



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SANTIAGO DEL ESTERO



FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y TECNOLOGÍAS

LICENCIATURA EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

**SERVIDOR DE MAPAS PARA EL
SISTEMA DE RIEGO DEL RÍO
DULCE**

Autores:

VIVIANA L. SACUNDO

RAMIRO VAZQUEZ

Profesor Guía:

DR. HUGO RAÚL ZERDA

Asesor:

LIC. SUSANA HERRERA

Junio de 2010

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN DE LA LICENCIATURA EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN

SERVIDOR DE MAPAS PARA EL SISTEMA DE RIEGO DEL RÍO DULCE

Autores:

.....
Viviana L. Sacundo

.....
Ramiro Vazquez

Profesor Guía:

.....
Dr. Hugo Raúl Zerda

Asesor:

.....
Lic. Susana Herrera

* _____ * _____ *

Aprobado el día del mes de del año 20.....

por el Tribunal integrado por

..... (firma) (firma) (firma)
..... (aclaración) (aclaración) (aclaración)

A la luz de mis ojos...Ariel Nicolás.

A mi madre.

Viviana L. Sacundo

A Dios por intervenir en cada segundo de mi vida

A mi Padre por allanarme el camino desde el cielo

Ramiro Vazquez

Agradecimientos

Quiero expresar mi agradecimiento de una manera especial al director de esta tesis, el Dr. Hugo Zerda, quien confió y puso a disposición su tiempo, conocimiento, espacios e ideas para que este proyecto alcanzara su mejor final. Enmarcado siempre en el respeto por el ser humano, por lo que sin duda afirmo que su aporte más valioso es su calidad de persona. Muchas gracias por facilitarme los medios, su disponibilidad y paciencia sin los cuales este trabajo no se hubiera concluido.

Agradezco a mi hermana Nely, en quien me apoyé en los momentos difíciles. Por los tres soles que me distes para abrazarme a la vida. Tu tenacidad, tu lucha incansable por superarte me sirve de ejemplo y me llena de motivación para sortear las piedras en el camino. Gracias por tu inmensa generosidad.

A mis compañeros de trabajo y a mis amigos que de alguna forma u otra aportaron su granito de arena para que el camino sea más liviano. A los que contribuyeron con críticas constructivas al trabajo realizado, el cual se vio enriquecido en su calidad. Especialmente agradezco a mi hermana del alma, la que la vida me permitió conocer y darme la gran oportunidad de tener su amistad. Gracias Laly, gracias por estar siempre, por brindarme tus consejos, opiniones, tu elocuente perspectiva, por todo.

A la Asesora de tesis Lic. Susana Herrera le agradezco su tiempo dedicado a la revisión exhaustiva del trabajo, el aporte de gran valor de su conocimiento. Muchas gracias.

A mi Dios le agradezco el permitirme renovar continuamente mi Fe. Por sostenerme más fuertemente cuanto más decaída me encuentro.

A Madre, gracias!! Gracias por tu paciencia, por comprender mis ausencias, por tus oraciones. TE QUIERO.

Viviana L. Sacundo
Santiago del Estero, Argentina
Junio de 2010

Agradecimientos

A mi madre por el amor que siempre me brindó y sobre todo por su enorme paciencia.

A mi hermano Roberto por ser mi ejemplo de vida y esfuerzo.

A mis hermanas Silvina y Didi por haber sido los pilares de mi familia durante toda mi vida estudiantil universitaria.

A Lucha, Mariano y Nico, que por siempre serán mis hermanitos, por creer en mí y brindarme todo el cariño.

A Carina y Mariana, mis cuñadas que me hicieron los dos regalos más lindos de mi vida, mis sobrinos Luana y Benja.

A mis compañeros y amigos de la UESRRD que en el día a día compartimos momentos únicos que sirvieron por el afecto que me brindaron necesario para seguir adelante.

Al Dr. Hugo Raúl Zerda, nuestro guía en este trabajo final, por el invaluable esfuerzo puesto con total desinterés para que se concrete nuestra meta de recibarnos.

A la Lic. Susana Herrera, nuestra asesora, por el aporte de sus conocimientos y su cordial atención.

Al Ing. Guillermo Ángriman por el espacio y los recursos brindados y los tirones de oreja que sirvieron para nunca bajar los brazos.

A mis profesores Aldo Roldán, Raquel Zarco, Carmen Silva y Mario Montalveti por el apoyo y las palabras de aliento durante mi etapa como ayudante en la Universidad de lo que nunca me voy a olvidar.

A Viviana por la fortaleza que me demostró y de la que aprendí muchas cosas.

A Adriana por cambiar los días de mi vida y estar conmigo de forma incondicional en las buenas y en las malas brindándome su amor.

Y por último a Dios por darme la fuerza y el temple necesarios para lograr este objetivo y lo más importante, por rodearme de personas maravillosas a través de las cuales me dio refugio y afecto. Eternamente agradecido a Él sobre todas las cosas.

Ramiro Vazquez
Santiago del Estero, Argentina
Junio de 2010

RESUMEN

Grandes corporativas y organismos gubernamentales poseen Sistemas de Información Geográfica para la gestión de sus recursos y para definir sus estrategias organizacionales. Sin embargo, en la mayoría de los casos, el acceso a la información que brindan estos sistemas está limitado a un grupo reducido de usuarios expertos.

Este trabajo plantea el desarrollo de un Servidor de Mapas (WMS) como una alternativa de solución a esta problemática. Un WMS consiste en un sistema que permite manipular la estructura de datos espaciales a través de Internet. Se tomó como caso de estudio el Sistema de Información Geográfica (SIG) de la Unidad Ejecutora del Servicio de Riego del Río Dulce (UESRRD).

En concreto, en este documento se presenta el desarrollo de un prototipo de WMS que opera bajo una arquitectura Cliente/Servidor, otorgando un carácter distribuido al SIG. Esto optimiza la interacción entre los usuarios y la información geográfica, ya que les permite acceder a la información en forma sencilla, eficaz y en tiempo real, a través de una página web.

Para el desarrollo se utilizaron tecnologías Open Source y se consideraron estándares de la Open Geospatial Consortium y la Norma ISO (TC 211) 19128 sobre Interfaz de WMS.

RESUMEN	X
INTRODUCCIÓN	XIII
Capítulo I. PROBLEMA, OBJETIVOS Y ALCANCES	1
I.1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE LA UESRRD	1
I.2. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	2
I.3. ANTECEDENTES GENERALES	4
I.3.1 PROYECTO SIG NACIONAL DE LA REPÚBLICA ARGENTINA (PROSIGA).....	4
I.3.2. EQUIPO DE TRABAJO INTERINSTITUCIONAL DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (ETISIG) CHACO.....	5
I.3.3. SIG DEL CATASTRO DE RIEGO (SICAR) MENDOZA	5
I.3.4 SISTEMA DE INFORMACIÓN Y GESTIÓN AMBIENTAL (SIGEA).....	6
I.4.JUSTIFICACIÓN	6
I.5. OBJETIVOS	7
I.5.1. OBJETIVOS GENERAL	7
I.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
I.6. ALCANCE	8
Capítulo II. MARCOS REFERENCIALES	10
II.1. MARCO TEÓRICO	10
II.1.1. SERVIDOR DE MAPAS	10
II.1.1.1. TIPOS DE SERVIDORES DE MAPAS	12
II.1.2. SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA	13
II.1.3. SOFTWARE OPEN SOURCE O CÓDIGO ABIERTO	20
II.1.4. MAPSERVER	21
II.1.4.1. MAPSERVER 4.X PARA PLATAFORMA WINDOWS (MS4W)	22
II.1.5. OPEN GIS CONSORTIUM (OGC).....	23
II.1.5.1. NORMAS ISO (TC 211)1928.....	23
II.1.6. USABILIDAD	25
II.2. MARCO METODOLÓGICO	31
II.2.1. METODOLOGÍAS ÁGILES PARA APLICACIONES WEB	31
Capítulo III. DESARROLLO DEL PROTOTIPO DEL SERVIDOR DE MAPAS	38
III.1.METODOLOGÍA DE TRABAJO	39
III.1.1. DEFINICIÓN DE LA PLATAFORMA TECNOLÓGICA	39
III.1.2. IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTACIÓN DE TRABAJO COMO SERVIDOR WEB	41
III.1.2.1.INSTALACIÓN DEL PAQUETE MS4W	41

III.1.2.2. ARCHIVO DE CONFIGURACIÓN DE LA APLICACIÓN APACHE	43
III.1.2.3. IMPLEMENTACIÓN DE UN FIREWALL	44
III.1.2.4. COMPONENTES DE LA APLICACIÓN MAPSERVER	46
III.1.2.5. POSTGRESQL-POSTGIS	52
III.1.2.6. CONFIGURACIÓN DEL EQUIPAMIENTO DISPONIBLE	59
III.1.3. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO DEL SERVIDOR DE MAPAS	59
III.1.3.1. IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE DESARROLLO	59
III.1.3.2. PLANIFICACIÓN DEL SOFTWARE	69
III.1.3.3. DESARROLLO DEL PROTOTIPO	73
III.1.3.4. EVALUACIÓN DEL PROTOTIPO	76
III.1.3.4.1. EVALUACIÓN HEURÍSTICA.....	77
III.1.3.4.2. ANÁLISIS DEL RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN HEURÍSTICA.....	81
III.1.3.4.3. MÉTODOS DE TEST. PROTOCOLO DEL PENSAMIENTO MANIFESTADO	82
III.1.3.4.4. ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL METODO DE TEST	84
III.1.3.4.5. RECOMENDACIONES.....	90
Capítulo IV. SERVIDOR DE MAPAS: PRESENTACIÓN DEL PROTOTIPO	
OBTENIDO.....	92
IV.1. NUEVAS TECNOLOGÍAS CARTOGRÁFICAS.....	92
IV.2. CARTOGRAFÍA TEMÁTICA DINÁMICA	92
IV.2.1. DESPLIEGUE DE INFORMACIÓN.....	92
IV.2.2. MENÚS	93
IV.2.3. OTRAS FUNCIONES	95
IV.2.4. HERRAMIENTAS DE NAVEGACIÓN	98
IV.3. SISTEMA DE BÚSQUEDA DE DISTRITOS.....	102
IV.4. IMPRESIÓN DE RESULTADOS.....	103
IV.5. UTILIDADES DE LAS CAPAS.....	104
IV.6. MANTENIMIENTO	106
Capítulo V. ANÁLISIS Y CONCLUSIONES	107
V.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS.....	107
V.2. CONCLUSIONES.....	108
V.3. LINEAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN.....	109
V.3.1. COMPLETAR LA INFORMACIÓN DE LAS ZONAS DE RIEGO.....	109
V.3.2. DESARROLLAR EL SERVIDOR DE MAPAS CON MAPSERVER Y PHP/MAPSCRIPT....	109
V.3.3. INCREMENTAR LOS GEOSERVICIOS	110

BIBLIOGRAFÍA	111
BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA	114
ANEXO: CÓDIGO FUENTE DEL PROTOTIPO DEL SERVIDOR DE MAPAS ...	115
ANEXO: HISTORIAS DEL USUARIO	138
ANEXO: PRUEBAS UNITARIAS	141
ANEXO: PRUEBAS DE ACEPTACIÓN	151
ANEXO: EVALUACIÓN HEURÍSTICA	158

1. INTRODUCCIÓN

Como consecuencia de los constantes progresos en el desarrollo de las tecnologías de la información y de la comunicación, los SIGs han ido experimentando cambios importantes en su desarrollo manteniendo su característica fundamental, la interacción entre la componente gráfica y una base de datos.

