

GEOPORTAL INTERACTIVO EN AMBIENTE WEB PARA ELEMENTOS CARTOGRÁFICOS Y DE CONTROL GEODÉSICOS

Miguel R. Ríos R.¹ y Douglas R. Bravo A.²

¹ *Departamento de Ingeniería Geodésica y Agrimensura, Universidad Central de Venezuela*

² *Departamento de Ingeniería Geodésica y Agrimensura, Universidad Central de Venezuela*

¹ miguelfr_riosr@gmail.com

² bravod@gmail.com

RESUMEN

En la actualidad, la internet y los ambientes web han sido una herramienta de gran importancia para la sociedad contemporánea, es por eso que se ha planteado cubrir la carencia en cuanto a la consulta puntual de información cartográfica y de elementos de control geodésico, por lo cual nace la necesidad de desarrollar un prototipo de Geoportal, donde se puedan ejecutar de forma amigable e intuitiva, consultas y descarga de información validada y de calidad. Este trabajo tiene como objetivo diseñar un repositorio web interactivo de información cartográfica y de control geodésico, utilizando tecnologías de información y comunicación. Siendo estas tecnologías totalmente factibles de poner en marcha, como es demostrado dentro del trabajo.

Palabras Clave: Geodesia, Cartografía, Repositorio, Geoinformática, SIG.

ABSTRACT

Currently, the Internet and web environments have been a tool of great importance for contemporary society, that is why it has been proposed to cover the lack of timely consultation of cartographic information and geodetic control elements, so which is the need to develop a prototype of Geoportal, where they can be executed in a friendly and intuitive way, queries and download of validated and quality information. The objective of this work is to design an interactive web repository of cartographic information and geodetic control, using information and communication technologies. Being these technologies totally feasible to start up, as it is demonstrated within the work.

Keywords: Geodesy, Cartography, Repository, Geomatic, GIS.

INTRODUCCIÓN

La sociedad actual es movida principalmente por la información la cual representa mayor capacidad de planificación, prevención ante posibles situaciones complejas, mejor preparación o simplemente manejo cultural de la misma. La información es poder, genera cambios en la humanidad y el que maneja la mayor cantidad puede tener mayores perspectivas a la hora de la toma de decisiones.

La innovación, la versatilidad y la inmediatez son quizás los factores más en boga hoy por hoy. El desarrollo de la tecnología informática y comunicación hacen que el ritmo de vida y trabajo sea

mucho más elevado que en tiempos anteriores, lo que por consiguiente debe generar un mayor flujo de información y trabajo.

Para cualquier profesional y/o aficionado a las geociencias, el caso planteado no es diferente. La masificación de la internet, el manejo digital de la información se eleva a diario exponencialmente, siempre buscando la optimización de resultados en cuanto a la calidad de los datos, la velocidad en su obtención y el aval de los organismos encargados de su generación.

El presente trabajo de investigación presenta el diseño de un geoportal web interactivo, basado en sistemas de búsqueda interactivo y amigable, que apoyan significativamente la obtención y consulta de datos cartográficos, geodésicos y gravimétricos, brindando al usuario la información, sin importar su área o nivel de formación, de forma veraz y oportuna.

Buscando lograr los objetivos se siguió una rigurosa metodología, la cual comprendió la investigación de tecnologías que pudiesen aportar al geoportal, instalación de softwares de diseño y control, estudio de geoportales de características similares y generación de la versión de pruebas, con elementos de búsqueda y consulta de información geodésica, cartográfica y de ondulaciones geoidales. Esta metodología se basa en el desarrollo de la Infraestructura de Datos Espaciales para Venezuela, según el decreto 3.390, publicado en diciembre de 2004 mediante el cual se dispone que la Administración Pública Nacional de la República Bolivariana de Venezuela empleará prioritariamente software libre, desarrollado con estándares de código abierto en sistemas, proyectos y servicios informáticos.

METODOLOGÍA

Este trabajo de investigación está fundamentado en la búsqueda, recopilación e interpretación de datos, provenientes de diversas fuentes, principalmente oficiales y validadas, lo que brinda gran confiabilidad a los datos incorporados al prototipo de geoportal desarrollado. Basado en el libro “El proyecto de investigación” de Fideas Arias (2012), se puede establecer que la investigación de este trabajo es de carácter documental y como proyecto factible, ya que se logró generar un prototipo completamente funcional.

