intercambiar datos entre dos o más sistemas, surgiendo como solución la interoperabilidad. A manera de ejemplo puede considerarse dos instituciones que generan datos geográficos y que quieren ponerlos a disposición una de la otra. Las posibles opciones pueden estar dadas por intercambiar archivos mediante medios de almacenamiento externo o descargando desde alguna fuente de almacenamiento en la nube. Estas opciones para nada contemplan que un sistema pueda acceder directamente a otro para utilizar los datos ofrecidos como servicios. Además, pueden surgir interrogantes relacionadas con los datos disponibles sobre esos datos (metadatos), las políticas aplicadas y los servicios ofrecidos. Es ahí donde surgen las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE) como una alternativa para mejorar el acceso, visualización e integración de los datos geográficos (Merodio Gómez et al., 2019).

Una IDE es una colección de tecnologías y planes institucionales que facilitan la disponibilidad y el acceso a datos espaciales (Capdevila i Subirana, 2004). La implementación de una IDE no solo facilita la interoperabilidad antes mencionada, sino que además provee de una especie de “repositorio” regulado a través del cual, la institución que la implementa puede ofrecer datos espaciales a muchos usuarios, incluso sin la necesidad de descargarlos, haciendo uso de uno o más servicios web. Estas bondades han permitido que muchas instituciones opten por su implementación.

A partir de esta importancia general de contar con una IDE, se puede pensar sobre su utilidad en una universidad que dispone de facultades y carreras que generan y usan datos e información geográfica. Para ello considérese el siguiente ejemplo hipotético inspirado en trabajos realizados en instituciones de educación superior (Erazo Moreta, 2009; Muñoz Marcillo et al., 2016). Varios docentes de la institución podrían realizar un estudio sobre la biodiversidad de una de sus fincas y necesitan utilizar datos geográficos existentes y generar nuevos. Las primeras interrogantes que surgen son: ¿Alguien dispone de datos geográficos sobre esa finca? ¿Quién los tiene? ¿Qué datos tiene? ¿Cómo puedo obtenerlos? Si la institución dispusiera de una IDE, los docentes interesados podrían buscar y utilizar los datos disponibles en ella, sin necesidad de indagaciones y esfuerzos adicionales. Desde luego, ellos también llevarán a cabo levantamientos generando nuevos datos geográficos. A partir de esto surgen nuevas preguntas: ¿Qué pasará con esos datos una vez finalizado el estudio? ¿Serán puestos a disposición de la comunidad universitaria mediante algún mecanismo para ser usados en futuros proyectos? ¿Cuál o cómo? ¿Existe algún protocolo que brinde algún tipo de garantía o confiabilidad en esos datos? Una vez más, las respuestas a las preguntas anteriores podrían ser abordadas de manera adecuada disponiendo de una IDE.

Como es de esperar, este ejemplo es extrapolable a otros estudios o proyectos de distintas instituciones de educación superior. Se debe considerar también que tanto docentes como estudiantes desarrollan proyectos de investigación en los que se utiliza y/o emplea datos e información geográfica. Asimismo, las universidades participan en proyectos externos en los que se ha utilizado y/o generado datos e información geográfica. Pensar en estos ejemplos puede conducir una vez más a las preguntas antes formuladas. Esto ha sido abordado de cierta manera. En el caso de Ecuador, se puede encontrar en la literatura pocos artículos y tesis de grado o postgrado dedicados a la construcción de alguna IDE a nivel universitario; algunos ejemplos son (Astudillo Vargas, 2018; Játiva Morejón, 2020). Además, si se revisa el portal de

la IDE ecuatoriana, se puede notar que solo la Universidad del Azuay forma parte de ella (CONAGE-Secretaría Nacional de Planificación, n.d.). Aunque otras universidades podrían haber desarrollado una IDE y no constar en tal portal, es importante cuestionarse: ¿Tienen todas las instituciones de educación superior que utilizan y/o producen datos espaciales los recursos necesarios para mantener un departamento y grupo de profesionales dedicados exclusivamente a esta labor?