Debido a que las nuevas herramientas para el desarrollo de los SIG también han ido evolucionando en calidad y robustez, se ha logrado que estos sistemas sean cada vez más completos y sofisticados. La distribución de la información geográfica en sus diferentes formatos, ha llevado al desarrollo de sistemas que faciliten el acceso a los usuarios de este tipo de datos.

Considerando que Internet ofrece muchas posibilidades para un acceso mejorado de los datos en tiempo real y un ambiente de trabajo común que permite a los usuarios compartir herramientas de imágenes, información y datos, unido a la operatividad que tienen hoy en día los SIG, nace una nueva variante en la forma de presentar estos productos a los usuarios, los WMS. De este modo, se brinda una solución al problema de la no disponibilidad de información, lo cual se traduce en pérdida de tiempo y gran esfuerzo por partes de la Organizaciones.

En la actualidad existen diversas soluciones de carácter comercial, que permiten resolver el problema de la distribución de la información geográfica a través de Internet, que actúan como extensiones de los Sistemas de Información Geográfica de escritorio. Estos WMS, tienen un elevado costo económico ya que son desarrollados por firmas de Software. Frente a esta problemática económica, el software libre, entrega soluciones para distribuir la información espacial, de calidad igual o superior a los sistemas propietarios mencionados con anterioridad.

Tomando en cuenta la existencia de este nuevo tipo de herramienta, se diseñó e implementó un prototipo de WMS basado en la arquitectura Cliente/Servidor, utilizando Mapserver que es un entorno de desarrollo Open Source para la creación de aplicaciones SIG en Internet/Intranet con el fin de visualizar, consultar y analizar información geográfica a través de la red.

Este trabajo está organizado en cinco capítulos cuyos contenidos se detallan a continuación. El primer capítulo describe brevemente al SIG de la UESRRD y se plantea la problemática relacionada con la falta de disponibilidad con el acceso limitado a la información geográfica.

Además, se definen los objetivos y el alcance de dicho trabajo. En el segundo capítulo se desarrollan los marcos referenciales en los que se sustenta la propuesta. En el marco teórico se introducen conceptos básicos de WMS y de SIG. Mientras que en el marco metodológico se mencionan las metodologías que influyeron en la definición de la metodología de desarrollo utilizada en la construcción de este prototipo. En el tercer capítulo se describen detalladamente cada una de las etapas y actividades llevadas a cabo durante la elaboración del prototipo, así como también las tecnologías informáticas empleadas. El producto obtenido se presenta en el cuarto capítulo; allí se muestran y explican las diferentes funciones con las que cuenta el Prototipo para el manejo de la Información Geográfica. En el quinto capítulo se analizan los resultados obtenidos y se sugieren líneas futuras de investigación y desarrollo que surgen a partir del trabajo aquí presentado.

I.1.DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE LA UESRRD

El Sistema de Información Geográfica (SIG) de la UESRRD cuenta con las siguientes capas que lo conforman:

Capas Vectoriales:

- 1. Parcelamiento del área riego:** el mismo corresponde a las parcelas que están bajo el área de influencia del Sistema de Riego del Río Dulce en sus diferentes Distritos.
- 2. Curvas de Nivel.**
- 3. Canales de Riego:** conductores de agua desde la captación hasta la parcela o donde será aplicado a los cultivos. En este sistema están divididos por cuatro categorías: Matriz, Secundarios, Terciarios, Cuaternarios.
- 4. Canales de Drenajes:** estructuras artificiales, que facilitan el escurrimiento y evitan el almacenamiento del agua en una zona particular.
- 5. Obras de Arte:** a lo largo de un canal de riego se sitúan muchas y variadas estructuras, llamadas "obras de arte".
- 6. Ciudades:** o localidades que están bajo el área de influencia del Sistema de Riego del Río Dulce
- 7. Ríos:** corrientes de aguas naturales que atraviesan el Área de Influencia del Sistema de Riego del Río Dulce.

Capas Raster:

- 1. Imagen Landsat :** imagen del sensor TM del satélite Landsat7 cuya resolución es de 30 metros. Multiespectral. Año 1997 (Mosaico del área de riego), 2001 (Mosaico Provincial), 2003, 2004, 2007, 2008. Provista por CONAE mediante convenio.
- 2. Imagen IRS:** imagen del satélite Indio IRS (Indian Remote Sensing) cuya resolución espacial es de 5 metros.

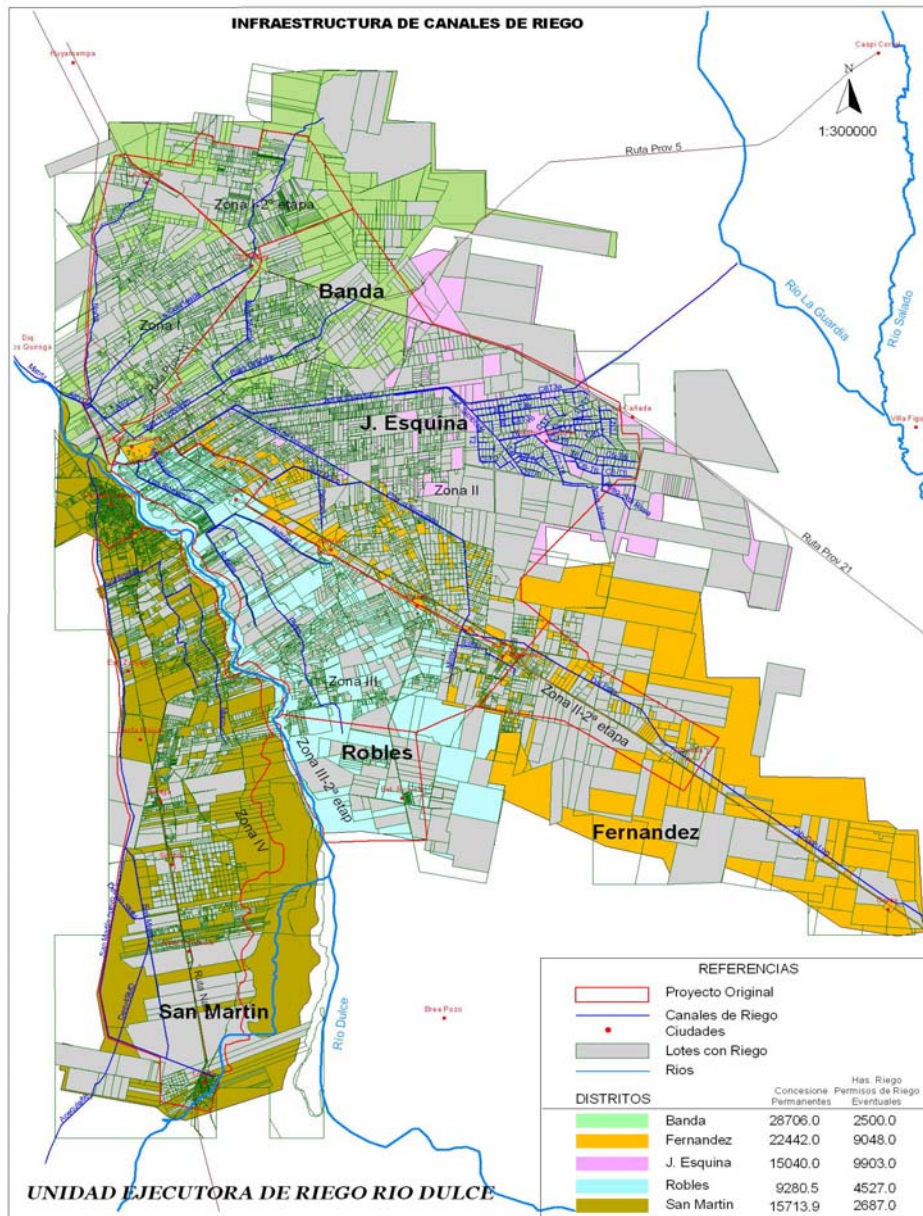


Figura I.1.1. Sistema de Información Geográfica del Sistema de Riego del Río Dulce.

I.2. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El Sistema de Riego de la UESRRD está ubicado geográficamente en el centro de la provincia, cercano a la ciudad de Santiago del Estero (Ver Figura I.2).

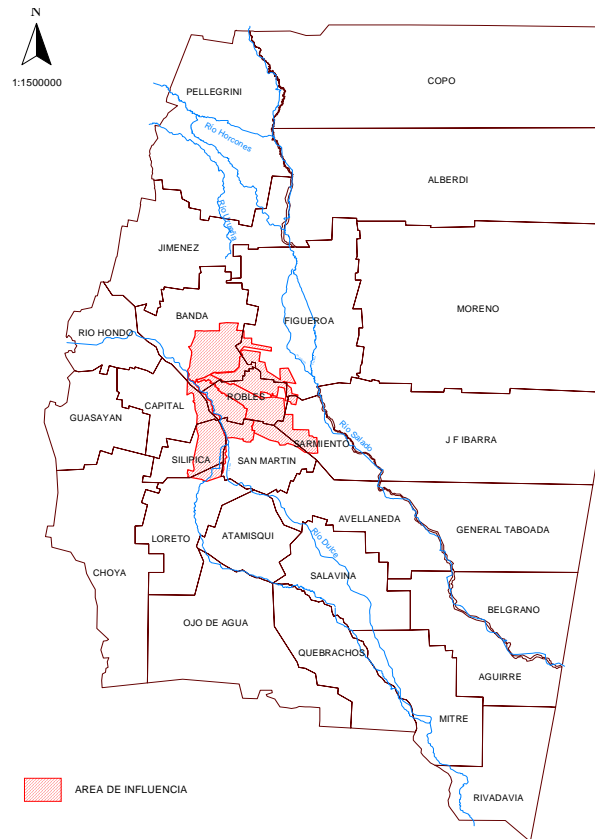


Figura I.2. Área del Sistema de Riego del Río Dulce

Esta unidad está caracterizada por los siguientes datos de superficie:

- Superficie Provincial 13.640.000 Has
- Superficie de Influencia 442.700 Has
- Área Regable (con Proyecto) 120.000 Has

Además, está organizada operativamente en los distritos Banda, Jume Esquina, Fernández, Robles y San Martín.

