

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

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

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela

Por el Br.:

Ríos Rojas, Miguel Roberto

Para optar al Título de

Ingeniero Geodesta

Caracas, 2017

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

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

TUTOR ACADEMICO: Prof. Douglas R. Bravo A.

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela

Por el Br.:

Ríos Rojas, Miguel Roberto

Para optar al Título de
Ingeniero Geodesta

Caracas, 2017

DEDICATORIA:

A mis padres, Néstor y Caridad

A mi novia, Gabba

*Por ser mis pilares y mi fuerza en todo momento, jamás tendré como retribuirles
tanta dedicación y cariño*

AGRADECIMIENTOS:

Es difícil resumir, cuando hay tantos a quienes agradecer, son tantas las personas que han caminado a mi lado y apoyado, tantas experiencias y tantos momentos vividos. Probablemente y de forma injusta, hayan personas que queden por fuera, sin embargo, aunque no aparezcan reflejados directamente en estas palabras, por medio del aprendizaje, gracias a ustedes soy lo que soy actualmente.

Debo empezar agradeciendo a la Universidad Central de Venezuela por ser mi segunda casa, donde en sus aulas, pasillos y jardines han llenado mi mente de conocimientos e ideas, por medio de la academia y las experiencias, hoy puedo decir que mi mente vuela apuntando a lo más alto. Soy simplemente ucevista.

A mis padres biológicos Néstor y Caridad por brindarme cobijo, alimento, amor y una formación ética, moral y ciudadana impecable.

A Gaby, la mujer que ha llenado mi vida con los mejores sentimientos, ideas y siempre brindado su apoyo incondicional, gracias por ser mi más grande y fuerte motor.

A mis tutores y colaboradores, Douglas, Rosa y Yore, gracias por ayudarme a abrir la mente y apoyarme a lograr mis metas, siendo pacientes, sinceros y apuntando siempre a la excelencia.

A mis grandes amigos y futuros colegas, Ruy, José, Anita, Sergio, Keiver, Oriana, Adriana, Moisés, Carlitos, Peluca, Humberto, Gabriela y Helvin.

A la profesora Maritza, que siempre ha estado allí para mí, preocupada y dedicada como una madre.

A todas las generaciones de estudiantes de Ingeniería Geodésica a las que he pertenecido, son muchos, sin embargo todos tienen un lugar especial en mi mente y mi corazón.

A cada uno de los profesores de la facultad de Ingeniería que he tenido la suerte de conocer, gracias por sus conocimientos, consejos y experiencias.

Debo agradecer de forma enorme al personal que trabaja o ha trabajado en el departamento durante mi estadía, al Sr. Alberto Díaz, Xiomara Luna, Iván Guanipa y especialmente a la Sra. Midian Veroes por ser como una madre, siempre estar pendiente de todo y todos.

Muchas gracias a todo aquel que haya brindado su apoyo de una u otra manera, no solo para la elaboración de este trabajo especial, sino durante mi formación académica.

INDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
1. CAPITULO I: FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.2 ALCANCE Y DELIMITACIONES.....	4
1.2 MARCO REFERENCIAL	5
1.3 OBJETIVOS	7
1.3.1 Objetivo General:.....	7
1.3.2 Objetivos Específicos:	7
2 CAPÍTULO II: MARCO TEORICO.....	8
2.1 GEOPORTAL.....	8
2.2 SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA	9
2.3 SISTEMA DE BASES DE DATOS	9
2.3.1 Modelos lógicos basados en objetos	10
2.3.2 Modelo de datos físicos	10
2.3.3 Modelos lógicos basados en registros.....	11
2.4 GEODESIA	11
2.5 CARTOGRAFÍA	12
2.6 SISTEMAS DE REFERENCIA GEODÉSICOS	13
2.6.1 Superficie natural o real.....	13
2.6.2 Superficie matemática	14
2.6.3 Superficie equipotencial.....	15
2.7 PROYECCIONES CARTOGRÁFICAS.....	16
2.7.1 Proyección Plana.....	17

2.7.2	Proyección Cónica.....	17
2.7.3	Proyección Cilíndrica.....	18
2.7.4	Proyección Universal Transversal Mercator	19
2.8	TRANSPORTE DE COORDENADAS.....	20
2.9	HTML	21
2.10	CSS	21
2.11	PHP	22
2.12	JAVASCRIPT.....	23
2.13	LEAFLET	24
2.14	FILEZILLA.....	24
2.15	JAVA.....	25
2.16	NETBEANS.....	25
2.17	NOTEPAD++	26
2.18	MYSQL	26
2.19	QGIS.....	27
2.20	GLOSARIO.....	28
3	CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO	29
3.1	BUSQUEDA, RECOPIACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	29
3.1.1	Monografías de vértice	29
3.1.2	Material cartográfico	30
3.1.3	Modelos Geoidales	30
3.2	ESPECIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE REQUERIMIENTOS.....	31
3.3	PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN DEL PROYECTO	33
3.4	INSTALACIÓN DE SOFTWARES Y PAQUETES INFORMATICOS.....	35

3.4.1	Instalación y configuración de Netbeans	36
3.4.2	Instalación de Notepad++	36
3.4.3	Instalación de gestor de base de datos MySQL	37
3.4.4	Instalación y configuración de QGIS y complementos.....	38
3.4.5	Instalación y configuración de módulo de carga de datos FTP	38
3.5	CONFIGURACIÓN DEL SERVIDOR DE ALOJAMIENTO	39
3.6	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE ELEMENTOS BÁSICOS DEL SITIO WEB 41	
3.6.1	Diseño conceptual del sitio web.....	41
3.6.2	Diseño de Wireframe de sitio web	43
3.6.3	Diseño del entorno grafico del sitio web	43
3.6.4	Desarrollo estructural del sitio web	44
3.7	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LAS BASES DE DATOS	51
3.8	DISEÑO Y DESARROLLO DE APLICACIONES DE TRANSPORTE DE COORDENADAS Y PROYECCIONES	53
3.9	DISEÑO Y DESARROLLO DE APLICACIÓN PORTABLE DE TRANSPORTE DE COORDENADAS	55
3.9.1	Módulo de transporte de Coordenadas Geodésicas a Transversal Mercator	58
3.9.2	Módulo de transporte de coordenadas Geodésicas a Universal Transversal Mercator	58
3.9.3	Módulo de transporte de coordenadas Geodésicas a Cónicas conforme de Lambert	59
3.9.4	Módulo de transporte de coordenadas Geodésicas a Azimutales Oblicua y Ecuatorial	59
3.9.5	Módulo de transporte de coordenadas Geodésicas a Azimutales Polares	59

3.9.6	Modelo de transporte de Coordenadas Geodésicas a Geocéntricas.	60
3.9.7	Módulo de transporte de Coordenadas Geocéntricas a Topocéntricas	60
3.9.8	Módulo de transporte de Coordenadas Geodésicas a Topocéntricas	60
4	CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y ANÁLISIS	61
4.1	SITIO WEB.....	61
4.1.1	Diagrama del sitio	61
4.1.2	Página de inicio	62
4.1.3	Acceso al Geoportal	63
4.1.4	Contacto	64
4.1.5	Página de registro.....	65
4.1.6	Recuperación de usuario y contraseña	67
4.1.7	Mapa del sitio.....	67
4.2	GEOPORTAL.....	68
4.2.1	Cartografía Básica	69
4.2.2	Monografías de Vértice.....	72
4.2.3	Modelo Geoidal GEOUCV2014	78
4.2.4	Cálculos Geodésicos	80
5	CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	104
5.1	CONCLUSIONES.....	104
5.2	RECOMENDACIONES	106
6	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	107

INDICE DE TABLAS

FIGURA N° 1 PROYECCIÓN PLANA	17
FIGURA N° 2 PROYECCIÓN CÓNICA	18
FIGURA N° 3 PROYECCIÓN CILÍNDRICA	18
FIGURA N° 4 PROYECCIÓN UTM	19
FIGURA N° 5 DIAGRAMA INICIAL DEL SITIO	42
FIGURA N° 6 DIAGRAMA BASE DE DATOS USUARIOS.....	52
FIGURA N° 7 DIAGRAMA DE BASE DE DATOS PARA MANEJO DE DATOS GENERALES	53
FIGURA N° 8 DIAGRAMA DE DISEÑO DE APLICACIÓN DE TRANSPORTE DE COORDENADAS	57
FIGURA N° 9 DIAGRAMA DEL SITIO	62
FIGURA N° 10 CAPTURA DE PANTALLA, PÁGINA PRINCIPAL.....	63
FIGURA N° 11 CAPTURA DE PANTALLA, FORMULARIO DE ACCESO.....	64
FIGURA N° 12 CAPTURA DE PANTALLA, PAGINA DE CONTACTO.....	65
FIGURA N° 13 CAPTURA DE PANTALLA, PÁGINA PRINCIPAL.....	66
FIGURA N° 14 CAPTURA DE PANTALLA, BASE DE DATOS USUARIOS.....	66
FIGURA N° 15 CAPTURA DE PANTALLA, RECUPERACIÓN DE DATOS DEL USUARIO.....	67
FIGURA N° 16 CAPTURA DE PANTALLA, MAPA DEL SITIO.....	68
FIGURA N° 17 CAPTURA DE PANTALLA, PAGINA DE ACCESO AL GEOPORTAL.....	69
FIGURA N° 18 CAPTURA DE PANTALLA, PÁGINA CARTOGRAFÍA BÁSICA.....	70
FIGURA N° 19 CAPTURA DE PANTALLA, SIG DE HOJAS, ESCALA 1:100.000.....	71
FIGURA N° 20 CAPTURA DE PANTALLA, RESULTADOS DE CONSULTA POR LISTA, CARTAS DEL ESTADO NUEVA ESPARTA.....	72
FIGURA N° 21 CAPTURA DE PANTALLA, PAGINA DE MONOGRAFÍAS DE VÉRTICE.....	73
FIGURA N° 22 CAPTURA DE PANTALLA, SIG MONOGRAFÍAS DE VÉRTICE REGVEN.....	74
FIGURA N° 23 CAPTURA DE PANTALLA, SIG PARA VÉRTICES UCV.....	75
FIGURA N° 24 CAPTURA DE PANTALLA, SIG PARA REDES DE NIVELACIÓN Y GRAVEDAD.	76
FIGURA N° 25 CAPTURA DE PANTALLA, RESULTADOS DE CONSULTA POR LISTA, RANGO DE COORDENADAS.....	77

FIGURA N° 26 CAPTURA DE PANTALLA, MENÚ DE ACCESO A CONSULTA DEL MODELO GEOIDAL GEOUCV2014.	78
FIGURA N° 27 CAPTURA DE PANTALLA, SIG DE CONSULTA PARA ONDULACIONES GEOIDALES.	79
FIGURA N° 28 CAPTURA DE PANTALLA, RESULTADOS DE CONSULTA POR LISTA, MODELO DE ONDULACIÓN GEOIDAL.	80
FIGURA N° 29 CAPTURA DE PANTALLA, MENÚ DE ACCESO A CÁLCULOS GEODÉSICOS ..	81
FIGURA N° 30 CAPTURA DE PANTALLA, DESCARGA DE APLICACIÓN DE CÁLCULOS GEODÉSICOS PORTABLE	82
FIGURA N° 31 CAPTURA DE PANTALLA, CALCULO DE COORDENADAS UTM, SENTIDO DIRECTO	83
FIGURA N° 32 CAPTURA DE PANTALLA, CALCULO DE COORDENADAS UTM, SENTIDO INVERSO	85
FIGURA N° 33 CAPTURA DE PANTALLA, CALCULO DE COORDENADAS CÓNICAS, SENTIDO DIRECTO.....	87
FIGURA N° 34 CAPTURA DE PANTALLA, CALCULO DE COORDENADAS GEODÉSICAS- CÓNICAS, SENTIDO INVERSO.....	88
FIGURA N° 35 CAPTURA DE PANTALLA, CALCULO DE COORDENADAS GEODÉSICAS- OBLICUAS ECUATORIALES, SENTIDO DIRECTO.....	90
FIGURA N° 36 CAPTURA DE PANTALLA, CALCULO DE COORDENADAS GEODÉSICAS- OBLICUAS, SENTIDO INVERSO	92
FIGURA N° 37 CAPTURA DE PANTALLA, CALCULO DE COORDENADAS GEODÉSICAS- GEOCÉNTRICAS, SENTIDO DIRECTO	94
FIGURA N° 38 CAPTURA DE PANTALLA, CALCULO DE COORDENADAS GEODÉSICAS- GEOCÉNTRICAS, SENTIDO INVERSO.....	95
FIGURA N° 39 CAPTURA DE PANTALLA, CALCULO DE COORDENADAS GEOCÉNTRICAS- TOPOCÉNTRICAS, SENTIDO DIRECTO	97
FIGURA N° 40 CAPTURA DE PANTALLA, CALCULO DE COORDENADAS GEOCÉNTRICAS- TOPOCÉNTRICAS, SENTIDO INVERSO	99
FIGURA N° 41 CAPTURA DE PANTALLA, CALCULO DE COORDENADAS GEODÉSICAS- TOPOCÉNTRICAS, SENTIDO DIRECTO.....	101

FIGURA N° 42 CAPTURA DE PANTALLA, CALCULO DE COORDENADAS GEODÉSICAS- TOPOCÉNTRICAS, SENTIDO INVERSO	103
--	-----

INDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 1 PROYECCIÓN PLANA	17
FIGURA N° 2 PROYECCIÓN CÓNICA	18
FIGURA N° 3 PROYECCIÓN CILÍNDRICA	18
FIGURA N° 4 PROYECCIÓN UTM	19
FIGURA N° 5 DIAGRAMA INICIAL DEL SITIO	42
FIGURA N° 6 DIAGRAMA BASE DE DATOS USUARIOS.....	52
FIGURA N° 7 DIAGRAMA DE BASE DE DATOS PARA MANEJO DE DATOS GENERALES	53
FIGURA N° 8 DIAGRAMA DE DISEÑO DE APLICACIÓN DE TRANSPORTE DE COORDENADAS	57
FIGURA N° 9 DIAGRAMA DEL SITIO	62
FIGURA N° 10 CAPTURA DE PANTALLA, PÁGINA PRINCIPAL.....	63
FIGURA N° 11 CAPTURA DE PANTALLA, FORMULARIO DE ACCESO.....	64
FIGURA N° 12 CAPTURA DE PANTALLA, PAGINA DE CONTACTO.....	65
FIGURA N° 13 CAPTURA DE PANTALLA, PÁGINA PRINCIPAL.....	66
FIGURA N° 14 CAPTURA DE PANTALLA, BASE DE DATOS USUARIOS.....	66
FIGURA N° 15 CAPTURA DE PANTALLA, RECUPERACIÓN DE DATOS DEL USUARIO.....	67
FIGURA N° 16 CAPTURA DE PANTALLA, MAPA DEL SITIO.....	68
FIGURA N° 17 CAPTURA DE PANTALLA, PAGINA DE ACCESO AL GEOPORTAL.....	69
FIGURA N° 18 CAPTURA DE PANTALLA, PÁGINA CARTOGRAFÍA BÁSICA.....	70
FIGURA N° 19 CAPTURA DE PANTALLA, SIG DE HOJAS, ESCALA 1:100.000.....	71
FIGURA N° 20 CAPTURA DE PANTALLA, RESULTADOS DE CONSULTA POR LISTA, CARTAS DEL ESTADO NUEVA ESPARTA.....	72
FIGURA N° 21 CAPTURA DE PANTALLA, PAGINA DE MONOGRAFÍAS DE VÉRTICE.....	73
FIGURA N° 22 CAPTURA DE PANTALLA, SIG MONOGRAFÍAS DE VÉRTICE REGVEN.....	74
FIGURA N° 23 CAPTURA DE PANTALLA, SIG PARA VÉRTICES UCV.....	75
FIGURA N° 24 CAPTURA DE PANTALLA, SIG PARA REDES DE NIVELACIÓN Y GRAVEDAD.	76
FIGURA N° 25 CAPTURA DE PANTALLA, RESULTADOS DE CONSULTA POR LISTA, RANGO DE COORDENADAS.....	77

FIGURA N° 26 CAPTURA DE PANTALLA, MENÚ DE ACCESO A CONSULTA DEL MODELO GEOIDAL GEOUCV2014.	78
FIGURA N° 27 CAPTURA DE PANTALLA, SIG DE CONSULTA PARA ONDULACIONES GEOIDALES.	79
FIGURA N° 28 CAPTURA DE PANTALLA, RESULTADOS DE CONSULTA POR LISTA, MODELO DE ONDULACIÓN GEOIDAL.	80
FIGURA N° 29 CAPTURA DE PANTALLA, MENÚ DE ACCESO A CÁLCULOS GEODÉSICOS ..	81
FIGURA N° 30 CAPTURA DE PANTALLA, DESCARGA DE APLICACIÓN DE CÁLCULOS GEODÉSICOS PORTABLE	82
FIGURA N° 31 CAPTURA DE PANTALLA, CALCULO DE COORDENADAS UTM, SENTIDO DIRECTO	83
FIGURA N° 32 CAPTURA DE PANTALLA, CALCULO DE COORDENADAS UTM, SENTIDO INVERSO	85
FIGURA N° 33 CAPTURA DE PANTALLA, CALCULO DE COORDENADAS CÓNICAS, SENTIDO DIRECTO.....	87
FIGURA N° 34 CAPTURA DE PANTALLA, CALCULO DE COORDENADAS GEODÉSICAS- CÓNICAS, SENTIDO INVERSO.....	88
FIGURA N° 35 CAPTURA DE PANTALLA, CALCULO DE COORDENADAS GEODÉSICAS- OBLICUAS ECUATORIALES, SENTIDO DIRECTO.....	90
FIGURA N° 36 CAPTURA DE PANTALLA, CALCULO DE COORDENADAS GEODÉSICAS- OBLICUAS, SENTIDO INVERSO	92
FIGURA N° 37 CAPTURA DE PANTALLA, CALCULO DE COORDENADAS GEODÉSICAS- GEOCÉNTRICAS, SENTIDO DIRECTO	94
FIGURA N° 38 CAPTURA DE PANTALLA, CALCULO DE COORDENADAS GEODÉSICAS- GEOCÉNTRICAS, SENTIDO INVERSO.....	95
FIGURA N° 39 CAPTURA DE PANTALLA, CALCULO DE COORDENADAS GEOCÉNTRICAS- TOPOCÉNTRICAS, SENTIDO DIRECTO	97
FIGURA N° 40 CAPTURA DE PANTALLA, CALCULO DE COORDENADAS GEOCÉNTRICAS- TOPOCÉNTRICAS, SENTIDO INVERSO	99
FIGURA N° 41 CAPTURA DE PANTALLA, CALCULO DE COORDENADAS GEODÉSICAS- TOPOCÉNTRICAS, SENTIDO DIRECTO.....	101

FIGURA N° 42 CAPTURA DE PANTALLA, CALCULO DE COORDENADAS GEODÉSICAS-
TOPOCÉNTRICAS, SENTIDO INVERSO 103

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 especial de grado busca diseñar un geoportal web interactivo, basado en sistemas de búsqueda interactivo y amigable, que apoyen 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.

1. CAPITULO I: FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Gracias al crecimiento exponencial de la tecnología, la búsqueda, consulta y utilización de la información se ha vuelto cada vez más específica, lo cual sin duda alguna optimiza los procesos de trabajo en cualquier área. La premisa de encontrar la información que se desea de forma veraz, objetiva y oportuna es quizás uno de los factores que rigen hoy en día la web.

En Venezuela, el ente encargado de normar, actualizar y ofrecer el material cartográfico es el Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar, el cual posee los datos cartográficos y geodésicos del país bajo parámetros oficiales y certificación legal. Mediante su sitio web y algunos geoportales realizados por sus entes adscritos, el instituto ofrece al público general y técnico especializado una colección de manejo público de mapas, cartas y monografías, sin embargo, se puede decir que las consultas carecen de interacción simple y en muchos casos no permitiendo ser descargados, en otros casos el cubrimiento total del catálogo es limitado y manejan procedimientos engorrosos para su obtención, lo que deja fuera de la idea la obtención de los productos de forma oportuna y en muchos casos objetiva.

Otro caso presente en la cartografía de manejo público disponible, es el cambio de marco de referencia planteado dentro de la ley, ya que mucho del que se encuentra disponible para su descarga y consulta, presenta georreferenciación bajo un datum diferente al exigido por la ley actual (Ley de Geografía, Cartografía y Catastro, 1999), dejando al usuario con material referido a otro sistema.

Actualmente en Venezuela se puede decir que existe una carencia general a la hora de la consulta de información oportuna de datos y productos cartográficos o geodésicos de calidad, lo que puede llevar a usuarios a pasar largo procesos para la obtención, teniendo una pérdida de tiempo considerable e implicar gasto y transporte.

La idea del manejo, consulta y descarga de información de calidad en forma sencilla y oportuna es quizás uno de los criterios básicos en el desarrollo tecnológico actual, disminuir el tiempo de búsqueda, facilitar los procesos y mejorar la calidad de los resultados es la finalidad del desarrollo. Por lo que la búsqueda y obtención de datos cartográficos de forma puntual, sencilla, interactiva y llevando un control auditable de sus usuarios debe ser la meta en todo sistema que provea de información al público y con mayores razones al contar con gran cantidad de herramientas.

Para mitigar las carencias a la hora de la consulta de información cartográfica base y geodesia se propone el diseño de un geoportal interactivo, donde pueda ser consultada y descargada información de calidad, en forma oportuna, realizando consultas sencillas, siempre teniendo la oportunidad del control auditable de entradas y consultas.

1.2 ALCANCE Y DELIMITACIONES

Generalizando las diversas problemáticas acá planteadas, se puede exponer la falta de información geodésica y cartográfica certificada, rápida, oportuna y de libre acceso, situación que genera inconvenientes al público general y especializado.

El contenido de un geoportal interactivo puede ser muy diverso en cuanto a temática e índole, lo ideal para el diseño e implementación del material contenido en el mismo.

Para el presente Trabajo Especial de Grado se tomará en cuenta la cartografía básica existente y de libre manejo para la fecha, a una escala de 1:100.000, las de monografías vértice publicadas en el sitio oficial del IGVS B para el mes de noviembre de 2016.

La información de modelos geoidales fue obtenida del TEG de la Ingeniera Adriana Daruiz (2014), mediante el modelo GEOUCV2014, teniendo un cubrimiento de 0° a $12^{\circ} 4' 32''09$ para la latitud y de $-74^{\circ}44'32''73$ a $-59^{\circ}44'32''94$ de longitud.

1.2 MARCO REFERENCIAL

Para la elaboración de este TEG se realizaron consultas ampliamente diversas, especialmente en trabajos de grado anteriores enfocados en áreas como Geomática, Cartografía, aplicaciones digitales y Modelos Gravimétricos, los cuales sirvieron de gran apoyo, ya que aportan de forma abierta de muchas formas a la investigación realizada.

Actualmente son pocos los trabajos en general enfocados directamente en la elaboración de Geoportales de consulta y manejo de información, sin embargo, como se mencionó anteriormente, otros trabajos presentan gran aporte teórico en diversos módulos.

Entre los trabajos consultados referencialmente, se encuentran tres realizados por egresados de la Universidad Central de Venezuela, para obtener su título como ingenieros Geodestas, entre los cuales son:

- *“Diseño e implantación de un webmap server: Caso Ciudad Universitaria de Caracas”*. Ingeniero Diomar Rivero, año 2004.

En este trabajo se plantea y desarrolla la creación de un servidor de mapas vía web, así como de metadatos geoespaciales para la Ciudad Universitaria de Caracas, utilizando la aplicación del método promovido por la Infraestructura Global de Datos Espaciales.

- *“Evaluación de los modelos gravimétricos del satélite GRACE a partir de datos de mediciones terrestres de gravedad y generación de modelos ajustados para Venezuela”*. Ingeniero Adriana Daruiz, año 2014.

Este trabajo especial genera una gran importancia, ya que además de evaluar el modelo gravimétrico GGM02, se generaron para Venezuela modelos locales, expuestos con rangos de 30, 15 y 10 minutos, para la generación de grillas en coordenadas geodésicas.

- “*Diseño de aplicaciones digitales para el procesamiento de datos geodésicos y cartográficos en ambiente web*”. Ingeniero Yoreyma Castellanos, año 2014.

El objetivo de este trabajo fue diseñar aplicaciones digitales para el procesamiento de datos geodésicos y cartográficos en ambiente web, el mismo fue trabajado en código abierto y fue enfocado en tres áreas principales, la Geodesia Matemática, Cartografía y Fotogrametría.

- “*Manuales Geoportal Instituto Geográfico Militar Ecuador*”. Instituto Geográfico Militar de Ecuador, año 2013.

El IGM de Ecuador, elaboro en el año 2013 un geoportal interactivo con diversa información de interés para el país, el mismo presenta gran importancia debido a que en su mayoría fue diseñado y actualmente opera bajo plataformas de código abierto. Estos manuales explican de forma básica y puntual el funcionamiento de varias de sus herramientas.

- “*Coordinate Conversions and Transformations Including Formulas*”, Geomatics Guidance Note Number 7, part 2. Publicado por International Association of Oil and Gas Producers (OGP) en el año 2016.

Este documento proporciona un resumen completa de cálculo y transporte de coordenadas para proyecciones cartográficas, así como una serie de ejemplos prácticos.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General:

Diseñar un repositorio web interactivo de información cartográfica y elementos de control geodésico utilizando las tecnologías de información y comunicación.

1.3.2 Objetivos Específicos:

- Validar la información en forma sistemática, para la creación de la base de datos cartográfica y geodésica del portal web
- Compilar la información de modelos y redes para cálculos gravimétricos y evaluación de modelos nacionales y locales.
- Desarrollar el sistema de información geográfica como fuente de ubicación espacial relativa y descarga de elementos de control geodésico para la Ciudad Universitaria de Caracas y otras zonas de Venezuela.
- Elaborar las aplicaciones para cálculo geodésico.
- Diseñar un portal web interactivo para la búsqueda, visualización y descarga de elementos validados,

2 CAPÍTULO II: MARCO TEORICO

En este capítulo se explicaran los fundamentos teóricos que afianzan la base de este Trabajo Especial de Grado.

2.1 GEOPORTAL

Por definición se puede decir que un Geoportál es un sitio web que ofrece a diversos usuarios información, servicios y recursos basados en geo posicionamiento. Para su consulta es necesario disponer de servicios multimedia y en la mayoría de los casos, acceso a la internet.

Los Geoportales ofrecen grandes ventajas básicas, de las cuales se pueden destacar:

- No requieren de instalaciones, pues los mismos están diseñados para ejecutarse dentro del navegador web, por lo tanto se garantiza su operatividad en diferentes sistemas.
- Es sencillo de utilizar, la idea de todos los diseños web es ser agradables, útiles, intuitivos y sencillos, por lo que el usuario promedio no necesita de mayor preparación para su consulta e interacción, teniendo una experiencia interactiva con el sistema.
- No ocupa mayor espacio en la memoria del computador, sabemos que todas las aplicaciones que se ejecuten en el computador requieren de espacio en el disco o en la memoria, sin embargo, la mayoría de los geoportales están diseñados para que las consultas se ejecuten directamente en los servidores, respondiendo al usuario de forma oportuna y consumiendo un mínimo de recursos.