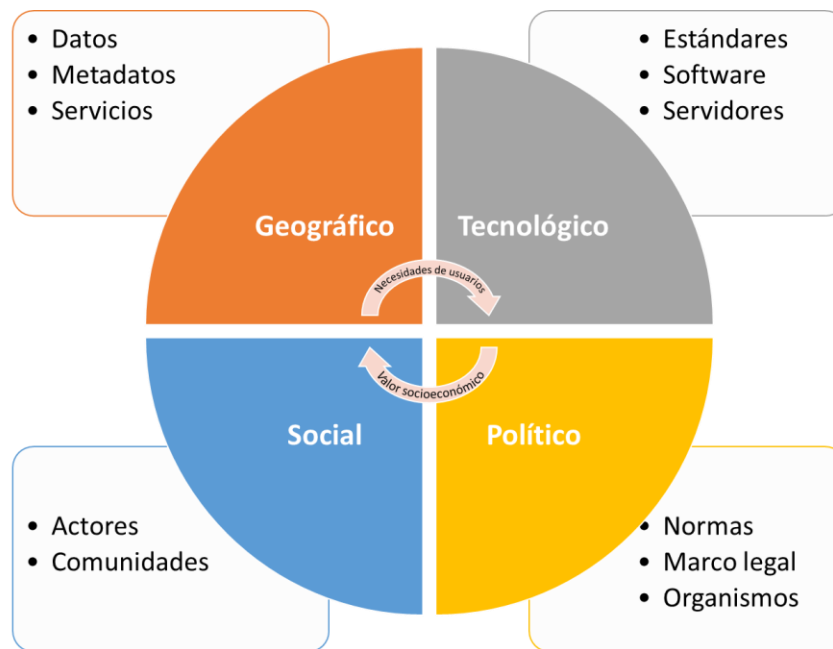
Este trabajo surge precisamente pensando en aquellas universidades cuyos recursos no les permiten inversiones como la mencionada. En general, la propuesta se enfoca en la formulación de una IDE que sea sostenible. Esto implica que la propuesta busca aprovechar el recurso humano que disponga una institución en el momento de la formulación de la IDE en lugar de recurrir a inversiones en nuevo personal. Para el efecto, se ha partido con el análisis de los componentes de la IDE y su acoplamiento a la propuesta, tal como se describe en la siguiente sección. Luego, se puso en marcha el desarrollo de una IDE para la universidad de los autores, siguiendo la metodología descrita en la sección 3. Los resultados obtenidos se presentan y discuten en la sección 4. De esta manera, se espera que este trabajo sea un punto de partida hacia la reducción de costos que puede requerir una IDE, con la aspiración de que su implementación perdure en el tiempo.

Definición de la IDE Universitaria (IDEU)

Como es de esperar, la propuesta de IDE Universitaria tiene que definirse tomando como base la concepción general de una Infraestructura de Datos Espaciales (Robert Thomas, 2021). Esto significa que la IDEU se considera como un sistema que está compuesto por cuatro elementos. Primero, una serie de datos, que son descritos por medio de sus metadatos y que son accesibles a través de servicios. Segundo, herramientas tecnológicas que permiten gestionar y manipular los datos a través de Internet, aplicando estándares para regular y garantizar la interoperabilidad de esos datos. Tercero, acuerdos políticos como normas y leyes regulatorias. Cuarto, los

usuarios (actores o comunidad) que, utilizando un navegador, puedan acceder y utilizar la información geográfica según sus necesidades, acercándola así a la sociedad. La Figura 1 ilustra esta estructura.