La UESRRD posee un SIG mediante el cual administra información geográfica y alfanumérica relacionada con el Sistema de Riego del Río Dulce, entre ellas el catastro de lotes que está bajo dicha área y la red de canales que lo integra, compuesta por canales primarios, secundarios, terciarios, derivaciones, tomas¹ y obras de arte².

¹ **Toma:** Compuerta que da acceso y regula el caudal de agua.

Sin embargo, un gran porcentaje de información del SIG de la UESRRD no está disponible para los usuarios, dejándola solo a conocimiento de un grupo reducido de usuarios. Todo esto ocurre como consecuencia de la falta de recursos o por no tener herramientas adecuadas para hacer llegar esta información a los distintos agentes³ que deben tomar las decisiones que permitan el cumplimiento de los objetivos y metas del sistema. La información solamente es accesible a tres agentes de la institución, a quienes se debe recurrir cuando se presenta la necesidad de obtener información de dicho SIG. Como consecuencia de esto los Jefes de Distritos y otros usuarios, ubicados en diferentes localidades deben concurrir a la sede central de la UESRRD perdiendo tiempo y recursos.

De lo mencionado anteriormente surgió la necesidad de desarrollar una gestión abierta desde el punto de vista del manejo de la información consecuente con la administración de los servicios de riego, desagüe y drenajes del Río Dulce y sus zonas de influencia, de conformidad con las pautas y políticas que fije el Gobierno de la Provincia. Esto permite a los distintos agentes del sistema obtener la información de forma rápida y sencilla de comprender para el proceso de la toma de decisiones y optimizar los tiempos de trabajo.

Se propuso lograr una gestión abierta a todos los usuarios mediante el desarrollo de un WMS, el cual permite poner mapas, información y atributos espaciales en la WEB [1] para facilitar el análisis de los mismos, la producción de mapas en forma rápida y con bajo costo, el diseño de mapas para necesidades específicas para un determinado usuario, entre otros beneficios.

I.3. ANTECEDENTES GENERALES

I.3.1. Proyecto SIG Nacional de la Republica Argentina (PROSIGA)[2] .

El PROSIGA es un convenio cooperación entre la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación, el Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, la Secretaría de Energía de la Nación y el Instituto Geográfico Militar (IGM) [3]. El PROSIGA tiene como objetivo establecer un SIG para la República Argentina con intervención directa de múltiples usuarios y generadores de información, vinculándolos mediante una estructura nodal de intercambio de datos a través de redes públicas y privadas, que permitan a la comunidad en general contar con una herramienta de base para la información general y la toma de decisiones en Internet.

² **Obras de arte:** Construcciones, como por ejemplo puentes que cruzan los canales.

³ **Agentes:** Intendente de Riego, Jefes de Distrito, Técnicos y Empleados del Área Comercial de la UESRRD.

I.3.2. Equipo de Trabajo Interinstitucional de Sistemas de Información Geográfica (ETISIG) Chaco [4].

El ETISIG de la provincia del Chaco, Usuarios de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y Procesamiento Digital de Imágenes (PDI) de la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE) y Organismos del Estado Provincial tales como: Gerencia de Desarrollo Urbano del Instituto Provincial de Desarrollo Urbano y Vivienda -IPDUV- de la Provincia del Chaco y de Servicios Energéticos del Chaco Empresa del Estado Provincial -SECHEEP- se reunieron con el objetivo de generar un SIG de la provincia de Chaco, como herramienta de planificación y gestión para optimizar la toma de decisiones de índole territorial. Una de las principales funciones es la de recopilar y relevar los proyectos vinculados a SIG, Cartografía, Bases de datos y recursos disponible creando y gestionando un “WMS Provincial” para el intercambio de información, utilizando el software MapServer.

I.3.3. SIG Del Catastro De Riego (SICAR) Mendoza [5].

La administración y gestión del Recurso Hídrico que depende del Departamento General de Irrigación (D.G.I.) de la provincia de Mendoza, ha implementado un Sistema de información Geográfica al manejo del Catastro de Riego, y su relación con la gestión del Recurso Hídrico, permitiendo manejar la universalidad de la información referida a la Registración de Concesiones, como asimismo la vinculación con el inventario de obras que conforman la red hídrica, siendo ésta el medio que permite abastecer al usuario de los volúmenes correspondientes para cada explotación. Es por ello que desde el Área SIG del Departamento Administración de Derechos a través de la Dirección de información, se ha implementado un WMS (Mapserver), el cual permite visualizar y hacer consultas online sobre cartografía digital que posee el D.G.I. y todos aquellos productos derivados de ésta y sus bases de datos asociadas.

I.3.4. Sistema de Información y Gestión Ambiental (SIGEA) [6].

El Sistema de Información y Gestión Ambiental está siendo desarrollado y conformado por el Centro De Gestión Ambiental y Ecología (CEGAE) con información de distintas fuentes y medios, permitiendo en un futuro cercano, la visualización y administración de información ambiental de las provincias de Chaco y Corrientes, ofreciendo a su vez, la interrelación y el cruzamiento de distintas capas temáticas de interés de los usuarios, facilitándose además su utilización a través de Internet, con ayuda del software MAPSERVER.

I.4. JUSTIFICACIÓN

Actualmente los SIG han generado un cambio importante a la hora de realizar procesos. Antes era solo una herramienta exclusiva de geógrafos y cartógrafos, mientras que hoy en día se abrieron paso de los centros de investigación a los circuitos corporativos, de las pc de los científicos a las personas de negocios, del especialista que produce mapas al que toma decisiones. Por esto es de suma importancia mantenerse al día con las nuevas herramientas que nos ayuden a la toma de decisiones de una manera más sencilla y eficaz y con un bajo costo.

Las tecnologías de la informática se han desarrollado constantemente y los SIG han tomado dichos avances, experimentando cambios importantes en su desarrollo (ver Figura I.3).

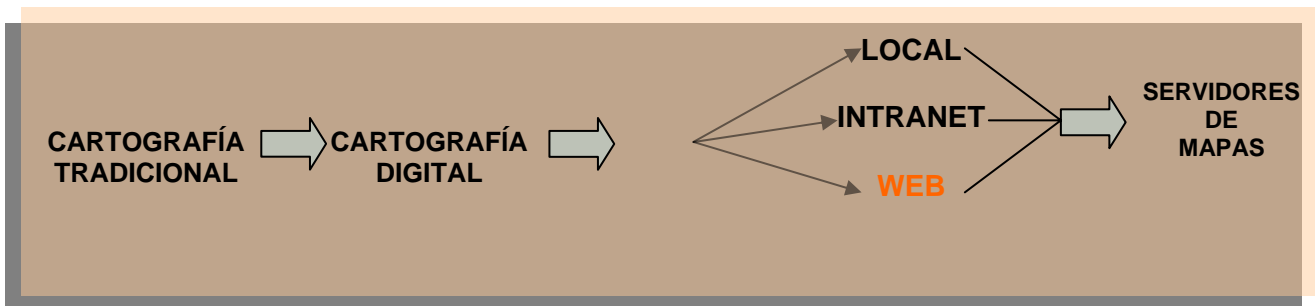


Figura I.3. Evolución de los SIG

Uno de los mayores aportes lo realiza Internet, haciendo posible un acceso a los datos en tiempo real, poniendo a disposición de todos los usuarios herramientas de imágenes, información y datos. Así la unión de estas tecnologías, abrió paso a los WMS, tecnología con la cuál se puede entregar información en forma rápida, variada, segura y actualizada a todos los usuarios interesados, incluso a aquellos que no tengan formación específica en SIG. Con ellos se puede mostrar diversas aplicaciones en forma interactiva, acrecentando la

importancia de los tiempos de trabajo y la gran ventaja que significa tener la información cuando se la necesite y de forma fácil de acceder.

Todas estas ventajas abren las posibilidades de insertar este tipo de instrumento en el quehacer de la vida cotidiana, como una herramienta informativa que ayude en el proceso de toma de decisiones. Promete un aumento exponencial en la eficiencia de cómo obtenemos, usamos y compartimos información geográfica en todas sus formas (incluyendo mapas, gráficas y documentos). Por otro lado, también permite cumplir con los principios de “administración centralizada” y “operación descentralizada”, que rige a la UESRRD, razón por la cual se genera la necesidad de contar con información geográfica y alfanumérica en los diferentes Distritos ubicados dentro del Sistema de Riego del Río Dulce.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un Prototipo de WMS que brinde a los técnicos de las diferentes áreas de la UESRRD una herramienta para la consulta y el análisis de la información geográfica y alfanumérica a través de su publicación en la web.

1.5.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- *Optimizar la explotación de datos* ya disponibles en otros formatos (estadísticas, informes, imágenes, censo de cultivos, etc) de forma dispersa en las diferentes Áreas de la UESRRD, bajo un interfaz común en la Web y dotarlas de componente espacial.
XXXX
- Documentar y actualizar los conjuntos de datos espaciales (*metadatos*).
- Asegurar la *interoperabilidad*, combinándose otros conjuntos de datos y servicios espaciales.
- Poner a disposición de los usuarios ciertos servicios como los de localización de la información necesaria para la *toma de decisión* en el gerenciamiento y administración del sistema de riego del Río Dulce.
- Utilizar estándares y especificaciones de desarrollo consensuados en lo referente al WMS en Internet.
- Generar respuestas gráficas y alfanuméricas de las consultas realizadas por la comunidad técnica de la UESRRD.

1.6. ALCANCE

Lo que se espera alcanzar con este proyecto es el desarrollo de un prototipo de WMS que brinde información geográfica y alfanumérica a los Técnicos de las diferentes áreas de la UESRRD.