2.2 SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

También conocidos por sus siglas SIG o en inglés por GIS, es un conjunto de elementos que integran, almacenan, organizan y manipulan datos de índole geoespacial con la intención de presentar datos de forma oportuna e interactiva a usuarios con diversos niveles técnicos, relacionando directamente información de casi cualquier tipo con una posición espacial basada en cartografía básica.

Actualmente los SIG apoyan una amplia gama de proyectos, esto debido a la facilidad de planificación basada en datos geo estadísticos, abarcando gran cantidad de posibilidades de diseño y manejo de la información por usuarios con diversos niveles de preparación en múltiples áreas.

Para el diseño y desarrollo de un SIG es necesario contar con una base de datos robusta, de la cual se obtiene la información espacial y sus atributos, permitiendo realizar un manejo por capas, lo que permite un mayor y mejor manejo de la información, teniendo la capacidad de intersectar datos y hacer invisibles las capas para una mejor visualización.

Para el manejo de datos dentro de este tipo de sistemas es necesaria la utilización de capas de información raster y vectorial, en las cuales posteriormente son cargados los atributos necesarios para darle forma al sistema. Las capas vectoriales pueden ser elaboradas mediante herramientas CAD permitiendo ser visualizadas por puntos y polígonos, mientras que las capas raster puede darse mediante cartas y mapas georreferenciados, imágenes satelitales o incluso mediante elementos WMS, obtenidos con enlaces en tiempo real de sitios web.

2.3 SISTEMA DE BASES DE DATOS

Es un conjunto de datos organizados de forma sistemática, el cual tiene la finalidad de almacenar con seguridad la información, realizar consultas de forma práctica y eficiente, y permitir actualizaciones sin requerir modificaciones en la estructura de programas y aplicaciones.

“Un sistema de gestión de bases de datos consiste en una colección de datos interrelacionados y un conjunto de programas para acceder a dichos datos. La colección de datos normalmente denominada base de datos, contiene información acerca de una empresa particular” (Korth, Sudarshan y Silberschatz, 1998).

No todas las bases de datos son iguales, por lo cual es necesaria su clasificación por tipos y criterios, dividiéndose por modelos de datos:

2.3.1 Modelos lógicos basados en objetos

2.3.1.1 Modelo entidad-relación

También conocido por sus siglas E-R, donde puede verse representada la realidad a través de entidades, las cuales pueden distinguirse como objetos de entre otros mediante a sus características.

Si se llevase este modelo a la realidad, podrían definirse a las entidades como un “objeto” o una “cosa”, por lo cual dependiendo de sus características puede diferenciarse de otros, la relación en cambio se mantiene de manera similar en los modelos y la realidad, siendo esta la relación o ligadura que puede existir entre los objetos.

2.3.1.2 Modelo orientado a objetos

Al igual que el modelo entidad-relación, su basamento es el mismo, donde un objeto es capaz de tener características por el cual pueden definirse, sin embargo, dentro de cada objeto existen métodos o fragmentos de código.

Los objetos que poseen los mismos valores y métodos son agrupados en clases, esta combinación de datos y métodos es similar a la utilizada por los lenguajes de programación de alto nivel.

2.3.2 Modelo de datos físicos

Son utilizados para describir datos en un nivel muy bajo, en contraste con los modelos lógicos basados en objetos, existen pocos modelos, de los cuales son destacables el modelo de unificación y el modelo de memoria por marcos.

2.3.3 Modelos lógicos basados en registros

2.3.3.1 Modelo relacional

Dentro de este modelo se trabaja por conjuntos de datos y atributos, manteniendo diferentes tablas relacionadas para su manejo y consulta mediante la unión de datos de igual valor o rango, teniendo independencia de las tablas, pero relación directa para su manejo y consulta.

2.3.3.2 Modelo de red

Este modelo es al igual que el relacional una colección de datos organizados en tablas, pero presentan la particularidad de hipervínculos o enlaces que re direccionan al contenido. Este modelo es de gran utilidad para el manejo de archivos multimedia, ya que no todos los sistemas de base de datos son capaces de funcionar de forma adecuada con gran volumen de datos en archivos.

2.3.3.3 Modelo jerárquico

El modelo jerárquico funciona con elementos muy similares a los de red y relacional, colocando tablas relacionadas y enlaces, sin embargo, poseen una relación de dependencia estructurada de forma diferente, llevando una organización en forma de árbol, donde un elemento puede depender de otras por encima.

2.4 GEODESIA

La geodesia es sin duda alguna una de las ciencias aplicadas más antiguas, pero en sus inicios no fue vista bajo el compendio de actividades que hoy en día realiza. Etimológicamente se puede hablar del termino griego *Geodaisa*, donde desglosando Geo significa tierra y daio es dividir, por lo puede expresarse como dividir tierra. Esto se debe a que inicialmente la geodesia surgió de la necesidad de realizar divisiones precisas de predios.

Actualmente la geodesia engloba una serie de actividades y realiza estudios de gran precisión para definir la forma de la tierra, posicionamiento preciso de diversos elementos sobre su superficie y su campo gravitatorio. Fernando Martin Asín

describe en su libro Geodesia y Cartografía Matemática, *“La Geodesia es la ciencia que estudia la forma y dimensiones de la tierra, comenzando por hacer determinadas hipótesis, las cuales sirven a su vez para realizar nuevas medidas”*.

Según la Real Academia Española de la lengua (RAE), *“la geodesia es la ciencia matemática que tiene por objeto determinar la figura y magnitud del globo terrestre o de gran parte de él, y construir los mapas correspondientes”*. Sin embargo, es necesario complementar esta definición con algunos otros elementos, ya que la geodesia abarca otros estudios de vital importancia, como lo son la magnitud del campo gravitatorio terrestre con respecto al tiempo y la elaboración de modelos matemáticos para mediciones y posicionamiento terrestre.

Para darle más amplitud al concepto de lo que es la geodesia, suele definirse mediante dos variantes, según el concepto clásico, Friedrich Robert Helmert (1880), *“la geodesia es la ciencia de medir y cartografiar la superficie terrestre”*.

Para el año de 1973 el Consejo de Investigación Nacional de Canadá (NRC) define a la Geodesia *“la disciplina que trata de las mediciones y representaciones de la tierra, incluyendo su campo de gravedad, en un espacio tridimensional que varía con el tiempo”*.

Cualquiera de las definiciones descritas anteriormente es totalmente válida, sin embargo, dependerá del grado de profundidad que requiera su estudio y el nivel de entendimiento y formación profesional personal.

2.5 CARTOGRAFÍA

Para definir el concepto de cartografía es necesario describir el significado etimológico de la palabra, la misma viene del griego chartesgraphein, que descomponiéndola se precisan como chartes=Mapa y graphein=Escrito, lo que podría unirse en decir que la cartografía es un mapa escrito.

La cartografía se define como la ciencia encargada de recolectar datos mediante a capturas puntuales o masivas, para procesar, analizar, caracterizar y describir

mediante elementos gráficos y matemáticos áreas de un territorio determinado. El producto de la cartografía es la representación plana del elipsoide o de la esfera, llevando una correspondencia matemática de los puntos planos correspondientes a las superficies analizadas.

Es importante destacar que las superficies matemáticas de la esfera y el elipsoide no son desarrollables de forma plana, por lo que es necesaria su proyección cartográfica.

2.6 SISTEMAS DE REFERENCIA GEODÉSICOS

Para realizar mediciones de cualquier índole, es necesario siempre partir de un origen, tener una referencia clara de la medición expresada, de donde surge, a cuanto equivale, a donde lleva, por lo que es necesario en cualquier tipo de expresión cuantitativa un sistema de referencia.

En el caso de la geodesia es completamente necesaria la utilización de diferentes sistemas de referencia, todo dependiendo de la magnitud o magnitudes a expresar. Particularmente para dar una mejor descripción cuantitativa y cualitativa, se plantea la superficie de referencia.

Las superficies de referencia para la geodesia parten de una consideración de ser un cuerpo rígido, y son utilizadas para cuantificar y describir su forma, sin embargo, es necesario el planteamiento de tres tipos de superficie para poder cubrir varios campos de investigación.

2.6.1 Superficie natural o real

La misma está formada por el terreno superficial por encima de la línea costera en un momento de tiempo determinado, lo que puede considerarse aproximadamente un 27% del planeta y la superficie de los fondos oceánicos, sin embargo, debido a los múltiples accidentes topográficos, esta superficie es complicada para su manejo matemático.

2.6.2 Superficie matemática

Para poder expresar la configuración real de la tierra en forma abstracta se utilizan las superficies matemáticas, las cuales tienen la posibilidad de ser desarrolladas mediante ecuaciones. Las superficies matemáticas utilizadas son:

2.6.2.1 La esfera

Es la superficie más simple para describir la forma terrestre, a pesar de no poseer la mejor similitud a su forma real, sus ecuaciones permiten un desarrollo sencillo y puntual, teniendo un centro coincidente con el de la tierra, es utilizado por ciencias como la geografía para posicionarse mediante coordenadas sobre la superficie terrestre.

2.6.2.2 El teluroide

El mismo no posee un significado físico, es utilizado como superficie de referencia para las alturas, ya que se caracteriza por que la diferencia de altura entre un punto de la superficie real con respecto a la altura geoidal se aproxima bastante a la que existe entre el elipsoide medio geocéntrico y la superficie real. Por lo tanto el teluroide es utilizado como superficie de referencia para la altura en modelos globales.

2.6.2.3 El elipsoide biaxial

Esta superficie es utilizada comúnmente y debe su nombre a que posee dos ejes diferentes, estando el menor en la dirección al polo y paralelo al plano ecuatorial su eje mayor. Este tipo de superficie es la más usada para estudios y mediciones geodésicas, no obstante, muchos de los elipsoides no se adaptan de la mejor forma a todo el planeta, por lo que es necesario el desarrollo de diferentes versiones para trabajar por zonas.

2.6.2.4 El elipsoide triaxial

Al igual que el elipsoide biaxial, se busca mediante una superficie matemática aproximarse de la mejor forma a la superficie real de la tierra, sin embargo, en este caso se dispone de tres ejes diferentes, teniendo el eje menor en la dirección del eje polar inercial de la tierra, mientras que los ejes grande y meridiano se encuentran en el plano ecuatorial.

Esta superficie tiene una excelente aproximación a la superficie equipotencial de la tierra, por lo que es ampliamente utilizada en trabajos, mediciones e investigaciones científicas. Sin embargo, debido a que el achatamiento del planeta es mayor en los polos, es más sencillo la utilización del elipsoide biaxial, ubicando sus ejes dentro del plano ecuatorial, a pesar que su forma se adapta de menor forma al geoide, es mayormente utilizado el biaxial para cálculos geodésicos.

2.6.3 Superficie equipotencial

Esta superficie tiene un significado físico, teniendo en toda su extensión el mismo campo gravitatorio. Su recorrido está dado por la extensión aproximada del nivel medio del mar, sobre continentes y cuerpos de agua. Las superficies equipotenciales usadas son:

2.6.3.1 Geoide

Es una superficie global de referencia para alturas llevadas al datum del nivel medio del mar, no posee una forma uniforme definida, ya que la misma corresponde a una prolongación imaginaria de los niveles medio del mar sobre los continentes en un instante determinado, tomando como base que los océanos fuesen homogéneos y no tuviesen efectos dinámicos como vientos, corrientes y mareas.

Según estudios realizados por el observatorio de Bidstone (Inglaterra), quien es el ente encargado de recolectar los datos relativos al nivel medio del mar, las diferencias entre el nivel medio del mar y el geoide esta entre 1 y 3 metros, llegando a la conclusión de que si la tierra no tuviese desniveles abruptos y su densidad fuese homogénea, el geoide sería un elipsoide achatado en los polos y centrado en el centro de masa de la tierra.

Diversos estudios indican que donde hay deficiencia de la masa, el geoide se encuentra por encima del elipsoide medio, y donde existe un exceso, se puede decir que el geoide está ubicado por encima del elipsoide medio. Esta diferencia que coincide con la línea de la vertical es conocida como ondulación geoidal.

Uno de los intereses mayores que se tiene sobre el geoide se debe principalmente a que la línea de la vertical local en cualquier punto de la superficie natural, es perpendicular al geoide, caso que no se mantiene de igual forma en el elipsoide, por lo que es completamente necesario conocer la desviación de la vertical para llevar las mediciones en la superficie natural al elipsoide.

2.6.3.2 Cogeoides

Esta superficie es también conocida como el geoide compensado (Compensated Geoide), donde se parte de que las masas exteriores al geoide han sido desplazadas en sentido este. Este cálculo es realizado con la reducción de los valores de gravedad medidos.

2.7 PROYECCIONES CARTOGRÁFICAS

Como se ha discutido ampliamente, una de las problemáticas de la forma de la tierra es su representación gráfica simple, ya que resulta complicado su desarrollo completo en superficies planas para un mejor manejo, de esta necesidad nace la proyección cartográfica.

La proyección cartográfica no es más que una representación plana realizada mediante transformaciones matemáticas para establecer una relación directa, puntual y ordenada entre la superficie terrestre y una superficie plana.

Las coordenadas utilizadas en la superficie terrestre (Latitud y Longitud), pueden ser transformadas en coordenadas rectangulares cartesianas ("X" y "Y"), lo cual representa un elemento de gran ayuda al momento del manejo y observación de los elementos de la carta.

Dependiendo del tipo y la naturaleza de la proyección es necesario destacar que poseen diversas características, que son defendidas de la siguiente manera:

- **Proyección Equidistante:** se considera que mantiene la distancia, pero a medida que se aleje del centro de proyección, este se deformará.

- **Proyección Equivalente:** Es capaz de conservar las áreas, al igual que la equidistante, a medida que se aleje del punto central de proyección, su deformación es mayor.
- **Proyección Conforme:** esta propiedad conserva la forma en la que son proyectadas las zonas, manteniendo los ángulos entre dos o más puntos.
- **Proyección Afiláctica:** No conserva ninguna de las propiedades anteriores, sin embargo, es de utilidad en algunos casos

Dependiendo del área a proyectar y su utilización, es necesario estudiar qué tipo de superficie de orientación es la más conveniente, las proyecciones son clasificadas de acuerdo a la superficie y la orientación de las mismas, por lo que se pueden describir básicamente tres tipos:

2.7.1 Proyección Plana

La misma es construida a partir de un plano que puede resultar secante o tangente, siendo más utilizada la segunda. Dependiendo de la zona del planeta a proyectar, estas pueden ser polar, oblicua o ecuatorial.

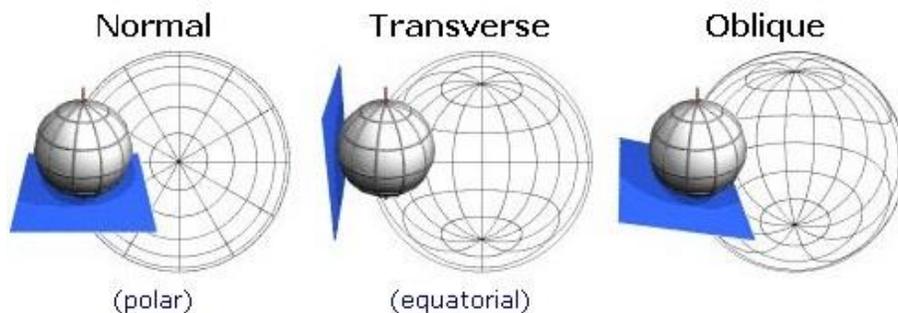


Figura N° 1 Proyección Plana

Fuente: <http://www.catalonia.org>

2.7.2 Proyección Cónica

Realizada mediante un cono, al igual que la proyección plana, la superficie puede ser tangente o secante. Es utilizada debido a que el cono puede ser desarrollado de forma plana con una complejidad bastante baja.

Entre sus características principales se puede hablar de que las líneas de meridiano tienden a juntarse y los paralelos se pueden observar de forma curvada, esto debido a la geometría de la superficie desarrollada. Esta proyección es recomendada para latitudes medias y puede considerarse como la zona de menor deformación, al paralelo que tenga mayor corte con la superficie.



Figura N° 2 Proyección Cónica

Fuente: <http://www.catalonia.org>

2.7.3 Proyección Cilíndrica

Construida a partir de un cilindro, teniendo la particularidad de considerarse a los meridianos y paralelos casi rectos. Esta proyección tiene variaciones dependiendo de la posición de corte o tangencia del cilindro con la superficie o al elipsoide.

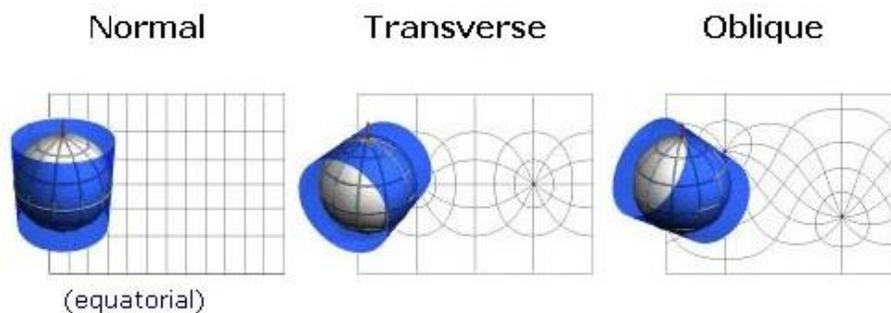


Figura N° 3 Proyección Cilíndrica

Fuente: <http://www.catalonia.org>

2.7.4 Proyección Universal Transversal Mercator

También conocida como UTM, es un caso particular de la proyección cilíndrica, donde se utiliza para proyectar un cilindro secante al elipsoide de forma transversal, teniendo coincidencia su eje con el plano ecuatorial.

Para disminuir deformaciones dependiendo de la zona de estudio, se divide en husos, los cuales poseen un ancho de 6° en longitud, tomando un meridiano central para su origen local.

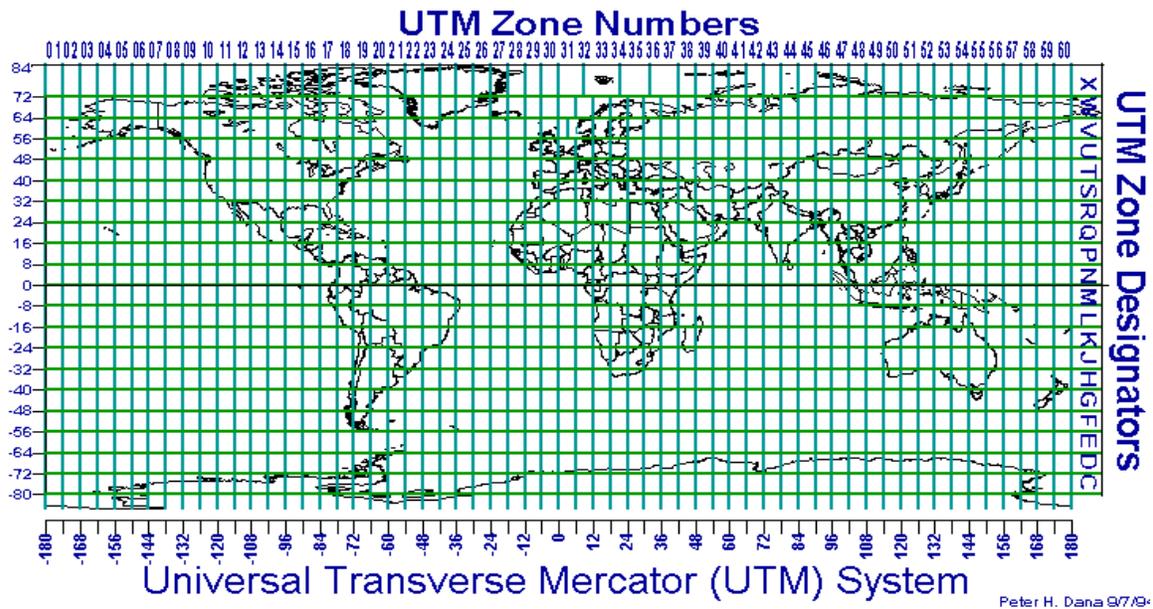


Figura N° 4 Proyección UTM

Fuente: <http://www.jaworsky.ca>

Las coordenadas UTM al ser representadas en un plano, son expresadas de forma rectangular en metros, teniendo como ejes coordenadas “Norte” para las ordenadas y “Este” para las abscisas. El origen de las coordenadas Norte vendrán dado mediante la línea del ecuador, teniendo para el hemisferio norte un valor de 0 metros en su origen, incrementándose de sur a norte, mientras que las coordenadas dentro del hemisferio sur vendrán dadas por la misma línea ecuatorial, pero su origen será 10.000.000 metros, esto con la intención de evitar el uso de coordenadas negativas.

Para los valores de Este, el origen de coordenadas vendrá dado por el meridiano central, cuyo valor origen será de 500.000 metros. Es importante destacar que siempre que se expresen coordenadas UTM es necesario indicar a que huso se encuentra referido, esto para evitar ambigüedades, ya que es posible tener una misma coordenada en diferentes husos.

2.8 TRANSPORTE DE COORDENADAS

Por diferentes razones, el llevar elementos de un sistema B a otro sistema A, es necesario, mediante modelos y operaciones matemáticas es posible. Esta metodología es compatible con prácticamente cualquier sistema con características similares, donde deben conocerse las relaciones espaciales y matemáticas para su virtual transformación.

Para muchas personas el transporte y la transformación de coordenadas resultan sinónimos, sin embargo, es necesario aclarar que el transporte de coordenadas es lograr llevar una coordenada de un sistema a otro, teniendo la posibilidad de regresar al sistema de origen sin pérdidas o cambios significantes, por lo que se puede decir que no debe haber variación con ir de “A” a “B” y posteriormente ir de “B” a “A”. Llevándolo a términos más puntuales, el transporte de un sistema “A” a un sistema “B” se puede describir como transporte Directo, mientras que la operación desde un sistema “B” a uno “A” se puede denominar Inverso.

Dependiendo del tipo de transporte que se requiera, es necesario seguir diversas metodologías, buscando obtener una solución concreta para el transporte Directo e Inverso, lo cual es ampliamente descrito por diversos autores, siendo como la principal fuente de referencia para este trabajo el material emitido por la IOGP para septiembre del año 2016, titulado “Geomatics Guidance Note 7, part 2, Coordinate Conversions & Transformations including Formulas”. Material que puede ser consultado y descargado de forma gratuita desde el sitio web de European Petroleum Survey Group (<http://www.epsg.org/guidancenotes.aspx>).

2.9 HTML

Es un lenguaje de marcado de etiquetas diseñado por Tim Berners Lee en el año 1991, su función básica ha sido el desarrollo de páginas web. Gracias a su versatilidad, simplicidad y fácil aprendizaje, este lenguaje ha marcado un hito en el desarrollo web.

Sus siglas en inglés definen perfectamente su funcionamiento Hiper Text Markup Language (Lenguaje de marcado de hipertexto), ya que HTML se basa en el marcado de etiquetas, las cuales son capaces de definir elementos anidados de forma bastante básica, por lo que su simplicidad al momento de ser procesado su código, brinda una optimización de recursos al momento de su ejecución y presentación al usuario.

Gracias al auge de las páginas web a mediados de los años 90, HTML y su casa matriz World Wide Web Consortium, se han dedicado al desarrollo de mejoras a las versiones del lenguaje, teniendo para la fecha su versión 5.

A pesar de que HTML no es considerado un lenguaje de programación, su equipo desarrollador ha tenido la visión de una fácil interacción con otros lenguajes considerados de alto nivel, lo que optimiza páginas y procesos, teniendo en cuenta las necesidades diversas de usuarios y desarrolladores.

2.10 CSS

Para definir el estilo de las páginas web era necesario inicialmente la inserción de atributos dentro de las etiquetas, lo cual llegaba a resultar para el desarrollador un proceso un poco engorroso, ya que el código básico de una etiqueta HTML podía pasar a ser varias líneas más, lo que hacía el código menos agradable a la vista y llegando a ser complejo al momento de la realización de cambios y correcciones en el mismo, eso sin contar que era necesario repetir código al momento de replicar el estilo en otra etiqueta.

En programación y desarrollo de código, cada línea generada es consumo de recursos para la máquina que lo ejecute, por lo que la automatización y

simplificación de su contenido es necesaria, mediante esta necesidad nace CSS, que por sus siglas en ingles Cascade Style Sheets (Hojas de estilo en cascada), representa una solución a la colocación directa de estilos dentro de las etiquetas en HTML.

Hoy en día, hablar de HTML no se concibe sin hacerlo de CSS, ya que en las versiones actuales para el desarrollo web, se genera el contenido mediante el uso de etiquetas en HTML y su estilo es definido mediante un archivo CSS enlazado.

La versión más actualizada para la fecha, es el CSS3, la misma cuenta con diversos elementos de gráficos, pudiendo manejar resultados por clases, objetos e incluso realizar animaciones complejas, por lo que el código HTML solamente necesita indicar el contenido y la clase de la etiqueta, mientras CSS genera el aspecto, posición y animación del contenido, generando sitios web visualmente atractivos.

2.11 PHP

Es un lenguaje de programación diseñado en el año de 1994 por Rasmus Lerdorf para el desarrollo web. El mismo ha sido concebido para su ejecución en servidores, brindando solo las respuestas a cliente, de forma directa y recibiendo el resultado sin conocer ni importar el contenido del código ejecutado.

PHP es el acrónimo de Hypertext Pre Processor (Pre procesador de hipertexto), y tiene la ventaja de poder ser ejecutado de forma directa e independiente o simplemente incrustado dentro de código HTML.

Otra de las ventajas de PHP con respecto a HTML es sin duda el manejo de variables numéricas, cadenas, booleanas e incluso presentar conexión a bases de datos, por lo que es considerado un lenguaje bastante versátil.

Es necesario destacar que PHP es un lenguaje de código abierto, por lo que puede ser desarrollado y ejecutado por diversos sistemas, de forma gratuita y con aporte de usuarios especializados.

Actualmente PHP está en su versión 7.0, sin embargo por razones de compatibilidad, la mayoría de los servidores funcionan con las versiones 5.6 y 5.7, esto debido a que los cambios de comandos son bastante abruptos, por lo que migrar de una versión a otra, regularmente significa el rediseño y redesarrollo del sitio web.

2.12 JAVASCRIPT

Es un lenguaje de programación web interpretado, su ejecución regularmente es realizada directamente en la máquina del usuario, sin embargo existen módulos diversos para su desarrollo y ejecución directa en servidores.

Originalmente nace en el año 1995, pero ve la luz en agosto de 1996, cuando es lanzado por Netscape Communications en su navegador web. Desarrollado por Brendan Eich, dándole por nombre inicial Mocha, posteriormente cambiado a LiveScript y finalmente cambiando su nombre al que se conoce actualmente, JavaScript.

La sintaxis de JavaScript es bastante similar al lenguaje C, ya que fue concebido de esta manera, buscando un lenguaje robusto, concreto y de alto nivel, que pueda apoyar de forma concreta el desarrollo de sitios y aplicaciones web.

Es importante destacar que este lenguaje está orientado a objetos, por lo que es bastante dinámico y compatible. A partir del año 2002, todos los navegadores establecieron la interpretación del lenguaje, lo que brindo un crecimiento alto a su uso en desarrollo y estilos.