1. BUSQUEDA, RECOPIACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Iniciando la investigación fue necesario definir cuáles serán los alcances y delimitaciones, particularmente se hizo énfasis en la escala de la cartografía a manejar, siempre buscando un amplio cubrimiento del territorio nacional sin exagerar el número de cartas, buscando enfocarse en el diseño y funcionalidad del geoportal y no en el cubrimiento total a distintos niveles de detalle.

1.1 Monografías de vértice

La información de vértices geodésicos nacionales con diferentes órdenes fue tomada directamente del sitio oficial del Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar (www.igvsb.gob.ve/), de las cuales no se posee información más allá de la expresada en las monografías, se desconoce el estado físico actual de los vértices y su mantenimiento, solo se expresan sus coordenadas e información de ubicación relativa.

La información de los puntos de la red geodésica de la UCV y sus respectivas monografías, fueron

obtenidos del trabajo de medición en campo de la red geodésica interna del campus, realizada por el curso de Geodesia IV del año 2013.

1.2 Material cartográfico

El material cartográfico manejado en este trabajo de investigación fue enfocado directamente en las hojas escala 1:100.000 elaboradas por la Cartografía Nacional entre las décadas de 1970 y 1980 y obtenido mediante registros del Servicio Autónomo de Geografía y Cartografía Nacional (SAGECAN), ente que antes de la creación del IGVSB era el encargado de normar, actualizar y mantener todo lo referente a la cartografía en el país.

Para cumplir los requerimientos legales y técnicos vigentes, para las hojas cartográficas se establecieron tres formatos dependiendo de su marco de referencia, World Geodetic System 1984 (WGS84), Provisional Suramerican Datum 1956 (PSAD56) y sin georreferenciar.

Una vez obtenidos los datos cartográficos se clasificaron las cartas por marco de referencia, estado, nombre y números de hoja, las cuales una vez ordenadas fueron llevadas a un formato de base de datos, para su posterior consulta y manejo de forma oportuna y veraz.

1.3 Modelos Geoidales

En el año 2013, la Ingeniera Geodesta Adriana Daruiz realizó su TEG titulado “Evaluación de los modelos gravimétricos del satélite GRACE a partir de datos de mediciones terrestres de gravedad y generación de modelos ajustados para Venezuela”, donde evaluó el modelo gravimétrico GGM02, generado por la misión GRACE, generando modelos locales para Venezuela con rango para las grillas de 30, 15 y 10 minutos.

En el presente Trabajo fue utilizado el rango de 10 minutos, que fue generado en el TEG de la Ing. Daruiz, organizando la información en una base de datos para posteriormente ser mostrada en un Sistema de Información Geográfica, teniendo la posibilidad, mediante el método del vecino más cercano, de conocer la ondulación en diversos puntos del territorio nacional.

2. DISEÑO Y DESARROLLO DEL SITIO

Esta etapa fundamental requirió un tiempo considerable, ya que es necesario estudiar el tipo de tecnología a utilizar, softwares necesarios, diseñar bases de datos, esquematizar el mapa del sitio y posteriormente realizar el desarrollo de forma concreta y ordenada.

2.1 Elección de softwares y paquetes informáticos.

Según la normativa legal vigente en el país, establecida en el decreto 3.390, emitido en el año 2004, es necesaria la migración a softwares de código abierto, lo influyó de forma concreta al momento de la elección de sus elementos, sirviendo como base para el desarrollo general del geoportal los paquetes informáticos HTML5, CSS3, PHP6, JavaScript y motores MySQL para el desarrollo de las bases de datos.

2.2 Diseño del sitio

Los pasos iniciales del sitio se basaron en un diseño esquemático simple, el cual sirvió también como diagrama de flujo para restringir el acceso a algunas áreas, donde los usuarios necesitan realizar un registro gratuito, lo que ayuda a la auditoría y control del sistema.

Se puede decir que a nivel de arquitectura de software, los objetivos a escoger son la eficiencia, la

escalabilidad, confiabilidad y mantenimiento, buscando estar preparado para su posterior crecimiento, repartiendo también la carga de trabajo en los servicios.