Figura 1
Componentes de una IDE



Nota: Adaptado de (Robert Thomas, 2021)

En primer lugar, está el componente geográfico que comprende los conjuntos de datos, sus metadatos y los servicios web geográficos. Los datos producidos dependerán del alcance e intereses de la universidad que corresponda, teniendo en cuenta las políticas vigentes en el país. De la misma manera, la IDEU debe incorporar los metadatos que describen los datos ofrecidos, permitiendo a los usuarios conocer los detalles pertinentes de ellos. Además, la IDEU tiene que proporcionar servicios web que permitan la visualización y uso de los datos desde un cliente ligero o pesado.

Como es de esperar, el componente geográfico requiere de un componente tecnológico que facilite la puesta en marcha de la IDE. Dado que una IDE funciona mediante Internet, es necesario recurrir a una arquitectura cliente-servidor que permita una comunicación efectiva

entre los usuarios y los servidores. Para ello, las universidades pueden encontrar una buena opción en el software libre, especialmente si existe limitación de recursos. Además, las soluciones gratuitas y de código abierto disponibles en la actualidad admiten una amplia gama de estándares de la industria que facilitan la interoperabilidad entre los componentes de la IDE (Steiniger & Hunter, 2012). Finalmente, la mayoría de este software implementa diferentes estándares, como los del Open Geospatial Consortium (www.ogc.org).

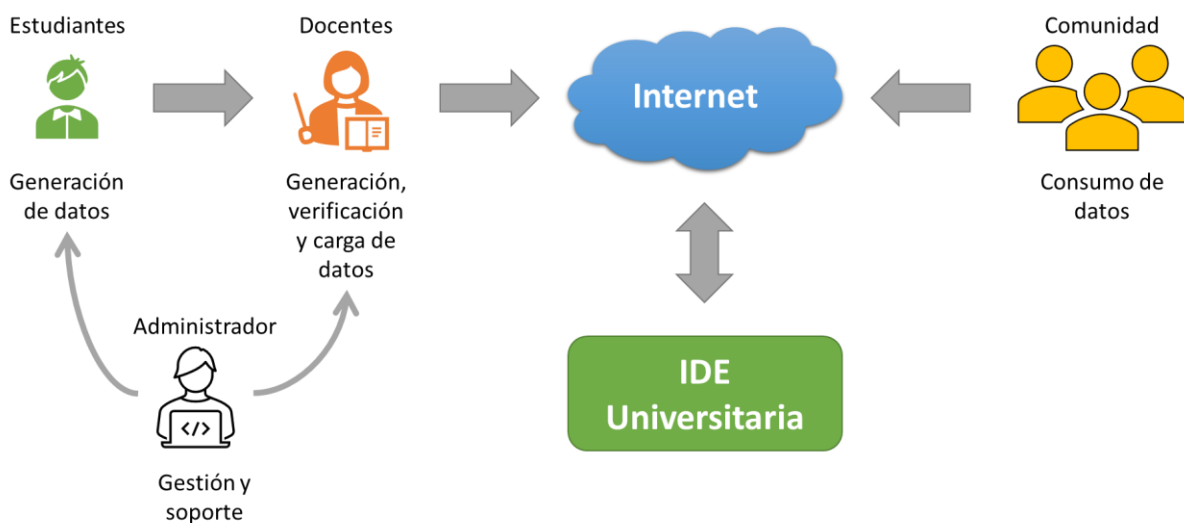
En tercer lugar, el componente político se refiere al marco legal y las regulaciones establecidas para la generación y gestión de los datos. De hecho, las normas y políticas que rijan una IDEU deben estar basadas en las nacionales. Como este trabajo se concentra fundamentalmente en Ecuador, se puede recurrir a la legislación de este país. El marco legal ecuatoriano son las Políticas Nacionales de Información Geoespacial definidas por el Consejo Nacional de Geoinformática (Narváez-Benalcázar et al., 2016).