JavaScript no debe ser confundido con el lenguaje de Oracle Java, ya que sus sintaxis tienen grandes diferencias, sin contar que han sido desarrollados por compañías diferentes, teniendo JavaScript como casa matriz a Netscape, mientras que Java, a la compañía Oracle.

2.13 LEAFLET

Para realizar trabajos especializados, siempre es necesaria la utilización de herramientas puntuales, creadas para brindar al usuario y al desarrollador elementos que aporten, de esa premisa nace la librería Leaflet.

Desarrollada para su uso como librería del lenguaje JavaScript, Leaflet fue diseñada para la creación y ejecución de mapas interactivos en entorno web, siendo de código abierto e interpretación directa en el cliente, la misma cuenta con una gran cantidad de herramientas visuales aplicables al desarrollo de Sistemas de Información Geográfica.

Las ventajas del uso de Leaflet son bastante amplias, pero son destacables su fácil aprendizaje, funcionamiento en diversos navegadores (actuales y de mayor antigüedad), gran cantidad de documentación y no requiere de servidores especializados, ya que es ejecutado directamente en la computadora del usuario.

2.14 FILEZILLA

Para la carga de archivos, ficheros y recursos al servidor web es necesario la utilización del protocolo de transferencia de archivos (FTP) entre sistemas conectados a una red TCP basados en la arquitectura cliente servidor, de forma que mediante el computador personal se pueda acceder al servidor.

Filezilla es un gestor de archivos mediante FTP, el mismo es de libre descarga y puede ser instalado en los diferentes sistemas operativos para computadoras, brindando la opción de instalación en servidores y clientes.

Esta herramienta presenta soluciones puntuales a la configuración, carga y descarga de contenido en servidores de todo tipo, ya que presenta un puente entre sistemas operativos, funcionando de forma nativa en Linux y sirviendo como interfaz a servidores con sus mismas propiedades, pero siendo ejecutado por cualquier otra plataforma.

Dos de las ventajas básicas de Filezilla son, la capacidad de trabajo con archivos de gran tamaño y que permite mediante una cola de cargas y descargas, la transferencia de ficheros de forma desatendida.

2.15 JAVA

Es una tecnología multipropósito orientada a objetos, diseñada básicamente para tener pocas dependencias, sobre todo de sistemas operativos, por lo que puede ser ejecutada en diversas plataformas, solo que la instalación de una máquina virtual.

La máquina virtual de Java permite que el código no tenga que ser recompilado para su ejecución, sino que pueda ser ejecutado directamente sobre el software original. Esta herramienta tiene grandes ventajas, siendo la mayor la interoperabilidad, sin embargo en muchos casos y dependiendo de su uso y la amplitud del código y sus enlaces, este puede tornarse más lento que otros lenguajes.

El lenguaje Java fue inicialmente desarrollado por la compañía Sun Microsystems, directamente por James Gosling en el año 1991, siendo comprado por su actual casa matriz, Oracle.

Actualmente Java es uno de los lenguajes de programación más populares a nivel mundial, contando con más de 10 millones de usuarios registrados, esto debido a su alto nivel de desempeño, gran cantidad de librerías existentes y sobre todo por la diversidad de aplicaciones capaces de ser desarrolladas.

2.16 NETBEANS

Netbeans es un entorno libre para el desarrollo y compilación de lenguajes de programación de alto nivel, principalmente para Java, el mismo es gratuito y puede ser descargado desde su sitio oficial (<http://netbeans.org/>) o bien puede ser descargado como parte del paquete al solicitar el Java Developer Kit (JDK) desde los enlaces en el sitio de Oracle.

Una de las ventajas de la plataforma Netbeans es que pueden desarrollarse aplicaciones a partir de un conjunto de componentes de software, llamados módulos. Dentro de este tipo de archivos se pueden almacenar los módulos de clases Java, siendo ejecutados de forma similar a funciones.

Netbeans vio su salida al público en diciembre de 2000, siendo actualizada periódicamente, llevando mejoras en cuanto a interfaz, facilidad de manejo y aplicabilidad, esto gracias a una gran comunidad de desarrolladores suscritos al programa, quienes aportan sugerencias y mejoras.

2.17 NOTEPAD++

Para el desarrollo de softwares y aplicaciones, regularmente no hace falta mayor cantidad de herramientas más que el conocimiento de los entornos, por lo que, gran cantidad de lenguajes pueden ser ejecutados en hojas de documentos de texto básicas, cambiando dentro de su contenido la sintaxis y estructura semántica, finalizando con el momento de guardar el documento, colocar la extensión apropiada para el lenguaje utilizados.

Notepad++ es una aplicación de código abierto, basada en el manejo básico de documentos de texto, definiendo desde el inicio, el lenguaje a utilizar, el mismo presenta ayudas, autocompletados y orden semántico, siendo una herramienta básica pero poderosa para el desarrollo de códigos de programación en diferentes ámbitos.

2.18 MYSQL

MySQL es un gestor de base de datos relacional, la misma es de código abierto y actualmente es considerada como una de las más populares a nivel mundial, bien sea por su libre acceso, gran funcionalidad y curva de aprendizaje.

Este sistema de base de datos fue desarrollado inicialmente como una licencia dual, GPL (Licencia Publica General) y Comercial por Oracle Corporation. Actualmente

las bases de datos MySQL disponen de manejadores estándar y muy completos, los cuales en su mayoría son gratuitos, destacando por sobre los demás, el phpMyAdmin, el cual se ejecuta directamente en el servidor, teniendo la opción de ser local o alojado.

A diferencia de proyectos como los servidores Apache, donde el desarrollo del software es realizado por diversos colaboradores dentro de una comunidad pública, MySQL es financiado por la empresa privada, teniendo reservado sus derechos en la mayor parte del código. Esto es debido al doble licenciamiento antes mencionado, sacando públicamente versiones de prueba y con menor cantidad de recursos disponibles como en su versión paga.

2.19 QGIS

QGIS es una plataforma de manejo y desarrollo de Sistemas de Información Geográfica, el cual es una de las herramientas en la comunidad de software libre y código abierto, por lo cual dispone de gran documentación y complementos, los cuales son desarrollados por diversas personas y siendo auditados por la organización para garantizar su correcto funcionamiento.

Anteriormente QGIS era conocido como Quantum GIS, siendo uno de los primeros ocho proyectos de la fundación OSGeo (Open Source Geospatial Foundation), pasando en el año 2008 a una fase siguiente, cambiando su nombre al que se conoce hoy, desplegando una mayor cantidad de herramientas.

Actualmente QGIS es uno de los softwares para Sistemas de Información Geográfica más utilizados a nivel, ya que gran dispone de gran cantidad de documentación, presenta un elevado número de colaboradores y patrocinantes que aportan al desarrollo de nuevos módulos. QGIS actualmente es una opción sólida, estable y bien ponderada para este tipo de plataformas, están incluso por encima de sus opciones comerciales.

2.20 GLOSARIO

- **Modulo:** Porción de un programa ejecutado, dándole orden a tareas por áreas de utilidad, ejecutándose ordenadamente según sus requerimientos para cumplir con sus objetivos y funciones.
- **Producto:** Resultado final o intermedio al cumplir cada etapa.
- **Sistema:** Es un objeto complejo que mantiene diversos componentes relacionados entre sí, pudiendo ser conceptual o material, pero manteniendo siempre composición, estructura y entorno.
- **Software:** Equipo lógico dentro de un sistema informático, es la parte intangible físicamente, siendo necesario para la realización de procesos y tareas específicas, proporcionando el control sobre el hardware.
- **Aplicación:** Se define como un programa informático, diseñado y desarrollado como herramienta para que el usuario realice tareas puntuales.
- **Código Abierto:** dícese de un software o aplicación distribuido libremente, teniendo la posibilidad de acceso al código fuente, siendo modificado y mejorado por los usuarios.
- **Entorno de desarrollo integrado:** también conocido por sus siglas en ingles IDE, representa una herramienta para facilitar al usuario el desarrollo del código fuente, depuración y ejecución de pruebas.

3 CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO

En el presente capítulo se desarrolla paso a paso los procedimientos y técnicas necesarias para el desarrollo de este trabajo, en este caso de tipo documental, así como generalidades de interés para la investigación y alcance de los objetivos planteados.

3.1 BUSQUEDA, RECOPIACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para empezar con la investigación es necesario definir cuáles serán los alcances y delimitaciones presentes en la misma, en el caso particular de este trabajo, se definieron anteriormente en el ítem 1.2, donde se expresa 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.

3.1.1 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 expresa 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.

Las monografías de vértice nacionales contenidas en este trabajo fueron ordenadas por como son mostradas por el sitio del IGVSb, presentándose solo las contenidas en la opción REGVEN.

Una vez obtenidas y clasificadas según su ubicación, orden y nombre, las monografías fueron almacenadas en una base de datos MySQL, para ser manejadas desde el gestor central de carga y consulta phpMyAdmin, alojado dentro del servidor para su posterior visualización y descarga.

3.1.2 Material cartográfico

El material cartográfico manejado en este Trabajo Especial de Grado fue enfocado directamente en las hojas escala 1:100.000 desarrolladas por la Cartografía Nacional entre las décadas de 1970 y 1980 y obtenido mediante registros de SAGECAN (Servicio Autónomo de Geografía y Cartografía Nacional), 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 cubrir los requerimientos legales y técnicos actuales, para las cartas 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.

3.1.3 Modelos Geoidales

En el año 2013, la Ingeniera 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.

Este modelo fue considerado de vital importancia, ya que además de ser uno de los más actualizados localmente para la fecha, ha sido avalado por el Departamento de Ingeniería Geodésica y Agrimensura de la UCV.

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 mostrar en un Sistema de Información Geográfica, teniendo la posibilidad, mediante al método del vecino más cercano, de conocer la ondulación en diversos puntos del territorio nacional.

3.2 ESPECIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE REQUERIMIENTOS

Gracias al creciente desarrollo tecnológico a nivel mundial, las facilidades por consulta y generación de información se elevan diariamente, es relativamente fácil y con pocos recursos generar elementos informativos, pero en muchos casos el portafolio de contenido no siempre cuenta con la calidad necesaria.

Particularmente las geociencias requieren datos de gran calidad, validados, objetivos y en muchos casos de forma oportuna, siendo el último caso planteado el que presenta mayor deficiencia en Venezuela. Se hace mayor énfasis en la información brindada por el Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar (IGVSB), ya que es el ente encargado de normar y generar productos cartográficos y geodésicos bajo la normativa legal vigente (Ley de Cartografía, Geografía y Catastro, 1999).

Es importante destacar el hecho de, que a pesar de no tener una actualización constante en la cartografía básica de libre acceso, si se maneja gran cantidad de información a través del IGVSB, teniendo para su descarga gran parte del cubrimiento cartográfico básico del país a escala 1:100.000.

La información cartográfica básica de libre manejo contenida en el sitio web del IGVSb (<http://www.igvsb.gob.ve>) en su mayoría puede ser obtenida mediante descarga gratuita a través de su tienda virtual (<http://tienda.igvsb.gob.ve>), pasando por un proceso sin mayor complejidad pero no directo, mediante el registro en su página web y bajo la modalidad de envío de enlaces de correo electrónico con horas de vigencia.

Dentro del material cartográfico base, contenido en la tienda virtual existe una gran cantidad de hojas faltantes, dejando a estados como Distrito Capital y Nueva Esparta sin información para su descarga.

Otro elemento importante que debería ser manejado de forma más común son los vértices de las redes geodésicas nacionales, municipales y estatales. Ya que los mismos son el punto de enlace técnico y legal al marco de referencia vigente para cualquier requerimiento geoespacial, bien sea de índole legal o técnico especializado.

El sitio oficial del IGVSb presenta un listado por estados y municipios de los vértices que componen sus redes geodésicas, todas enlazadas y referidas al marco legal vigente. La descarga de información de los vértices es realizada mediante monografías de vértice, donde se indica la información técnica básica del vértice, su referencia, su ubicación relativa e indica mediante fotografías la posición y forma de su monumentación.

Basado en las razones anteriores el prototipo para el geoportal planteado debe mejorar lo planteado con anterioridad, estableciendo los siguientes requerimientos:

- De ejecución en diversos sistemas operativos, la idea de un sistema multiplataforma es sin duda alguna una de las perspectivas universales de la web, buscando llegar a todos los usuarios independientemente de su sistema operativo, actividad que puede desarrollarse mediante navegadores web.
- De libre acceso, cualquier usuario pueda acceder a la información contenida en la plataforma mediante un registro simple. Lo que garantizará llevar un

control auditable del número de personas que acceden a la información, obteniendo cifras puntuales del contenido de mayor consulta, así como de donde proviene el usuario.

- De interfaz simple y amigable, para que cualquier usuario, independientemente del nivel de especialización y conocimiento pueda realizar consultas de forma puntual y rápida, solo con un manejo básico de la información a consultar.
- De mantenimiento y actualización constante, los sistemas no deben ser estáticos y mucho menos cuando se maneja gran cantidad de información, por lo que se requiere la facilidad de realizar mantenimiento y ampliación del mismo.

3.3 PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN DEL PROYECTO

Dentro de cualquier proyecto es completamente necesaria la planificación y estimación de los recursos y el tiempo a utilizar en su desarrollo.

Tarea	Recursos	Tiempo (días)
Consulta y descarga de material cartográfico y Geodésico	<i>Acceso a Internet Computador Tesisista</i>	15
Ubicación e Instalación de softwares y Paquetes (Notepad++, MS4W, JDK, Netbeans IDE, Global Mapper)	<i>Archivos Setup Computador Acceso a Internet Tesisista</i>	5
Georreferenciación de hojas 1:100.000	<i>Software Global Mapper Computador Tesisista</i>	20
Diseño conceptual de sitio web	<i>Software Pencil Computador Tesisista</i>	4
Diseño de Interfaz del sitio Web	<i>Software Adobe Illustrator Computador Tesisista</i>	3
Construcción de base de datos	<i>PhpMyAdmin Conexión a Internet Computador Tesisista</i>	10

Desarrollo del código fuente para las aplicaciones de cálculo Geodésico	Paquete Java Developer Kit (JDK) IDE Netbeans Computador Tesisista	35
Desarrollo del código fuente del Sitio Web	Software Notepad++ Computador Tesisista	35
Sistema de login y registro	Software Notepad++ PhpMyAdmin Conexión a Internet Computador Tesisista	5
Desarrollo de Sistemas de Información Geográfica	Map Server For Windows Conexión a Internet Computador Tesisista	35
Validación del sitio web	Conexión a Internet Computador Tesisista	3
Validación de aplicaciones de cálculo geodésico	Conexión a Internet Computador Tesisista	3

TABLA N° 1 Planificación y gestión del proyecto

Fuente: propia

FASES DE EJECUCIÓN	Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio			
	Semanas																			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Búsqueda y Compilación de Información	■	■	■																	
Selección de softwares a utilizar		■	■																	
Instalación de softwares			■																	
Diseño de la base de datos			■	■	■	■	■													

Georreferenciación de hojas																				
Elaboración de base de datos																				
Diseño del sitio web																				
Diseño de la interfaz general del sitio web																				
Desarrollo de aplicaciones de cálculos geodésicos																				
Desarrollo del sitio web																				
Desarrollo de SIG de consulta																				
Validación de resultados																				
Generación del Geoportal																				
Redacción del tomo																				

TABLA N° 2 Cronograma de Actividades

Fuente: Propia

3.4 INSTALACIÓN DE SOFTWARES Y PAQUETES INFORMATICOS

Una vez diseñado conceptualmente el geoportal, se inicia el proceso de la elección de las herramientas para el manejo y desarrollo del mismo.

Entre los paquetes informáticos que se utilizaron en este trabajo especial fueron necesarios los compiladores Netbeans para Java y Notepad++ para la estructuración de etiquetas HTML5, construcción de scripts en PHP, JavaScript y formatos visuales para CSS3.

Adicionalmente para el diseño y puesta en funcionamiento es necesaria la utilización de otros paquetes informáticos y de datos como lo son: el servidor Apache, el servidor gratuito Hostinger, el manejador de base de datos MySQL y la librería de JavaScript Leaflet.

3.4.1 Instalación y configuración de Netbeans

En este trabajo Netbeans fue utilizado para el desarrollo, compilación y gestión de las aplicaciones portables de cálculos geodésicos.

Para su instalación se siguieron los siguientes pasos:

- a) Ingresar al sitio oficial de Netbeans y acceder al link de descarga de la versión de interés, las mismas varían según la cantidad de plugins que contienen. En el caso particular de este trabajo se descargó la versión Java SE, la cual genera únicamente el IDE para entorno Java, dejando por fuera algunos complementos adicionales.
- b) Una vez completada la descarga, se procede a la instalación del software mediante la ejecución del archivo setup, el cual no posee mayores complicaciones, ya que su instalación es bastante típica, solo se debe estar al tanto de haber instalado previamente el Java Developer Kit, el cual se puede descargar en el sitio de Oracle (<http://www.oracle.com/technetwork/es/java/javase/downloads/index.html>), ya que todas las funcionalidades del compilador se basan directamente en esta plataforma.
- c) Luego de instalado el entorno, es necesario ejecutarlo por primera vez, caso que regularmente tarda algunos minutos, ya que el mismo debe realizar su inicialización, creación de carpetas y sincronización de entorno. La mayoría de las configuraciones predeterminadas por el sistema son completamente válidas y suficientes para la compilación de códigos y desarrollo de aplicaciones.

3.4.2 Instalación de Notepad++

Para la descarga del paquete de instalación se debe acceder a su sitio oficial (<https://notepad-plus-plus.org/>), y descargar la versión apropiada, para la realización de este trabajo se descargó la versión 7.3 para equipos que trabajen con sistema 32 bits, una vez descargado se realizó su instalación, la cual es muy sencilla y directa.

Su configuración no presenta tampoco ningún paso particular, la única acotación necesaria es indicarle que lenguaje será utilizado al momento de la inicialización del archivo, pero esto no es restrictivo, ya que si se conoce la estructura semántica, el desarrollo se puede realizar sin problema alguno, solo siendo necesario la colocación de la extensión al momento de guardar los cambios realizados en el código.

Esta aplicación de desarrollo fue utilizada para la elaboración de la estructura básica para la creación del sitio web mediante al lenguaje de etiquetas HTML5 y dándole forma y estilos mediante al lenguaje de cascada CSS3. Dentro de las etiquetas en HTML se desarrollaron los scripts del lenguaje de programación PHP y JavaScript.

3.4.3 Instalación de gestor de base de datos MySQL

Para el manejo de este gestor, es necesario descargar el paquete, donde pueda trabajarse mediante el servidor local Apache, ya que el mismo necesita tener una base para su ejecución y guardar sus datos. Este gestor es inicialmente pensado para trabajo en red, no obstante, también puede desarrollarse y ejecutarse de forma local desde una computadora.

Por razones de facilidad al momento de la descargar la instalación puede realizarse mediante el paquete XAMPP, el cual contiene sistemas de código abierto para gestión de base de datos MySQL, el servidor local Apache y los interpretes para PHP y Pearl.

Para su descarga puede realizarse desde diferentes sitios web, pero en el caso particular de este trabajo se realizó de la página de descargas del sitio Apache Friends (<https://www.apachefriends.org/es/index.html>), donde una vez descargada fue ejecutado su instalador.

El XAMPP instalara bajo previa autorización del usuario administrador los complementos Apache, PHP, Pearl y MySQL, sin embargo se tiene el libre albedrio de instalar los elementos por separado, utilizando solo los de real interés.

Como una recomendación en estos caso, al realizar la instalación dejar los puertos predefinidos por el sistema, esto siempre y cuando no genere conflicto con otros programas que se ejecuten con anterioridad en los mismo, en caso de existir el conflicto, elegir otro puerto, siempre teniendo conciencia de cuál es el que se está utilizando y que consecuencias traería a futuro.

3.4.4 Instalación y configuración de QGIS y complementos

La plataforma es sin duda alguna una de las más utilizadas a nivel mundial, teniendo diversas ventajas sobre softwares comerciales en diversos aspectos, por lo que diariamente recibe gran cantidad de descargas directamente desde su sitio web oficial (<http://qgis.org/es/site/>). QGIS ha sido diseñado y desarrollado buscando la interoperabilidad entre diferentes plataformas, por lo que pueden descargarse directamente los archivos de instalación dependiendo del sistema operativo a utilizar.

La instalación es bastante básica, solo se debe aceptar los términos y condiciones de uso del software, elegir la carpeta destino y esperar que todos los archivos se copien e instalen.

Una vez inicializado el QGIS es necesaria la instalación de algunos complementos desde su repositorio oficial, de donde se obtuvieron las herramientas de manejo web.

3.4.5 Instalación y configuración de módulo de carga de datos FTP

Para el caso particular de este trabajo fue utilizado el gestor Filezilla, el cual es un FTP multiplataforma, gratuito y de código abierto, por el cual se realizaron la carga, actualización y configuración de los elementos del sitio web directamente al servidor.

Este gestor fue descargado directamente del sitio oficial (<https://filezilla-project.org/>) realizando la descarga rápida del paquete de instalación de cliente en su versión

3.25.1 y posteriormente instalando de forma sencilla mediante un archivo ejecutable y el asistente de configuración de Windows.

Una vez instalado solo resta colocar en los campos correspondientes la información del servidor a acceder, usuario que realiza la solicitud y la contraseña creada para el acceso. Una vez realizado el proceso se puede acceder al servidor y realizar la carga y actualización de los elementos contenidos y guardados de forma directa, segura y sencilla.

3.5 CONFIGURACIÓN DEL SERVIDOR DE ALOJAMIENTO

Para las pruebas de funcionalidad, mantenimiento y tiempos de respuesta, el prototipo de sitio web planteado se hospedo un servidor web gratuito. De esta manera se puede configurar directamente lo que podría ser una posible puesta en funcionamiento del prototipo, teniendo en cuenta factores reales y puntuales, descubriendo ventajas y desventajas al momento de su puesta en marcha.

El servido utilizado es Hostiger (<https://www.hostinger.es/>), el cual presenta diversos planes de servicio, incluyendo uno gratuito y de ejecución con sub dominio, por lo cual el registro formal de un dominio para realizar las pruebas pertinentes es innecesario.

Para iniciar el servicio es necesario crear una cuenta, la cual requiere el ingreso de información personal básica como nombre, apellido, correo electrónico y contraseña, una vez ingresados los datos, el sistema genera una confirmación de creación de la cuenta directamente al correo electrónico, donde al hacer clic al enlace adjunto, redirige a la página de Hostinger donde indica que la cuenta fue creada satisfactoriamente.

Al entrar al panel de clientes se encuentra información general de la cuenta, donde puede verse las limitantes de las cuentas gratuitas y los servicios que se prestan en diversas modalidades, dando una opción para la apertura de un espacio dentro del servidor para alojar un sitio web. Cabe destacar que la versión gratuita de Hostinger

otorga al usuario un espacio de disco de 2GB, un ancho de banda de 10GB, dos bases de datos MySQL y acceso a tres sub dominios.

Entre los primeros parámetros a agregar es la dirección de dominio, la cual regularmente para la elaboración de un sitio web institucional, educativo o comercial es necesario gestionar a través de diferentes instituciones, en el caso de Venezuela, La Comisión Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL) es la encargada de gestionar todas las direcciones con terminación .ve, las cuales pueden ser adquiridas durante un año por medio de pago.

Para el caso de este trabajo, por tratarse de un prototipo se gestionó un sub dominio (<http://elementoprueba.hol.es/>), el cual es completamente gratuito y de fácil configuración, ya que no requiere configuración directa de los DNS del sitio mediante su dominio.

Una vez configurado el uso del servidor es necesario generar un nombre de usuario para el sitio, así como su correspondiente contraseña, datos que son de gran importancia para el acceso y manejo de la información dentro del servidor.

El manejo de datos y archivos dentro del servidor pueden ser manejados de dos formas diferentes, sin embargo, ambas basadas en FTP. El primer método de manejo de datos es directamente por el panel de control del servidor y teniendo acceso por medio del navegador utilizando net2ftp, dando la opción de carga de archivos de forma individual o mediante ficheros comprimidos .RAR o .ZIP.

La otra opción disponible para la gestión de datos y archivos es el uso de módulos de FTP como lo es Filezilla, el cual fue instalado previamente para facilitar los procesos de carga y actualización de datos de forma rápida y directa, solo requiriendo el manejo de información básica como servidor, usuario y contraseña.

Una de las ventajas en la utilización de FTP instalables es el manejo y gestión eficiente de elementos por lotes de carpetas y archivos, ya que por vía net2ftp se debe realizar la carga y actualización al servidor de forma individual, realizando el administrador un esfuerzo adicional y pérdida de tiempo.

3.6 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE ELEMENTOS BÁSICOS DEL SITIO WEB

El diseño conceptual de cualquier sitio web es el primer paso para la creación de un producto de calidad, que pueda satisfacer las necesidades para las que fue concebido y adicionalmente presente procesos óptimos, imagen y desempeño agradable para el usuario y que cumpla con los parámetros propuestos por la W3C y Google.

3.6.1 Diseño conceptual del sitio web

Luego de definidos los parámetros de arranque como lo son la especificación y evaluación de requerimientos es necesario plantear de forma estructurada la composición de un sitio web, considerar cual es el punto de arranque, por cuales elementos se debe pasar para llegar a un fin, en este caso particular, una vez descritas las necesidades y objetivos del sitio se plantea un diagrama de flujo dentro del portal.

El geoportal planteado requiere de la construcción de un sistema interactivo y amigable que permita a usuarios con diversos niveles de conocimiento la consulta y descarga de información cartográfica base, elementos de control geodésico y acceso sistemas de cálculos geodésicos y gravimétricos, todo esto enlazado a un registro de usuarios que pueda ser auditable.

Adicionalmente se hace un planteamiento fuera de los objetivos de este trabajo, de abrir una ventana a la difusión de las actividades realizadas por el Departamento de Ingeniería Geodésica y Agrimensura, mediante una página web informativa, como introducción del Geoportal, sirviendo de medio comunicativo para el mejor aprovechamiento de la información institucional e investigativa.

