



SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA EL CONTROL DE PROYECTOS

Gerdys Ernesto Jiménez Moya⁽¹⁾, Alain León Companioni⁽²⁾, Pedro Y. Piñero Pérez⁽³⁾

1. Centro GEYSED, Universidad de las Ciencias Informáticas, Carretera a San Antonio km 2 ½, Reparto Torrens, La Lisa, La Habana, Cuba, gejimenez@uci.cu
2. Centro GEYSED, Universidad de las Ciencias Informáticas, Carretera a San Antonio km 2 ½, Reparto Torrens, La Lisa, La Habana, Cuba, acompanioni@uci.cu
3. Centro CEDAE, Universidad de las Ciencias Informáticas, Carretera a San Antonio km 2 ½, Reparto Torrens, La Lisa, La Habana, Cuba, ppp@uci.cu

RESUMEN

Los indicadores derivados del proceso de recolección de medidas y análisis de métricas son extensamente utilizados para el control de proyectos en las organizaciones. La competitividad existente en el mercado obliga a los decisores a ser más precisos a la hora de tomar decisiones. Los decisores, apoyados por algunas herramientas informáticas de gestión de proyectos actuales pueden obtener indicadores necesarios para cumplir con esta tarea. Sin embargo, en la mayoría de los casos y durante el control de proyectos, no se tiene en cuenta el análisis de la dimensión geográfica de conjunto con los indicadores como complemento vital para conseguir un proceso de toma de decisiones eficiente y eficaz. El objetivo de la investigación consiste en desarrollar un Sistema de Información Geográfica para el control de proyectos basado en el análisis de la dimensión geográfica, que contribuya a mejorar la capacidad de ayuda a la toma de decisiones en la Suite GESPRO 13.05. Los resultados obtenidos están asociados con: la explotación por las extensiones de ocho indicadores relacionados con áreas claves de la gestión de proyectos calculados automáticamente en la Suite GESPRO mediante el uso de la Plataforma GeneSIG v1.5.

ABSTRACT

The indicators derived from the process of collecting and analyzing metrics measures are widely used to control the execution of projects in software producing organizations. The competitiveness in the market forces decision makers to be more precise when making decisions, which supported by some current project management tools get the necessary indicators to accomplish this task. However, in most cases, and for controlling the execution of the project is not taken into account the analysis of the geographic dimension with the indicators as a vital complement for a decision process efficient and effective. The objective of the research is to develop an Geograohic Information System based on the analysis of the geographical dimension, which contributes to improve the ability of aid to decision-making in the Suite GESPRO 13.05. The results obtained are associated with: the exploitation by extensions of eight indicators related to key areas of project management automatically calculated by Suite GESPRO in GeneSIG Platform v1.5.

INTRODUCCIÓN

Según el Centro Nacional de Información Geográfica y Análisis (del inglés, *National Center for Geographic Information and Analysis*) (The University of Mayne, 2010) un SIG se define como un sistema de hardware, software y procedimientos elaborados para facilitar la obtención, gestión, manipulación, análisis, modelado, representación y salida de datos espacialmente referenciados, para resolver problemas complejos de planificación y gestión.

Los SIG son sistemas computacionales que permiten consultar de manera interactiva información geográfica digital (latitud, longitud, altitud), facilitando la combinación e integración de múltiples cartografías, manejadas como capas superpuestas de datos digitales que se observan simultáneamente y como características de un mismo espacio, para la generación de información aplicable a proyectos o cuestiones específicas (Chang, 2002) (Reyna, 2005) (Misatova, et al., 2008).



Los sistemas de este tipo intentan adelantarse a los sistemas de información tradicionales para pasar a ofrecer un entorno adecuado para la captura, almacenamiento y gestión tanto de información alfanumérica (como hacían los sistemas tradicionales) como de información geográfica. Por información geográfica se entiende en este contexto a la información referente a la localización en el espacio de los objetos sobre los que se quiere almacenar determinada información.