Por último, no se puede excluir de una IDE el componente social. Desde esta perspectiva, se puede considerar tanto las personas como las comunidades que podrían estar involucradas, desde la concepción hasta la utilización de la IDE. En el caso de la IDEU, lo primero que se puede pensar es en la comunidad universitaria. Tanto docentes como estudiantes pueden ser productores y consumidores de los datos que ofrezca la IDEU. Sin embargo, es necesario también garantizar la calidad de los datos, por lo que puede requerirse de personal especializado y dedicado exclusivamente a la gestión de la IDE. Esta opción derivaría en más gastos para una universidad, por lo que se deben buscar otros caminos.

Una alternativa es aprovechar el conocimiento y experiencia de los docentes de la institución de educación superior interesada para que colaboren también en el control de los datos producidos (Figura 2). Un ejemplo típico universitario es el trabajo de titulación de alumnos de pregrado o postgrado. En ellos, los estudiantes pueden generar los datos geográficos necesarios para el desarrollo de su proyecto, pero el docente que guía ese trabajo sería el

responsable de dar el visto bueno de estos y asegurarse de que sean cargados a la IDE para el consumo de la comunidad universitaria o público en general. Adicionalmente, aún se necesita de la colaboración de un experto en servidores que sea el responsable de la administración del componente tecnológico. Esto significa que no se apela exclusivamente a disponer de un experto en geomática para esta labor, sino que se busca que este administrador puede ser aprovechado también para brindar soporte o cumplir otras tareas desde un rol de personal administrativo (como el mantenimiento del servidor, creación de usuarios, generación de copias de respaldo, entre otras).

Figura 2
Actores de la IDEU



Fuente: Autores, 2023

Metodología

Una vez conceptualizada la IDEU, se dio paso a una instanciación tomando como caso la institución de los autores (UTEQ). Para el efecto, se consideraron tres etapas, iniciando con la construcción, continuando con las pruebas de funcionamiento y culminando el proceso con una evaluación de usabilidad.

Para la construcción de la IDEU es necesario tomar varias decisiones especialmente desde el componente tecnológico. Se optó por utilizar únicamente software libre manteniéndose alineado con la propuesta. Además, se debió elegir el software a emplear para los servidores web, de mapas, de base de datos y de catálogo al menos. Se recurrió a trabajos relacionados en los que se compara o evalúa el software en mención (tales como (Naranjo Martínez, 2013; Steiniger & Hunter, 2012; Swain et al., 2015)). El software seleccionado fue instalado y configurado en un servidor virtualizado con sistema operativo Linux proporcionado la institución de los autores. El acceso estuvo disponible únicamente a nivel de la intranet institucional especialmente para llevar a cabo las pruebas necesarias.

La verificación del funcionamiento de la IDEU construida fue realizada con la colaboración de una docente. Después de que los autores de este trabajo verificaran que todo el software estuviera funcionando adecuadamente, se procedió a contactar a un docente que accediera a participar libremente y sin compensación. La persona reclutada tenía conocimientos sobre Sistemas de Información Geográfica, con perfil más inclinado hacia el área geográfica; es decir, no se trató de un especialista en el área computacional ni administración de servidores de manera que pueda ser representativa de otros docentes. Además, la persona seleccionada ha trabajado con estudiantes de grado y de postgrado utilizando y generando datos geográficos. Esto fue aprovechado en las pruebas, pues se le solicitó cargar datos espaciales, vectoriales y ráster, de algunos de los trabajos en los que había participado. Para la prueba, primero la docente recibió una explicación general de cada una de las opciones de la IDEU preparada. Luego, ella continuó utilizando la plataforma de manera no supervisada y cargando los datos que estimó pertinente. Al final se le consultó sobre los inconvenientes que había experimentado.