La información geográfica relacionada con el sistema de riego está compuesta de distritos, canales, derivaciones, tomas, etc. y la información alfanumérica sobre datos técnicos y catastrales (superficie de lote, horas de recorrido, aforos de los canales, etc.).

El desarrollo del Prototipo de WMS se delimita al Distrito Jume Esquina específicamente a una subárea denominada Colonia El Simbolar. En esta subárea se encuentra la información geográfica completa, es decir toda la información que se pretende subir a Internet. Entre ellas, una imagen de dicha subárea de alta resolución, que es la única imagen con que cuenta la UESRRD con dichas características, debido al alto costo de la misma.

El prototipo desarrollado es una aplicación Web basada en una arquitectura Cliente/Servidor ajustándose a las especificaciones de la OGC (ver punto 5.5) donde un usuario hace una consulta en el Browser (Internet Explorer, Firefox, etc), la cual se transmite por los protocolos TCP/IP (Internet) al Servidor Web. En el servidor se reciben valores de variables los cuales inician los servicios del WMS que a su vez crean los datos con información espacial, consultado mediante SQL desde el servidor. El resultado de la consulta es el mapa creado y los datos solicitados que se devuelven al cliente.

La metodología aplicada es una de las Metodologías Ágiles para Aplicaciones Web, específicamente la XP. Ésta pone un fuerte énfasis en las pruebas, coloca la comprobación como el fundamento del desarrollo con cada programador escribiendo pruebas cuando escriben su código de producción. Las pruebas se constituyen en el proceso de integración continua y construcción lo que rinde una plataforma altamente estable para el desarrollo futuro.

XP construye un proceso de diseño evolutivo que se basa en refactorar⁴ un sistema simple en cada iteración. Todo el diseño se centra en la iteración actual y no se hace nada anticipadamente para necesidades futuras.

Las tecnologías aplicadas en el desarrollo son la utilización de herramientas Open Source o de código abierto (ver II.1.3.), de distribución gratuita: MapServer (ver II.1.4.), que se ejecutará como una aplicación CGI en el servidor WEB.

⁴ **Refactorar:** Es el proceso de modificar el código de un sistema sin alterar su comportamiento observable para mejorar su diseño.

Las aplicaciones CGI con MapServer utilizan los siguientes recursos:

- Un servidor WEB como Apache o Internet Information Server.
- El programa MS4W (ver II.1.4.1.).
- Un archivo de inicialización que lance la primera vista de la aplicación con MapServer.
- Un Mapfile que controle lo que MapServer hará con los datos.
- Un archivo plantilla que controle la interfaz de usuario de la aplicación con MapServer en la ventana del Browser.
- Un conjunto de datos SIG (capas, imágenes, símbolos, etc.).

Las principales funciones que realiza el WMS son:

- Visualización, zoom para alejar o acercar los elementos cartográficos, donde el usuario puede definir la extensión de los zoom; también activar y desactivar la visualización de las capas de los elementos cartográficos; información dinámica al pasar el Mouse sobre cada elemento cartográfico.
- Identificación de atributos alfanuméricos en cada elemento cartográfico.
- Consultas simples de atributos alfanuméricos, como por ejemplo la búsqueda de lote, partida, canal, derivación, etc. y consultas compuestas con operadores booleanos.
- Selección de elementos por combinación de capas o análisis con operadores espaciales de superposición, contención, intersección, etc. de dos capas (con la creación de nuevas capas) y creación de zonas de influencia.

II.1. MARCO TEÓRICO

En este ítem se presenta el marco teórico en el cual se sustenta la propuesta. En el primer punto se hace una descripción de WMS, los tipos de WMS y sus funciones, continua con una reseña de SIG (componentes, funcionalidades, etc.). Una definición de los Software Open Source ya que hacemos uso de ellos para dicho desarrollo, específicamente la tecnología Mapserver. La definición de la herramienta Mapserver y su paquete para Windows, la presentación de los Especificaciones del Open Gis Consortium (OGC) que brinda una serie de características que debe cumplir dicho WMS y los estándares de las Normas ISO (TC 211)19128. Finalmente se desarrolla una pequeña reseña de la Metodología que se utilizó para el desarrollo del Prototipo: se tratan de las metodologías Ágiles para Aplicaciones Web. Dentro de las metodologías investigadas la elegida fue la Metodología Extreme Programming (XP).

II.1.1. SERVIDOR DE MAPAS

Los WMS permiten a los usuarios la máxima interacción con la información geográfica. Por un lado el usuario cliente accede a la información en su formato original, de manera que es posible realizar consultas tan complejas como las que haría en un SIG. Un WMS funciona enviando, a petición del cliente, desde su browser o navegador de Internet, una serie de páginas HTML, con una cartografía asociada en un formato de imagen (Ej: GIF, JPG, etc.). Un WMS es, de hecho, un SIG a través de Internet. La Figura II.1 muestra la arquitectura de un WMS.

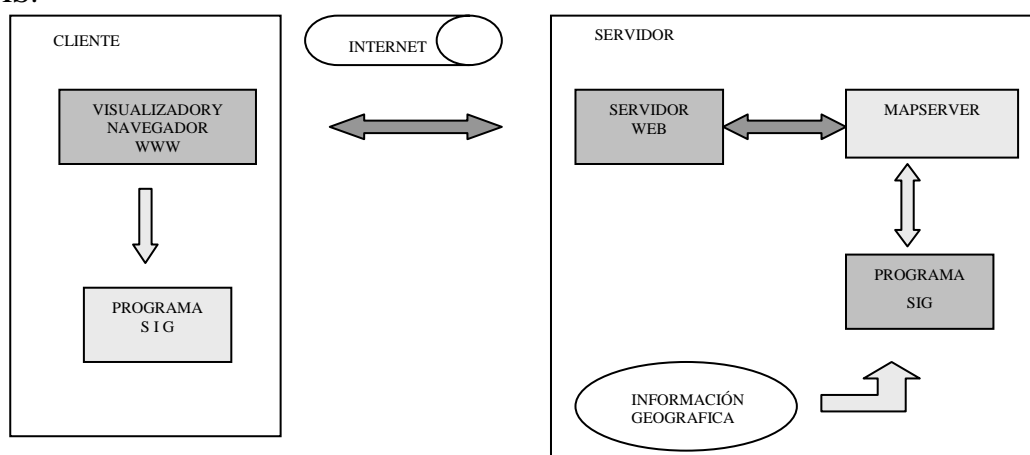


Figura II.1. Arquitectura de un SIG en Red.

Dicha arquitectura consta de dos componentes fundamentales: el cliente y el servidor cuya comunicación entre ambos es Internet o una Intranet. En el WMS se tiene en primera instancia la *base de datos geográfica o información geográfica* que es la base de un SIG (la UESRRD ya cuenta con dicho SIG), el *programa interfaz para el SIG* también llamado *middleware*⁵ en este caso un programa CGI (Mapserver). Este ejecutable interpreta la consulta del cliente, procesa los requisitos solicitados y retorna al aplicativo del cliente (navegador) el resultado esperado (imágenes del mapa, leyendas, barras de escala, mapas de referencia). Por último un *Servidor Web* que pone a disposición de los clientes las páginas Web. El navegador que está utilizando el cliente envía mensajes definidos por el protocolo http y es interpretado por el servidor que lleva a cabo las operaciones para devolver una página Web. Existen diversos servidores Web entre ellos: Apache, IIS, Cherokee, etc.

Por el lado PC del cliente se encuentra el *Visualizador y navegador www* que puede ser: Internet Explorer, Firefox, etc. Y un *programa SIG* que permita manejar y analizar la información geográfica.

En nuestro caso particular el único componente que existe es el SIG de la UESRRD. El resto de los componentes, como ser el servidor web y la base de datos, fueron configurados así como también las librerías Open source o de código abierto que se utilizaron. Se codificaron los archivos pertenecientes a Mapserver (Programa de interfaz para el SIG). El MapFile es un archivo de extensión .map, que hace todas las definiciones y configuraciones iniciales necesarias para la ejecución de una aplicación MapServer. Este archivo es leído por el MapServer en cada interacción del usuario con la aplicación y define diversas características de la aplicación como: qué mapas estarán disponibles, cómo estos mapas serán presentados, con qué color, con qué símbolo, hasta qué escala el usuario podrá aproximarse. Por lo tanto, el MapFile define cómo los mapas (datos) son presentados al usuario.

El formulario de inicialización es un archivo que se debe codificar en HTML el cual envía al ejecutable del MapServer parámetros básicos para la inicialización de la aplicación, tales como el camino del MapFile y la dirección (URL) del MapServer CGI.

Los archivos Plantillas o Template definen la interfaz o diseño de la aplicación. Es decir, definen cómo los componentes generados por el MapServer (mapa, leyenda, barra de escala, etc.) son presentados al usuario y de qué forma el usuario puede interactuar con la aplicación.

⁵ **Middleware:** Software intermedio.

II.1.1.1. Tipos de Servidores de Mapas

Los tipos de WMS son:

Servidores de imágenes en formato Mapa de Bit: éste es el nivel básico del servicio de mapas, basado en un servidor HTTP ordinario como el Internet Information Server (IIS) de Microsoft, el Enterprise Server de Netscape, o Apache de código abierto. Los mapas son sencillos gráficos bitmap, normalmente GIF o JPEG, sobre los que se pueden definir regiones sensibles mediante el código Html. Todos estos servidores ofrecen imágenes estáticas y normalmente la posibilidad de interacción con el usuario, pero las consultas y el análisis son muy limitados.

WMS interactivos: el nivel siguiente, en cuanto a complejidad de los WMS, lo constituye este grupo, que realiza varias tareas de manipulación cartográfica y conexión con bases de datos, enviando imágenes vectoriales de mapas a través del servidor WEB. Por lo tanto, el servidor WEB se utiliza únicamente para aceptar peticiones del cliente, pasarlas al WMS y devolver la información geográfica solicitada al cliente.

En cuanto a su funcionalidad, estos sistemas manipulan y despliegan la cartografía existente. Normalmente poseen capacidad SIG para crear información geográfica mediante operaciones como superposición o análisis de rutas. Pueden cambiar datos que en tiempo real provienen de la conexión con gestores de datos de atributos (como Access u Oracle), que se pueden actualizar constantemente. Aunque el usuario no puede editar los mapas base, los atributos de la base de datos pueden ser interactivos: puede modificarse el color, los patrones de relleno, etc. para crear visualizaciones a través de consultas específicas a los datos en tiempo real [7]. Los WMS proporcionan una representación, una imagen del mundo real, para un área requerida por un usuario.