El aspecto gráfico adquiere un papel especialmente relevante en estos sistemas. Las relaciones entre datos geográficos o entre estos y datos alfanuméricos se pueden hacer más identificables para el usuario mediante una adecuada representación gráfica (Brisaboa, et al., 2004).

La utilización de este tipo de sistemas para resolver diversos problemas ha resultado una práctica habitual para los organismos gubernamentales (Arai, et al., 2002) (Weihua, et al., 2006) (Lu, 2009) (Wang, et al., 2010) y para varias universidades (The University of Mayne, 2010) (UCGIS, 2011). Para el manejo de indicadores se reporta el trabajo de (Barbero, et al., 2008) que aplica las ventajas de los SIG para el manejo en este caso de indicadores de vida. En el área de la mejora de la gestión y la toma de decisiones difusa se reporta el resultado de (Araque Ibañez, 2012) aplicado en entornos de cultivos del olivo.

Este tipo de sistema integrado con las herramientas de gestión de proyectos puede facilitar a los decisores la realización del proceso de control de proyectos teniendo en cuenta la dimensión geográfica. Este concepto se define como un conjunto de procesos que maniobrados sobre una colección de datos estructurada de acuerdo a las necesidades de un proyecto u organización que propicia recopilar, elaborar y distribuir la información respecto a su ubicación espacial. Dicho conjunto de procesos resulta de vital importancia para la acción, dirección y control de las actividades en función de las estrategias del proyecto, pues permite combinar la información socio-económica de los proyectos y su dimensión geográfica para el proceso de toma de decisiones. Resuelve sistemáticamente la necesidad de coordinar, concertar y articular procesos de gestión regional e interregional, que se localizan en lugares y espacios continuos (Andreu, Ricart et al. 1996). Dichos procesos tienen, mediante la dimensión geográfica, la posibilidad de integrar eficientemente: la actuación del estado, la sociedad y la organización (Lama 2010). Por consiguiente permite profundizar en su concepto espacial mediante su representación en un mapa, lo cual se realiza a través de la utilización de los SIG.

Para lograr el éxito en el control de proyectos es necesario desarrollar un trabajo de dirección en equipo donde el papel del director como líder es decisivo, evaluando por cortes un conjunto de indicadores (Piñero and otros 2013). Estos indicadores están estrechamente relacionados con las siguientes áreas de conocimiento de la dirección de proyectos: costo, tiempo, calidad, logística y rendimiento de los recursos humanos. Los indicadores tienen como objetivo identificar los problemas y sus causas. Una revisión del autor sobre la Guía de los fundamentos para la Dirección de Proyectos (del inglés, *Project Management Body of Knowledge*, PMBOK) y varias de las escuelas de gestión de proyectos (SEI 2010; Turley 2010; Stanleigh 2011; Caniëls and Bakens 2012; IPMA 2012; PMI 2013) evidencia la no utilización de la dimensión geográfica como complemento en la toma de decisiones. Por tanto resulta un elemento de poco tratamiento por la comunidad científica, pues se hace mayor énfasis en qué se debe hacer en cada metodología o proceso propuesto y no en cómo se deben ejecutar.

El objetivo de este trabajo consiste en desarrollar un SIG para el control de proyectos basado en el análisis de la dimensión geográfica, que contribuya a mejorar la capacidad de ayuda a la toma de decisiones en la *Suite* GESPRO 13.05, teniendo en cuenta el tratamiento a la incertidumbre de la información manejada en la obtención de los indicadores para el proceso de control.



MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo del trabajo se utilizaron los siguientes métodos teóricos y empíricos:

Análisis y síntesis: Se emplea para arribar a conclusiones a partir del estudio realizado sobre los procesos de control de proyectos y los métodos de toma de decisiones. Permite identificar la naturaleza o esencia sobre el tratamiento a la incertidumbre con múltiples criterios en el proceso de toma de decisiones.