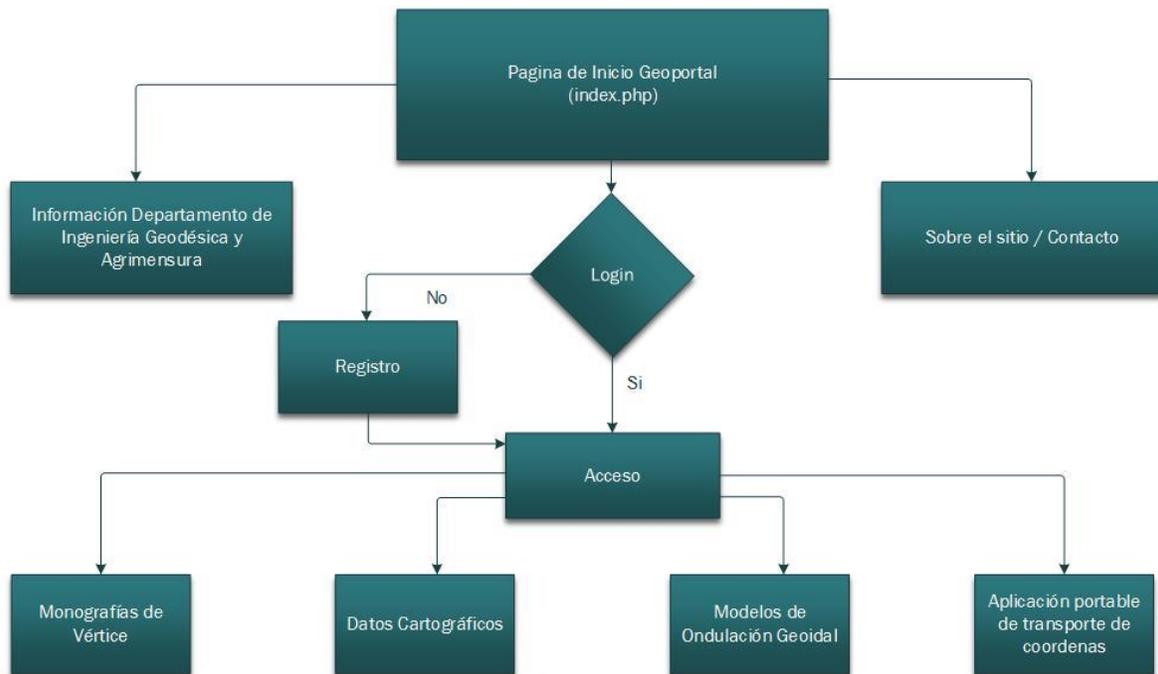


Figura N° 5 Diagrama inicial del sitio

Fuente: propia

Se puede decir que a nivel de arquitectura de software los objetivos a escoger son la eficiencia, la escalabilidad, confiabilidad y mantenimiento, buscando estar preparada 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.

3.6.2 Diseño de Wireframe de sitio web

Una vez descrita la funcionalidad básica del sitio y el flujo que el mismo llevara, es necesario el planteamiento de la posición y contenido dentro del sitio web, por lo cual se debe realizar un esquema grafico de la posición de los elementos contenidos, buscando generarle al usuario una navegación puntual y amigable.

3.6.3 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.

Una vez realizado el diagrama de flujo del sitio y el Wireframe, es momento de realizar el diseño estético, buscando la adecuada combinación de colores, tamaños y hasta de tipografía, lo cual requiere una investigación basada en el estilo institucional para definir los colores y el público al que se desea llegar para la tipografía a utilizar.

Es importante destacar que Google dispone de un repositorio web de tipografías (<https://fonts.google.com/>), las cuales son de libre descarga e importación a sitios web, siendo avalada esta fuente por World Wide Web Consortium (W3C), por lo que se tomaron en cuenta para el diseño y desarrollo del Geoportal.

Con regularidad los diseños para el desarrollo de sitios web es influenciado por el diseño Responsive, sin embargo, no fue considerado para el diseño del Geoportal, ya que la información a manejar dentro del mismo debe ser utilizada en su mayoría

por otros software que generalmente son para ejecución en computadoras personales, mas no en teléfonos inteligentes o tabletas, por lo que el diseño planteado es para navegadores web en uso de computadoras de escritorio a una resolución estándar.

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.

Para evitar el uso excesivo de tonalidades de azul se aplica el contraste con fondo blanco, lo que aporta frescura en medio de un tema azul con contenido altamente tecnológico y académico.

3.6.4 Desarrollo estructural del sitio web

Para describir mejor los procesos de desarrollo manejados para la construcción del geoportal, estos se separaran 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 enfocara en el desarrollo de los elementos del Geoportal como tal, donde se encontrara la consulta y descarga de cartografía básica, monografías de vértice, aplicaciones de transporte de coordenadas y un módulo de interpolación mediante 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 52.0.1, Google Chrome 58.0.3 y Opera 44.0.

3.6.4.1 Desarrollo del entorno de presentación

El Back End del entorno de presentación consta básicamente de cuatro archivos HTML, una carpeta de recurso que contiene 20 imágenes y una carpeta con los estilos CSS que contiene 12 archivos.

Para el Front End se utilizaron banner animados con imágenes jpg, formularios de acceso y registro, un menú animado al hacer interacción con el usuario y archivos CSS para los estilos.

Al ingresar al sub dominio de pruebas (<http://elementoprueba.hol.es/>) la página de inicio muestra información básica del Departamento de Ingeniería Geodésica y Agrimensura, su ubicación, horarios y personal que hace vida dentro del mismo. Para el acceso a las páginas iniciales, se puede realizar la navegación mediante un menú de opciones en forma de hipervínculos, las cuales son: Inicio, Acceso al geoportal y Contacto. Adicionalmente los logos de la Universidad Central de Venezuela y Facultad de Ingeniería UCV re direccionan de forma directa a sus sitios oficiales.

La animación de banner, menú y botones fue realizada de forma simple mediante el uso de las hojas de estilo CSS, donde cada zona compleja posee una hoja individual de estilo enlazada a una general, esto en búsqueda de un mayor orden a la hora de su elaboración y muy puntualizada para la solución y corrección de problemas a la hora de su desarrollo y puesta en funcionamiento.

Para esta fase del sitio existen dos elementos de vital importancia, los formularios de registro y acceso. Estos elementos son la entrada básica al material del Geoportal, ya que es requerimiento básico el registro para el acceso. Ambos formularios fueron desarrollados mediante las etiquetas <form>, las cuales tenían

un método y acción re direccionados a elementos PHP, agregando también elementos visuales y de animación a sus elementos mediante el CSS.

Para realizar el registro y login, es necesario realizar una conexión con una base datos, la cual contendrá la información básica introducida por el usuario y posteriormente validada para dar acceso al Geoportal.

El procedimiento de registro y verificación fue realizado mediante código PHP, el cual es llamado al momento de indicarle al sistema mediante el botón de registro o ingreso que se completó la información requerida en el formulario. Una vez contenida toda la información, el código PHP realiza la conexión a la base de datos mediante al método post, verifica que la información dada por el usuario contenga los parámetros necesarios, realizando la carga directamente en la base de datos para el caso del registro o verificando si el usuario que intenta ingresar tiene una cuenta creada con anterioridad.

El registro y el login son elementos indispensables para el acceso a la información de geoportal, no obstante, existe un elemento que cierra la cadena de acceso como lo es la sesión.

El elemento de sesión es imprescindible para llevar el correcto control de usuarios que acceden al sistema, ya que el login por sí solo no es capaz de controlar el acceso a las páginas siguientes, permitiendo la entrada sin restricciones en caso de colocar la dirección de las páginas donde se maneja información. El elemento de sesión es necesario tenerlo presente en la introducción de las paginas restringidas mediante un script PHP, re direccionando a la página de acceso a los usuarios que busquen ingresar de forma directa y sin haber iniciado una sesión.

Para que los script de sesión tengan un correcto funcionamiento es necesario que sean ejecutados directamente en el servidor antes de dar respuesta al usuario de la solicitud de conexión que este realiza, por lo que todas las paginas luego del formulario de acceso es necesario que sean realizadas en archivos PHP, donde también pueden insertarse elementos de HTML y CSS.

3.6.4.2 Desarrollo del entorno del Geoportal

Luego de validada la información 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.

En la etapa de diseño del geoportal se planteó su realización bajo la estructura de la plataforma MapServer, la cual actualmente está en su versión 3.2.1, sin embargo, debido a los avances en cuanto a actualizaciones, los comandos para su utilización y funcionamiento en PHP han variado considerablemente, por lo que se hace complicada la consulta de material bibliográfico y tutoriales sobre el tema. La migración de servicios desde PHP 5.0 a 5.6 en muchos casos es bastante tediosa, afectando directamente a los comandos de trabajo para bases de datos MySQL y MapServer.

Para solventar la problemática acaecida con las actualizaciones, fue necesario migrar a JavaScript y Leaflet, ya que mediante su uso se podían generar resultados similares dentro de los Sistemas de Información Geográfica para consulta.

Una de las opciones más viables actualmente para el desarrollo de Sistemas de Información Geografía es la plataforma Geoserver, pero no fue tomada para este trabajo, ya que se disponía de un hosting gratuito, el cual no admitía la instalación del sistema.

Uno de los medios más intuitivos para el desarrollo de SIG para web, es sin duda el software QGIS, en el cual se puede realizar un sistema para uso personal utilizando bases de datos y archivos, brindando la posibilidad de exportar en formato de código HTML y JavaScript, para luego hacer modificaciones y personalizaciones dentro de su estructura básica, logrando generar un sistema de consulta grafica interactivo.

En QGIS se generaron los Sistema de Información Geográfica básicos, el cual fue conectado a una base de datos para generar las capas vectoriales de información, haciendo una segunda conexión a la web para la utilización de mapas generales de Open Street Map.

Luego de generados los sistemas de información de forma genérica fue necesaria la edición de parte de su código fuente, adaptándolo al diseño del sitio y generando nuevos elementos de consulta y visualización, esto para llevar al mismo nivel los elementos antes construidos, llevando a cabo las funciones que se proyectaron al inicio.

Adicionalmente a la consulta grafica mediante el Sistema de Información, se realizó una consulta por lista, buscando ofrecer al usuario herramientas diversas y generando resultados oportunos.

3.6.4.3 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 Sistemas 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.

3.6.4.4 Desarrollo de los módulos de consulta mediante Sistemas de Información Geográfica

Para facilitar la búsqueda y consulta de la información, se plantea realizar búsquedas de forma interactiva en forma gráfica, dándole mayor fuerza al concepto del geoportal en sí, brindando al usuario las facilidades intuitivas para su manejo y brindando una experiencia amigable, puntual y segura.

El diseño y desarrollo de los Sistemas de Información Geográficas para las consultas de información gráficamente, se realizó el apoyo directo en la herramienta QGIS, mediante la cual se generaron los pilares de los sistemas, realizando la conexión directa a las bases de datos desde MySQL, generando mediante información organizada y clasificada, capas vectoriales.

Una vez desplegados los datos vectoriales, se procedió a darle estilos generales, como colocación de etiquetas, tipografía y colores de los elementos representativos, los cuales debieron ser realizados muy someramente, ya que es necesario llevarlo a otro nivel mediante un cambio de plataforma y utilización.

Un punto importante para esta etapa del trabajo, es sin duda la cartografía de apoyo a utilizar para dar una referencia espacial visual, por lo cual se requiere la colocación de una imagen raster georreferenciada, la cual apoya para que el sistema sea más eficiente a la hora de cargar datos, se utilizó desde la web. Este elemento representa una ventaja significativa, ya que no se requieren nuevos archivos, solicitando mediante conexión web segura los datos de elementos cartográficos a utilizar, generando una imagen de fondo, actualizada constantemente y teniendo posibilidad de diversos niveles de zoom dentro del mismo.

La cartografía de referencia utilizada fue obtenida desde Open Street Maps, la cual es creada bajo la licencia de distribución abierta y teniendo aportes dentro de la comunidad, manteniendo una actualización constante y con alojamiento en

servidores del Imperial College de Londres, Bytemark Hosting y el University College of London (UCL).

Mediante la herramienta la herramienta qgis2web se generó una plantilla JavaScript contentiva del código básico para el Sistema de Información Geográfica, donde solo quedaba de parte del desarrollador agregar mejoras y nuevos elementos.

Entre los nuevos elementos agregados de forma manual destacan:

- Consultas gráficas: donde al introducir parámetros de búsqueda, mediante los datos organizados, la aplicación es capaz de indicar gráficamente donde se encuentra el elemento a consultar.
- Despliegue de información básica: parte importante del geoportal reside en la información que es capaz de proveer al usuario, por lo tanto, sería completamente fuera de lugar hablar de un geoportal que no presente información, dependiendo del grado de conocimiento del usuario y su uso, en este caso requiere información técnica, contentiva de coordenadas, precisión y localización, por lo que se generó el despliegue de esta información con solo hacer click sobre la figura seleccionada.
- Herramienta de medición de distancias: a pesar de que este módulo ya ha sido prediseñado, es necesaria su aplicación dentro del sistema, ya que la información básica presenta una georreferenciación, lo cual ofrece la ventaja de poder realizar mediciones aproximadas dentro del sistema, siendo una herramienta muy útil.
- Formato básico y estilo del sitio: La plantilla generado por el qgis2web es de origen HTML, sin embargo para darle rigidez y seguridad al sitio, se llevó a PHP, teniendo la posibilidad de realizar consultas a las bases de datos alojadas en el servidor, evitando el acceso al geoportal sin el registro y verificación de usuarios, teniendo también la posibilidad directa de consultas.

3.6.4.5 Desarrollo del módulo de consulta del modelo GEOUCV2014

Dentro de este módulo se trabajaron las consultas como en los de Cartografía y Monografías de Vértice, teniendo una modalidad grafica mediante un sistema de Información Geográfica y otra mediante listas.

El modelo utilizado fue obtenido del trabajo de grado de la ingeniera Adriana Daruiz, quien presento tres grillas diferentes, sin embargo para el presente trabajo se utilizó la de 10 minutos.

Para el módulo de consulta grafico se aplicó interpolación del vecino más cercano, haciéndolo gráficamente mediante la utilización de círculos, los cuales poseen un valor de ondulación para zona, abarcando un radio de 10 minutos cada uno. Al hacer click en la zona de interés, se despliegan los valores de ondulación para la zona.

La metodología utilizada para la elaboración de este Sistema de Información Geográfica, fue la misma descrita en el punto 5.6.4.4, variando únicamente en la creación de círculos.

Para la consulta por listado, se planteó la introducción de coordenadas, para generar un listado con las ondulaciones que se encuentren aledañas al punto en un rango de 50 minutos, presentando la información en una tabla con coordenadas y ondulaciones geoidales.

3.7 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LAS BASES DE DATOS

El diseño conceptual de una base de datos es parte primordial del desempeño futuro de la misma, ya que de ella dependerá la estructuración puntual de los datos, generando sistemas de consulta puntuales amigables.

Para este trabajo es imprescindible la elaboración de al menos dos bases de datos, en las cuales estarán contenidos los datos de los usuarios para su acceso e inicio de sesión y otra base donde estén contenidos los datos cartográficos, vértices geodésicos e información gravimétrica de interés.

Puntualmente existe la limitante de que el servidor en el que se está trabajando solamente dispone de espacio para la creación de dos bases de datos en MySQL, por lo cual se debieron optimizar los procesos. Para el manejo de las bases de datos dentro del servidor fue utilizada la plataforma phpMyAdmin, la cual no requiere instalación en la máquina de desarrollo, ya que con instalarse en el servidor se puede realizar el trabajo.

El diseño de la base de datos de usuarios es uno de los puntos clave del sitio web ya que mediante la validación de datos de los usuarios registrados se obtiene el acceso al sistema de consulta. Lo ideal en estos casos es solicitarle al usuario solo la información básica necesaria para llevar un control válido, evitando solicitar datos muy personales o información sensible, esto genera mayor confianza en el registro y el manejo de datos dentro del sistema.

Los datos solicitados para el registro son Nombre, Apellido, Usuario, Correo Electrónico, Contraseña, Institución a la que pertenece, pregunta y respuesta de seguridad. Es importante destacar que se busca una pre validación de algunos de los datos, la contraseña se solicita dos veces para garantizar que no se cometa ningún error al registrarla. Adicionalmente se agrega el formato de la pregunta y respuesta de seguridad, con la finalidad de ayudar al usuario en caso de olvido de su usuario o contraseña, buscando una forma segura de recuperar sus datos mediante el propio sitio web.



Figura N° 6 Diagrama base de datos Usuarios

Fuente: propia

Para el diseño y elaboración de la base de datos que contiene la información de consulta para los usuarios se crearon siete tablas para cada una de las consultas propuestas en el diseño, cartografía base a escala 1:100.000, Vértices REGVEN,

Vértices Geodésicos de la red UCV, Puntos de Nivelación, Elipsoides, modelo de ondulaciones geoidales, Vértices para la red gravimétrica.

El diseño de las bases de datos utilizadas fue planteada mediante Cliente – Servidor, esto basado en el hecho de que las consultas deben realizarse directamente a las bases alojadas en el hosting, respondiendo a la solicitud de las consultas realizadas por el usuario y generado un resultado.

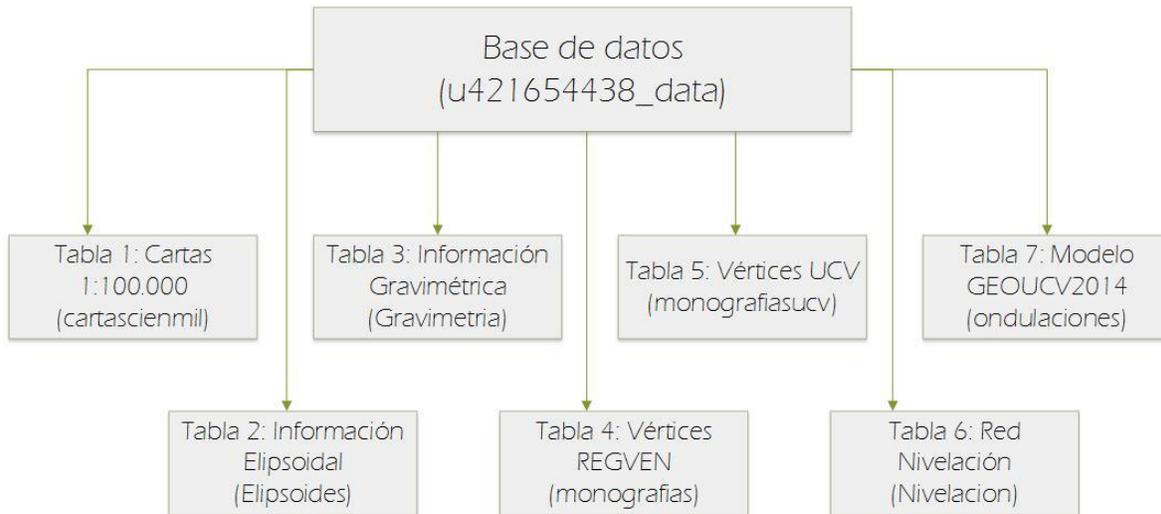


Figura N° 7 Diagrama de Base de Datos para manejo de datos generales

Fuente: propia

3.8 DISEÑO Y DESARROLLO DE APLICACIONES DE TRANSPORTE DE COORDENADAS Y PROYECCIONES

Inicialmente se tenía prevista la utilización de la aplicación portable de transporte 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.

En vista de que la aplicación portable ya estaba concluida al momento de la propuesta de cambio, la misma se encuentra disponible para su descarga, pero al

momento de que se llevase a cabo la puesta en funcionamiento del sitio de forma abierta, la misma será excluida, dejando únicamente el cálculo directamente en el sitio web.

Una de las ventajas que posee la realización de este tipo de cálculos directamente en el sitio web, es la actualización, ya que la aplicación portable requiere de la descarga de diversas y constantes actualizaciones, obligando al usuario a perseguir las posibles versiones.

Para el acceso a los módulos de cálculo se realizó una página introductoria, la cual redirige a diferentes páginas, las cuales son direccionadas dependiendo del elemento a calcular.

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

Por ser un prototipo, no se desarrollaron gran cantidad de módulos, teniendo en cuenta solo uno por tipo de proyección, llevando a cabo los cálculos de coordenadas Geodésicas a UTM, Geodésicas a Cónicas conforme y Geodésicas a Oblicuas.

En el transporte de coordenadas se desarrollaron tres casos puntuales, al igual que para el módulo de proyecciones en sentido directo e inverso, teniendo disponibles coordenadas: Geodésicas a Geocéntricas, Geodésicas a Topocéntricas y Geocéntricas a Topocéntricas.

La introducción de los datos en cada módulo fue llevada a cabo por medio de formularios mediante los métodos post y get, re direccionando los valores a una página PHP donde se realizan los cálculos. Una vez generado el resultado, es impreso en pantalla con la ayuda de JavaScript, generando una alerta emergente con los valores y posteriormente re dirigiendo a la página de cálculos.

Es importante destacar que los datos de datum a utilizar, contenidos en el menú tipo cascada, son consultados de forma directa en una tabla llamada "Elipsoides", la cual se encuentra dentro de la base de datos "u421654438_data". Dentro de la tabla se

encuentran los parámetros elipsoidales de semieje mayor y menor, los cuales son utilizados para realizar los cálculos pertinentes.

Gran parte de las ecuaciones utilizadas dentro de los módulos de transformación y transporte fueron obtenidas de “Publication 373-7-2 – Geomatics Guidance Note number 7, part 2”, publicado por la IOGP en septiembre de 2016; Mientras que los cálculos directo e inverso para coordenadas Universal Transversal Mercator fueron realizados en base a las ecuaciones planteadas por Coticcia y Surace, siendo la referencia el material de clases.

3.9 DISEÑO Y DESARROLLO DE APLICACIÓN PORTABLE DE TRANSPORTE DE COORDENADAS

Una de los principios básicos que rigen el desarrollo de muchos softwares de código abierto es sin duda la universalidad de los datos y el funcionamiento multiplataforma. En muchos casos existen organizaciones que se dedican a distribuir y adiestrar a personas en todo el mundo de forma gratuita para la utilización y aprendizaje de diversos lenguajes de programación, uno de estos casos es la empresa Oracle, que a pesar de ofrecer gran cantidad de servicios pagos, también es la casa matriz del lenguaje Java.

Java funciona mediante una máquina virtual alojada en el computador de cada usuario y esta herramienta permite la utilización de aplicaciones en diversas plataformas como lo son Windows, Macintosh y Linux. Este elemento por muy simple que parezca es una gran herramienta, ya que mediante aplicaciones en Java se pueden realizar diversos softwares y aplicaciones que puedan ser ejecutadas en cualquier sistema operativo que contenga una máquina virtual Java.

En el caso particular de este Trabajo Especial de Grado se propuso la realización de una aplicación de cálculos geodésicos, la cual por razones de funcionalidad y necesidad se planteó finalmente como una aplicación de Transporte de Coordenadas, la cual se desarrolló mediante lenguaje Java y generó como resultado

una aplicación portable que puede ser ejecutada en cualquier sistema operativo que tenga instalada una máquina virtual.

Para el diseño de la aplicación se planteó la problemática de transporte de coordenadas geodésicas a diferentes sistemas proyectivos y a los datums más utilizados. Vale la pena destacar que el transporte planteado en la aplicación se realizó en sentido directo e inverso y posteriormente se validaron resultados con puntos de coordenadas conocidas.

Los módulos de transporte de coordenadas con los que cuenta la aplicación para proyecciones son: Transversal Mercator en su caso general y Universal Transversal Mercator, ambas para proyecciones cilíndricas; Cónica conforme de Lambert para el caso de la proyección cónica; Oblicua Ecuatorial y Polar para el caso de las proyecciones Azimutales.

En el caso de transporte de coordenadas en datum, se encuentran: Geodésicas, Geocéntricas y Topocéntricas, todas relacionadas entre sí y en sentidos directo e inverso.

La metodología de cada uno de los módulos se basó en las recopiladas y publicadas por la International Association Of Oil and Gas Producers (IOGP), en su edición 2016, la cual fue consultada y descargada directamente de su sitio web (<http://www.iogp.org/>). Solo en el caso de del transporte de coordenadas Geodésicas a UTM se utilizaron herramientas no planteadas directamente por la IOGP, siendo la fuente para estos cálculos las ecuaciones de Coticcia-Surace.

Para el desarrollo de la aplicación y cada uno de sus módulos fue utilizado el IDE Netbeans 8.1 y se generó un módulo de inicio para la carga de la ventana inicial y sus opciones visibles mediante un JFrame, la estructura básica de la aplicación se muestra a continuación:

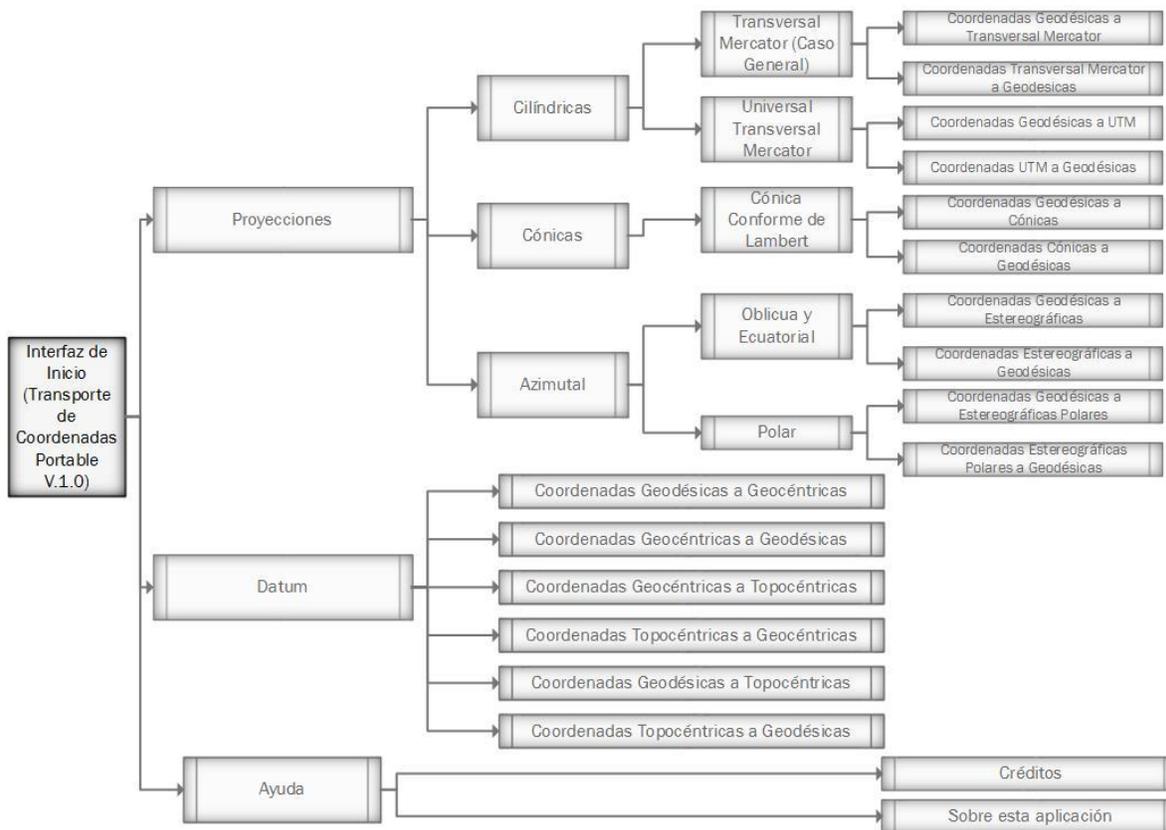


Figura N° 8 Diagrama de diseño de Aplicación de transporte de coordenadas

Fuente: propia

Posteriormente en cada módulo de la aplicación se desarrollaron ventanas independientes para mostrar en pantalla al usuario elementos de ayuda e información puntual de los métodos y herramientas utilizadas para la realización de los cálculos.

Uno de los puntos básicos de la aplicación es la ramificación de los módulos contenidos, ya que se debió generar un menú gráfico para que el usuario mediante a la interfaz desarrollada pudiese conocer los tipos de transporte que pueden realizarse y acceder de forma amigable y directa a los mismos, siempre teniendo en cuenta al usuario mediante criterios de comodidad, versatilidad y funcionalidad.