Esta representación:

- Puede ser: un mapa digital, una ortofoto, una imagen de satélite, una base de datos georreferenciada.
- Está organizada en una o varias capas
 - Que pueden visualizarse u ocultarse de una en una.
 - Que tienen una simbología asociada y unos estilos propios.
 - Donde se puede consultar las características del servicio y la información que tenga asociada la representación.

Para ver la representación se accede a ella a través de Internet:

- Mediante una petición en forma de URL (Uniform Resource Locator), que contiene ciertos parámetros.
- Relazada sobre cualquier navegador: Internet Explorer, Firefox, Mozilla, Safari, Opera, etc.
- Se recibe como respuesta la imagen del mapa que se está solicitando.

II.1.2. SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRÁFICA

En la década de los setenta, con el desarrollo de la tecnología informática, aparecieron una serie de programas cuya finalidad era gestionar datos espaciales georreferenciados. En los primeros momentos se necesitaba un potente instrumental para poder trabajar con ellos; pero poco a poco se fueron desarrollando mejoras técnicas que han ido simplificando y popularizando la utilización de este tipo de programas. Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) ofrecen numerosas ventajas respecto a la cartografía convencional, puesto que de forma automática permiten manejar datos espaciales internamente referenciados, producir mapas temáticos y realizar procesos de información de tipo digital. Todo ello justifica todo aquel esfuerzo de síntesis que se realice para conocer y entender mejor los aspectos más relevantes de estos sistemas.

El desarrollo de los SIG ha corrido paralelo al progreso del *hardware* y del *software* Informático. Los avances en la tecnología de los ordenadores personales (PC) se han visto correspondidos con unos SIG más potentes y fáciles de manejar. Quizás los aportes más importantes de los SIG, respecto a otros sistemas de información, son el marco de referencia donde se organiza y su capacidad de realizar análisis geográficos. Es el adjetivo geográfico el que da singularidad a esta herramienta.

Para comenzar a trabajar, el primer paso fue el establecimiento del marco conceptual. Para ello se intentó definir con la mayor precisión posible los SIG. Se comenzó por sintetizar, organizar y resumir las diferentes acepciones que existen de los SIG. El objetivo fue crear el marco de referencia básico que nos permitió hablar de los SIG. Además, se pudo afirmar que desde que la idea de los SIG fue concebida hace unos 25 años han evolucionado de igual manera que su conceptualización.

Se realizó una pequeña recopilación de definiciones del concepto, clasificándola por el aspecto en el que hace mayor hincapié. Así, puede hablarse, según nuestro criterio, de

definiciones *globales, funcionales y tecnológicas*.

Definiciones Globales son aquellas donde predomina la idea global y abstracta de la técnica. Se atiende a los objetivos generales de los SIG, sin especificar qué funciones realiza o los métodos concretos que utilizan. Son definiciones donde importa menos el *cómo* y *con qué*, e interesa más *el qué*.

Algunas definiciones Globales:

- Los SIG, más que una tecnología, son un instrumento nuevo de percepción y comprensión del territorio [7].
- Un SIG es un intento más o menos logrado según los casos de constituir una visión esquemática de una realidad compleja [8].
- Un Sistema de Información Geográfica puede ser concebido como una especialización de un sistema de bases de datos, caracterizado por su capacidad de manejar datos geográficos, que están georreferenciados y los cuales pueden ser visualizados como mapas [9]
- Una base de datos espacializada que contiene objetos geométricos [10].
- Un SIG abarca tecnología de la información, gestión de la información, asuntos legales y de negocios, y conceptos específicos de materias de un gran abanico de disciplinas, pero es implícito en la idea de SIG que es una tecnología usada para tomar decisiones en la solución de problemas que tenga al menos una parte de componente espacial [11].
- Vemos a un Sistema de Información Geográfica esencialmente como una herramienta para la investigación urbana y regional, análisis de políticas, simulación de actuaciones y planificación. Un SIG consiste en una base de datos que contiene datos referenciados espacialmente y, que como un LIS (*Land Information System*), tiene una serie de procedimientos y técnicas para la recogida, actualización y análisis de los datos [12].

Las **Definiciones Funcionales** atienden a las tareas que pueden realizar. En principio estos sistemas deben servir para un objetivo básico que es la comprensión y uso de datos espaciales. La coincidencia en las funciones de los SIG es plena en casi todas las definiciones dadas por los distintos autores, siendo las más repetidas las siguientes: introducción,

almacenaje, recuperación, análisis, modelado y representación. Aronoff (1991) las agrupa en cuatro grandes apartados: entrada de datos, uso de los datos, manipulación y análisis, y salida.

Algunas definiciones funcionales:

- *Software* utilizado para automatizar, analizar y representar datos gráficos georreferenciados y organizados según un modelo topológico [13].
- Sistema computarizado que provee los siguientes cuatro conjuntos de operaciones para tratar datos georreferenciados: 1) entrada de datos; 2) uso de los datos (almacenamiento y recuperación); 3) manipulación y análisis; 4) salida [14].
- Un conjunto de herramientas para reunir, introducir, almacenar, recuperar, transformar y cartografiar datos espaciales sobre el mundo real para un conjunto particular de objetivos [15].
- Sistema para capturar, almacenar, validar, integrar, manipular, analizar y representar datos referenciados sobre la tierra [16].
- Un sistema de base de datos computarizados para captura, almacenaje, recuperación, análisis y visualización de datos espaciales [17].
- Un Sistema de Información Geográfica es una colección de tecnología de la información, datos y procedimiento de captación de información, almacenamiento, manipulación, análisis y presentación en mapas y estadísticas sobre características que puedan ser representadas en mapas [18].
- Actualmente, pueden ser considerados como SIG, los sistemas de *software* que incluyen cuatro funciones (entrada, almacenaje, manipulación, y análisis y representación); y debe realizar eficientemente las cuatro tareas [19].
- Un sistema de *hardware*, *software* y procedimientos elaborados para facilitar la obtención, gestión, manipulación, análisis, modelado, representación y salida de datos espacialmente referenciados para resolver problemas complejos de planificación y gestión [20].
- Conjunto integrado de medios y métodos informáticos, capaz de recoger, verificar, intercambiar, almacenar, gestionar, actualizar, manipular, recuperar, transformar, analizar y mostrar datos espacialmente referenciados a la tierra [21].

- Un SIG no es simplemente un sistema informático para hacer mapas, aunque pueda crearlos a diferentes escalas, en diferentes proyecciones y con distintos colores. Un SIG es una herramienta de análisis. La mayor ventaja de un SIG es que permite identificar las relaciones espaciales entre características de varios mapas. Un SIG no almacena un mapa en sentido convencional, ni almacena una imagen concreta o vista de un área geográfica. En vez de ello, un SIG almacena los datos a partir de los cuales se puede crear la escala deseada, dibujada para satisfacer un producto. En suma un SIG no contiene mapas o gráficos, sino una base de datos. El concepto de las bases de datos es central para un SIG, y es la principal diferencia entre un SIG y un simple graficador o sistemas informático de cartografía, que solo puede producir buenos gráficos [22].

Definiciones Tecnológicas: serían aquellas que reflejan un interés especial por la técnica utilizada; es decir, destacan el uso de la informática como medio para el fin último: la comprensión de los datos espaciales.

Algunas definiciones tecnológicas:

- Tecnología informática para gestionar y analizar la información espacial [23]
- SIG como denominación de bases de datos computadorizada que contiene información espacial [24].
- Modelo informatizado del mundo real, descrito en un sistema de referencia ligado a la tierra, establecido para satisfacer unas necesidades de información específicas respondiendo a un conjunto de preguntas concretas [21].
- Sistema digital para el análisis y manipulación de todo tipo de datos geográficos a fin de aportar información útil para las decisiones territoriales [25]

“Es un sistema de hardware, software y procedimientos diseñados para soportar la captura, administración, manipulación, análisis, modelamiento y graficación de datos u objetos referenciados espacialmente, para resolver problemas complejos de planeación y administración” [26].

Una definición más sencilla es: *Los Sistemas de Información Geográfica los podemos definir como una herramienta de software que nos permite almacenar, recuperar, analizar y desplegar información geográfica, o como una herramienta computacional para trazar y*

analizar cosas que existan y sucesos que ocurren sobre la tierra [27].

Además de las propiedades que se pueden extraer de las definiciones recogidas, incluidas en el texto o no, y de esta última, se deben señalar otros aspectos que resumen o añaden ciertos matices a lo expuesto hasta ahora y que caracterizan a los SIG:

1. La capacidad de visualización de información geográfica compleja a través de mapas.
2. La funcionalidad de los SIG como una base de datos sofisticada, en la que se mantiene y relaciona información espacial y temática.
3. La diferencia con las bases de datos convencionales estriba en que toda la información contenida en un SIG está unida a entidades geográficamente localizadas. Por ello en un SIG la posición de las entidades constituye el eje del almacenamiento, recuperación y análisis de los datos.
4. Son una tecnología de integración de información.
5. Se han desarrollado a partir de innovaciones tecnológicas habidas en campos especializados, de la geografía y otras ciencias (tratamiento de imágenes, análisis fotogramétricos, cartografía automática, etc.), para constituir un sistema único, más potente que la suma de las partes.
6. Permiten unificar la información en estructuras coherentes y aplicar a la misma una panoplia variada de funciones: análisis, visualización, edición, etc.
7. Este carácter integrador y abierto, hace de los SIG área de contacto entre variados tipos de aplicaciones informáticas, destinadas al manejo de información con propósitos y formas diversas; por ejemplo: programas estadísticos, gestores de bases de datos, programas gráficos, hojas de cálculo, procesadores de texto, etc.
8. Los límites y diferencias entre los SIG, los programas de diseño asistido (CAD), los de cartografía temática y los de tratamiento de imágenes son especialmente difusos. Aunque sus diferencias estriban sobre todo en el modelo de datos y en las capacidades de análisis de información espacial.

La importancia de los SIG radica en la asociación de información descriptiva con información Geográfica. Con la utilización de los SIG tenemos los beneficios de poder realizar operaciones de bases de datos, visualización de información espacial y análisis geográfico. Dichos beneficios nos permiten responder a preguntas espaciales que con otro

tipo de sistemas no sería posible hacerlo.

Los SIG contribuyen a la toma de decisiones y resolución de problemas.

Los componentes de un SIG se muestran en la Figura II.2.



