

Sistema de Información Geográfico del Centro Agroempresarial y Desarrollo Pecuario del Huila para el análisis cartográfico de sus unidades productivas- SIGCADPH

Hugo Fernando Polanía-Dussán¹

Jesús Andrés Silva-Plazas²

Resumen

Este artículo corresponde a la implementación de un aplicativo web de un sistema de información geográfico para el Centro Agroempresarial y Desarrollo Pecuario del Huila llamado SIGCADPH. Se desarrolló un primer prototipo dirigido a la granja del SENA Garzón, donde se utilizaron herramientas y equipos tecnológicos. La información recolectada y procesada en la plataforma SIGCADPH Versión 0.10, consistió básicamente en la georreferenciación de lagos, geomembranas, lotes de siembra, invernaderos automatizados, densidad arbórea, visualización de bacterias en las lagunas de oxidación , temperatura y pH del agua, buscando satisfacer las necesidades geográficas en gestión agropecuaria y la asistencia técnica especializada con datos tabulados y graficados. Dicho sistema tiene como objetivo evaluar un sistema piloto que pueda ampliarse a todo el sector agropecuario del centro del departamento del Huila.

Palabras Claves: SIG, sector agropecuario, unidades productivas.

1 Ingeniero de Sistemas, Instructor Centro Agroempresarial y Desarrollo Pecuario del Huila, e-mail: hfpolania@misena.edu.co

2 Ingeniero de Sistemas, Instructor Centro Agroempresarial y Desarrollo Pecuario del Huila, e-mail: jesusilpla@misena.edu.co

Abstract

This article corresponds to the implementation of a web application of a geographic information system for the Agribusiness and Livestock Development Center of Huila called SIGCADPH. A first prototype was developed for the SENA Garzón farm, where technological tools and equipment were used. The information collected and processed in the platform SIGCADPH Version 0.10, consisted of the georeferencing of lakes, geomembranas, lots of sowing, automated greenhouses, tree density, visualization of bacteria in the lagoons of oxidation, temperature and pH of the water, seeking to satisfy the geographic needs in agricultural management and specialized technical assistance with tabulated and graphed data. The objective of this system is to evaluate a pilot system that can be extended to the entire agricultural sector of the center of the department of Huila.

Keywords: SIG, agricultural sector, productive units.

Introducción

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en la actualidad ofrecen al usuario el almacenamiento de datos espaciales, que presentan un vínculo geográfico y toda la información no espacial, tales como estado de un cultivo, su rendimiento y automatización (Ahmad *et al.*, 2010). Según Albuquerque *et al.*, (2016) un SIG es un conjunto de herramientas compuestos por hardware, software, datos y usuarios que permite capturar, almacenar, administrar y analizar información digital, así como realizar gráficos, mapas y representar datos alfanuméricos. Puede verse

como un modelo informatizado de la realidad geográfica para satisfacer las necesidades de información concretas, esto es, crear, compartir y aplicar información útil basada en datos y en mapas (Burrough, 1994).

La agricultura es uno de los sectores más vulnerables al cambio climático futuro y como tal, ha sido objeto de múltiples estudios en los últimos años (Smith *et al.*, 2014). Al tratar de delinear y comparar la vulnerabilidad agrícola de diferentes regiones del mundo, se han desarrollado diversos sistemas de información generando datos de gran importancia (Dong *et al.*, 2015). Dicha información generalmente abarca

múltiples dimensiones del concepto de vulnerabilidad, capturando la exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación de un sistema (Wiréhn *et al.*, 2017).

El Departamento del Huila se está consolidando como líder nacional en productos agrícolas. El café, la granadilla, el arroz y la pitahaya son los renglones productivos bandera del Departamento con 79.392 unidades productivas y 1.368.042 hectáreas de suelo en diferentes actividades, de las cuales están las agrícolas (179.577 hectáreas), pecuarias (967.788 hectáreas), vegetaciones (62.818 hectáreas), bosques (162.146 hectáreas), otros usos (58.531

hectáreas) y en infraestructura agropecuaria (2.926 hectáreas).

En Colombia y el Departamento del Huila la delimitación de áreas geográficas, tiene como objetivo monitorear, proteger y preservar espacios señalados con unas estrategias específicas o de sensibilización, según el alcance de cada uno de los proyectos desde una escala nacional hasta local. Actualmente el Huila cuenta 582.633 hectáreas de áreas protegidas de las cuales 120 mil hectáreas pertenecen a zonas de páramo, es decir, que al menos el 30% de su área se encuentra en estado de conservación natural (Figura 1).