Luego de bosquejada la parte grafica de las aplicaciones se requiere llevarlas al JFrame, donde se distribuyen los campos para la introducción de valores, el box de opciones para elipsoide y los botones de cálculo y limpieza de campos.

Antes de empezar con la utilización de ecuaciones fue necesario declarar las variables a utilizar y los valores de constantes en doble precisión, ya que esta por poseer un funcionamiento diferente a la precisión simple, requieren el ingreso de valores de forma diferente, mediante los comandos de declaración de objetos.

La precisión de la aplicación está garantizada, como se estudiara y validara más adelante, ya que todos los cálculos fueron realizados bajo dos modalidades, la simple y la de doble precisión de 128 bits (conocida en Java como BigDecimal128), la doble precisión ayuda a mejorar los cálculos decimales, ya que trabaja en base 10, como lo haría un humanos y no en código binario como lo realiza comúnmente en precisión simple.

3.9.1 Módulo de transporte de Coordenadas Geodésicas a Transversal

Mercator

Para este módulo se utilizaron las ecuaciones publicadas por la IOGP en su edición de septiembre 2016, manejando la versión descrita como el caso general. El mismo consta de los casos directo e inverso, teniendo en cuenta para sus cálculos información de 29 datums mundiales y la solicitud de los parámetros de proyección, como los son las coordenadas del origen natural (latitud y Longitud), factor de escala y el origen de falso este y norte.

3.9.2 Módulo de transporte de coordenadas Geodésicas a Universal

Transversal Mercator

Las coordenadas Universal Transversal Mercator (UTM) es un caso particular de la proyección cilíndrica planteada por Mercator, teniendo la variante de la posición relativa del cilindro a desarrollar. Por razones de facilidad y puntualización, los

cálculos de este módulo fueron realizados mediante las ecuaciones propuestas por Alberto Coticcia y Luciano Surace, ya que las mismas no requieren iteraciones.

3.9.3 Módulo de transporte de coordenadas Geodésicas a Cónicas conforme de Lambert

Esta proyección muy utilizada a nivel de la aeronáutica, ya que es de tipo conforme, al igual que la proyección Transversal Mercator, requiere de la definición de sus parámetros proyectivos. El tipo de sistema utilizado es el que toma como referencia dos paralelos estándar, lo cual definiría a la proyección en forma de un cono secante.

Para el cálculo bien sea en sentido directo o inverso del transporte de coordenadas en este caso se requieren la latitud y longitud del falso origen, la latitud de los dos paralelos estándar a utilizar y la definición del origen de los falso norte y este.

3.9.4 Módulo de transporte de coordenadas Geodésicas a Azimutales Oblicua y Ecuatorial

Este módulo tiene un principio proyectivo más complejo que los anteriores, los cuales se realizan mediante desarrollos de figuras conocidas, sin embargo, tiene gran uso. Como en los casos anteriores se desarrolla el transporte de forma directa e inversa, siendo como único requisito la introducción de la coordenada a transportar, la coordenada del punto de origen focal de proyección, su factor de escala y las coordenadas de falso norte y este.

3.9.5 Módulo de transporte de coordenadas Geodésicas a Azimutales Polares

Para el transporte de coordenadas Geodésica a Azimutales Polares, bien sea para el caso directo o inverso, existen tres variantes del mismo método, las cuales varían dependiendo de los parámetros de transporte que requieran. Particularmente para esta aplicación se trabajó con la variante C, la cual solo requiere las coordenadas

de falso este y norte, así como la coordenada de la latitud del paralelo de falso origen y la longitud de falso origen.

La decisión de elección de la variante del método no dependió de ningún factor particular, sin embargo, en comparación a las variantes A y B, los cálculos resultaron un poco más largos que los métodos anteriores.

3.9.6 Modelo de transporte de Coordenadas Geodésicas a Geocéntricas

Al igual que en los módulos de transporte coordinado basado en proyecciones, también se realizaron transporte dependiendo del datum. Estos cálculos fueron todos basados en las ecuaciones propuestas por la IOGP, realizando el procedimiento para cálculos en sentido directo e inverso.

3.9.7 Módulo de transporte de Coordenadas Geocéntricas a Topocéntricas

Como en otros módulos, este tipo de cálculos no tienen mayor complejidad, solo se requiere de un punto a transportar y los parámetros necesarios, en este caso son necesarios solo el origen topocéntrico para los casos de transporte directo o inverso.

3.9.8 Módulo de transporte de Coordenadas Geodésicas a Topocéntricas

Sin variaciones relevantes con respecto a los otros módulos de transporte de datum, sus variantes de directo e inverso solo requieren el ingreso de los valores paramétricos de origen topocéntrico.

4 CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y ANÁLISIS

En este capítulo se presenta el prototipo realizado, desglosando sus diferentes páginas y módulos para su análisis a nivel de operatividad, funcionamiento y precisión de los cálculos realizados.

4.1 SITIO WEB

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.

4.1.1 Diagrama del sitio

La propuesta inicial de diseño, tuvo que ser ligeramente modificada, buscando una mejor experiencia de navegación, orden y comprensión de procesos, lo que llevo al rediseño del flujo dentro del sitio.

Esta modificación se basó en la idea de que el sitio pueda llevar al usuario a recorrerlo por completo, mostrar su contenido de forma completa y cumplir con los parámetros básicos propuestos por W3C y los principales motores de búsqueda comercial, los cuales actualmente tienen mayormente en cuenta aquellos que cumplan con parámetros básicos como lo son: actualización constante, número de visitas diario, mapa del sitio y semántica HTML5.

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.

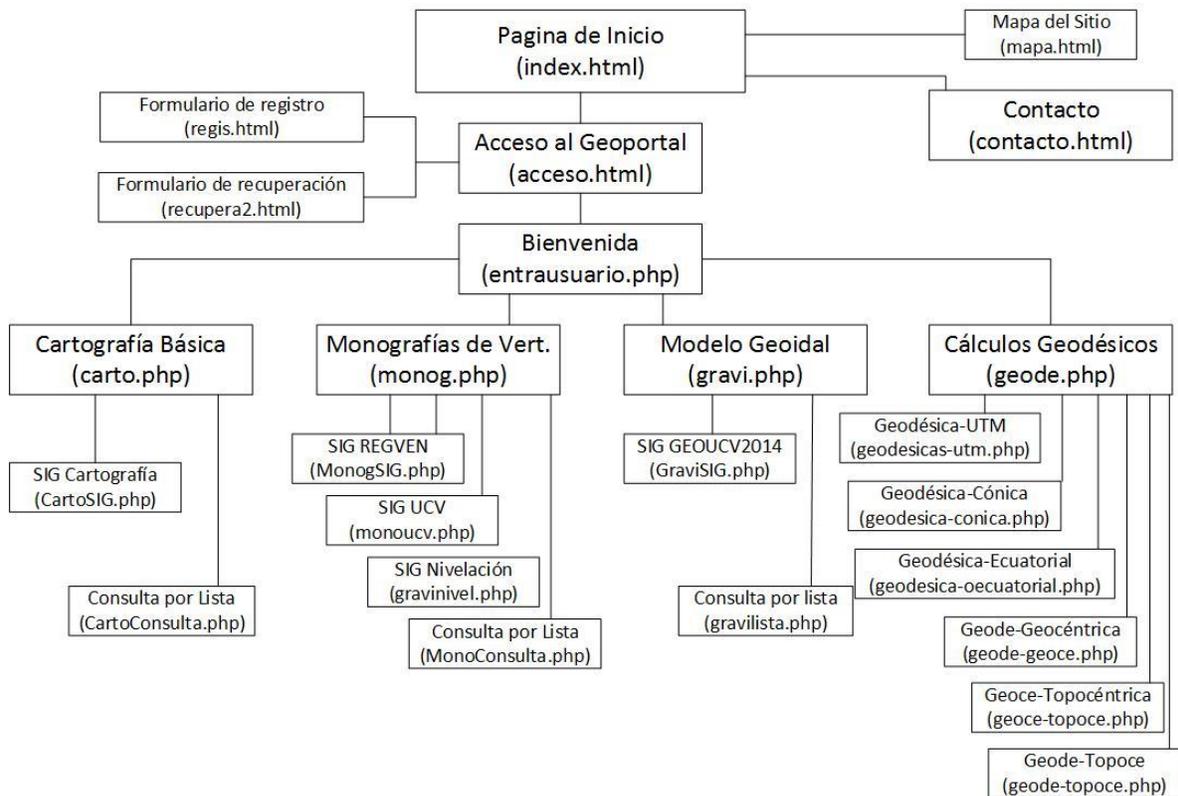


Figura N° 9 Diagrama del sitio

Fuente: propia

4.1.2 Página de inicio

Esta página es considerada también la principal, ya que tiene el nombre de index.html, lo que la hace en términos de lenguaje servidor, la primera página mostrada de forma automática al ingresar al subdominio elementoprueba.hol.es/, desplegando en ella información básica sobre el Departamento de Ingeniería Geodésica y Agrimensura, el personal que hace vida en él e información de contacto y ubicación.

Un elemento que le brinda una mejor apariencia al sitio es una pequeña animación, la cual presenta una serie de fotografías con obras y lugares emblemáticos de la Universidad Central de Venezuela, lo cual busca que el usuario sienta el reflejo del trabajo ucevista.

Es necesario hacer mención a que los escudos de la Universidad y la Facultad de Ingeniería tienen un hipervínculo a los sitios oficiales de la UCV y Facultad de Ingeniería respectivamente, teniendo la opción de re direccionar a los mismos con tan solo un click.



Figura N° 10 Captura de pantalla, página principal.

Fuente: propia

4.1.3 Acceso al Geoportal

Dentro de esta página se encuentra una breve introducción a los elementos disponibles dentro del geoportal, sirviendo como índice de contenido, guiando al usuario al acceso.

Para permitir el acceso al geoportal en sí, el sistema solicita al usuario que introduzca sus datos básicos ya registrados, teniendo en cuenta únicamente el usuario o alias registrado y su contraseña.

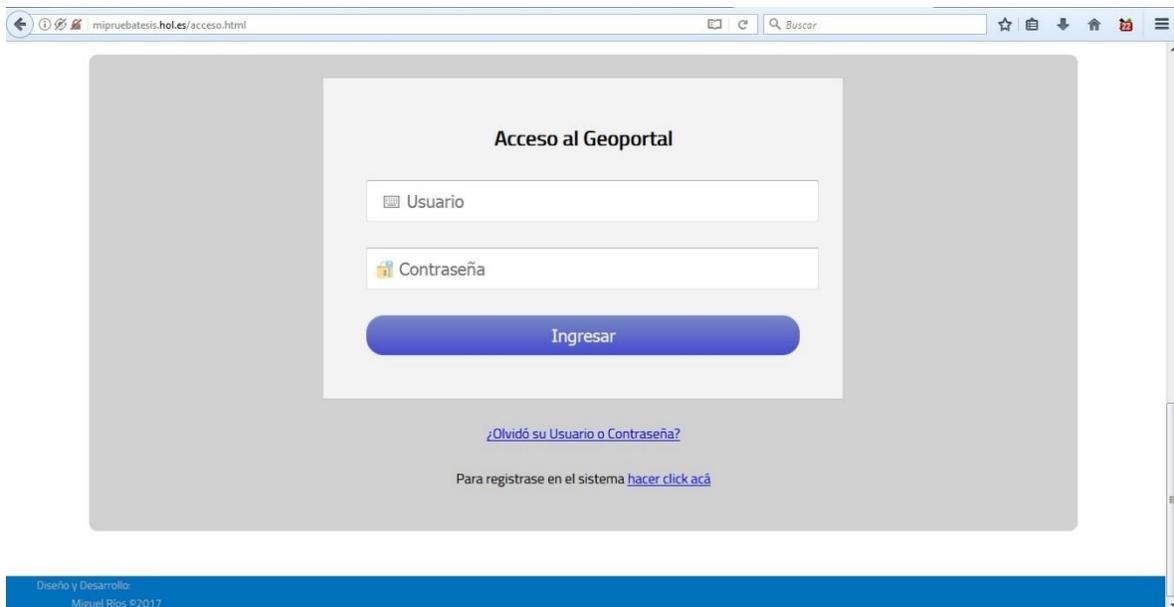


Figura N° 11 Captura de pantalla, Formulario de Acceso.

Fuente: propia

En todo sistema que requiera validación de datos para su acceso es necesario contar con un sistema de recuperación de información, ya que es común que algunos usuarios olviden los datos registrados. Para este caso se planteó un sistema de recuperación de datos de ingreso.

4.1.4 Contacto

En todo sitio web es indispensable la constante comunicación de los usuarios con el servidor, por lo que es necesario colocar de forma clara y sencilla un medio de contacto, esto con la finalidad de dar sugerencias, informar de problemas en el sitio y cualquier otro caso.

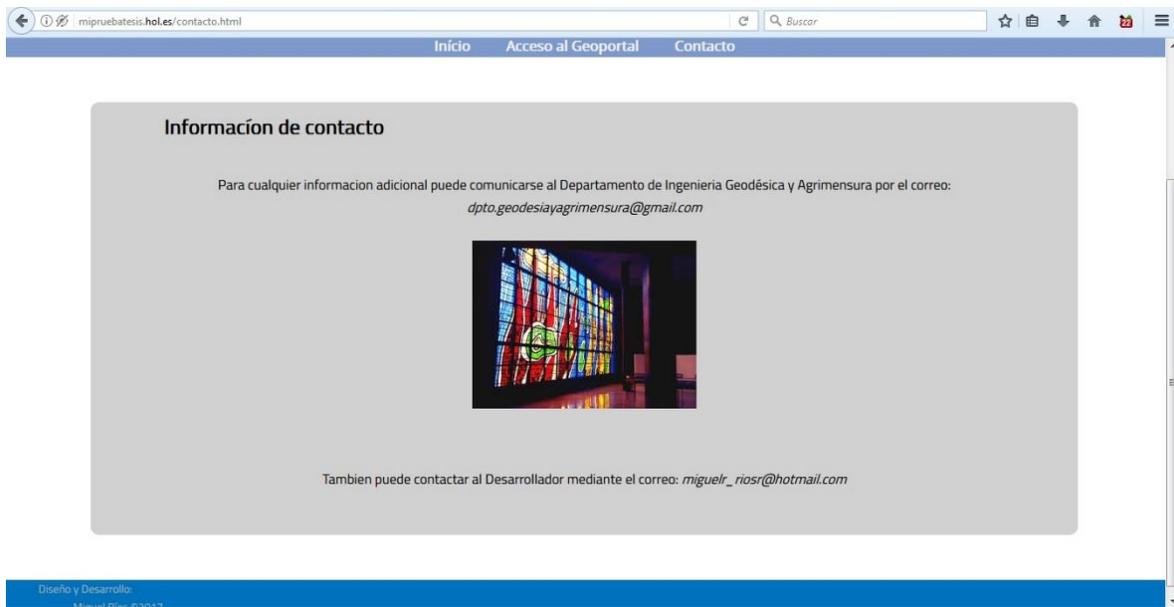


Figura N° 12 Captura de pantalla, Pagina de contacto.

Fuente: propia

4.1.5 Página de registro

El registro puede decirse que el preámbulo al acceso del sistema, ya que sin él, no puede existir un control completo de los visitantes, dejando por fuera la opción de auditar las visitas y descargas, lo cual será un valor importante al control dentro del sitio.

En la Figura N° 13 se puede apreciar el formulario de registro, tiene un acercamiento de 60% para poder observarlo por completo. El mismo posee un condicionamiento de tipo lógico, buscando verificar que el usuario no deje ningún campo vacío, siendo el único con esta disposición el de institución.

El área de contraseña pide que se ingrese dos veces, esto con la intención de garantizar que el usuario no ingrese de forma equivocada su primer registro, evitando equivocaciones de escritura.

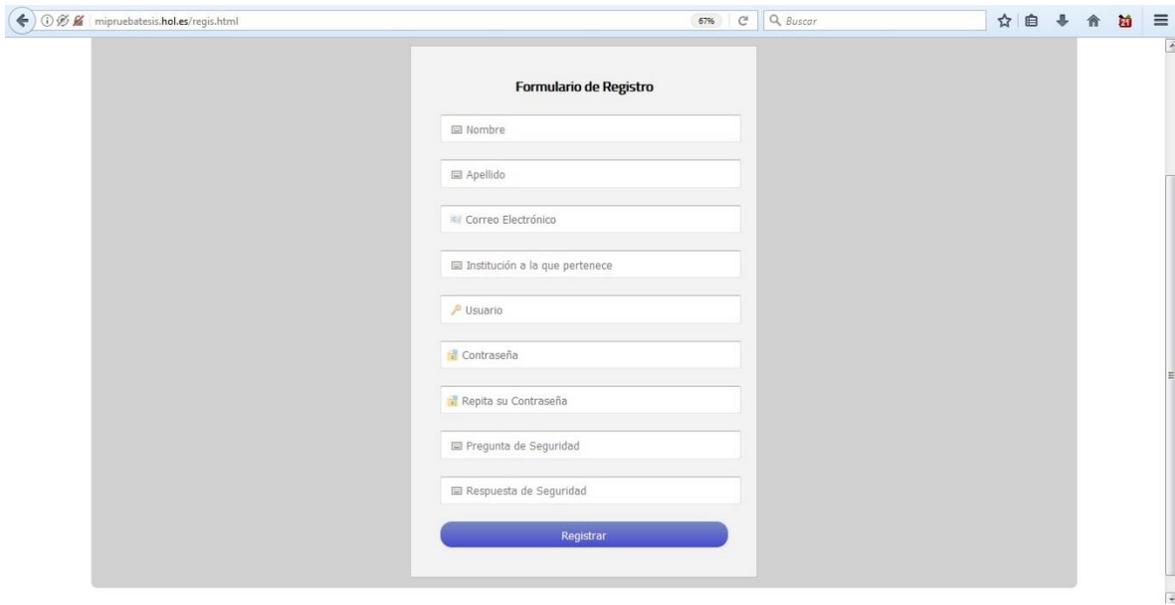


Figura N° 13 Captura de pantalla, página principal.

Fuente: propia

El registro del usuario es ingresado en la base de datos, donde posteriormente se consultan y comparan los datos, ayudando a recuperar datos o dándole acceso al usuario al sistema.

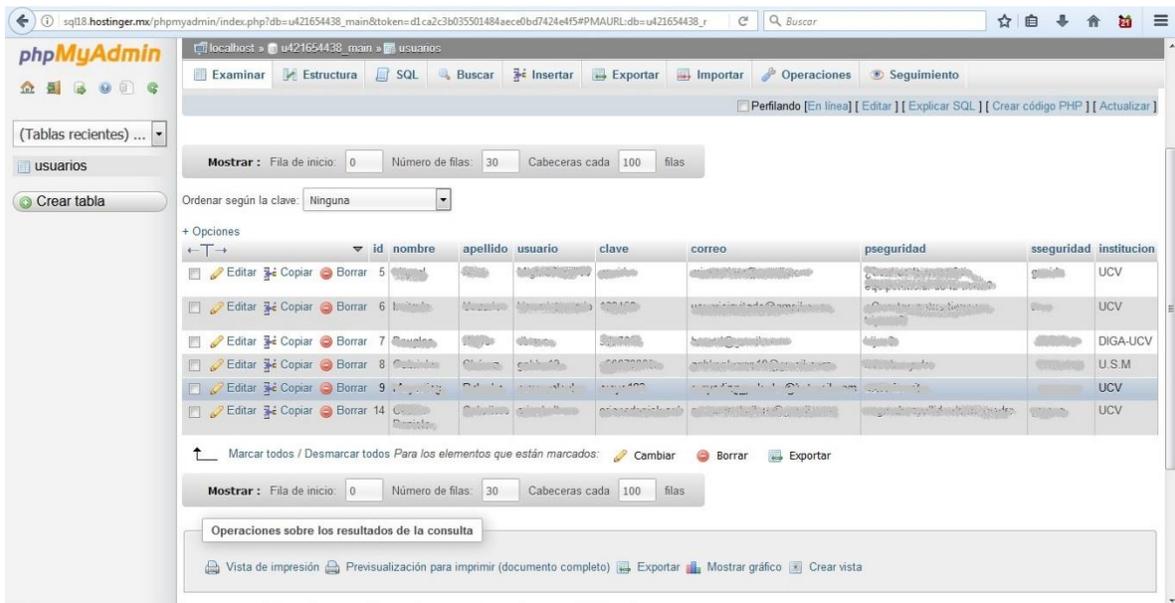


Figura N° 14 Captura de pantalla, Base de datos usuarios.

Fuente: propia

4.1.6 Recuperación de usuario y contraseña

Para la recuperación de nombre de usuario y contraseña regularmente se utilizan correos electrónicos, sin embargo por ser un servidor gratuito, esta recuperación se realiza mediante el mismo sitio, solicitando información de recuperación ingresada inicialmente por el usuario al momento de su registro, una vez validada, imprimiendo en pantalla los resultados.

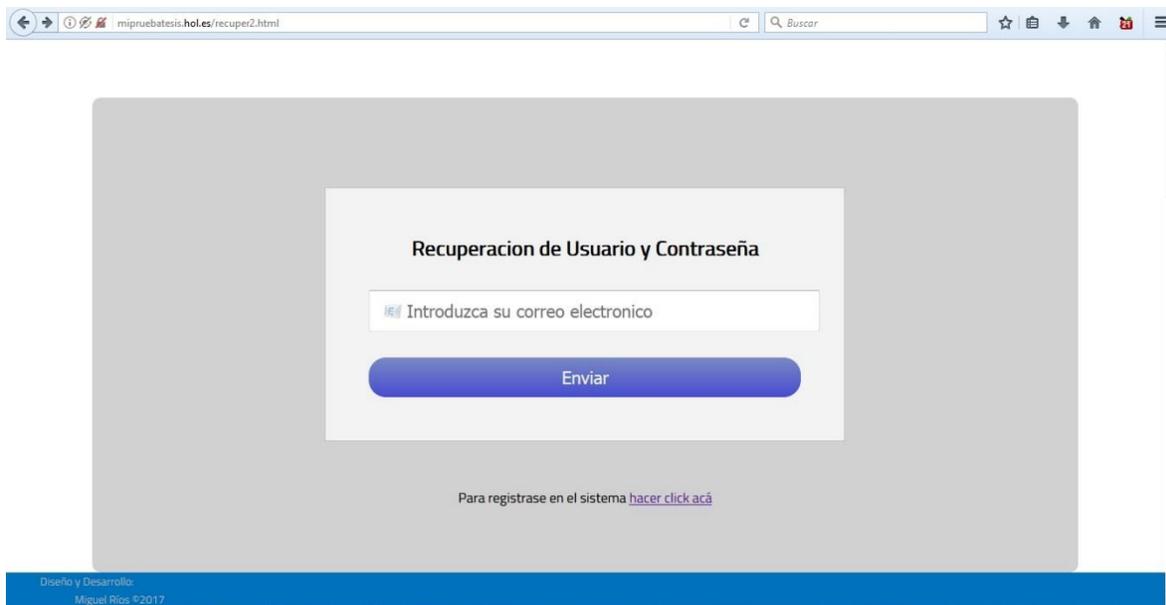


Figura N° 15 Captura de pantalla, Recuperación de datos del usuario.

Fuente: propia

4.1.7 Mapa del sitio

El mapa del sitio, además de ayudar al usuario a orientarse de forma general sobre la distribución de elementos dentro del sitio y conocer las paginas disponibles, los motores de búsqueda lo utilizan para su posicionamiento dentro de sus listado, ya que mediante el mapa, un módulo actualizado es capaz de ingresar al todo el contenido y ofrecer al usuario de forma detallada, el contenido consultado.

Puntualmente el sitio desarrollado posee un mapa, el cual es de gran utilidad para el usuario, sin embargo, no puede ser visitado por los módulos automatizados de

los motores de búsqueda, ya que se dispone de un archivo de bloqueo para boths de búsqueda automatizados.



Figura N° 16 Captura de pantalla, Mapa del sitio.

Fuente: propia

4.2 GEOPORTAL

El ingreso al geoportal presenta una breve bienvenida, mostrando información sobre el sitio, el objetivo del trabajo y adicionalmente se encuentra una pequeña animación con los emblemas de algunas de las herramientas de programación web utilizadas para realizarlo.

En la parte superior se encuentra una cinta con el menú de acceso a todos los módulos, donde puede encontrarse: Cartografía Básica, Monografías de Vértice, Modelo Geoidal GEOUCV2014 y Cálculos Geodésicos.



Figura N° 17 Captura de pantalla, Pagina de acceso al Geoportal.

Fuente: propia

4.2.1 Cartografía Básica

Dentro de esta opción, se despliegan dos más, las cuales ofrecen opciones de búsqueda, teniendo una gráfica y una por listados y filtros de búsqueda.

Es importante destacar que para este prototipo solo se encuentra listada la cartografía a escala 1:100.000, teniendo la posibilidad de su densificación posteriormente.

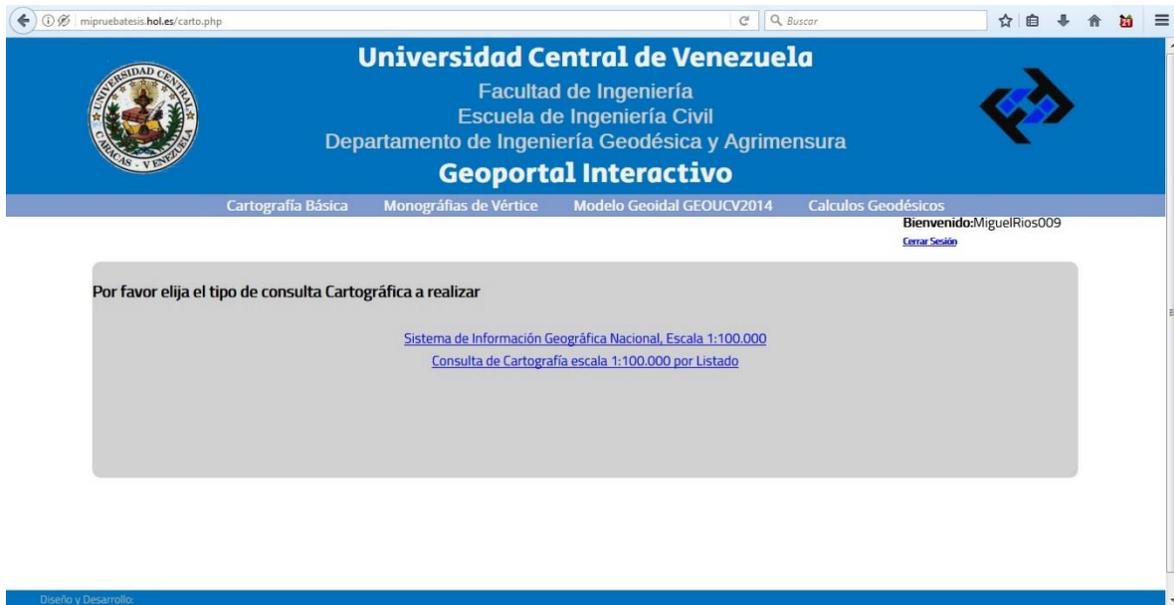


Figura N° 18 Captura de pantalla, página Cartografía Básica.