Figura II.2. Componentes de un SIG

Equipos (Hardware)

Es donde opera el SIG. Hoy por hoy, programas de SIG se pueden ejecutar en un amplio rango de equipos, desde servidores hasta computadores personales usados en red o trabajando en modo "desconectado".

Programas (Software)

Los programas de SIG proveen las funciones y las herramientas necesarias para almacenar, analizar y desplegar la información geográfica. Los principales componentes de los programas son:

- Herramientas para la entrada y manipulación de la información geográfica.
- Un sistema manejador de base de datos (DBMS).
- Herramientas que permitan búsquedas geográficas, análisis y visualización.
- Interface gráfica para el usuario (GUI) para acceder fácilmente a las herramientas.

Datos

Probablemente la parte más importante de un sistema de información geográfico son sus datos. Los datos geográficos y tabulares pueden ser adquiridos por quien implementa el sistema de información, así como por terceros que ya los tienen disponibles. El sistema de información geográfico integra los datos espaciales con otros recursos de datos y puede incluso utilizar los manejadores de base de datos más comunes para manipular la información geográfica.

Recurso humano

La tecnología de los SIG está limitada si no se cuenta con el personal que opera, desarrolla y administra el sistema, y que establece planes para aplicarlo en problemas del mundo real.

Procedimientos o Métodos

Un SIG operará acorde con un plan bien diseñado y con unas reglas claras del negocio, que son los modelos y las prácticas operativas características de cada organización.

Funcionalidad de un SIG

Algunos argumentos básicos que fundamentan la utilización de un SIG son:

- Permite gestionar un gran volumen de información a diferentes escalas y proyecciones.
- Realiza comparaciones entre escalas y perspectivas emulando una cierta capacidad de representación de diferentes lugares al mismo tiempo.
- Admite multiplicidad de aplicaciones y desarrollos; poniendo a nuestra disposición herramientas informáticas estandarizadas.
- Diferencia entre cambios cualitativos y cuantitativos; aportándonos una gran capacidad de cálculo.
- Integra espacialmente datos tabulares y geográficos junto a cálculos sobre variables espaciales o no espaciales (topología) [27].

II.1.3. SOFTWARE OPEN SOURCE O CÓDIGO ABIERTO

Código abierto (del inglés *open source*) es el término por el que se conoce al software distribuido y desarrollado en forma libre. Este término empezó a utilizarse en 1998 por algunos usuarios de la comunidad del software libre, tratando de usarlo como reemplazo al ambiguo nombre original en inglés del software libre (*free software*).

La traducción de open source sería código fuente abierto, pero preferimos utilizar el término en inglés, debido a su gran aceptación. Open source no sólo significa acceso al código fuente. Las condiciones de distribución de un programa open source deben cumplir con el siguiente criterio:

1. Libre Redistribución

La licencia no debe restringir a nadie vender o entregar el software como un componente de una distribución de software que contenga programas de distintas fuentes. La licencia no debe requerir royalty ni ningún tipo de cuota por su venta.

2. Código Fuente

El programa debe incluir el código fuente, y se debe permitir su distribución tanto del código fuente como del compilado. Cuando de algún modo no se distribuya el código fuente junto con el producto, deberá proveerse un medio conocido para obtener el código fuente sin cargo, a través de Internet. El código fuente es la forma preferida en la cual un programador modificará el programa. No se permite el código fuente deliberadamente confundido (obfuscation). Tampoco se permiten formatos intermedios, como la salida de un preprocesador.

3. Trabajos Derivados

La licencia debe permitir modificaciones y trabajos derivados, y debe permitir que éstos se distribuyan bajo las mismas condiciones de la licencia del software original.

4. Integridad del Código Fuente del Autor.

La licencia puede restringir la distribución de código fuente modificado sólo si se permite la distribución de "patch files" con el código fuente con el propósito de modificar el programa en tiempo de construcción. La licencia debe permitir explícitamente la distribución de software construido en base a código fuente modificado. La licencia puede requerir que los trabajos derivados lleven un nombre o número de versión distintos a los del software original.

5. No Discriminar Personas o Grupos.

La licencia no debe hacer discriminación de personas o grupos de personas.

6. No Discriminar Campos de Aplicación.

La licencia no debe restringir el uso del programa en un campo específico de aplicación. Por ejemplo, no puede restringir su uso en negocios, o en investigación genética.

7. Distribución de la Licencia.

Los derechos concedidos deben ser aplicados a todas las personas a quienes se redistribuya el programa, sin necesidad de obtener una licencia adicional.

8. La Licencia No Debe Ser Específica a un Producto.

Los derechos aplicados a un programa no deben depender de la distribución particular de software de la que forma parte. Si el programa es extraído de esa distribución y usado o distribuido dentro de las condiciones de la licencia del programa, todas las personas a las que el programa se redistribuya deben tener los mismos derechos que los concedidos en conjunción con la distribución original de software.

9. La Licencia No Debe Contaminar Otro Software.

La licencia no debe imponer restricciones sobre otro software que es distribuido junto con él. Por ejemplo, la licencia no debe insistir en que todos los demás programas distribuidos en el mismo medio deben ser software open-source.

10. Ejemplos de Licencias.

Las licencias GNU GPL, BSD, X Consortium, y Artistic son ejemplos de licencias que consideramos que cumplen con la definición de Open Source. También la licencia MPL cumple con la definición [28].

II.1.4. MAPSERVER

“*MapServer es un programa informático Common Gateway Interface⁶ (CGI) escrito en lenguaje de programación C que permite utilizar datos del SIG desde un explorador www cliente.*” Los programas CGI son un rasgo de la www que amplía enormemente la capacidad

⁶ *Common Gateway Interface (Interface de Acceso Común):* Programas usados para hacer llamadas a rutinas o controlar otros programas o bases de datos desde una página Web. También pueden generar directamente HTML.

de documentos HTML sencillos al permitir la interacción con los datos y/o aplicaciones informáticas que existen en un servidor conectado www.

Sus características principales son:

- Multiplataforma: se ejecuta en Linux, Windows.
- Soporta formatos vectoriales:
- ESRI: shapefiles, PostGIS, Oracle, ESRI ArcSDE, GML y otros muchos vía OGR.
- Formatos raster soportados: JPG, PNG, GIF, TIFF/, EPPL7 y otros vía GDAL.
- Fuentes TrueType
- Especificaciones web según *Open Geospatial Consortium* (OGC)
- WMS (client/server), non-transaccional
- WFS (client/server),
- WCS, Filter Encoding, SLD, GML, SOS
- Soporta distintas proyecciones utilizando la librería Proj4

MapServer es totalmente autosuficiente; no necesita de otro programa servidor para procesar datos o crear informes. Entre las características de MapServer se destacan las siguientes:

- ♦ Dibujo y etiquetado dependiente de la escala.
- ♦ Valores de escala.
- ♦ Símbolo y color adaptable.
- ♦ Acceso en función de las características a datos sobre atributos.
- ♦ Generación automática de leyendas.
- ♦ Utilización de datos en forma de mosaico.

Mapserver, en un primer momento fue desarrollado por la universidad de Minnesota como herramienta para un proyecto de distribución de datos de gestión medioambiental por Internet. Actualmente, es mantenido por TerraSip patrocinado por NASA [29].

II.1.4.1. Mapserver 4.x para Plataforma Windows (MS4W)

El MS4W, es un paquete que fue creado para facilitar la utilización e instalación del programa MapServer para cualquier nivel de usuario para ambiente Windows. El paquete consta de los siguientes componentes:

- ♦ Apache HTTP Server
- ♦ Lenguaje PHP
- ♦ Mapserver CGI

- ♦ PHP/Map Script
- ♦ Ogr utilities
- ♦ MapServer utilities.
- ♦ OGR/PHP Extensión.
- ♦ OWTChart

El MS4W además de permitir una instalación de estos componentes, tiene la capacidad de poder instalarle aplicaciones adicionales como:

PostGis: es una extensión del sistema de base de datos objetos relacional PostgreSQL. Permite el uso de objetos SIG, incluye funciones básicas para el análisis de objetos GIS. Está publicado bajo licencia GNU, con esta herramienta se puede usar todos los objetos que aparecen en la especificación OpenGis como puntos, líneas, polígonos, multilíneas, multipuntos y colecciones geométricas.

Chameleon: es un ambiente para desarrollar aplicaciones Web de mapas. Incorpora la habilidad de crear rápidas aplicaciones que pueden establecerse como archivos HTML. Además tiene una alta capacidad de configuración.

MapLab: es una herramienta de tipo Open Source para la creación de aplicaciones Web Mapping [30].

II.1.5. OPEN GIS CONSORTIUM (OGC)

“Open GIS Consortium es la organización que define los estándares SIG. Están orientados a interfaces para favorecer la interoperabilidad entre plataformas”. OpenGIS Consortium (OGC) es un consorcio internacional formado por 256 empresas, organismos estatales y universidades, que participan en un proceso para el desarrollo de especificaciones de interfaces disponibles para el público en general. Las especificaciones OpenGIS® proporcionan soporte a soluciones interoperables que dotan de información geográfica a entornos web, inalámbricos, servicios basados en localización (LBS) y a las tecnologías de la información en general. Permiten hacer accesibles información espacial compleja y servicios basados en información espacial para todo tipo de aplicaciones [31].

II.1.5.1 Normas ISO (TC211) 19128.

Dentro de ISO el Comité Técnico que trabaja en el campo de la IG es el ISO/TC 211. La actividad normativa se agrupa en un conjunto de normas que se denomina familia ISO 19100.

El comité internacional ISO/TC 211 comenzó a trabajar en noviembre de 1994 con el objetivo de establecer normativa de referencia en el campo de la información geográfica digital, pensada tanto para la transferencia de datos y el mundo de los SIG aislados, como para los servicios y el universo de las IDE o SIG distribuidos. Como resultado de este trabajo, apareció la familia ISO 19100, un conjunto de normas relacionadas con objetos o fenómenos que están directa o indirectamente asociados con una localización relativa a la Tierra. La normativa trata sobre los métodos, herramientas y servicios para la gestión de datos, adquisición, procesamiento, análisis, acceso, presentación y transferencia de información geográfica en formato digital entre diferentes usuarios, sistemas y localizaciones. Este trabajo se realiza haciendo referencia, siempre que sea oportuno, a la normativa existente en materia de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones [32].

Conviene destacar la actividad que desarrolla el Consejo Consultivo Conjunto **ISO/TC211-OGC**. Éste grupo está codirigido por miembros del TC211 y OGC con el objetivo coordinar los esfuerzos normativos de ambos organismos. Como resultado se consigue establecer una única normativa de referencia en información geográfica digital, ISO 19100, recogiendo los fundamentos de las especificaciones OGC y asegurando la coordinación entre ambos ámbitos de estandarización.