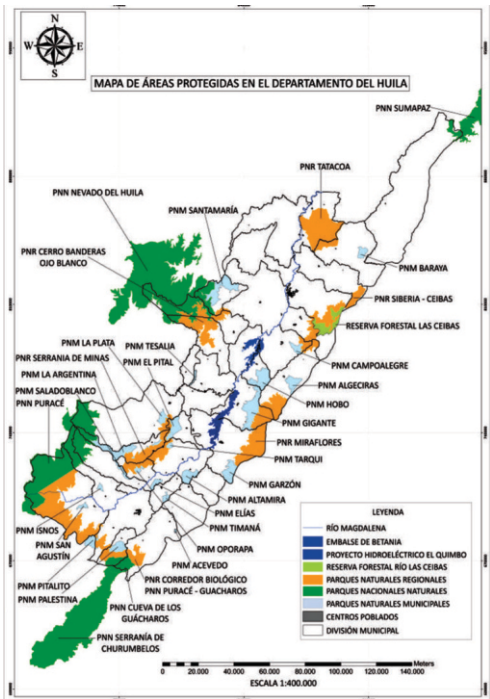


Figura 1. Cartografía de áreas protegidas en el Departamento del Huila.
Fuente. Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena, 2018.

El Centro Agroempresarial y Desarrollo Pecuario del Huila (CADPH), desea afrontar las problemáticas y el avance tecnológico del sector agropecuario con el proyecto de investigación e innovación: Análisis cartográfico aplicando modelos vectoriales o raster en el sector agropecuario del centro del departamento del Huila con asistencia de aplicaciones web, además fomentar la investigación en la formación profesional integral articulada con el sistema de investigación, desarrollo tecnológico e innovación SENNOVA y el semillero de investigación METATIC-CADPH.

Materiales y métodos

Durante en el proceso de desarrollo de la aplicación web SIGCADPH

Versión 0.10, la metodología en cascada con un enfoque clásico es seleccionada, porque facilita la trazabilidad del sistema con un mejor ciclo de vida, además se utiliza el modelo de madurez de la capacidad integrado (CMMI - Capability Maturity Model for Integration), con el fin de aplicar las mejores prácticas de la industria del desarrollo, mantenimiento, adquisición y operación de productos y servicios de software. Considerado un método puro que implica un proceso rígido para el sistema de información a implementar, el cual se plantea unas de fases para el debido desarrollo del proyecto. A continuación, se describe las fases utilizadas en la construcción del prototipo.



Figura 2. Metodología implementada en la creación de SIGCADPH
Fuente. Autores.

Fase 1: Identificación de situación actual

Se realizó el análisis y evaluación de la situación actual del Centro de Formación en cuanto a la sistematización del flujo de la información entre el campo y los recursos agropecuarios, permitiendo la construcción de un diagnóstico preciso, que facilitó la toma de decisiones alcanzando los objetivos y políticas del CADPH.

Fase 2: Análisis de requerimientos del SIG

Los requerimientos fueron analizados y estipulados para la construcción del Sistema de Información Geográfico, donde se evidenció el mapeo de la finca y cultivos agrícolas del CADPH. En dicha fase se analizó y evaluó a los usuarios con el fin de satisfacer las exigencias de la gerencia, agrónomos, biólogos y químicos. En la recolección de información se utilizaron diferentes instrumentos y técnicas para el correspondiente análisis de la información, aplicando entrevistas, observación, encuestas, talleres con los especialistas en el campo agropecuario, con el fin de establecer y manipular la información de las investigaciones agropecuarias que se ejecutan en la granja del CADPH, teniendo en cuenta la opinión del (Cliente – población) en la institución y establecer los servicios de información geográficos a prestar. En la definición del propósito, alcance, caracterización,

restricciones, requerimientos funcionales y no funcionales del SIGCAPH, la precisa el STD IEEE 830 de 1998, Especificación de Requisitos Software (SRS). La funcionalidad que se diseñó y desarrollo fue:

- Delimitación de espacios geográficos mediante coordenadas geográficas (Latitud y longitud).
- Recolectar información de la granja del SENA y todos los datos de los procesos formativos agrícolas y piscícolas.
- Organizar, almacenar, ilustrar y actualizar información detallada de las unidades productivas del SENA Garzón.
- Mantener una base de datos actualizada y veraz, donde algunos de los usuarios podrán acceder a ella, mediante gráficos, para la toma de decisiones.
- Realizar análisis de datos tabulados para facilitar la toma de decisiones representada en gráficos y tablas.

Los requerimientos no funcionales cuentan con el criterio de evaluar el rendimiento y operación del servicio tecnológico involucrando software, hardware y usuarios. Se estableció la seguridad, trazabilidad, fiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y portabilidad del sistema ofreciendo datos confidenciales, íntegros y disponibles.

Fase 3. Modelado del SIG

Diseñamos un modelo de datos del flujo y el comportamiento de la información, definiendo de manera lógica y organizada cada uno de los modelos que hicieron parte de la funcionalidad del SIG, de igual modo permitiendo la construcción e implementación del aplicativo SIGCADPH.