Inductivo - deductivo: Se utiliza para identificar los aspectos particulares a partir de los generales y viceversa sobre los métodos de toma de decisiones bajo incertidumbre con múltiples criterios, así como para caracterizar los procesos de control de la ejecución de proyectos. Además a partir del problema identificado permitió plantear objetivos específicos.

Histórico - Lógico: Se emplea para llevar a cabo un estudio crítico sobre los modelos y metodologías de Gestión de proyectos en cuanto a la realización de un análisis geo-referencial para el proceso de toma de decisiones bajo incertidumbre con múltiples criterios. Se analizan las tendencias actuales sobre los métodos de decisión con múltiples criterios y el tratamiento a la incertidumbre.

Observación: Se utiliza para identificar las formas de actuación de los decisores durante el proceso de toma de decisiones ante la dispersión en cuanto a la ubicación geográfica de los proyectos.

Encuestas: Se emplea para medir la valoración de los expertos sobre el modelo y el impacto de su aplicación para el proceso de toma de decisiones.

Análisis documental: Se emplea para el estudio de la bibliografía especializada disponible a nivel nacional e internacional. Permite obtener la información necesaria para definir los elementos que componen el modelo y la Guía de implementación propuesta.

A continuación se relacionan los indicadores obtenidos para el control de proyectos que son empleados en el SIG para la realización del proceso de control de proyectos utilizando la dimensión geográfica:

Tabla 1 Indicadores calculados por área de conocimiento (Lugo, 2012).

| Indicador | Notación | Área de conocimiento |
|---|----------|----------------------|
| Índice de Ejecución | IE | Integración, Tiempo |
| Índice de Rendimiento de la Ejecución | IRE | Integración, Tiempo |
| Índice de Rendimiento de la Planificación | IRP | Tiempo |
| Índice de Rendimiento de Costos | IRC | Costo |
| Índice de Calidad del Dato | ICD | Calidad (del dato) |
| Índice de Rendimiento de la Logística | IRL | Logística |
| Índice de Rendimiento de los RRHH | IRRH | Recursos Humanos |
| Índice de Rendimiento de la Eficacia. | IREF | Calidad |

Además se empleó la Plataforma GENESIG para la realización del SIG. Este producto fue creado por el centro de desarrollo Geoinformática y Señales Digitales (GEySED) de la UCI, el MINFAR y GEOCUBA (GENESIG, 2010). Permite la representación geográfica asociada a cualquier negocio. Proporciona servicios de acceso a la información geográfica para su consulta, análisis y visualización. Es altamente extensible y personalizable, pues puede integrarse con sistemas de gestión para la toma de decisiones. Por otra parte, la realización de las personalizaciones sobre la Plataforma se



desarrollan a partir de un modelo de producción en forma de Línea de Productos de Software (LPS), cumpliendo además con las políticas de soberanía tecnológica y de código abierto establecidas en el país (Samon, et al., 2007).

RESULTADOS

Como parte de los resultados obtenidos se establece la arquitectura del sistema sobre la base de la Plataforma GeneSIG. Según se muestra en la Figura 1 esta cuenta con 5 paquetes arquitectónicamente significativos que funcionan como base de cada una de las personalizaciones generadas.



Figura 1 Vista de paquetes arquitectónicamente significativos (Pantoja, et al., 2012)

Datos Espaciales: Concibe la información cartográfica que se gestiona en los aplicativos resultantes. Parte de una cartografía base y se complementa con los datos socioeconómicos geo-referenciados entregados por los clientes.

Servidor de Mapas: Definido por la tecnología servidora de los mapas resultantes de cada gestión sistémica. Se redefinen sus funciones en dependencia de la configuración del consumo de los mapas a través de servicios WebMapService (WMS) y WebFeatureService (WFS).

Negocio: Incluye la mayoría de los activos de código disponibles desde la base de los módulos arquitectónicos de la plataforma GeneSIG.

Interfaz: Está soportado por tecnologías Web para la gestión de mapas e interfaces elaboradas previamente con la librería gráfica basada en JavaScript.