Para poder definir las condiciones que deben cumplir los WMS se han creado unas especificaciones⁷ de implementación. El Comité Técnico ISO/TC211 de Información Geográfica y Geomática preparó la ISO 19128. Este documento es una versión ISO de la Especificación de la Implementación del Servicio de Mapas por la Web, versión 1.1.1 (2002) de la OGC. Un WMS debe tener la capacidad de responder a las siguientes peticiones:

GetCapabilities (requerido): Informa sobre sus características (archivo de *capacidades*)

- Metadatos del servicio
- Tipos de *feature* que devuelve
- Operaciones posibles sobre cada tipo de *feature*.
- Recuperar la información del WMS incluyendo nombre de coberturas, estilos y proyecciones soportadas.

GetMap (requerido): solicita un gráfico bitmap de tamaño específico y formato para el cliente (JPEG, GIF, PNG). Devuelve un mapa con la información georreferenciada.

⁷ **Especificaciones:** Es una descripción técnica, detallada y exhaustiva de un producto o servicio, que contiene toda la información necesaria para su producción. Algunas especificaciones pueden ser adoptadas como normas o como estándares.

GetFeatureInfo (opcional): permite consultar las características de los objetos y las presenta al cliente. Devuelve la información alfanumérica almacenada en la Base de datos.

El WMS debe cumplir con las especificaciones básicas propuestas por **OpenGisConsortium**, específicamente lo que respecta a interoperatividad y funcionalidad básica al momento de la manipulación de la información espacial suministrada, así la aplicación debe poseer características tales como:

- Funciones de Zoom In.
- Funciones de Zoom Out.
- Centrado de la vista.
- Consultas individuales y multiselección, a través de la generación de hyperconsultas al mapa. Sobreposición de capas temáticas.
- Impresión de mapas.
- Despliegue tabular de la base de datos descriptiva.

II.1.6. USABILIDAD

Es fácil concluir que un buen diseño deberá ser comprensible, fácil de usar, amigable, claro, intuitivo y de fácil aprendizaje para el usuario. Para poder asegurar que un diseño cumple con estos requisitos es ineludible la ayuda de técnicas, procedimientos y métodos que aseguren empíricamente la adecuación del diseño a las necesidades, habilidades y objetivos del usuario. La usabilidad es una de ellas.

El concepto de usabilidad puede ser definido, además de como atributo de calidad de una aplicación, consecuentemente, como disciplina o enfoque de diseño y evaluación.

Una de las definiciones más generales es la de **ISO/IEC 9241** que define usabilidad como el "*grado de eficacia, eficiencia y satisfacción con la que usuarios específicos pueden lograr objetivos específicos, en contextos de uso específico*".

En la definición podemos observar que la usabilidad se compone de dos tipos de atributos:

- Atributos cuantificables de forma objetiva: como son la eficacia o número de errores cometidos por el usuario durante la realización de una tarea, y eficiencia o tiempo empleado por el usuario para la consecución de una tarea.
- Atributos cuantificables de forma subjetiva: como es la satisfacción de uso, medible a través de la interrogación al usuario, y que tiene una estrecha relación con el concepto

de Usabilidad Percibida.[36]

Evaluar la usabilidad de un sitio web puede resultar de gran utilidad para descubrir errores de diseños. La evaluación de la usabilidad se puede ejecutar a través de varios métodos o técnicas. Se hará una breve descripción de las técnicas de Usabilidad y Diseño Centrado en el Usuario. Las mismas se han dividido en cuatro categorías [37]:

Métodos de Indagación

Aproximación Contextual: se trata, básicamente, de un método estructurado de entrevista de campo caracterizado por la necesidad de comprender el contexto, de asimilar al usuario en el proceso de diseño y de plantear un objetivo (focus) en su aplicación.

Aproximación por Grupos: si bien los integrantes de los mismos han de ser usuarios representativos del producto sometido a estudio, y por tanto integrantes de un contexto. Durante la sesión no se encuentran en dicho contexto, aunque van a ser sus experiencias e impresiones en el mismo, y sus propias relaciones personales, las que conducidas por un moderador de manera formal y estructurada van a proporcionar datos y generar ideas.

Aproximación Individual: aunque presentan diferentes estructuras y procedimientos, el factor común, y el más importante, es la formulación de preguntas efectivas. Las metodologías más habituales son:

Las **Encuestas**, éstas son interactivas, pero no poseen un carácter estructurado ni se establecen u organizan formalmente.

Los **Cuestionarios**, el formato característico es la lista de las preguntas, así como el requerimiento de un esfuerzo adicional por parte del usuario, quien contesta y envía de vuelta el cuestionario al evaluador.

Aunque no se deja de proponer mecanismos para desarrollar preguntas efectivas y aplicar las técnicas de forma apropiada, las aplicaciones de estos métodos son frecuentemente alquiladas a profesionales expertos (Professional Trackers). Así se habla también de Entrevistas Expertas (Expert Interviews).

Participación Remota: el Cuestionario o Encuesta Remota es la versión a distancia de las

aproximaciones individuales, con la misma dificultad que presenta la formulación de preguntas efectivas pero con la ventaja que puede suponer el retorno de la información a través de la red.

Lo habitual es que la aplicación de software a evaluar contenga un cuestionario de usuario para reunir datos preferenciales del participante sobre la aplicación y su interfaz. Este cuestionario suele aparecer en respuesta a un evento (la finalización de la tarea) y cuenta con la ventaja de que las reacciones del usuario son recientes, aunque su expresión queda limitada al formato de las preguntas.

Generación de Ideas: ésta es una forma de descubrir, aprender y refinar determinados conceptos de diseño. La participación de los usuarios en estos procedimientos contribuye a ampliar perspectivas y a profundizar en una variedad de consideraciones que, en ocasiones, pasan inadvertidas para el diseñador.

Método de Observación Experta: se la ejecuta a través de la contratación de los servicios de consultoras o laboratorios especializados. Además de los habituales servicios de los laboratorios de usabilidad aparecen técnicas más novedosas.

Prototipado y Categorización

Prototipado: éste modela el producto final y permite efectuar un test sobre determinados atributos del mismo sin necesidad de que esté disponible. Se trata, simplemente, de testear haciendo uso del modelo.

Según la Funcionalidad Reproducida: a través de dos tipos, el **Prototipado Horizontal** en donde exhiben un amplio espectro de las características del producto, pero sin el respaldo de una funcionalidad relativamente amplia, y el **Prototipado Vertical** que muestra la funcionalidad exacta de un producto para una pequeña parte del conjunto completo.

Según la Fidelidad de la Reproducción de la Interfaz: existen dos tipos, el **Prototipado de Alta Fidelidad** en donde el prototipo será idéntico al producto final, y el **Prototipado de Baja Fidelidad** en donde el aspecto del prototipo no corresponderá con el producto final.

Prototipado Rápido: es un método basado en ordenador que pretende reducir las iteraciones en el ciclo de diseño. Habitualmente se desarrollan prototipos que son rápidamente reemplazados o modificados como consecuencia de los datos

proporcionados por continuos experimentos.

Prototipado por Video: el prototipo consiste en una simulación por vídeo de la funcionalidad de una interfaz.

Método de Categorización: a partir de la categorización por tarjetas, aquí los usuarios clasifican tarjetas, las que representan varios conceptos en diversas categorías.

Métodos de Inspección

Inspecciones: existen varios tipos de técnicas que podemos clasificar como Inspecciones.

Las que se llevan a la práctica con más frecuencia son:

- **Inspecciones Formales de Usabilidad:** los objetivos o propósitos son exhaustivamente recorridos por los inspectores, de forma similar a los paseos cognitivos. Sin embargo, este método hace mayor énfasis en la búsqueda de errores que en la teoría cognitiva. Las heurísticas van a ser utilizadas como una ayuda para los no profesionales de la usabilidad en la búsqueda de defectos.
- **Inspecciones de Características:** la inspección de características analiza únicamente un conjunto de características determinadas del producto, proporcionándose escenarios de usuario para el resultado final a obtener del uso del producto. Así, se trabaja frecuentemente con prototipos verticales.
- **Inspecciones de Consistencia:** el objetivo de este método o técnica es asegurar la consistencia a través de múltiples productos procedentes del mismo esfuerzo de desarrollo.
- **Inspecciones de Estándares:** éstas garantizan el ajuste a los estándares industriales. No hay que olvidar que productos diseñados para ser comercializados en un país en particular deben poseer la conformidad con los estándares de ergonomía del país en cuestión.

Evaluación Heurística: aquí los especialistas en usabilidad juzgan si cada elemento de la interfaz de usuario sigue los principios de usabilidad establecidos. La Evaluación Heurística puede ser utilizada en, prácticamente, cualquier momento del ciclo de desarrollo, aunque probablemente se adapta mejor en etapas tempranas, cuando no hay material lo suficientemente firme para efectuar un test.

Paseos Cognitivos: es una técnica que se realiza, durante el proceso de desarrollo de la interfaz, por expertos y en la que no interviene el usuario. El paseo cognitivo ha de

realizarse basándose en un prototipo (de papel o de otro material) que simule, tanto la tecnología como el aspecto gráfico de la futura interfaz. <http://www.usoweb.com/paseo-cognitivo.php>

Listas de Comprobación: Las técnicas más características son:

- **Guías de Comprobación** (Guidelines Check List): ayudan a asegurar que los principios de usabilidad sean considerados en un diseño. Normalmente, las listas de comprobación se utilizan en combinación con algún método de inspección de usabilidad y sirven de referencia.
- **Listas de Comprobación Basadas en Escenarios** (Scenario-Based Checklist): Se entiende como una particularización de la anterior en la que la inspección se lleva a cabo a través de tres escenarios: usuario novel, usuario experto y manejo de errores. Para cada uno se proporcionará una lista de aspectos a comprobar.

Método de Test

Protocolo de Expresión de Usuario: en la mayoría de las técnicas de Test lo que se observa enfáticamente son las impresiones y sensaciones que el usuario manifiesta oralmente. Se distinguen las siguientes:

- **Protocolo del Pensamiento Manifestado:** durante el transcurso del test, donde el participante está realizando una tarea como parte de un escenario de usuario, se solicita de éste que exprese en voz alta sus pensamientos, sensaciones y opiniones mientras interactúa con el producto.
- **Protocolo de Preguntas:** este método lleva un paso más allá al protocolo del pensamiento manifestado al provocar las manifestaciones del usuario respecto del producto mediante la formulación de preguntas directas acerca del mismo.