Desglosando de forma puntual se puede decir que el prototipo planteado es de Cliente Servidor, ya que el sitio se encuentra compuesto por una serie de datos de entrada, los cuales se distribuyen en diferentes tareas y funciones, haciendo la solicitud al servidor y enviando una respuesta al usuario. Es importante destacar que el diseño en general del sitio fue dividido en dos fases, una de presentación de contenido e información institucional y otra de acceso a los elementos del geoportal en sí, donde es necesario el registro y posterior validación de los usuarios para ingresar. La finalidad de esta separación es el control y en caso de ser necesaria la auditoria del sistema, llevando un registro de las visitas realizadas.

2.3 Diseño del entorno grafico del sitio web

Aunque el sistema de un sitio web funcione a la perfección, el entorno gráfico con el que interactúa el usuario siempre será un elemento de gran importancia. En el mundo del diseño y desarrollo web existen personas especializadas en estudiar y describir la funcionalidad del entorno con respecto a la respuesta a los posibles visitantes del sitio. Para el desarrollo del geoportal no escapa la parte estética, ya que en el planteamiento de un Geoportal interactivo es requerida la comodidad del usuario al momento de realizar sus consultas, por lo que se debe disponer de un entorno agradable y amigable, estas variables forman parte importante del diseño.

En los colores utilizados en el sitio predomina el azul y el gris en diferentes tonalidades, esto se debe a dos factores básicos, seguir la identidad de imagen que lleva la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela y por asociación a la psicología del color, donde la paleta de colores usada puede representar serenidad, fortaleza, sabiduría, seguridad y en muchos casos pasa a ser refrescante y energético.

2.4 Desarrollo estructural del sitio web

Para describir mejor los procesos de desarrollo manejados para la construcción del geoportal, estos se separarán en dos partes, una de desarrollo de las páginas de introducción, donde se podrá encontrar la presentación del sitio, información acerca del Departamento de Ingeniería Geodésica y Agrimensura e información de contacto. La segunda parte se enfocará en el desarrollo de los elementos del Geoportal como tal, donde se encontrará la consulta y descarga de cartografía básica, monografías de vértice, aplicaciones de transformación de coordenadas y un módulo de interpolación de datos gravimétricos y geoidales.

En general el sitio se encuentra realizado con el lenguaje de marcado de etiquetas HTML5, CSS3 para los estilos en las páginas y los lenguajes de programación PHP y JavaScript, con los cuales se realizaron las instrucciones de conectividad y consulta a las bases de datos realizadas y elaboración de los Sistemas de Información Geográfica.

Para la escritura de los códigos de HTML5, CSS3, JavaScript y PHP se utilizó el IDE Notepad++ en su versión 7.3.2, mientras que la compilación y pruebas se realizó en los navegadores Mozilla Firefox 53.0.1, Google Chrome 59.0.3 y Opera 45.0.

2.5 Desarrollo del entorno del Geoportal

Luego de validada la información de los usuarios, se permite la entrada a la segunda fase del sitio web, donde se puede hacer la consulta, cálculos y descarga de la información. En esta fase existen

cuatro páginas HTML básicas, las cuales re direccionan a otras, las cuales se ordenan según el fundamento de la consulta, manteniendo el formato y contenido de estilo del sitio. Las opciones según el menú dentro de esta fase son: Cartografía Básica, Monografías de Vértice, Modelo Geoidal GEOUCV2014 y Cálculos Geodésicos.

Para la realización de un Sistema de Información Geográfica, fue necesario la utilización de JavaScript y Leaflet, ya que mediante su uso se podían generar óptimos Sistemas de Información Geográfica para consulta. Se puede destacar que Leaflet no es la única aplicación para desarrollo y manejo de SIG en ambiente web, sin embargo representa un porcentaje amplio de sitios que funcionan bajo esta plataforma.

2.6 Desarrollo de los módulos de consulta por listado

Para las consultas de información Cartográfica y de vértices, se plantearon dos modalidades prácticas, siendo una mediante un Sistema de Información Geográfica y otra bajo un listado de búsqueda.