Servicios: Representa el paquete de comunicación entre los aplicativos resultantes y otras aplicaciones y viceversa. Incluye control de acceso y administración de mapas por servicio de consumo así como la publicación de resultados a través de estándares SIG internacionales.

Render: Es un paquete opcional encargado de optimizar el proceso de renderización de los mapas mediante tecnologías de caché. Es recomendado para la implementación de aplicativos que se desplegarán en infraestructuras de pocas prestaciones técnicas.

A continuación se muestran varias vistas del sistema desarrollado. En la Figura 2 se muestra una vista de la ubicación geográfica de varios proyectos en ejecución en diferentes regiones geográficas.



Figura 2 Representación espacial de proyectos equidistantes en diferentes regiones geográficas.

En la Figura 3 se muestra una vista de la ubicación geográfica de varios proyectos en ejecución dentro del área geográfica de la propia Universidad. Nótese que existe una diferencia en cuanto al símbolo utilizado para la representación de los proyectos y los centros de desarrollo, se representa mediante un círculo para el primero y una estrella para el segundo. Estos se representan en color verde, amarillo o rojo en dependencia del valor del indicador tematizado.

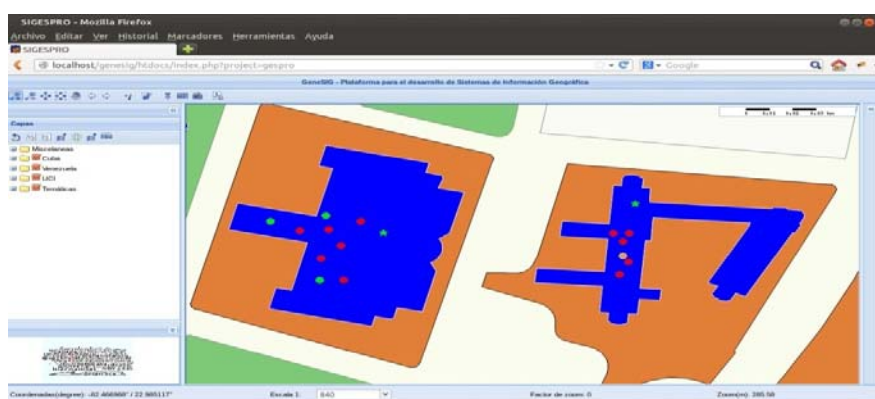


Figura 3 Vista de proyectos en ejecución y centros de desarrollo ubicados en la UCI.

En la Figura 4 se muestra una vista de la información relacionada con los indicadores de un proyecto, se especifica el nombre del indicador, su nomenclatura, el valor obtenido, la fecha de corte y su respectiva evaluación lingüística.

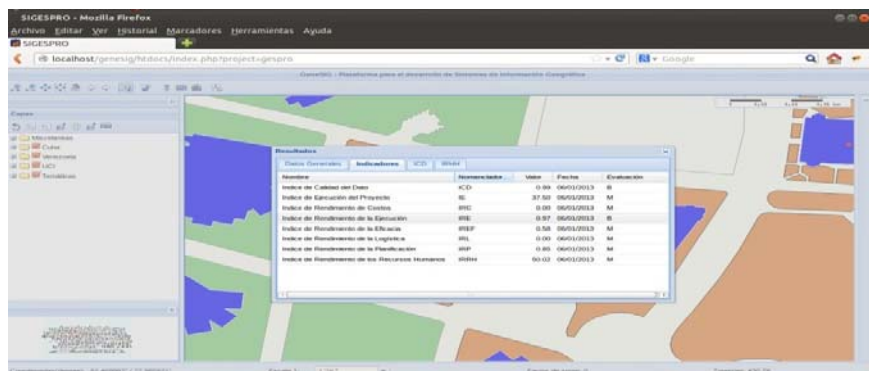


Figura 4 Vista de los valores obtenidos del cálculo de los indicadores de un proyecto.