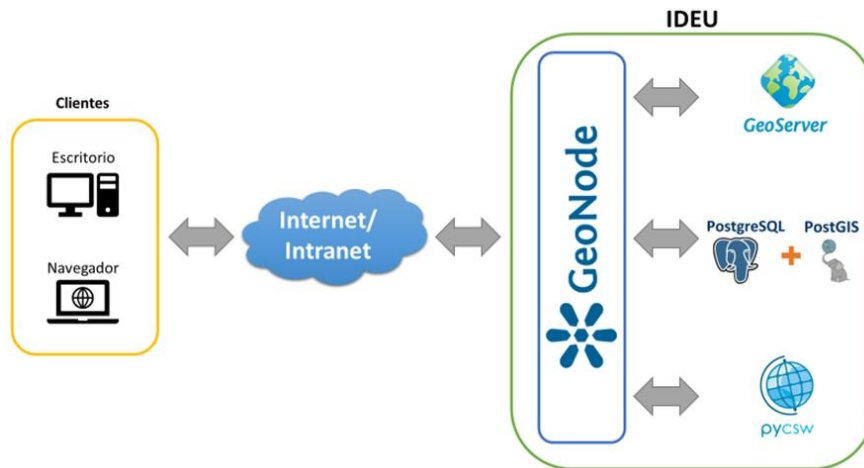
Por último, se llevó a cabo una evaluación de usabilidad para confirmar que otros usuarios puedan hacer uso del geoportal de la IDE sin inconvenientes. Cinco estudiantes de la facultad

de ingeniería de la institución de los autores, con conocimientos básicos de Sistemas de Información Geográfica, aceptaron participar voluntariamente y sin compensación. Ellos fueron instruidos para navegar libremente en el portal web durante diez minutos. Además, se solicitó a los participantes pensar en voz alta mientras navegaban en el portal para recolectar datos cualitativos. Por otro lado, se requirió a los participantes llenar un cuestionario al final. Se recurrió al cuestionario SUS (System Usability Scale) (Bangor et al., 2008; Brooke, 1996), que contiene diez preguntas enfocadas a determinar un valor que indica el grado de usabilidad del producto analizado. Además, este cuestionario ya ha sido empleado para analizar la usabilidad en trabajos similares como (González-Campos et al., 2017).

Resultados

La figura 3 muestra la estructura de la IDE construida para la universidad considerada. Como puede apreciarse, se seleccionó GeoServer como servidor de mapas teniendo en cuenta especialmente la configuración web (en contraste con el archivo de mapa de MapServer), la cantidad de servicios ofrecidos y su facilidad de uso, y el rendimiento para una institución con la seleccionada (Naranjo Martínez, 2013; Steiniger & Hunter, 2012; Swain et al., 2015). PostgreSQL, junto con su extensión para manejo de datos espaciales PostGIS, fue la selección el almacenamiento de datos. Esta decisión obedece a la funcionalidad, robustez, soporte y precio de este motor de base de datos en comparación con otros comerciales (Steiniger & Hunter, 2012). En tercer lugar, a pesar de que GeoNetwork pueda ser considerado como el servidor de metadatos tradicionalmente usado, se optó por pycsw. Aunque este último presenta ciertos desafíos para la personalización (Sharma et al., 2017), es liviano y deja un impacto mucho menor en un servidor web (Roić et al., 2017).

Figura 3
Arquitectura de la IDEU construida



Fuente: Autores, 2023

Como puede apreciarse en la figura 1, GeoNode (geonode.org) termina siendo la parte visible para los clientes en lugar de todo el software descrito. Se trata de un software libre que permite el despliegue de una IDE y que a la vez actúa como un gestor de contenido. Esta es cualidad que facilita la gestión de los datos, aunque GeoNode puede en ocasiones resultar no tan sencillo de instalar. La figura 2 presenta la página principal de IDEU construida utilizando GeoNode.