Para la búsqueda vía listado, requiere una conexión y consultas simples a la base de datos alojada en el servidor, filtrando resultados por medio de nombre, numero de carta, estado o por rango de coordenadas, para las cartas y de nombre, orden, estado o rango de coordenadas para los Vértices Geodésicos.

Los resultados en ambos casos se presentan al usuario mediante tablas ordenadas, ofreciendo información básica de los elementos consultados y su alternativa para descargar.

Es importante hacer notar que, dentro de estos módulos, se requirió realizar dos consultas aisladas a dos bases de datos alojadas, manteniendo la conexión directa a la base de datos contenedora de la información básica de los usuarios y su inicio de sesión, así como la consulta a la base de datos que contiene la información cartográfica y geodésica. Las conexiones son completamente independientes en cuanto a contenido, consulta y resultados.

3. DISEÑO Y DESARROLLO DE APLICACIONES DE TRANSFORMACIÓN DE COORDENADAS Y PROYECCIONES

Inicialmente se tenía prevista la utilización de la aplicación portable de conversión de coordenadas, la cual necesitaba ser descargada y ejecutada directamente en la máquina del usuario, sin embargo, por razones de seguridad y para hacer continuas las visitas al sitio, se realizó una serie de módulos para cálculos geodésicos, los cuales se realizan directamente en el servidor, generando resultados confiables al usuario.

Los cálculos realizados en el sitio se dividieron en dos para una mejor localización, por proyecciones y por transformación de coordenadas, estando dentro de cada página las opciones de cálculo directo e inverso.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El prototipo final del sitio ha sido publicado mediante el sub dominio elementoprueba.hol.es/, el cual no permite ser localizado por motores de búsqueda en línea, ya que dispone de un archivo robot.txt, el cual no permite la extracción de información de forma automatizada, teniendo la premisa de ser un prototipo en línea, pero evitando que personas ajenas al trabajo puedan acceder sin conocer la dirección.

La visualización del diagrama final del prototipo puede apreciarse en la figura N°1, donde se detallan las fases de visita sin registro y posterior al inicio de sesión. Para este sitio no fue tomado en cuenta el diseño Responsive, ya que carece de utilidad dentro de plataformas diferentes a las de escritorio, ya que su utilización y descarga no es aplicable a dispositivos móviles y a resoluciones pequeñas.