DISCUSIÓN

El resultado de este trabajo está aplicado en la Suite GESPRO 13.05, el cual está siendo utilizado por la Dirección General de Producción y el Laboratorio de Investigaciones en Gestión de Proyectos de la UCI desde abril del 2013 hasta la actualidad. Para su aplicación se desarrolló SIGESPRO, el cual constituye una Aplicativo SIG basado en la Plataforma GeneSIG v1.5. El mismo accede a los datos socio-económicos e indicadores de los proyectos y las entidades desarrolladoras a través de la integración por la base de datos de la herramienta de gestión de proyectos antes mencionada.

La cifra de proyectos gestionados en dicha institución asciende sobre los 200, de los cuales una parte se corresponde con proyectos nacionales y el resto con proyectos de exportación, estos últimos de vital importancia por los ingresos que reportan a la economía cubana por concepto de facturación de productos de software y servicios profesionales. Este permite a los decisores tener una visión respecto a la dimensión geográfica sobre el control de la ejecución de proyectos teniendo en cuenta su ubicación espacial.

Algunos de los beneficiados con SIGESPRO se corresponden con las personas que laboran con la versión gerencial de GESPRO, es decir, los miembros del Grupo de control y seguimiento de la DGP y del Laboratorio de Investigaciones en Gestión de Proyectos. La misma está formada por un total de 30 personas (7 y 23 respectivamente).

La muestra seleccionada está formada por un total de 17 personas, estos representan un 56.7% del total de la población definida, logrando un valor adecuado de representatividad. Como se observa en la Figura 9 está constituida por 5 personas de la DGP, los que representan el 71.4% del total de miembros del Grupo de control y seguimiento y por 12 personas del Laboratorio de Investigaciones en Gestión de Proyectos, representando el 52.2% del total de miembros. Ambos valores obtenidos se consideran también representativos en cuanto al total de personas que laboran en cada área analizada. La media de los años de experiencia de las personas que conforman la muestra es de 6 años, y 5 de ellos tienen categoría científica, siendo esta cifra el 29.4 % del total.

Los roles representados en la muestra son: Líder de Proyecto, Analista, Planificador, Especialista funcional, Desarrollador, Gestor del Conocimiento, Administrador de la Calidad, Implantador de Soluciones e Inspector OGP. En la Figura 10 se representa la distribución de personas por roles que conforman la muestra.



CONCLUSIONES

El estudio de las tendencias actuales sobre el control de la ejecución de proyectos evidenció la utilización de indicadores para la realización de la DIP, sin embargo estos no se combinan con el análisis de la dimensión geográfica durante los procesos de ayuda a la toma de decisiones. La integración de los SIG con herramientas informáticas de gestión de proyectos permite realizar un análisis de la dimensión geográfica de manera eficiente y eficaz. El SIG utiliza como base un enfoque de tratamiento a la incertidumbre durante el procesamiento de los datos primarios lo cual contribuye a mejorar la representación de la dimensión geográfica de los proyectos durante su análisis y evaluación.

Con la aplicación de la propuesta en la Suite GESPRO 13.05, disminuyeron los tiempos empleados para localizar geográficamente la evaluación de los proyectos y/o entidades desarrolladoras, así como los niveles de subjetividad durante la clasificación de zonas geográficas. Por consiguiente, se logra una mejora en la capacidad de ayuda a la toma de decisiones de la Suite GESPRO 13.05