Fuente: propia

4.2.1.1 Sistema de Información Geográfica nacional, escala 1:100.000

Dentro de este módulo existe una interfaz, donde mediante un Sistema de Información Geográfica se pueden visualizar todas las cartas, escala 1:100.000 contenidas en el servidor, teniendo la posibilidad de al hacer click sobre la carta, se despliegue información básica de la misma, como el nombre, numero de hoja, esquinas limite y enlaces para su descarga en tres formatos, sin georreferenciar, referenciadas en WGS84 y PSAD56.

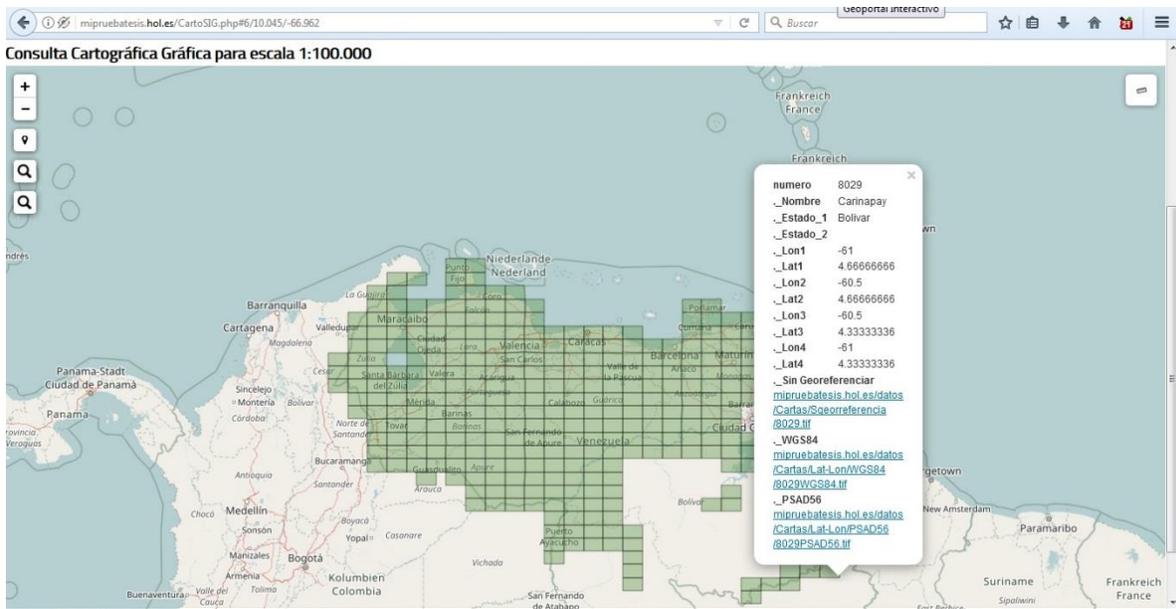


Figura N° 19 Captura de pantalla, SIG de hojas, escala 1:100.000.

Fuente: propia

Dentro de las herramientas que acompañan el sistema, se pueden mencionar la de geolocalización desde donde se realiza la conexión, zoom de visualización, herramienta de medición de distancia y dos barras de búsqueda.

Las barras de búsqueda realizan una consulta puntual al servidor mediante la herramienta “LIKE”, la cual realiza un filtrado de palabras o números que se encuentren dentro de un rango de similitud, llevando a pantalla de forma desplegable un conjunto de opciones similares a las escritas, colocando como primera en la lista, la que considere con mayor similitud.

Una vez marcada la opción de la lista, el sistema muestra mediante una animación y posteriormente una marca dentro del mapa, la carta correspondiente al nombre o numero ingresado, teniendo incluso la posibilidad de desplazarse a la zona, en caso de que no se tenga visualización directa en ese momento.

4.2.1.2 Consulta de cartografía escala 1:100.000 por listado

Dentro de este módulo las consultas pueden realizarse mediante el uso de filtros de búsqueda, teniendo las opciones de búsqueda de las cartas dependiendo de su nombre, número, estado y realizar una consulta por rango de coordenadas.

Los resultados de la consulta en este caso son mostrados dentro de una tabla, donde se pueden visualizar de forma ordenada las cartas resultantes de la búsqueda filtrada, mostrando al usuario información básica de la carta, como lo son: el nombre, número, estados a los que pertenece, coordenadas de sus esquinas y enlaces para su descarga en los formatos georreferenciados en PSAD56, WGS84 y sin georreferenciación alguna.

Cartas del estado: nueva esparta

Numero	Nombre	Estado1	Estado2	Lon1	Lat1	Lon2	Lat2	Lon3	Lat3	Lon4	Lat4	Sin Georef	WGS84	PSAD56
7449	La Asuncion	Nueva Esparta	Nueva Esparta	-64	11.3333	-63.5	11.3333	-63.5	11	-64	11	Descargar	Descargar	Descargar
7448	Porlamar	Nueva Esparta	Sucre	-64	11	-63.5	11	-63.5	10.6667	-64	10.6667	Descargar	Descargar	Descargar
7349	Macanao Norte	Nueva Esparta		-64.5	11.3333	-64	11.3333	-64	11	-64.5	11	Descargar	Descargar	Descargar
7348	Macanao Sur	Nueva Esparta		-64.5	11	-64	11	-64	10.6667	-64.5	10.6667	Descargar	Descargar	Descargar
7449	La Asuncion	Nueva Esparta	Nueva Esparta	-64	11.3333	-63.5	11.3333	-63.5	11	-64	11	Descargar	Descargar	Descargar

Figura N° 20 Captura de pantalla, Resultados de consulta por lista, cartas del estado Nueva Esparta.

Fuente: propia

4.2.2 Monografías de Vértice

Para este módulo de consulta y visualización de puntos de control geodésicos se despliegan cuatro opciones de búsqueda, tres de forma gráfica y una mediante listados, los cuales son: Monografías de Vértice pertenecientes a la Red Geodésica

Venezolana REGVEN, Monografías de Vértices de la Universidad Central de Venezuela; Y una última opción para consulta mediante listados.



Figura N° 21 Captura de pantalla, Pagina de Monografías de Vértice

Fuente: propia

4.2.2.1 Sistema de Información Geográfica Nacional, Monografías REGVEN

Este sistema tiene bastante similitud con el planteado para la ubicación de las cartas escala 1:100.000, ya que se puede visualizar de forma directa el mapa de Venezuela completo, sin embargo se muestran puntualmente los vértices con sus respectivos nombres.

Al realizar click sobre el punto referencial del vértice, se despliega la información del mismo, donde se puede leer su nombre, estado, orden, coordenadas geodésicas, coordenadas proyectadas en UTM y el enlace para la visualización de su monografía de vértice y posterior descarga.

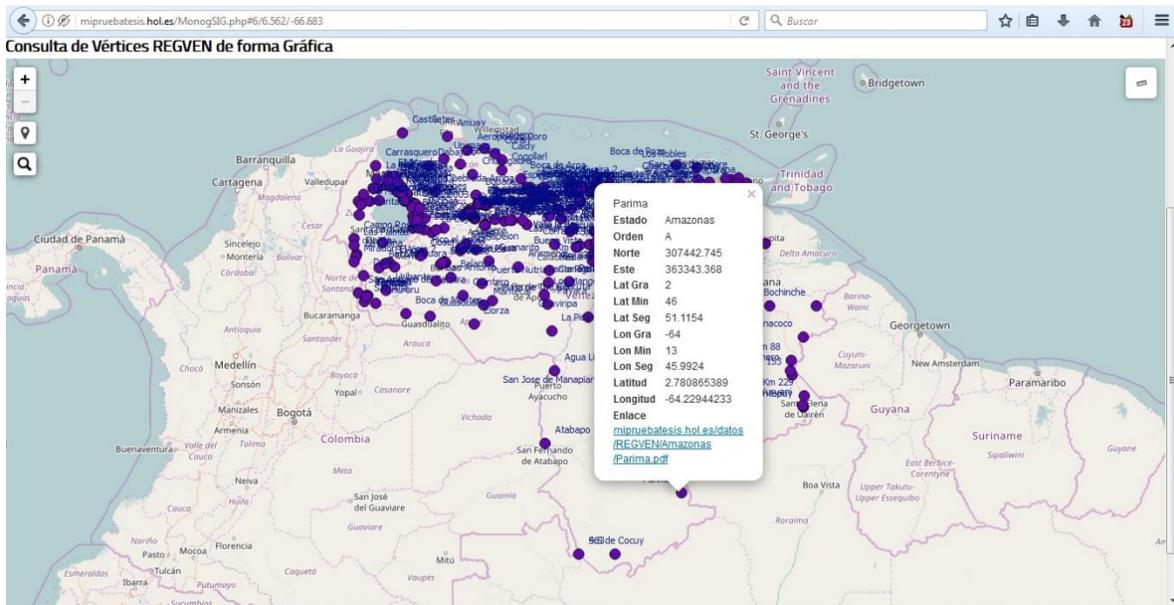


Figura N° 22 Captura de pantalla, SIG Monografías de Vértice REGVEN.

Fuente: propia

Entre las herramientas contenidas en este módulo pueden mencionarse el zoom variable, geolocalización de donde se hace la búsqueda, medición de distancia y barra de búsqueda por nombre.

La consulta del punto fue realizada mediante la consulta “LIKE”, por lo que el sistema busca coincidencia de al menos tres de los caracteres insertados, desplegando una lista de las coincidencias, brindando la opción de autocompletado.

Una vez elegido el nombre del vértice, el SIG mostrara en pantalla mediante una marca, el punto exacto donde se encuentra, incluso desplazándose en la pantalla de forma automática.

Los enlaces de descarga, dependiendo del navegador utilizado, se re direcciona a una vista previa del documento PDF, teniendo la opción de cerrar o descargar, o puede también ser descargado de forma automática.

4.2.2.2 Sistema de Información Geográfica, Vértices UCV

El módulo de consulta de vértices geodésicos dentro de la Ciudad Universitaria de Caracas, mantiene un diseño y funcionalidad al módulo descrito en el punto 3.2.2.1, donde podía ser explorado el mapa y visualizar la ubicación de los puntos.

Las herramientas presentes resultan ser las mismas que en el módulo para monografías REGVEN, teniendo las diferencias puntuales en el color de las marcas y en el nivel de detalle o zoom presente, teniendo un énfasis único en el área de la Universidad Central de Venezuela.

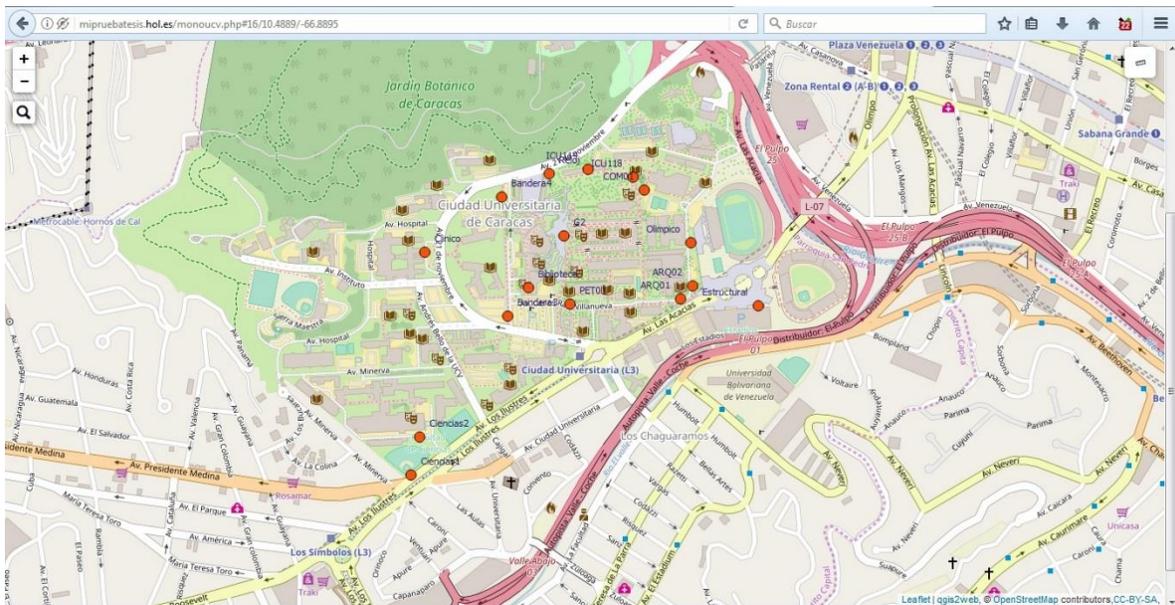


Figura N° 23 Captura de pantalla, SIG para Vértices UCV.

Fuente: propia

Las monografías utilizadas para los vértices dentro de la UCV podrían dividirse en dos tipos, las certificadas por el Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar y las medidas por estudiantes de Ingeniería Geodésica en sus cátedras de Geodesia III y Geodesia IV.

4.2.2.3 Sistema de Información Geográfica, BM y Gravedad

El sistema acá planteado contiene solo una muestra representativa, dejando abierta para mejoras en cuanto a cantidad y actualización de la información mostrada, ya que la información manejada para redes de nivelación y gravedad son obtenidos del Trabajo Especial de Grado de la ingeniera Ana Margot Ramírez, la cual fue realizada y presentada en el año 1985, sin embargo es una muestra alta calidad.

Dentro del prototipo se muestran únicamente la red gravimétrica del estado Falcón y algunos puntos de la red de nivelación del estado Lara, siguiendo el mismo sistema de módulos anteriores, haciendo click sobre el punto y desplegando su información básica, nombre del punto, coordenadas, altura y gravedad.

Algunos de los puntos de la red de nivelación, marcados en amarillo, contienen información de la monografía de vértice, manejando el mismo formato de consulta y descarga planteado anteriormente bajo la modalidad de un enlace de conexión a la base de datos dentro del servidor.

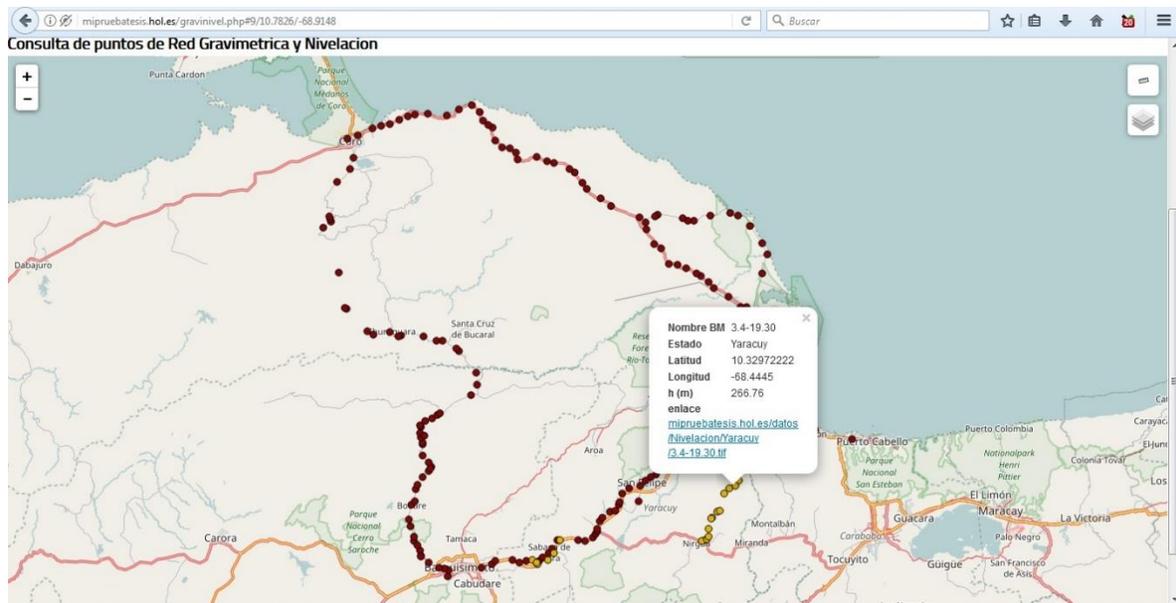


Figura N° 24 Captura de pantalla, SIG para redes de Nivelación y Gravedad.

Fuente: propia

4.2.2.4 Consulta de monografías REGVEN por listado

Para este módulo se realiza la conexión a la base de datos general (“u421654438_data”) y a su vez, de forma directa a la tabla “Monografías”, donde una vez realizada la consulta, los datos filtrados son mostrados en pantalla mediante una tabla ordenada contentiva de los datos básicos de los puntos, como lo son: nombre, orden, coordenadas geodésicas, coordenadas proyectadas en UTM y enlace para su consulta y descarga.

Universidad Central de Venezuela
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil
Departamento de Ingeniería Geodésica y Agrimensura
Geoportal Interactivo

Cartografía Básica Monografías de Vértice Modelo Geoidal GEOUCV2014 Calculos Geodésicos

Bienvenido: MiguelRios009
[Cerrar Sesión](#)

Monografías entre las coordenadas: 10grados -66.5grados y 9grados -66grados

Nombre	Estado	Orden	Norte	Este	*Latitud	*Latitud	*Latitud	*Longitud	*Longitud	*Longitud	Latitud(Deg)	Longitud(Deg)	Descarga
Altagracia	Guarico	C	1091200	787293	9	51	40.7489	-66	22	50.0542	9.86132	-66.3806	Descargar
El Arbolito	Guarico	C	103912	781672	9	23	27.6679	-66	26	7.2246	9.39102	-66.4353	Descargar
Km 5	Guarico	C	1000870	786202	9	2	42.4964	-66	23	47.9967	9.04514	-66.3967	Descargar
Las Mercedes	Guarico	C	1008680	785980	9	6	56.8212	-66	23	53.4073	9.11578	-66.3982	Descargar
Tamanaco	Guarico	B	1060370	820348	9	34	49.0012	-66	4	54.7053	9.58028	-66.0819	Descargar

Figura N° 25 Captura de pantalla, Resultados de consulta por lista, rango de coordenadas.

Fuente: propia

El filtrado de la información se realizó de forma simple mediante comando SQL dentro de ambiente PHP, utilizando como principal comando el “LIKE”, esto para ayudar al usuario a realizar la búsqueda, aun y cuando no escriba de forma perfecta el tópico, mostrando como resultado en la tabla todos los resultados similares a lo escrito, teniendo en cuenta la coincidencia mínima de tres caracteres seguidos.

Los algoritmos de conexión y consulta se anexan a este trabajo de forma digital, mediante un disco compacto para su estudio y mejor entendimiento.

4.2.3 Modelo Geoidal GEOUCV2014

Una vez obtenidos y procesados los datos del modelo geoidal GEOUCV2014, los datos fueron cargados y ordenados mediante una base de datos en el servidor. Su consulta se realizó por dos formas diferentes, llevando el mismo principio que los módulos de Cartografía Básica y Monografías de Vértice, mediante un listado o mediante un sistema de información geográfica.

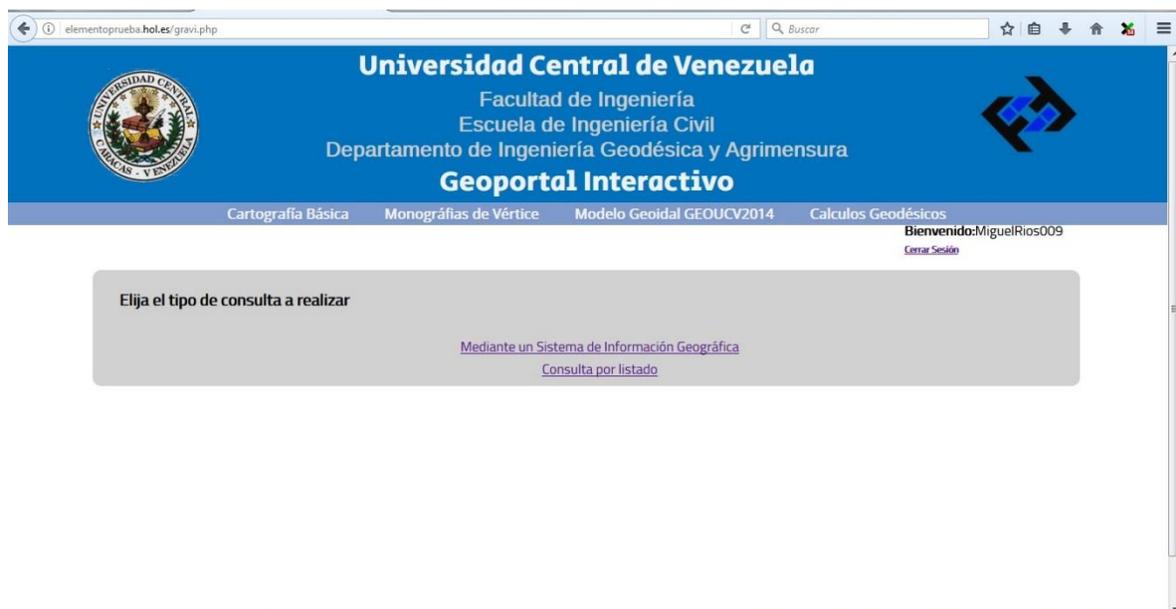


Figura N° 26 Captura de pantalla, Menú de acceso a consulta del modelo geoidal GEOUCV2014.

Fuente: propia

4.2.3.1 Sistema de Información Geográfica Modelo GEOUCV2014

Para la visualización del modelo gráficamente dentro del sistema, se planteó la interpolación mediante el sistema del vecino más cercano, tomando el valor de ondulación del punto de ondulación conocida.

Para expresar gráficamente los valores de ondulación, se planteó el uso de círculos centrados en el punto con valor de ondulación. En vista que los datos tomados desde el modelo geoidal fue realizado con una separación de 10', las

circunferencias colocadas en el SIG, tienen un radio de 18 kilómetros, brindando un cubrimiento completo, sin permitir que los mismos se intersecten.

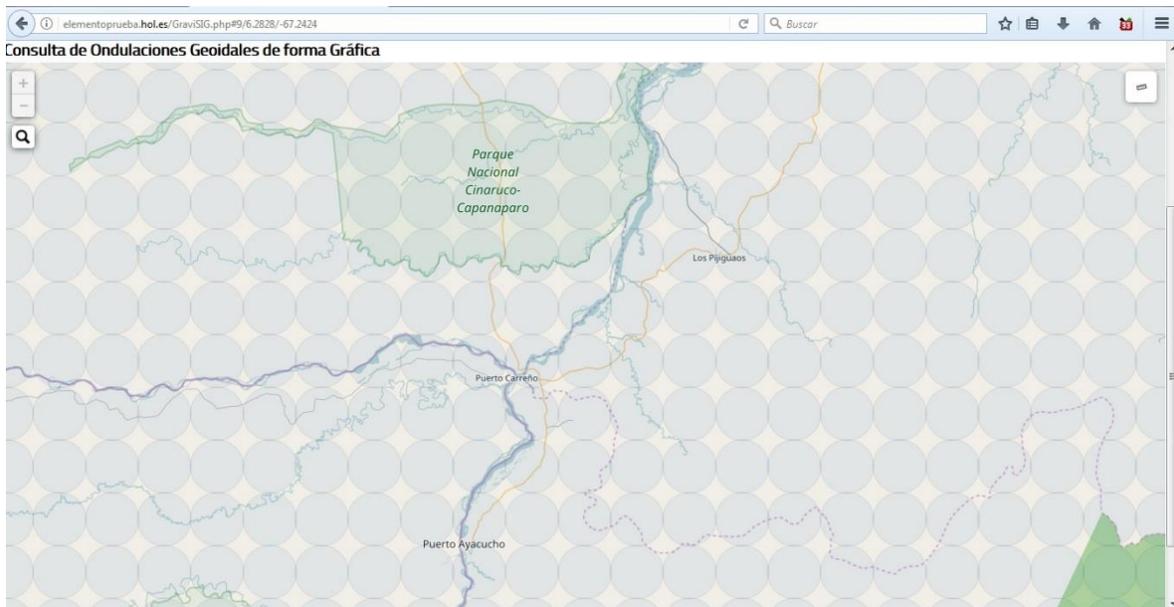


Figura N° 27 Captura de pantalla, SIG de consulta para ondulaciones Geoidales.

Fuente: propia

La intención de los círculos alrededor del punto con ondulación y coordenadas conocidas, es que el usuario determine mediante el mapa base del SIG el sitio aproximado donde requiere los valores, al hacer click sobre el círculo, se desplegará la información.

4.2.3.2 Consulta de ondulación Geoidal mediante listado

Al igual que en los módulos anteriores, se realizó un sistema de consulta mediante listado, el cual realiza una conexión directa a la base de datos, obteniendo los valores de ondulación cercanos a las coordenadas ingresadas por el usuario.

Una vez ingresadas las coordenadas del punto, el sistema realiza una consulta, teniendo un rango de búsqueda de 30' alrededor del punto, por lo que brinda al menos tres resultados probables, los cuales el usuario debe definir cuál es el que

mejor se adapta al punto de interés. La intención del rango de búsqueda es brindar al usuario una aproximación, dejando la elección final a criterio.

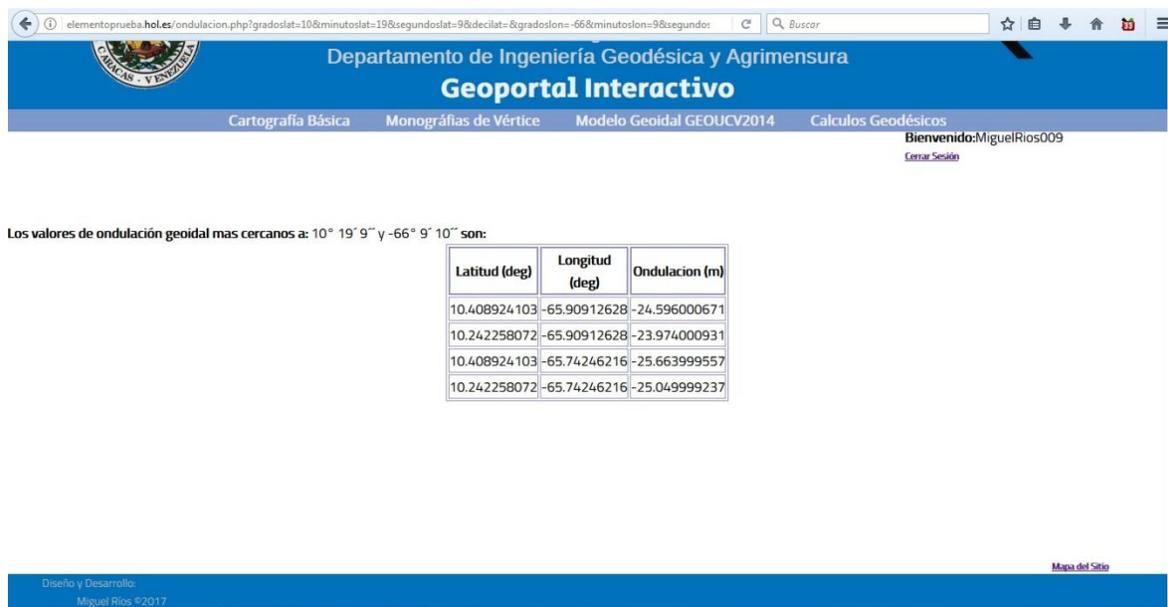


Figura N° 28 Captura de pantalla, Resultados de consulta por lista, modelo de ondulación geoidal.