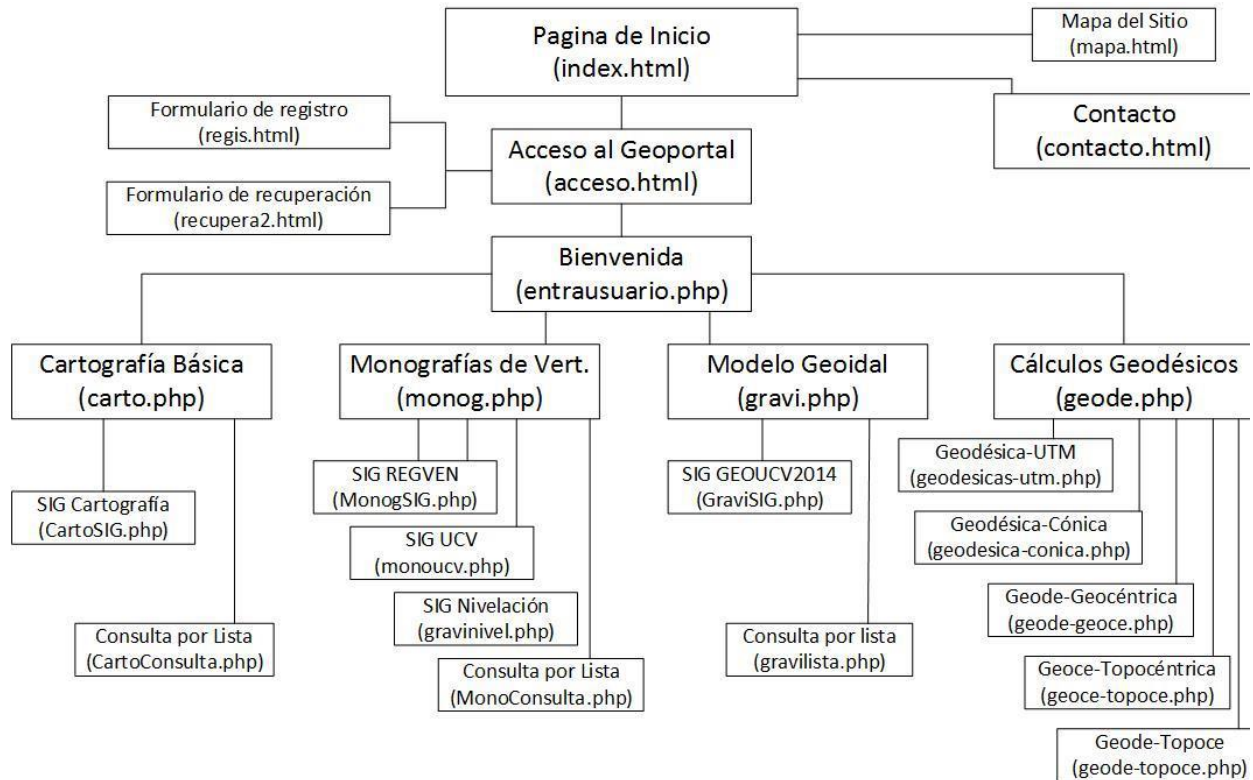


Figura 1. Diagrama del sitio.

Cálculos Geodésicos

Este módulo ha sido diseñado para realizar cálculos geodésicos para proyección y transformación de coordenadas. Inicialmente se tenía prevista la realización únicamente de una aplicación portable para cálculos, sin embargo se toma la decisión de la realización de los cálculos directamente dentro del servidor del sitio, buscando cumplir con las normativas de SEO (Search Engine Optimization), teniendo en cuenta que entre mayor sea el número de visitas al sitio, mayor es su nivel de confianza y popularidad, este aspecto es altamente considerado por los motores de búsqueda actuales, brindando prioridad de búsqueda al sitio donde las estadísticas sean mayores.

Otra de las razones importantes para tener en cuenta en el desarrollo de aplicaciones de cálculo dentro del portal es que se puede llevar a cabo la actualización constante sin generar inconvenientes, ya que la aplicación portable puede requerir constantes actualizaciones y mejoras, las cuales tendrán que ser descargadas oportunamente, sin embargo los cálculos directamente dentro del sitio, presentaran las actualización sin que el usuario requiera su constante descarga.

Para cuantificar y validar los resultados obtenidos mediante los módulos de cálculos se realizaron pruebas individuales con diversos puntos auditables, donde se puede decir que para cálculos de coordenadas planas el resultado más elevado obtuvo 9mm y para cálculos geodésicos de 0,0004'', siendo los valores de tolerancia de 1 cm y 0,001'', lo que indica que son resultados esperados y con buena precisión.

CONCLUSIONES

Mediante este trabajo se construyó un prototipo para un sitio web completamente funcional, donde pueden ejecutarse consultas cartográficas, de puntos de control geodésico, modelos gravimétricos y cálculos geodésicos.

Uno de los aspectos más relevantes del presente proyecto es la consulta mediante elementos gráficos, donde el usuario tiene la opción de observar e interactuar con los elementos de consulta mediante el Sistema de Información Geográfica, siendo una consulta intuitiva y con pocas trabas para personas con conocimientos reducidos acerca del tema geodésico, geográfico o cartográfico. El sistema cuenta con la posibilidad de consultar en el área cartográfica las cartas a escala 1:100.000 del territorio venezolano, las cuales fueron obtenidas directamente de productos generados por el Servicio Autónomo de Geografía y Cartografía Nacional (SAGECAN), teniendo la alternativa de elegir por tres tipos: Georreferenciados en WGS84, Georreferenciados en PSAD56 y sin georreferenciar.

Mediante este Geoportal se logró agrupar la información de puntos de control y referenciación geodésica en un solo lugar, dando la facilidad a usuarios de todo nivel, a encontrar gran parte de la información que hasta ahora se encontraba dispersa en diferentes instituciones.

La información, se compilo y cargó dentro del servidor, donde fue organizada dentro de una base de datos, que funciona como motor para la creación, mantenimiento y futura ampliación del geoportal, lo que indica que el mismo está sustentado dentro del sistema.