BIBLIOGRAFÍA

- Andreu, R., J. E. Ricart, et al. (1996). *Estrategia y sistemas de información*. Madrid, España, McGraw-Hill.
- Arai, C., Matzuda, N. y Shjkada, M. 2002. *Management of mapping in local government using remote sensing and the REAL TIME GIS*. In IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS '02), 2002. págs. 3145 – 3147. doi:10.1109/IGARSS.2002.1027113.
- Araque Ibañez, Antonio. 2012. *Sistema de Información Geográfica para la mejora de la gestión y la toma de decisiones difusa en entornos oleícolas*. Departamento de Informática, Universidad de Jaén. Jaén, España : Escuela Politécnica Superior de Jaén, 2012. Tesis doctoral.
- Barbero, Dante A. y Rosenfeld, Elías. 2008. *Modelo sistémico para el manejo con SIG*. Facultad de Informática, Universidad Nacional de La Plata. La Plata, Argentina., 2008. Tesis doctoral.
- Brisaboa, N. R. y Lema, J. A. C. . 2004. *Sistemas de Información Geográfica: Revisión de su estado actual*. Laboratorio de Base de datos, Facultad de Informática, Universidade da Coruña. Coruña, España., 2004. 15071.
- Caniëls, M. C. J. and R. J. J. M. Bakens (2012). The effects of Project Management Information Systems on decision making in a multi project environment, *International Journal of Project Management*, Elseiver.: 162–175.
- Chang, K. T. 2002. *Introduction to Geographic Information Systems*. New York, E.U.A : Mc Graw Hill, 2002.
- IPMA (2012). © 2012 IPMA: International Project Management Association. BD Nijkerk, Netherlands, Disponible en: <http://ipma.ch/about/>.
- Lama, C. (2010). Elementos conceptuales sobre el enfoque territorial. La gestión concertada de proyectos. Lima, Perú, CUADERNOS DE INVESTIGACIÓN EPG.
- Lu, X. 2009. *A Unified E-Government Information Management Platform Based on Web GIS Technology*. Wuhan, China : In International Conference on Computational Intelligence and Software Engineering, 2009. págs. 1-4. doi:10.1109/CISE.2009.5362937.
- Lugo, José Alejandro. 2012. *Modelo para el control de la ejecución de proyectos basado en indicadores y lógica borrosa*. Laboratorio de Gestión de Proyectos, Universidad de las Ciencias Informáticas. La Habana, Cuba., 2012. Tesis de Maestría.
- Misatova, H. y Neteler, M. 2008. *Open source GIS: A grass GIS approach*. The International Series in Engineering and Computer Science. Boston, E.U.A : Kluwer Academia Publishers, 2008.
- Piñero, P. Y. and otros (2013). Paquete para la Dirección Integrada de Proyectos y ayuda a la toma de decisiones: GESPRO. La Habana, Cuba, III Taller Internacional Las TIC en la Gestión de las Organizaciones.
- PMI (2013). *Guía de los Fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK)*. Pennsylvania, E.U.A, Project Management Institute, Inc.
- Samon, R. P. y Villazon, Y. P. 2007. *Guía cubana para la migración a software libre*. La Habana, Cuba., 2007.
- SEI. (2010). "CMMI for Development v1.3."
- Stanleigh, M. (2011). Combining the ISO 10006 and PMBOK To Ensure Successful Projects.



- The University of Mayne. 2010. National Center for Geographic Information & Analysis. Los sistemas de Información Geográfica. [En línea] 2010. <http://www.ncgia.ucsb.edu/>.
- Turley, F. (2010). El modelo de procesos de PRINCE2. Londres, Reino Unido, Londres, Bizness Academy: 60.
- Reyna, A. 2005. *El uso de los sistemas de información geográfica (SIG) en el análisis demográfico de situaciones de desastre*. Distrito Federal, México : Notas de Población., 2005. pág. 34.
- UCGIS. 2011. University Consortium for Geographic Information Science. [En línea] 2011. [Citado el: 14 de diciembre de 2012.] <http://www.ucgis.org/Default.asp>.
- Wang, L., y otros. 2010. *Research on Government GIS Construction and Application Technology Based on CNGI*. Chinese Academy of Surveying & Mapping. Beijing, China : In International Conference on Web Information Systems and Mining, 2010. págs. 138 –142, Vol. 2. ISBN: 978-1-4244-8438-6 .
- Weihua, D., Jiping, L. y Qingsheng, G. 2006. *Construction of E-Government GIS Based on Net Platform and Web Service*. Wuhan University. Wuhan, China : In IEEE International Conference on Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS 2006), 2006. págs. 921 –923. doi:10.1109/IGARSS.2006.237.