Figura 4
Página principal del geoportal de la IDEU construida



Fuente: Autores, 2023

Como puede apreciarse en la figura 3, GeoNode (geonode.org) termina siendo la parte visible para los clientes en lugar de todo el software descrito. Se trata de un software libre que permite el despliegue de una IDE y que a la vez actúa como un gestor de contenido. Esta es cualidad que facilita la gestión de los datos, aunque GeoNode puede en ocasiones resultar no tan sencillo de instalar. La figura 4 presenta la página principal de IDEU construida utilizando GeoNode. Como se mencionó antes, con el geoportal resultante se realizaron evaluaciones. Por un lado, la docente que colaboró en la prueba de funcionamiento no tuvo inconvenientes para utilizar el portal y cargar datos. El proceso lo realizó tanto con capas vectoriales como ráster elaboradas en proyectos de investigación previos. Una vez verificado que una docente representativa logró cargar datos sin fallas en la funcionalidad, se procedió con la siguiente evaluación.

La tabla 1 muestra los resultados de la evaluación de usabilidad. Para interpretar estos resultados es necesario tener presente que la metodología del cuestionario SUS señala que los ítems pares deben aproximarse a cinco y los pares a uno (Bangor et al., 2008; Brooke, 1996). Como puede apreciarse en la tabla 1, los valores de los ítems pares son iguales o superiores a cuatro. Por su parte, en los ítems pares llama la atención aquellos valores superiores a dos, como es el caso de aquellos referidos al conocimiento que se debe tener y a la complejidad del portal. Es posible que estas respuestas hayan sido emitidas debido al nivel de conocimientos sobre información geográfica de los participantes. Esto en cierta forma guarda relación con otros trabajos en los que se ha considerado la usabilidad y que apuntan a la importancia de que los datos sean comprensibles por usuarios con un perfil de formación distinto a esta área (González-Campos et al., 2017; Pacheco, 2017).

Tabla 1
Respuestas de los participantes al cuestionario SUS

Ítem	M	SD
Me gustaría usar el portal frecuentemente.	4,0	0,7
Encontré el portal innecesariamente complejo.	2,8	1,3

Pienso que el portal fue fácil de usar.	4,0	0,7
Necesitaría el apoyo de un técnico/profesor para utilizar el portal.	2,2	1,1
Encontré que las diferentes funciones del portal fueron bien integradas.	4,0	0,7
Pienso que había demasiadas inconsistencias en el portal.	1,8	0,4
Imagino que la mayoría de las personas aprenderían a usar rápidamente el portal.	4,0	0,7
Encontré el portal muy difícil de usar.	1,8	0,8
Me sentí muy seguro/cómodo usando el portal.	4,2	0,4
Necesito aprender muchas cosas antes de utilizar el portal.	2,6	0,9

Fuente: Autores, 2023

Utilizando las respuestas de los participantes se procedió también a calcular el puntaje SUS para cada uno siguiendo la metodología respectiva (Bangor et al., 2008; Brooke, 1996). A partir de estos valores, el puntaje SUS promedio obtenido fue de 73 con una desviación estándar de 8. Según (Bangor et al., 2008), este puntaje equivale a una usabilidad buena o aceptable

Discusión

La gestión de datos geográficos permitiendo la interoperabilidad es un tema no ajeno a las instituciones de educación superior. Hay que destacar la importancia de la interoperabilidad y la estandarización en la construcción de una IDE, para garantizar la compatibilidad y el intercambio de datos entre diferentes sistemas y usuarios. Las IDE disponen tal cualidad permitiendo gestionar eficientemente los datos geográficos generados por estudiantes, docentes e investigadores. Sin embargo, a pesar de sus bondades, el diseño y mantenimiento de las IDE en el tiempo debe enfrentarse a desafíos (González-Campos et al., 2017; Pacheco, 2017). Por ejemplo, en el caso ecuatoriano, no todos los esfuerzos de las universidades que optaron por el diseño de una IDE han derivado en la inclusión de ella en la Infraestructura Ecuatoriana de Datos Geoespaciales. Aunque queda abierta la pregunta referente a lo que ha ocasionado esto y, en general, al estado de tales IDE, es pertinente pensar en opciones que permitan mejorar esta situación. Es por ello por lo que se espera que la propuesta realizada en este trabajo sea de

utilidad para la construcción de IDE universitarias que demanden menos recursos aspirando a sostenerse en el tiempo.