Fuente: propia

4.2.4 Cálculos Geodésicos

Este módulo ha sido diseñado para realizar cálculos geodésicos para proyección y transporte 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 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 mismas actualización sin que el usuario requiera su constante descarga.

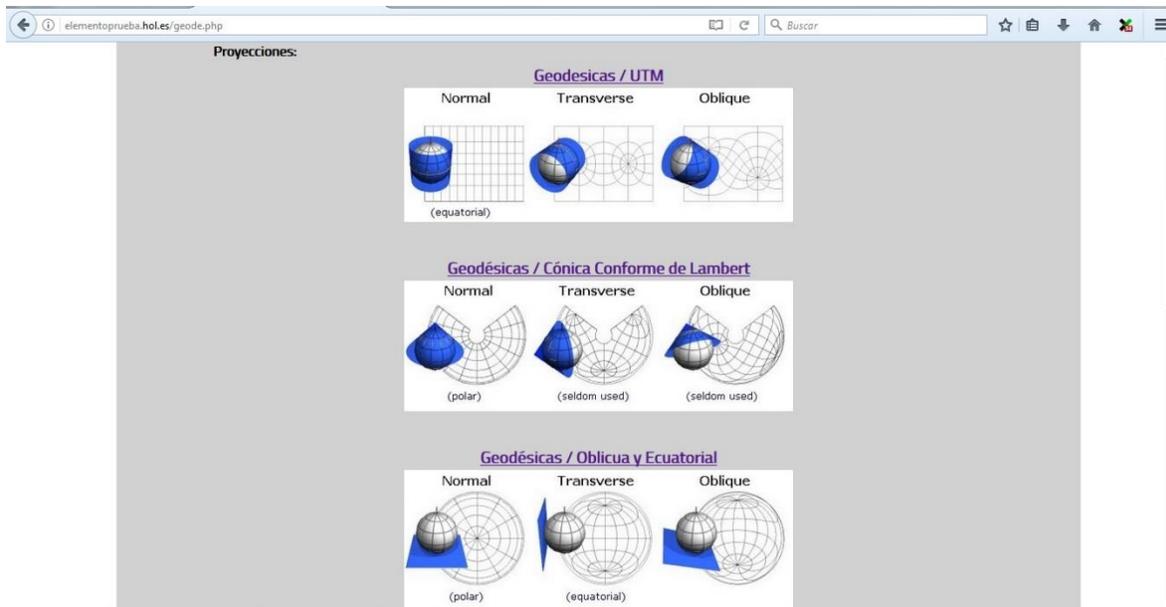


Figura N° 29 Captura de pantalla, Menú de acceso a cálculos geodésicos

Fuente: propia

Al abrir el modulo, se despliega una pequeña explicación de cómo acceder a cada uno de los cálculos, un bosquejo general de cómo realizar los cálculos y de donde provienen las ecuaciones utilizadas.

Dentro de todos los cálculos, existe la opción de realizar cálculos en sentido directo e inverso, los cuales se especifican directamente en los formularios de carga de datos.

Adicionalmente a los cálculos geodésicos realizados en el sitio web, se anexa la opción de para descargar de la aplicación portable. Como preámbulo al link de acceso y descarga, se coloca una breve explicación sobre su uso.

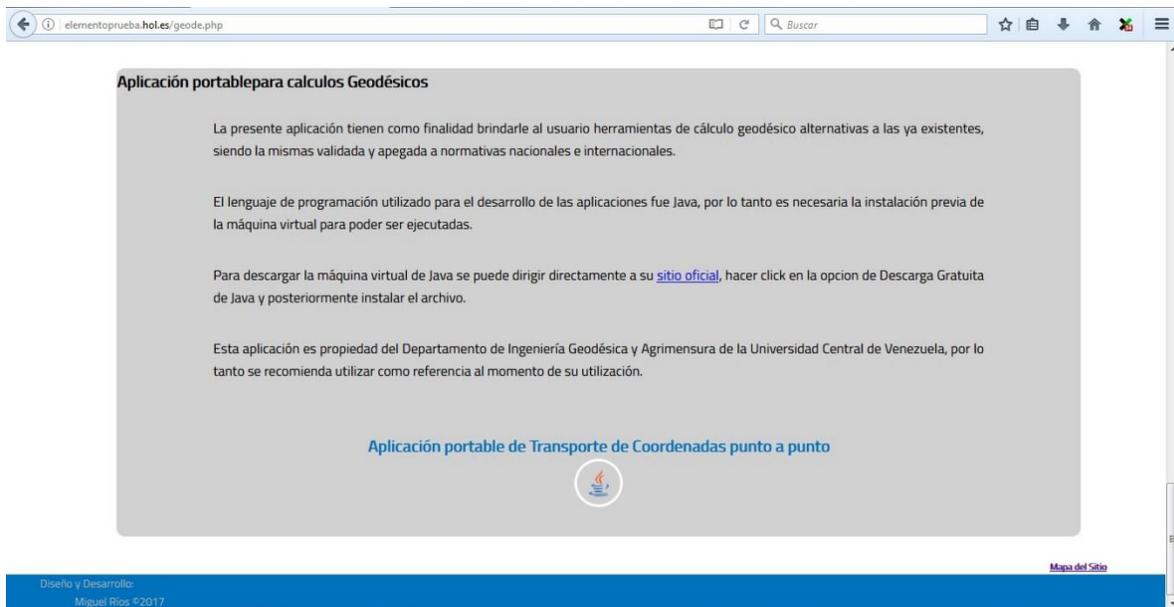


Figura N° 30 Captura de pantalla, Descarga de aplicación de cálculos geodésicos portable

Fuente: propia

Para su descarga es necesario únicamente hacer click sobre el icono circular o sobre el hipervínculo “Aplicación portable de Transporte de Coordenadas punto a punto”, lo que iniciara su descarga de forma directa.

4.2.4.1 Coordenadas Geodésicas – UTM

El método de cálculo de coordenadas proyectadas en Universal Transversal Mercator, tanto en sentido directo como inverso, fueron realizados mediante las ecuaciones de Coticcia – Surace.

Las ecuaciones para la realización de estos cálculos fueron obtenidos del material de clases, el cual fue proporcionado por el Profesor Douglas Bravo.

4.2.4.1.1 Cálculo Directo de coordenadas

Para realizar las pruebas de funcionamiento del sistema, se tomaron en cuenta datos de la monografía de vértice de orden “A”, de nombre “El Junquito”, teniendo como datos de entrada:

Latitud (ϕ)	Longitud (λ)	Datum:
10° 27' 38" 3983	-67° 05' 29" 5734	GRS80

TABLA N° 3 Datos de entrada, Coordenadas Geodésicas-UTM, Sentido Directo

Fuente: Propia

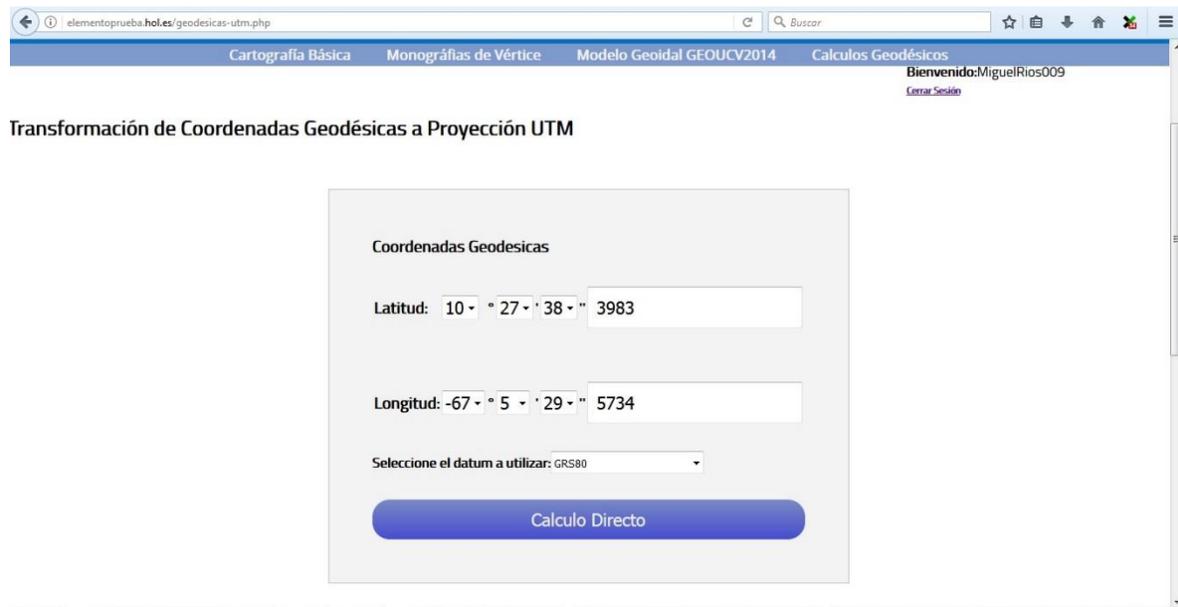


Figura N° 31 Captura de pantalla, Calculo de Coordenadas UTM, sentido directo

Fuente: propia

Teniendo como resultados:

	Resultados del Prototipo (m)	Resultados de la Monografía (m)	Diferencia (m)
Norte	1.156.977,8944	1.156.977,901	-0,0066
Este	708.892,7614	708.892,761	0,0004

TABLA N° 4 Comparación de Resultados, Coordenadas Geodésicas-UTM, Sentido Directo

Fuente: propia

Se puede apreciar en esta tabla que las diferencias de resultado para la coordenada Norte es de -6,6 milímetros y para la coordenada Este es de 0,4 milímetros, lo que puede considerarse un resultado bastante bueno, ya que mantiene una exactitud.

4.2.4.1.2 Calculo inverso de coordenadas

Para esta prueba, se utilizó la monografía de vértice, orden: "A" y nombre: "USB", siendo los datos de entrada:

Norte (m)	Este (m)	Datum:	Huso
1.151.588,402	731.793,251	GRS80	19

TABLA N° 5 Datos de entrada, Coordenadas Geodésicas-UTM, Sentido Inverso

Fuente: Propia

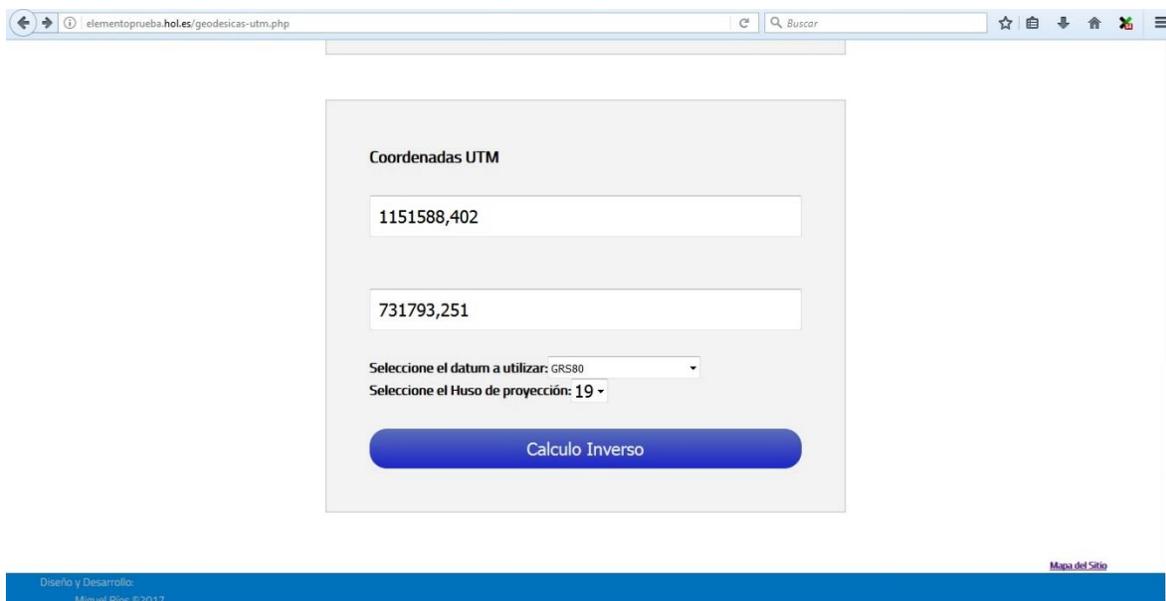


Figura N° 32 Captura de pantalla, Calculo de Coordenadas UTM, sentido inverso

Fuente: propia

Teniendo como resultados:

	Resultados del Prototipo (° ‘ ‘’)	Resultados de la Monografía (° ‘ ‘’)	Diferencia (’)
Latitud (φ)	10° 24’ 38’’2841	10° 24’ 38’’2839	0’’0002
Longitud (λ)	-66° 52’ 57’’9076	-66° 52’ 57’’9076	0’’0000

TABLA N° 6 Comparación de Resultados, Coordenadas Geodésicas-UTM, Sentido Directo

Fuente: propia

La diferencia entre los resultados obtenidos en el prototipo y los datos de la monografía de vértice son de -0,0002 segundos en la latitud y de 0,0000 segundos para la longitud. En estos resultados se observan valores bastante exactos.

4.2.4.2 Coordenadas Geodésicas – Cónicas conforme de Lambert

Este módulo de cálculos se planteó para su realización por el método de dos paralelos estándar, sus ecuaciones de cálculo directo e inverso fueron obtenidas de la publicación de la IOGP “Geomatics Guidance Note 7, part 2. Coordinate Conversions & Transformations including Formulas” para septiembre del año 2016 y se encuentra en el punto 1.3.1.1 de la misma.

Como requisito para el cálculo de coordenadas por este método, es necesario introducir los parámetros de paralelos estándar, falso origen de coordenadas geodésicas y falso origen para coordenadas proyectadas.

4.2.4.2.1 Calculo directo de coordenadas

Para esta prueba se tomaron los siguientes datos de entrada:

Latitud (ϕ)	10° 50' 56''
Longitud (λ)	-66° 50' 10''
Datum	WGS84

TABLA N° 7 Datos iniciales, Coordenadas Geodésicas-Cónicas, Sentido Directo

Fuente: propia

Y se utilizaron los siguientes parámetros de entrada:

FN (m)	FE (m)	Paralelo 1	Paralelo 2	ϕ_0	λ_0
500.000	1.000.000	10 °	12°	0°	-69 °

TABLA N° 8 Parámetros de entrada, Coordenadas Geodésicas-Cónicas, Sentido Directo

Fuente: propia

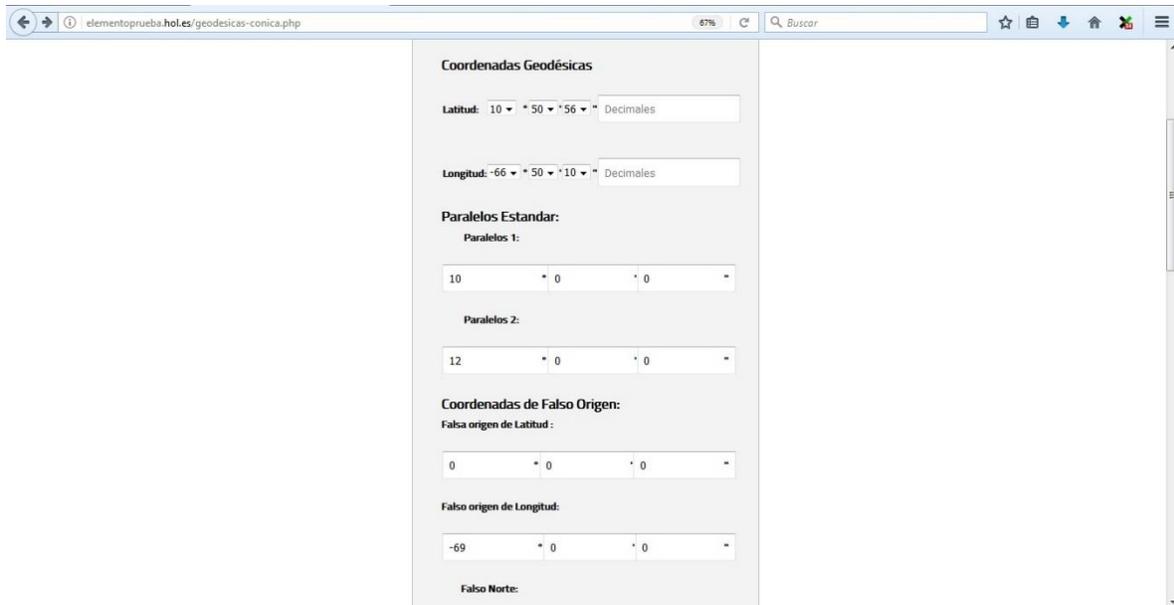


Figura N° 33 Captura de pantalla, Calculo de Coordenadas Cónicas, sentido Directo

Fuente: propia

Generando los siguientes resultados:

	Resultados del Prototipo (m)	Resultados punto de pruebas (m)	Diferencia (m)
Norte	2.207.844,0552	2.207.844,0553	-0,0001
Este	736.568,7389	736.568,7389	0,0000

TABLA N° 9 Comparación de Resultados, Coordenadas Geodésicas-Cónicas, Sentido Directo

Fuente: propia

Se puede apreciar una exactitud dentro de tolerancia, siendo las diferencias ambas coordenadas con valores por debajo del milímetro.

4.2.4.2.2 Calculo inverso de coordenadas

La validación del funcionamiento para el sentido inverso requirió los siguientes valores:

Norte (m)	2.207.844,0553
Este (m)	736.568,7389
Datum	WGS84

TABLA N° 10 Datos iniciales, Coordenadas Geodésicas-Cónicas, Sentido Inverso

Fuente: propia

Los parámetros utilizados dentro de estos cálculos son los mismos contenidos en la Tabla N°6, los cuales son los parámetros básicos de coordenadas cónicas, paralelos estándar, falso origen geodésico y falso origen proyectado.

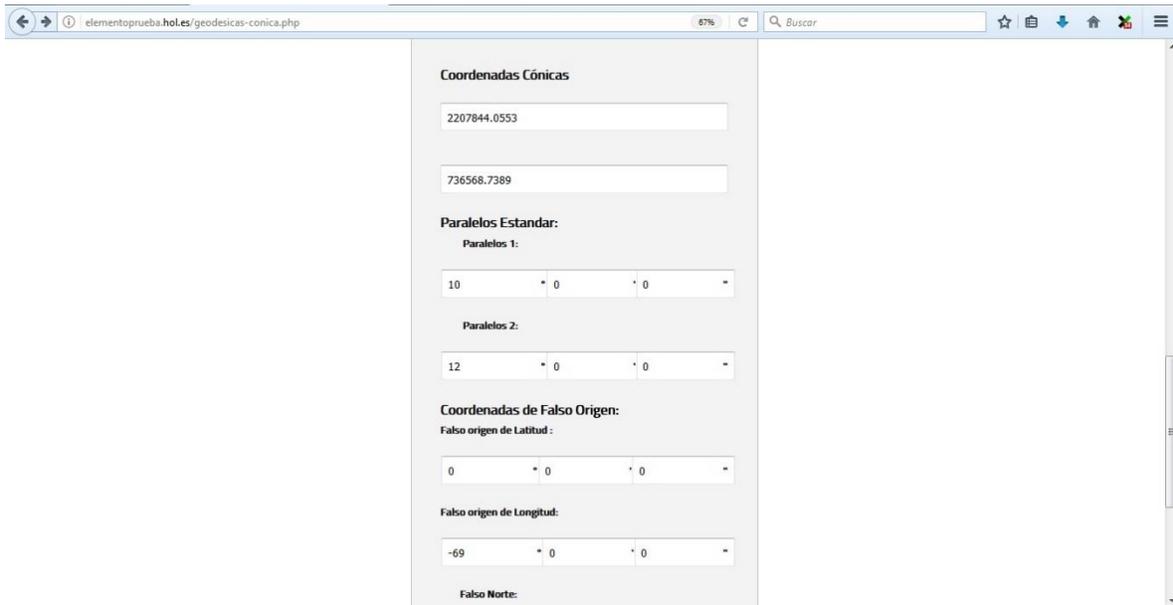


Figura N° 34 Captura de pantalla, Calculo de Coordenadas Geodésicas-Cónicas, sentido Inverso

Fuente: propia

Generando como resultados los contenidos en la Tabla N°9 que se presenta a continuación:

	Resultados del Prototipo (° ‘ ‘’)	Resultados de la punto control (° ‘ ‘’)	Diferencia (‘’)
Latitud (φ)	10° 50’ 56’’	10° 50’ 56’’	0’’0000
Longitud (λ)	-66° 50’ 10’’	-66° 50’ 10’’	0’’0000

TABLA N° 11 Comparación de Resultados, Coordenadas Geodésicas-Cónicas, Sentido Inverso

Fuente: propia

Se puede apreciar que la diferencia entre los resultados del prototipo y el punto control, tanto en longitud como en latitud es de 0 segundos.

4.2.4.3 Coordenadas Geodésicas - Oblicua y Ecuatorial

Este tipo de transformación es llamada Estereográfica, la cual mantiene un principio de proyección directamente sobre un plano, cambiando ligeramente en sus cálculos dependiendo de la ubicación del área a proyectar, por lo que para Venezuela la de mejor adaptación es la variación Oblicua y Ecuatorial.

Las ecuaciones para sus cálculos directo e inverso fueron extraídas de la publicación de la IOGP “Geomatics Guidance Note 7, part 2. Coordinate Conversions & Transformations including Formulas” para septiembre del año 2016 y se encuentra en el punto 1.3.7.1, las cuales utilizan un punto de tangencia.

Dentro de los parámetros requeridos para su proyección se encuentran: el punto de origen o tangencial, un factor de escala y un origen de coordenadas a proyectar.

4.2.4.3.1 Cálculos directos

Para realizar la verificación de funcionamiento del módulo, se ingresaron los siguientes datos:

Latitud (ϕ)	10° 50' 56''
Longitud (λ)	-66° 50' 10''
Datum	WGS84

TABLA N° 12 Datos iniciales, Coordenadas Geodésicas-Oblicuas Ecuatoriales, Sentido Directo

Fuente: propia

Los parámetros de transformación utilizados son:

Latitud de origen Natural	10° 0' 0''
Longitud de Origen Natural	-66° 0' 0''
Factor de escala	0,9999079
Falso Norte (m)	500.000
Falso Este (m)	500.000

TABLA N° 13 Parámetros de transformación, Coordenadas Geodésicas-Oblicuas Ecuatoriales, Sentido Inverso

Fuente: propia

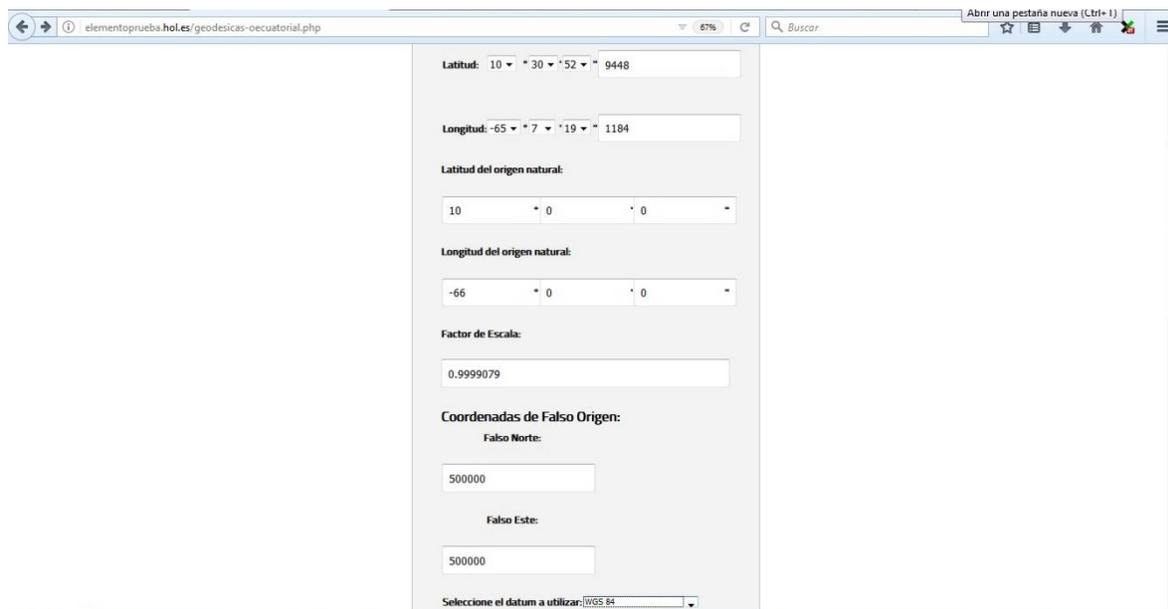


Figura N° 35 Captura de pantalla, Calculo de Coordenadas Geodésicas-Oblicuas Ecuatoriales, sentido Directo

Fuente: propia

Obteniendo los resultados y su comparación en la Tabla N° 12

	Resultados del Prototipo (m)	Resultados del punto control (m)	Diferencia (m)
Norte (m)	557.057,739	557.057,74	-0,001
Este (m)	596.105,28	596.105,28	0,000

TABLA N° 14 Comparación de Resultados, Coordenadas Geodésicas-Oblicuas Ecuatoriales, Sentido Directo

Fuente: Propia

Mediante la comparación de los resultados obtenidos y el punto control se puede determinar que existe una exactitud acorde a lo esperado, ya que las diferencias para Norte y Este son de -1 y 0 milímetros respectivamente, lo que indica estar dentro de los valores de tolerancia.