Logrando consolidar y determinar el modelo conceptual de datos, en la que se describen la estructura, características, convenciones, y reglas de integridad que rigen este tipo de información.

Componentes del modelado SIG

- Modelo conceptual o de contexto del sistema.
- Modelo lógico del sistema (diagrama caso de uso y de clase).
- Esquema de Software a utilizar.

Fase 4. Construcción del SIG

En la construcción del SIG, se tuvo en cuenta el modelo de arquitectura de “n-capas” y una capa de Servicios Web funcional geográfica el cual se pueda generar e imprimir informes desde las interfaces compuestas por la cartografía base y la información recolectada junto con los formularios de consulta predefinidos para el SIG. El lenguaje de programación principal es JAVA, PHP, JavaScript y el lenguaje de consulta para la base de

datos relacionales es SQL, en cuanto a equipos se utilizaron GPS, cámara 4K, software para cartografía ArcGIS desktop y online.

Fase 5. Implementación y Prueba Piloto del SIG del CADPH

Con los modelos del SIGCADPH debidamente definidos y el modelo relacional de base de datos espaciales, se implementó la plataforma web; empezando una prueba piloto en la granja del Centro Agroempresarial de Desarrollo Pecuario del Huila, donde refleja datos estadísticos y mapas de las áreas.

Fase 6. Control

Para el control y monitoreo de la evolución constante del proyecto SIGCADPH, se implementó el modelo de madures CMMI, para evidenciar las actividades que pretenden gestionar, establecer y entregar servicios.

Resultados

Uno de nuestro producto preliminar dentro de la ejecución del proyecto de investigación fue la creación de un aplicativo web llamado SIGCADPH Versión 0.10, enfocado al mapeo de los diferentes cultivos agrícolas, pecuarios y piscícolas de la granja del Centro de Formación.

Para la implementación del aplicativo web se trabajó con ArcGIS Online en donde se implementó todos los servicios del SIG en una arquitectura basada cliente/servidor. A través de esta plataforma online se incorporan mapas, entidades, imágenes, modelos de geoprocetamiento, localizadores y datasets de SIG como servicios web, en donde todos los usuarios pueden acceder teniendo una conexión a internet. El aplicativo web fue construido y desarrollado en ArcGIS for developers, el cual nos brinda diversas plataformas para su ejecución, como plataformas web y móviles; incluyendo Geo portales para poder funcionar los servicios del SIG a través del internet.

Mediante ArcGIS para desarrolladores se utilizó la API web para JavaScript, la cual nos permitió crear una web personalizable al momento de insertar la ubicación de los puntos a cartografiar. Estos marcos de aplicaciones web se conectan a los servicios de mapas y otros servicios SIG relacionados que se publican mediante ArcGIS Server, ArcGIS Online, y servicios de representación cartográfica de consumidores disponibles en la web. Estas API usan una arquitectura abierta basada en el estándar del sector REST, que permite utilizar el contenido y los servicios de ArcGIS como una parte integral interna y externa de ArcGIS.



Figura 3. SIGCADPH Versión 0.10 – Interfaz Web. **Fuente.** Autores.

El aplicativo SIGCADPH cuenta con una interfaz principal web y dispositivos móviles como lo muestra la Figura 3. donde se visualiza un mapa base junto a una cartografía que se compone de capas de objetos dentro de la unidad productiva de la

alianza del SENA Garzón y el Batallón de Infantería Pigoanza; Uno de las principales funcionalidades del aplicativo es la visualización de los datos en forma de gráficos circulares y de barras. En la zona de los gráficos representamos los valores de los

atributos de un campo simple, los valores agrupados de varios campos o los recuentos totales de entidades. Un gráfico de barras o de columnas puede incluso representar los valores de los atributos de varios campos como columnas y barras agrupadas. Cuando se usa el widget gráfico se puede especificar también un filtro espacial para solicitar que solo las entidades deseadas estén en el gráfico.

Generalmente, existen cuatro opciones para analizar, calcular y visualizar los valores de una capa de entidades como gráficos:

- 1. Mostrar valores por entidad.
- 2. Mostrar valores por categoría.

- 3. Mostrar recuentos de entidades por categoría.
- 4. Mostrar valores de atributos como gráficos.



Figura 4. Análisis de árboles según su tipo. Fuente. Autores.



Figura 5. Gráficos lineales lagunas de oxidación. Fuente. Autores.

Discusión

El Centro Agroempresarial y Desarrollo Pecuario del Huila presenta el proyecto llamado SIGCADPH cuyo propósito es facilitar el análisis cartográfico de las unidades productivas del sector agropecuario específicamente en el estado del cultivo, tomando modelos y eventos sobre la superficie, costos, consumos y delimitación geográfica del sector agropecuario frente a las zonas protegidas del centro del Departamento del Huila, con asistencia a través de internet integrando un potente visor y creador cartográfico llamado ArcGIS.