Para el área de Modelos Geoidales, se compilo la información del modelo Geoidal GEOUCV2014, obteniendo los datos para la elaboración de la base de datos y generando como productos un Sistema de información Geográfica para consulta de ondulaciones geoidales y un sistema de consulta por listado. Este módulo de consulta presenta grandes beneficios para la comunidad geodésica venezolana, ya que luego de elaborado y presentado el modelo GEOUCV2014, no había un medio digital de divulgación y consulta para el mismo.

La elección de los módulos de cálculos acá planteados se basó en aquellos de mayor demanda en el área en cuanto a cartografía y geodesia, llevando la conversión en sentido directo e inverso de coordenadas Geodésicas a Cartográficas, teniendo presentes la transformación de coordenadas Geodésicas a Universal Transversal Mercator y Geodésicas a Cónicas Conforme. Además se realizaron los módulos de transformación de sistemas coordenados, llevándolos de coordenadas Geodésicas a sistemas Geocéntricos y Topocéntricos.

Cada uno de los módulos de cálculo geodésico contenidos en el sitio web, fueron evaluados de forma sistemática, demostrando dentro del análisis de resultados que los mismos son funcionales y están dentro del rango de tolerancia y exactitud necesario para su utilización de forma confiable y oportuna, cumpliendo de forma consistente con un sistema de procesamiento y cálculo.

Se logró realizar el Geoportal Interactivo en ambiente web, el cual en su totalidad es funcional, amigable, oportuno y veraz, llevándose a prueba de forma directa, ya que está disponible para su

visita mediante el sub dominio elementoprueba.hol.es , teniendo la opción de consulta y descarga de elementos cartográficos y de control geodésico.

Las herramientas utilizadas en el prototipo de Geoportal son interactivas, lo que sirve de guía al usuario en su consulta, representando una ventaja con respecto a otros sitios de búsqueda, contando adicionalmente con la posibilidad de un control auditado de visitas y descargas mediante el uso de la herramienta sesión y la base de datos de usuarios registrados.

Los módulos de transformación han sido puestos a prueba mediante el uso de datos de control, lo que garantiza que los cálculos mantienen valores dentro de la tolerancia establecida, siendo transformaciones consistentes con los requerimientos generales de transformación gracias al uso de la herramienta de doble precisión.

Al generar el prototipo del geoportal se puede indicar que se ofrece una solución a la problemática de consulta y descarga de información geodésica y cartografía validada a nivel nacional, siendo un sistema versátil e interactivo, el cual representa un elemento innovador a nivel nacional, ya que no existe otro trabajo similar, siendo pionero en su área en cuanto a características, validación de información, mantenimiento, auditoria de descargas y operatividad del usuario.

REFERENCIAS

- Arias F. (1999). El Proyecto de Investigación: Guía para su elaboración. Editorial Episteme, Caracas, Venezuela.
- Bravo, D. (2014). Conversión de Coordenadas Cartográficas. Departamento de Ingeniería Geodésica y Agrimensura, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela.
- Castellanos. Y. (2014). Diseño de aplicaciones digitales para el procesamiento de datos geodésicos y cartográficos en ambiente web. Trabajo Especial de Grado, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela.
- Daruiz, A. (2014). Evaluación de modelos gravimétricos del satélite GRACE a partir de datos de mediciones terrestres de gravedad y generación de modelos ajustados para Venezuela. Trabajo Especial de Grado, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela.
- International Association of Oil and Gas Producers (2016). Coordinate Conversions and Transformations including Formulas, Geomatics Guidance Note Number 7, Part 2.
- Martin Asín, F. Geodesia y Cartografía Matemática, (1983). Madrid, España.
- Ramírez, A. (1985). Nivelación y Gravedad. Trabajo Especial de Grado, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela.
- Rivero, D. (2004). Diseño e implantación de un web map server, Caso: Ciudad Universitaria de Caracas. Trabajo Especial de Grado, Universidad Central de Venezuela.
- Silberschats, A; Korth, H; Sudarshan, S (1998). Fundamentos de Bases de Datos, Mc Graw Hill. Estados Unidos.
- Ley de Geografía, Cartografía y Catastro nacional, Gaceta Oficial N° 37.002 de fecha 28 de julio de 2000, Caracas, Venezuela.