Por otro lado, es fundamental seleccionar apropiadamente el software a utilizar. No se puede negar lo interesante y útil que resulta el software propietario, pero el software libre es el camino para seguir en el caso de propuestas como la aquí abordada. En el caso de este trabajo, Geonode resultó ser una opción viable para la construcción de la IDEU de interés. Entonces, hay que destacar la importancia de la selección adecuada de software y herramientas libres y de código abierto, pues son una alternativa viable para reducir costos y mejorar la usabilidad de las aplicaciones (Steiniger & Hunter, 2012).

Dado que una IDE está destinada a usuarios finales, su usabilidad es un aspecto que no se debe pasar por alto. Hay que destacar la importancia de este atributo para garantizar la eficacia y eficiencia en el manejo de la información. De hecho, se trata de un tema que se ha venido aplicando desde años atrás (González-Campos et al., 2017), utilizando cuestionarios estandarizados, como el System Usability Scale (Bangor et al., 2008; Brooke, 1996). Esta misma idea se ha seguido en este trabajo. La puntuación de usabilidad obtenida es comparable de manera favorable con lo reportado previamente en la literatura (González-Campos et al., 2017). Desde luego, esto no garantiza un gran nivel de usabilidad, pues la IDE instanciada como ejemplo fue evaluada con una cantidad de datos representativa y los resultados podrían variar al disponer de mayor cantidad de datos, ampliar el perfil de los usuarios y solicitarles realizar más tareas.

Conclusión

Teniendo en cuenta la gran cantidad de datos que se producen, que muchos de ellos son geográficos y que las universidades también lo hacen, en este trabajo se ha dado un primer paso hacia la implantación de las IDE a nivel universitario. Si bien ya algunas universidades han

venido haciendo esfuerzos en este sentido, se espera que la propuesta aquí descrita ayude a futuro a que más universidades puedan disponer de su IDE con costos que les permita perdurar en el tiempo. De ser así, la IDE puede ayudar a una mejor gestión de los datos geográficos generados por estudiantes, docentes e investigadores de la institución respectiva, y a la vez, esos datos pueden ser usados en otros proyectos o investigaciones. Esta propuesta puede considerarse también como un aporte de herramienta y recursos para la comunidad universitaria según lo señalado en la normativa académica. Por ello, los proponentes consideran que la futura implementación de una IDEU puede ser provechosa tanto para los investigadores que trabajan en los productos, campos y dominios donde se produce información geográfica, como de la comunidad universitaria en general, tanto para proyectos de investigación, educativos y profesionales, y de acuerdo con su evolución futura, incluso poder llegar a forma parte de la Infraestructura Ecuatoriana de Datos Geoespaciales.

Agradecimientos: Los autores agradecen el soporte brindado por FOCICYT, PFOC-08-03-2021, Octava Convocatoria, Universidad Técnica Estatal de Quevedo (Quevedo, Ecuador).

Referencias bibliográficas

- Astudillo Vargas, Y. Y. (2018). Implementación de una plataforma de Infraestructura de Datos Espaciales [Universidad Técnica Particular de Loja]. <http://dspace.utpl.edu.ec/jspui/handle/20.500.11962/23092>
- Bangor, A., Kortum, P. T., & Miller, J. T. (2008). An Empirical Evaluation of the System Usability Scale. <https://doi.org/10.1080/10447310802205776>, 24(6), 574–594. <https://doi.org/10.1080/10447310802205776>
- Brooke, J. (1996). SUS: A “Quick and Dirty” Usability Scale. *Usability Evaluation In Industry*, 207–212. <https://doi.org/10.1201/9781498710411-35>
- Capdevila i Subirana, J. (2004). Infraestructura de Datos Espaciales (IDE). Definición y desarrollo actual en España. *Scripta Nova: Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, 8.