Los mapas bases de las unidades productivas de la granja SENA brindan georreferenciación de lagos, geomembranas, lotes de siembra, invernaderos, automatizados, densidad arbórea, visualización de bacterias en las lagunas de oxidación, temperatura y pH del agua, satisfaciendo y facilitando la toma de decisiones en un análisis de precisión geográfica.

Con esta aplicación web se podrá predecir y monitorear el comportamiento de la superficie del cultivo, volumen de producción, buscando los datos que más posibilidades tienen de impactar en el comportamiento real de múltiples productos desde un análisis espectral. Este modelo podría replicarse a las unidades productivas en posteriores fases, para facilitar el estado del cultivo, tamaño de

la planta, fertilizantes, clorofila, nitrógeno disponible en la hoja, prescripciones de fertilización. Así mismo el sistema permite analizar los cultivos en las etapas de crecimiento, aplicando la teledetección y comparando distintos índice de la vegetación, detectando deficiencias de nitrógeno, encontrando las causas de estrés en la planta e identificación de las características del cultivo en mapas, comparando e interpretando los diferentes niveles de información de manera simultánea.

Finalmente con esta herramienta los agricultores y gestores podrían tomar decisiones precisas para optimizar su desempeño, impactando la economía del centro del departamento del Huila e innovando los procesos de las empresas agropecuarias. En este proceso de investigación se vivió una experiencia formativa exitosa, integrando el semillero de investigación METATIC CADPH diferentes programas de formación tecnológica del SENA Garzón como son: Análisis y Desarrollo de sistemas de información, Producción agrícola, Control Ambiental, Recursos Naturales y Gestión de Empresa Agropecuarias, en donde cada uno de ellos nos proporcionaron información muy precisa para el levantamiento de la información recolectada, para así establecer los requerimientos funcionales y no funcionales del aplicativo web SIGCADPH.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Dr. Miguel Alirio Argote Subdirector del Centro Agroempresarial y Desarrollo Pecuario del Huila por su gestión, compromiso y voto de confianza con el proyecto y el semillero de investigación METATIC-CADPH, así como a todo el equipo de trabajo conformado por instructores y aprendices de los diferentes programas de formación, por estar comprometidos con la investigación, innovación y divulgación del SIGCADPH en el centro del departamento del Huila y eventos de talla regional y nacional.

Referencias Bibliográficas

- Ahmad, S.Z. S.L. Syed Abdullah, A.F. Rosmani., N.M. Hashim, N.A. Lutfi, N. Halim, H.A. Halim. 2010. Integrating GIS technology and 3D animation in an event information system
- CSSR 2010–2010 international conference on science and social research. 187-190,
- Albuquerque, H., F. Martins, R. Raposo, L.G. Cardoso, P. Beça Pereira & P. Días. 2016.
- Construction of a web-based geographical information system – The case of “Ria de Aveiro” region. *Anatolia*, 27: 71-81.
- Burrough, P.A. 1994. Principles of Geographical Information Systems for land resources. Oxford Science. *Journal of Quaternary Science*. 3: 145-165.
- Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena. 2018. Plan de cambio climático Huila 2050: Preparándose para el cambio climático. Obtenido de <http://www.latin-brand.com/jods/e3web/wp-content/uploads/2016/01/resumen-ejecutivo-plan-huila-2050.pdf>
- Diario del Huila. (9 de abril de 2018). Huila: 30% de su territorio ‘blindado’ contra explotación. Obtenido de <https://www.diariodelhuila.com/huila-30-de-su-territorio-blindado-contr-explotacion>
- Dong, Z., Z. Pan. & P. An. 2015. Novel method for quantitatively evaluating agricultural vulnerability to climate change. *Ecological Indicators*. 48: 49-54.
- Gobernación del Huila y Alcaldía de Neiva. 2015. Evaluación de los Objetivos de Desarrollo del Milenio Cuenta regresiva 2015. Cuenta regresiva hacia los Objetivos de Desarrollo del Milenio 2015: Municipio de Neiva (ISSN 2027 – 7709), 103. Obtenido de <http://huila.gov.co/images/stories/odm/NEIVA.pdf>
- Smith, P. M., Bustamante, H. Ahamad. 2014. Agriculture, forestry and other land use (AFOLU) O. Edenhofer, R. Pichs-Madru-

ga, Y. Sokona (Eds.), Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA (2014)

Wiréhn, L.T., T. Opach & S. Neset. 2017. Assessing agricultural vulnerability to climate change in the Nordic countries – an interactive geovisualization approach. Journal of Environmental Planning and Management. 60: 115-134.