4.2.4.3.2 Cálculos Inversos

Para la comprobación de funcionamiento de este módulo, se tomaron los siguientes datos de entrada:

Norte (m)	557.057,74
Este (m)	196.105,28
Datum	Bessel 1941

TABLA N° 15 Datos iniciales, Coordenadas Geodésicas-Oblicuas Ecuatoriales, Sentido Inverso

Fuente: propia

Los parámetros utilizados son:

Latitud de origen Natural	52° 09' 22"178
Longitud de Origen Natural	5° 23' 15"500
Factor de escala	0,9999079
Falso Norte (m)	463.000
Falso Este (m)	155.000

TABLA N° 16 Parámetros de transformación, Coordenadas Geodésicas-Oblicuas Ecuatoriales, Sentido Inverso

Fuente: propia

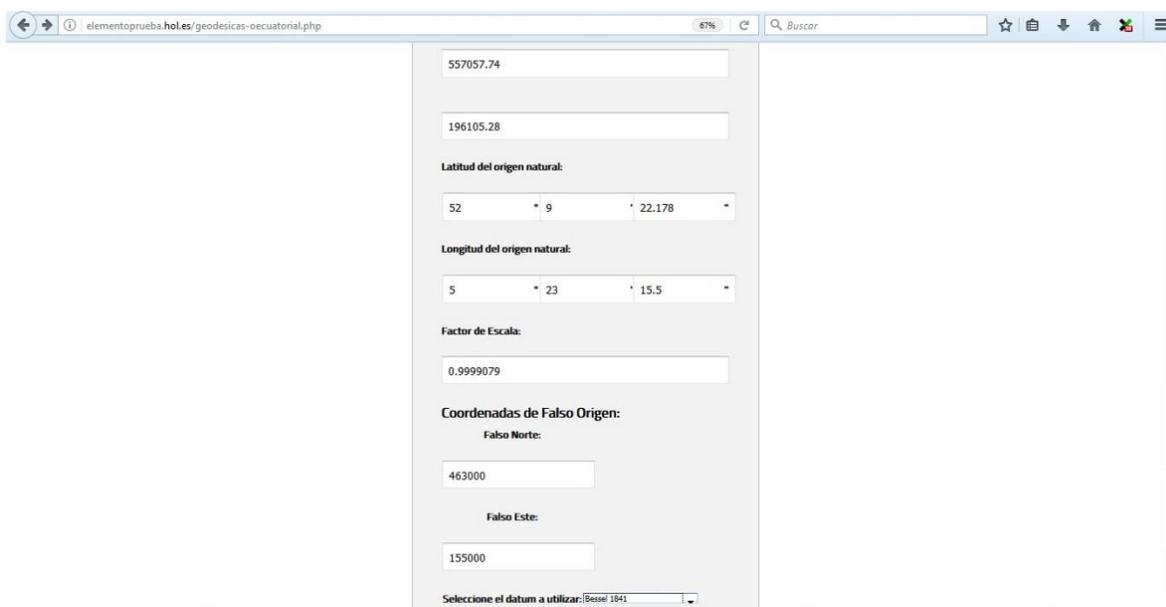


Figura N° 36 Captura de pantalla, Calculo de Coordenadas Geodésicas-Oblicuas, sentido Inverso

Fuente: propia

Generando los siguientes resultados:

	Resultados del Prototipo (° ‘ ‘’)	Resultados de la punto control (° ‘ ‘’)	Diferencia (’)
Latitud (φ)	53 ° 0 ‘ 0 ‘’	53° 0’ 0’’	0’’0000
Longitud (λ)	5 ° 59 ‘ 59’’9998	6° 0’ 0’’	0’’0002

TABLA N° 17 Comparación de Resultados, Coordenadas Geodésicas-Oblicuas, Sentido Inverso

Fuente: propia

La diferencia entre los valores obtenidos por el prototipo y el punto de control es de 0 segundos para la latitud y de 0,0002 segundos para la longitud, lo que expresa valores de exactitud esperados y dentro del rango de tolerancia.

4.2.4.4 Coordenadas Geodésicas – Geocéntricas

El transporte de coordenadas geodésicas a geocéntricas en sentido directo e inverso fue basado en las ecuaciones publicadas por la IOGP “Geomatics Guidance Note 7, part 2. Coordinate Conversions & Transformations including Formulas” para septiembre del año 2016 y se encuentra en el punto 2.2.1.

4.2.4.4.1 Transporte Directo

La validación de funcionamiento y exactitud del prototipo se realizó mediante los siguientes valores de entrada:

Latitud (φ)	10° 50’ 55’’25
Longitud (λ)	-66° 50’ 45’’12
Datum	WGS84

TABLA N° 18 Datos iniciales, Coordenadas Geodésicas-Geocéntricas, Sentido Directo

Fuente: propia



Figura N° 37 Captura de pantalla, Calculo de Coordenadas Geodésicas-Geocéntricas, sentido Directo

Fuente: propia

Generando los siguientes resultados:

	Resultados del Prototipo (m)	Resultados del punto control (m)	Diferencia (m)
U (m)	2.463.729,154	2.463.729,154	0,000
V (m)	-5.761.043,338	-5.761.043,338	0,000
W (m)	1.192.579,552	1.192.579,552	0,000

TABLA N° 19 Comparación de Resultados, Coordenadas Geodésicas-Geocéntricas, Sentido Directo

Fuente: Propia

Como se puede apreciar en la Tabla N° 15, la diferencia entre los valores de control y los obtenidos en el prototipo, coinciden, teniendo diferencias por debajo del milímetros, lo que puede considerarse que está dentro de tolerancia.

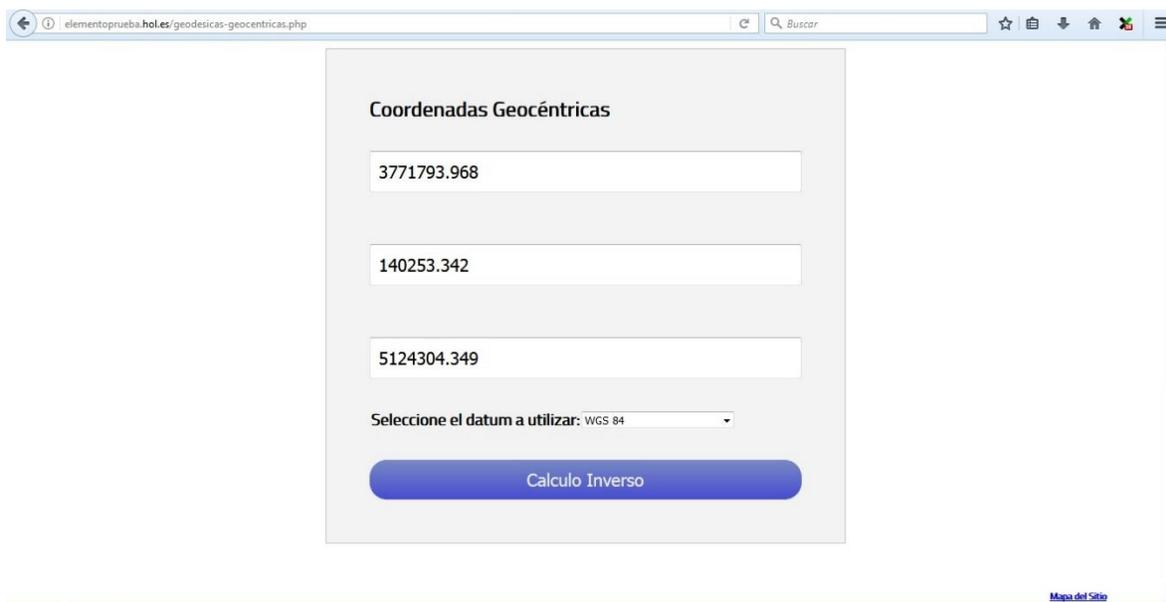
4.2.4.4.2 Transporte Inverso

Para validar y comparar el funcionamiento del prototipo es necesario introducir valores de control y probar su exactitud, los datos de entrada son:

X (m)	3.771.793,968
Y (m)	140.253,342
Z (m)	5.124.304,349
Datum	WGS84

TABLA N° 20 Datos iniciales, Coordenadas Geodésicas-Geocéntricas, Sentido Inverso

Fuente: propia



The screenshot shows a web browser window with the URL 'elementoprueba.hol.es/geodesicas-geocentricas.php'. The page content is a form titled 'Coordenadas Geocéntricas'. It contains three input fields with the values '3771793.968', '140253.342', and '5124304.349'. Below these fields is a dropdown menu labeled 'Seleccione el datum a utilizar:' with 'WGS 84' selected. At the bottom of the form is a blue button labeled 'Calculo Inverso'. The browser's address bar and search bar are visible at the top. A 'Mapa del Sitio' link is located at the bottom right of the page.

Figura N° 38 Captura de pantalla, Calculo de Coordenadas Geodésicas-Geocéntricas, sentido Inverso

Fuente: propia

Generando los siguientes resultados:

	Resultados del Prototipo (° ‘ ’’)	Resultados de la punto control (° ‘ ’’)	Diferencia
Latitud (φ)	53 ° 48 ‘ 33’’82	53° 48' 33’’820	0’’0000
Longitud (λ)	2 ° 7 ‘ 46’’38	2° 07' 46’’380	0’’0000
h (m)	73	73	0

TABLA N° 21 Comparación de Resultados, Coordenadas Geodésicas-Geocéntricas, Sentido Inverso

Fuente: propia

Como se puede apreciar en la Tabla N° 17, la diferencias entre los resultados del prototipo y el punto de control se pueden considerar nulas, teniendo una buena exactitud y dentro de valores de tolerancia.

4.2.4.5 Coordenadas Topocéntricas – Geocéntricas

El transporte de coordenadas Topocéntricas a Geocéntricas en sentido directo e inverso fue basado en las ecuaciones publicadas por la IOGP “Geomatics Guidance Note 7, part 2. Coordinate Conversions & Transformations including Formulas” para septiembre del año 2016 y se encuentra en el punto 2.2.2.

4.2.4.5.1 Transporte Directo

La validación de funcionamiento y exactitud del prototipo se realizó mediante los siguientes valores de entrada:

X (m)	3.771.793,968
Y (m)	140.253,342
Z (m)	5.124.304,349
Datum	WGS84

TABLA N° 22 Datos iniciales, Coordenadas Geocéntricas-Topocéntricas, Sentido Directo

Fuente: propia

Parámetros de transformación:

Xo (m)	3.652.755,3058
Yo (m)	319.574,6799
Zo (m)	5.201.547,3536

TABLA N° 23 Parámetros de transformación, Coordenadas Geocéntricas-Topocéntricas

Fuente: propia

The screenshot shows a web browser window with the URL 'elementoprueba.hol.es/geocentricas-topocentricas.php'. The page content is a form titled 'Coordenadas Geocéntricas'. It contains three input fields for geocentric coordinates with the values 3771793.968, 140253.342, and 5124304.349. Below these is a section for 'Coordenadas de Origen Topocéntrico' with three input fields containing the values 3652755.3058, 319574.6799, and 5201547.3536. At the bottom, there is a dropdown menu labeled 'Seleccione el Elipsoide a utilizar: WGS 84' and a blue button labeled 'Calculo Directo'.

Figura N° 39 Captura de pantalla, Calculo de Coordenadas Geocéntricas-Topocéntricas, sentido Directo

Fuente: propia

En la Tabla N° 20 se detallan los resultados obtenidos en el prototipo y se comparan con los valores del punto control.

	Resultados del Prototipo (m)	Resultados del punto control (m)	Diferencia (m)
U (m)	-189.013,869	-189.013,869	0,000
V (m)	-128.642,04	-128.642,040	0,000
W (m)	-4.220,171	- 4 .220,171	0,000

TABLA N° 24 Comparación de Resultados, Coordenadas Geocéntricas-Topocéntricas, Sentido Directo

Fuente: Propia

La diferencia entre los resultados del prototipo y el punto control es de menos de la décima del milímetro, por lo que pueden considerarse valores dentro de tolerancia.

4.2.4.5.2 Transporte Inverso

Para validar el correcto funcionamiento del prototipo es necesario introducir valores de control y probar su exactitud, los datos de entrada son:

U (m)	-189.013,869
V (m)	-128.642,040
W (m)	- 4.220,171
Datum	WGS84

TABLA N° 25 Datos iniciales, Coordenadas Geocéntricas-Topocéntricas, Sentido Inverso

Fuente: propia

Los parametros de transformacion utilizados para el sentido inverso son los mismos utilizados en sentido directo, contenidos en la Tabla N°19.

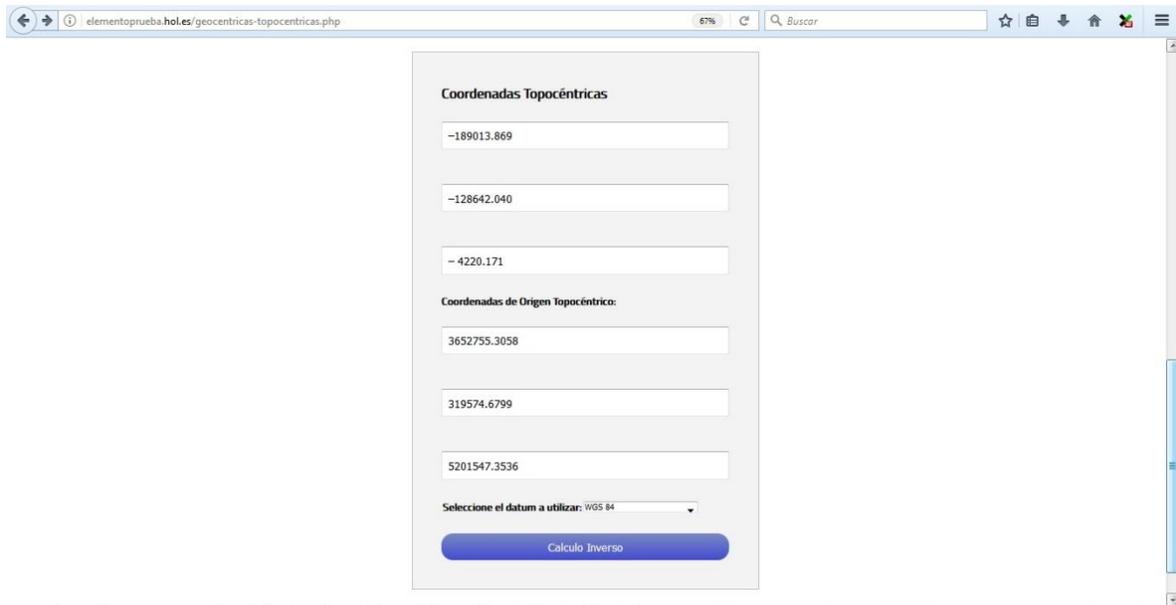


Figura N° 40 Captura de pantalla, Calculo de Coordenadas Geocéntricas-Topocéntricas, sentido Inverso

Fuente: propia

Generando los siguientes resultados:

	Resultados del Prototipo (m)	Resultados del punto control (m)	Diferencia (m)
X (m)	3.771.793.9676	3.771.793,968	-0,0004
Y(m)	140.253.3421	140.253,342	0,0001
Z (m)	5.124.304.349	5.124.304,349	0,0000

TABLA N° 26 Comparación de Resultados, Coordenadas Geocéntricas-Topocéntricas, Sentido Directo

Fuente: propia

Comparando los resultados obtenidos mediante el prototipo y los resultados de control, se puede apreciar una diferencia de -0,4 milímetros en X y 0,1 milímetros para Y, mientras que para Z, la diferencia es de 0,0 milímetros. Estos valores pueden considerarse dentro de tolerancia, ya que ni siquiera alcanzan el milímetro.

4.2.4.6 Coordenadas Geodésicas-Topocéntricas

El transporte de coordenadas Geodésicas a Topocéntricas en sentido directo e inverso fue realizado basándose en las ecuaciones publicadas por la IOGP “Geomatics Guidance Note 7, part 2. Coordinate Conversions & Transformations including Formulas” para septiembre del año 2016 y se encuentra en el punto 2.2.3.

4.2.4.6.1 Transporte Directo

La validación de funcionamiento y exactitud del prototipo se realizó mediante los siguientes valores de entrada:

Latitud (φ)	11° 9' 30"911
Longitud (λ)	-64° 16' 9"5497
Altura Elipsoidal (m)	73
Elipsoide	WGS84

TABLA N° 27 Datos iniciales, Coordenadas Geodésicas-Geocéntricas, Sentido Directo

Fuente: propia

Utilizando los siguientes parámetros:

Latitud Topocéntrica de Origen (φ_0)	10° 00' 00"000
Longitud Topocéntrica de Origen (λ_0)	-69° 00' 00"000
Altura Elipsoidal de Origen Topocéntrico (h_0)	200

TABLA N° 28 Parámetros de transformación, Coordenadas Geodésicas-Topocéntricas, Sentido Directo

Fuente: propia

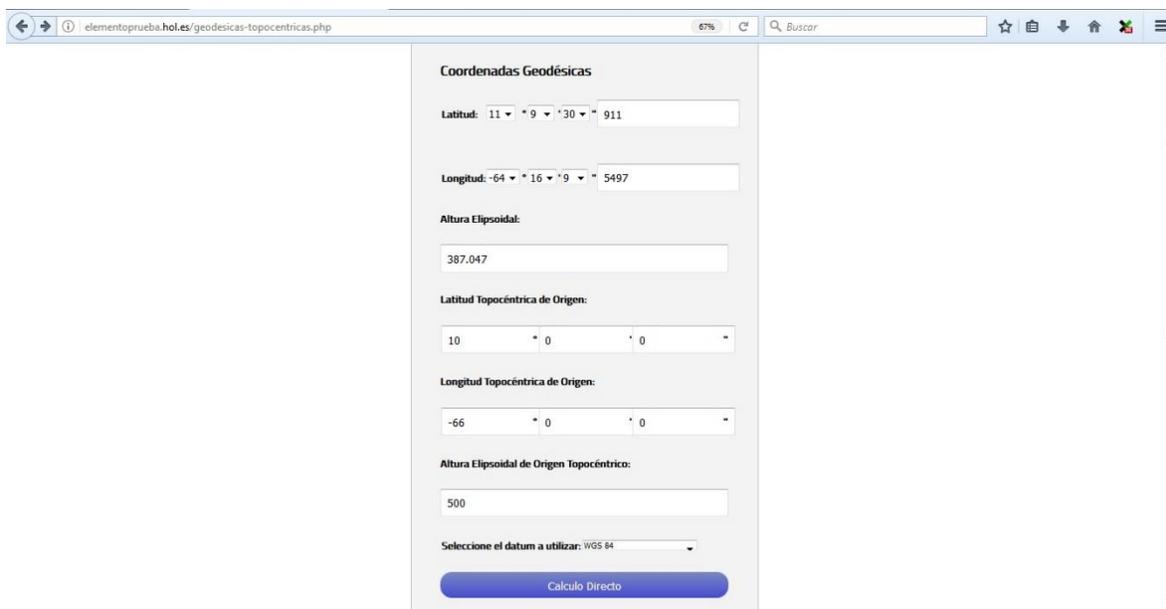


Figura N° 41 Captura de pantalla, Calculo de Coordenadas Geodésicas-Topocéntricas, sentido Directo

Fuente: propia

Generando como resultados y comparándose con su punto control:

	Resultados del Prototipo (m)	Resultados del punto control (m)	Diferencia (m)
U (m)	189.013,868	189.013,869	-0,001
V (m)	128.642,041	128.642,040	0,000
W (m)	-4220,171	- 4.220,171	0,000

TABLA N° 29 Comparación de Resultados, Coordenadas Geodésicas-Topocéntricas, Sentido Directo

Fuente: propia

En comparación de los valores obtenidos desde el prototipo y el punto control, se puede decir que la diferencia en U es de -10 mm, mientras que para las coordenadas V y W la diferencia es menos a la décima del milímetros, por lo que la exactitud de los resultados puede considerarse dentro de tolerancia.

4.2.4.6.2 Transporte Inverso

Los datos de entrada para las pruebas de funcionamiento son:

U (m)	-189.013,869
V (m)	-128.642,040
W (m)	- 4.220,171
Datum	WGS84

TABLA N° 30 Datos iniciales, Coordenadas Geocéntricas-Topocéntricas, Sentido Inverso

Fuente: propia

Los parámetros utilizados para la conversión de coordenadas en este caso, fueron:

Latitud Topocéntrica de Origen (φ_0)	55° 00' 00"000
Longitud Topocéntrica de Origen (λ_0)	5° 00' 00"000
Altura Elipsoidal de Origen Topocéntrico (h_0)	200

TABLA N° 31 Parámetros de transformación, Coordenadas Geodésicas-Topocéntricas, Sentido Inverso

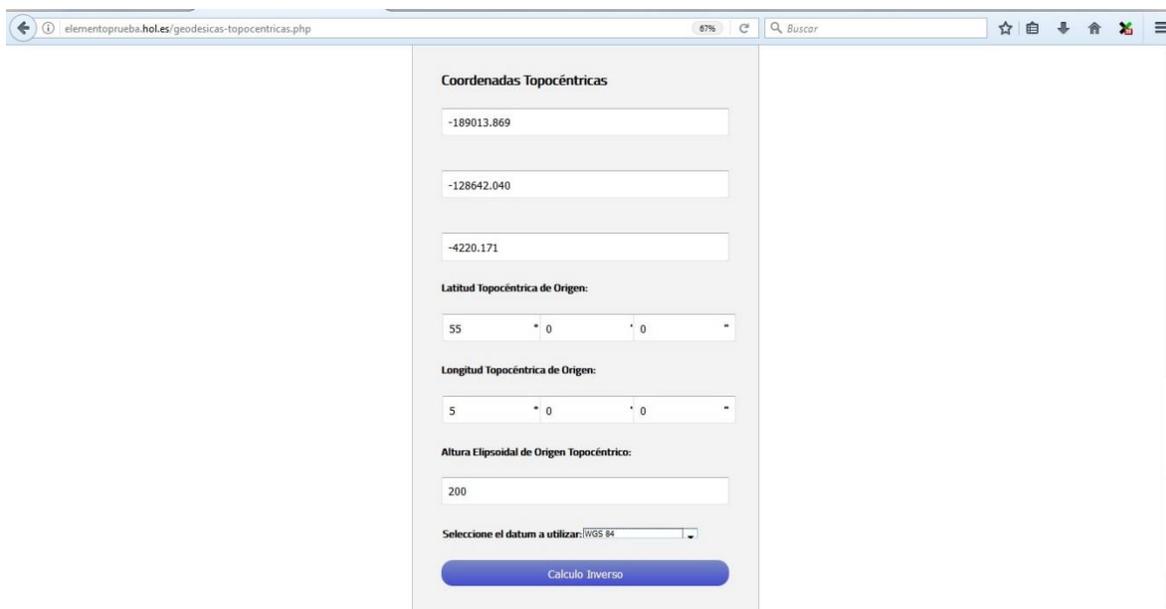


Figura N° 42 Captura de pantalla, Calculo de Coordenadas Geodésicas-Topocéntricas, sentido Inverso

Fuente: propia

Generando los siguientes valores de salida:

	Resultados del Prototipo (° ‘ ’’)	Resultados de la punto control (° ‘ ’’)	Diferencia
Latitud (ϕ)	53 ° 48 ´ 33’’82	53° 48' 33’’820	0’’0000
Longitud (λ)	2 ° 7 ´ 46’’38	2° 07' 46’’380	0’’0000
h (m)	73	73	0

TABLA N° 32 Comparación de Resultados, Coordenadas Geodésicas-Topocéntricas, Sentido Inverso

Fuente: propia

Comparando los resultados obtenidos con los valores del punto control, las diferencias expresan valores muy bajos, los cuales pueden considerarse prácticamente cero, lo que indica que los resultados obtenidos están dentro de tolerancia.

5 CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Mediante este trabajo especial de grado 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 diversos Sistemas de Información Geográfica, siendo una consulta intuitiva y con pocas trabas para personas con conocimientos reducidos acerca del tema geodésico, geográfico o cartográfico.

Para el área de cartografía se recopilaron cartas a escala 1:100.000 del territorio venezolano, siendo obtenidas directamente de productos generados por el Servicio Autónomo de Geografía y Cartografía Nacional (SAGECAN), ordenando los productos por tres tipos: Georreferenciados en WGS84, Georreferenciados en PSAD56 y sin georreferenciar.

Una vez compilada la información se cargó en el servidor los archivos, para posteriormente realizar una base de datos contentiva de la información básica de los archivos, teniendo la posibilidad de descarga y manipulación de forma directa y oportuna.

Otra área tratada fue la de puntos de control y referenciación Geodésica, en este caso manejados mediante el uso de monografías de vértice, las cuales fueron obtenidas por tres medios: el sitio web oficial del Instituto Geográfico de Venezuela, Trabajos de medición realizados por estudiantes de Ingeniería Geodésica para la red interna de la Universidad Central de Venezuela y el trabajo de grado titulado: “Nivelación y Gravedad” de la Ingeniera Ana M. Ramírez.

Una vez compilada la información, se procedió a la carga de las monografías al servidor, donde posteriormente se organizó dentro de una base de datos, que sirvió de apoyo para la creación del Sistema de Información Geográfica y consulta mediante listas.

Para el área de Modelos Geoidales, se compilo la información del modelo Geoidal GEOUCV2014, generado en el trabajo especial de grado de la Ingeniera Adriana Daruiz, 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.

Los cálculos geodésicos acá planteados fueron tomados como pequeñas muestras de los diversos cálculos que pueden realizarse, teniendo presentes básicamente transporte en sentido directo e inverso de coordenadas Geodésicas a Cartográficas, teniendo presentes la transformación de coordenadas Geodésicas a Universal Transversal Mercator, Geodésicas a Cónicas Conforme y Geodésicas a Estereográficas. Adicionalmente se realizaron algunos módulos de transporte de coordenadas, llevándolas de 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 oportuna, cumpliendo de forma consistente con un sistema de procesamiento y calculo.

El sitio web en su totalidad es funcional, oportuno y veraz, teniéndose 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.

5.2 RECOMENDACIONES

Basados en los resultados obtenidos, los análisis de los elementos y las conclusiones expuestas anteriormente se recomienda:

- Utilizar la iniciativa del presente trabajo para la creación de un sitio web propio para el Departamento de Ingeniería Geodésica y Agrimensura, prestando el servicio de información y consulta a otros departamentos o instituciones que así lo requieran.
- Realizar la carga constante de información geodésica y cartográfica actualizada, sirviendo como puente para la actualización de elementos, brindando apoyo académico a los estudiantes de la Universidad Central de Venezuela.
- Desarrollar nuevos tópicos de consulta y cálculos, con la intención de diversificación y crecimiento del sitio web.

6 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Bravo, D. (2014), Conversión de Coordenadas Cartográficas. Departamento de Ingeniería Geodésica y Agrimensura, 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.
- Martín Asín, F. Geodesia y Cartografía Matemática, (1983), Madrid, España.
- Silberschats, A; Korth, H; Sudarshan, S (1998), Fundamentos de Bases de Datos, Mc Graw Hill. Estados Unidos.
- Zerpa, C. (2008), El Proyecto de Trabajo Especial de Grado en Ingeniería, Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela.
- Sitio Oficial Geoportal Instituto Geográfico Militar Ecuador [Pagina en línea] <http://www.geoportaligm.gob.ec/portal/> [Consulta: 2016, septiembre 19].
- Sitio web oficial de Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar [Pagina en línea], disponible en: <http://www.igvsb.gob.ve/> [Consulta: 2016, Octubre 21].
- Sitio web oficial de Java [Pagina en línea], disponible en: <https://www.java.com/es/> [Consulta: 2016, diciembre 28].
- Sitio web oficial de MySQL [Pagina en línea], disponible en: <https://www.mysql.com/> [Consulta: 2017, abril 04].
- Sitio web oficial de PHP [Pagina en línea], disponible en: <http://php.net/> [Consulta: 2017, marzo 02].
- Sitio web oficial de MS4W [Pagina en línea], disponible en: <http://ms4w.com/> [Consulta: 2017, marzo 03].
- Sitio web oficial de JavaScript [Pagina en línea], disponible en: <https://www.javascript.com/> [Consulta: 2017, abril 19].

- Sitio web oficial de World Wide Web Consortium [Pagina en línea], disponible en: <http://www.w3c.es/> [Consulta: 2017, enero 07].
- Sitio web oficial de Hostinger [Pagina en línea], disponible en: <https://www.hostinger.com/> [Consulta: 2016, febrero 22].
- Sitio web oficial de Leaflet [Pagina en línea], disponible en: <http://leafletjs.com/> [Consulta: 2016, abril 22].
- Sitio web oficial de QGIS [Pagina en línea], disponible en: <https://www.qgis.org> [Consulta: 2016, abril 20].
- Sitio web oficial de la Real Academia Española de la lengua [Pagina en línea], disponible en: <http://www.rae.es/> [Consulta: 2016, mayo 04].