- CONAGE-Secretaría Nacional de Planificación. (n.d.). IEDG - Infraestructura Ecuatoriana de Datos Geospaciales. Retrieved November 25, 2022, from <https://iedg.sni.gob.ec/geoportal-iedg/inicio.html>
- Erazo Moreta, O. R. (2009). Diseño e implementación de mapa interactivo utilizando Web Mapping y base de datos espacial: ciudad de Quevedo [Universidad San Francisco de Quito]. <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/984>
- González-Campos, M. E., Bernabé-Poveda, M. Á., & Pazmiño, M. F. L. (2017). METODOLOGÍA PARA EVALUAR LA USABILIDAD DEL VISUALIZADOR DE MAPAS DEL GEOPORTAL IDE DE ECUADOR. *GeoFocus. International Review of Geographical Information Science and Technology*, 19(19), 109–127. <https://doi.org/10.21138/GF.519>
- Játiva Morejón, P. A. (2020). Diseño de una infraestructura de datos espaciales ambientales del Campus Sur de la Universidad Politécnica Salesiana - fase 1. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19199>
- Merodio Gómez, P., Pérez García, M., García Seco, G., Ramírez Santiago, A., & Tapia Johnson, C. (2019). The Americas' Spatial Data Infrastructure. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 8(10). <https://doi.org/10.3390/IJGI8100432>
- Muñoz Marcillo, J. L., Boza Valle, J. A., & Moncayo Carreño, O. F. (2016). Estudio de la biodiversidad vegetal y topográfica, caso de estudio, finca Murocomba, Valencia, Ecuador. *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*, 2016(11). https://ideas.repec.org/a/erv/rccsrc/y2016i2016_1115.html
- Naranjo Martínez, A. W. (2013). Evaluación del rendimiento de los servicios WMS de Mapserver y Geoserver para la implementación IDE. In *Repositorio Universidad de las Fuerzas Armadas. Universidad de las Fuerzas Armadas*.
- Narváez-Benalcázar, R., León-Pazmiño, F., Bernabé-Poveda, M.-Á., & Rubio, M. L. (2016). Evaluación de las Políticas Nacionales de Información Geoespacial de Ecuador vinculadas con la implementación de IDE institucionales. *Revista Cartográfica*, 92, 53–69. <https://doi.org/10.35424/RCARTO.I92.437>
- Pacheco, D. (2017). Geoportales orientados a los usuarios. Caso de estudio: el Geoportal de la Universidad del Azuay. *Revista Cartográfica*, 95, 89–109. <https://doi.org/10.35424/RCARTO.I95.277>
- Robert Thomas, J. L. (2021). Modernizing SDI: Enabling Data Interoperability for Regional Assessments and Cumulative Effects CDS.
- Roić, M., Tomić, H., Vranić, S., Kliment, T., & Stančić, B. (2017). Development of Multipurpose Land Administration Warehouse. *FIG Working Week*. <https://www.researchgate.net/publication/317236481>
- Sharma, V. K., Amminedu, E., Rao, G. S., Nagamani, P. v, Ram, K., Rao, M., & Bhanumurthy, V. (2017). Assessing the potential of open-source libraries for managing satellite data

products-A case study on disaster management. *Annals of GIS*, 23(1), 55–65. <https://doi.org/10.1080/19475683.2016.1231718>

Steiniger, S., & Hunter, A. J. S. (2012). Free and open source GIS software for building a spatial data infrastructure. *Lecture Notes in Geoinformation and Cartography*, 0(199579), 247–261. https://doi.org/10.1007/978-3-642-10595-1_15/COVER

Swain, N. R., Latu, K., Christensen, S. D., Jones, N. L., Nelson, E. J., Ames, D. P., & Williams, G. P. (2015). A review of open source software solutions for developing water resources web applications. *Environmental Modeling & Software*, 67, 108–117. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2015.01.014>