Realización de Medidas: algunos test de usabilidad tiene como objetivo la determinación de datos cuantitativos. En la mayoría de las ocasiones estos datos aparecen en forma de métricas de actuación (¿Cuánto cuesta seleccionar un bloque de texto con un ratón, un "touchpad" o un "trackball"? ¿Cómo influye la colocación de la tecla de retroceso en la tasa de errores?). A menudo estas métricas se utilizan como objetivos durante el diseño de un producto. Los objetivos pueden plantearse como algo que se estipula, por ejemplo,

"los usuarios deben ser capaces de conectarse a Internet sin errores o con la ayuda que se proporciona en un teléfono gratuito", o bien, "el 75% de los usuarios debe ser capaz de llevara a caco una tarea básica en menos de una hora". Estas referencias se conciben durante un primer test de usabilidad, bien sobre una versión previa o sobre un producto de la competencia.

Variantes del Test de Usabilidad Clásico

Método Tutorado: ya sea el experimentador u otro experto van a contestar con la mayor precisión posible cualquier pregunta que formulen los usuarios participantes en el test de usabilidad del sistema. Otra variante del método incluye a un usuario experto que actúa como tutor mientras que el director de test observa la interacción entre participante y sistema, y entre participante y tutor.

Método de Seguimiento: un usuario experto en el dominio de la tarea explicará al evaluador los problemas y reacciones del usuario de test. El usuario experto se sitúa, habitualmente, ligeramente por detrás del evaluador "como si fuera su sombra". El observador asume con mayor facilidad el modelo mental del usuario experto y se concentra en la interacción entre usuario y sistema.

Método de Instrucción Previa: en una fase previa se permite a los participantes interactuar con el sistema para adquirir cierta soltura en su manejo. Después, habrán de ayudar a un usuario inexperto a realizar las tareas que le encomienden. Sin embargo, la actuación de este participante queda limitada, pues no entrará en la dinámica de resolver problemas. A este método se le denomina también Entrenamiento de Usuarios Noveles

II.2. MARCO METODOLÓGICO

II.2.1. METODOLOGÍAS ÁGILES PARA APLICACIONES WEB

Internet se está convirtiendo en un importante medio de comunicación y las aplicaciones Web han aparecido como instrumentos imprescindibles para la divulgación de información, así como para la dotación de servicios a los usuarios de la red y esto conlleva un importante crecimiento en el desarrollo del software sobre dicha tecnología. Ahora bien, desde el punto de vista de la ingeniería del software es importante dotar de los mecanismos adecuados, para que la realización de este tipo de aplicaciones satisfaga las necesidades tanto de los usuarios como de los clientes que contratan el desarrollo de este tipo de aplicaciones. Pero actualmente no existe una metodología universalmente aceptada, que guíe en el proceso de desarrollo de aplicaciones Web.

Las metodologías tradicionales generalmente imponen un proceso de desarrollo demasiado pesado y burocrático, lo que impide un desarrollo ágil y rápido para este tipo de aplicaciones. Como reacción a estas metodologías clásicas, recientemente ha aparecido un nuevo paradigma de ciclo de vida del software. Son las metodologías y procesos de desarrollo denominados ágiles, que garantizan un proceso de desarrollo suficiente pero no excesivo.

Los procesos ágiles son una buena elección por que facilitan la generación rápida de prototipos y de versiones previos a la entrega final, lo cual agrada al cliente. Pero la mayor barrera que debe salvar es convencer al cliente de que no existe una planificación y una forma fija de hacer las cosas. En cualquier caso, lo que se garantiza es un menor riesgo ante la posibilidad de cambios en los requisitos. Porque los cambios existen, y los procesos adaptativos permiten estos cambios lo que en definitiva, garantiza que el producto final sea el deseado por el cliente.

Existen diversas metodologías que coinciden en llamarse metodologías ágiles. Y aunque entre ellas comparten muchas características tienen también diferencias significativas.

La metodología elegida para el desarrollo del prototipo es la Metodología Ágil XP la cual está centrada en potenciar las relaciones interpersonales como clave para el éxito en desarrollo de software. Se basa en la realimentación continua entre el cliente y el equipo de desarrollo, la comunicación fluida entre todos los participantes, la simplicidad en las soluciones implementadas y el coraje para enfrentar los cambios.

Extreme Programming (XP) - La programación extrema, concede una gran importancia a las pruebas del software (testing). XP divide las pruebas del sistema en dos grupo: pruebas unitarias, encargadas de verificar el código y diseñadas por los programadores, y pruebas de aceptación o pruebas funcionales hechas por el cliente, las cuales están destinadas a evaluar si al final de una iteración se consiguió la funcionalidad requerida.

Aunque la mayoría de los procesos las tienen en cuenta, generalmente lo contemplan de una forma demasiado ligera y superficial. Sin embargo, XP lo toma como base para el desarrollo y cada programador que escribe código también escribe los casos de prueba. Estos forman parte del proceso continuo de generación de código y se integra continuamente con ello, lo que garantiza una plataforma estable para el futuro desarrollo. Sobre dicha plataforma se genera un proceso de diseño evolutivo, que es la base del sistema y que se enriquece con cada iteración. Nunca se generan diseños futuros. Según afirma Fowler (2001), el resultado es un proceso de diseño que combina adecuadamente la disciplina con la adaptabilidad.

Roles en XP [9, 29]

Programador: es el encargado de escribir las pruebas y el código del sistema. Es el responsable de las decisiones técnicas. Un programador XP se caracteriza por poner mayor énfasis en la comunicación con otras personas; escribe continuamente pruebas para demostrar aspectos vitales del software; descompone los programas en piezas más pequeñas y busca la coherencia entre las piezas. Siendo un programador XP se tiene mayor capacidad de observación que siendo un programador de otra disciplina.

Cliente: es parte del equipo de proyecto, es el encargado de determinar qué construir y cuándo. Establece las pruebas de aceptación. Para poder llevar a cabo su trabajo debe aprender a hacer cosas nuevas (como escribir historias de usuarios) y estar preparado para afrontar posibles cambios durante todo el desarrollo.

Encargado de pruebas: ayuda al cliente con las pruebas de aceptación y se asegura de que las pruebas aceptación se superen. Se encarga de transmitir los resultados y se asegura del adecuado funcionamiento de las herramientas de prueba.

Encargado de Seguimiento: se encarga de mantener los datos históricos. También se ocupa de verificar el grado de acierto entre las estimaciones y el tiempo real dedicado. Evalúa si los objetivos son alcanzables con las restricciones de tiempo y costo.

Entrenador (coach): es el responsable del proceso. Una cualidad muy importante del coach

es su capacidad para trabajar indirectamente. Es decir, cuando detecta un error de diseño, debe medir su impacto y decidir hasta que punto intervenir y la sutileza con que debe hacerlo. Se encarga de trabajar con el equipo de desarrollo para ayudar a reorganizar los roles y las responsabilidades.

Gestor: es el encargado de organizar y guiar las reuniones; es el vínculo entre clientes y programadores, ayuda a que el equipo trabaje eficientemente creando las condiciones adecuadas. Para ello, debe esmerarse en cuidar un clima de comunicación honesta con el equipo de desarrollo.

Consultor: cuando ocurren problemas que se necesita solucionar, referidos a algún aspecto técnico en particular, entonces se hace imprescindible que el equipo recurra a un consultor, el cual es un miembro externo con algún conocimiento específico necesario para el proyecto.

Prácticas Comunes en XP

El Juego de la Planificación: no se trata de una etapa de planificación detallada; en realidad, da comienzo a una planificación general de lo que se piensa hacer para llevar a cabo el proyecto. Se realiza una estimación del esfuerzo requerido para implementar las historias de usuario (técnica utilizada en XP para especificar los requisitos del software), se decide sobre el alcance y el tiempo de las entregas, y de las iteraciones. También, se ordenan las historias según prioridad y esfuerzo asociado. Además, se determina el alcance de la próxima entrega, combinando las prioridades de negocios con los estimados técnicos. Cuando la realidad sobrepasa el plan, se tendrá que adaptar el plan.

Entregas Pequeñas: Cada versión debe ser lo más pequeña que se pueda, conteniendo los requerimientos más importantes, es decir, deben ser operativas aunque no cuenten con toda la funcionalidad del sistema. De esta manera, cada versión proporciona el código para un pequeño conjunto de funciones. Las versiones deberían ser entregadas cada dos o tres semanas de manera que los clientes puedan ver y tocar el producto funcionando de manera regular, una entrega no debería tardar más de tres meses.

Metáfora: Sirve para guiar todo el desarrollo, pues es una historia compartida entre el cliente y el equipo de desarrollo que describe cómo debería funcionar el sistema. Se originó a partir de la propuesta de Ward Cunningham de un sistema de nombres, “... *la metáfora consiste en formar un conjunto de nombres que actúen como vocabulario para hablar sobre el dominio del problema...* ”. Las metáforas ayudan a cualquier persona a entender el objeto del sistema

es decir, indica cómo trabaja (o como debería trabajar) el mismo.

Diseño Simple: Las soluciones complejas a pesar de que sean buenas, llegan a tomarse un tiempo de diseño bastante grande, comparado con los resultados que retornan. Es por ello que en XP se brega por un diseño simple, puesto que los tiempos de entrega no se pueden prolongar; después de la entrega se puede perfeccionar lo que ya funciona. “*En cualquier momento el diseño adecuado para el software es aquel que supera con éxito todas las pruebas, no tiene lógica duplicada, refleja claramente la invención de implementación de los programadores y tiene el menor número posible de clases y métodos*” [4]. Por lo tanto, la complejidad innecesaria y el código duplicado deberían removerse; a menos código, menos errores.

Pruebas: Las pruebas unitarias se establecen antes de escribir el código, y se ejecutan antes de cada modificación del sistema. Es decir, las pruebas deben ir a la par de las entregas del proyecto, nunca más adelante ni detrás de las mismas. Los desarrolladores continuamente escriben las pruebas unitarias, las cuales deben ejecutarse sin error para que el desarrollo pueda continuar. Cuando se detecta un error en una corrida, su reparación pasa a ser la máxima prioridad para el equipo de desarrollo. Los clientes escriben las pruebas funcionales para cada historia de usuario que deba validarse, de esta manera prueban qué funcionalidades están terminadas de acuerdo a sus expectativas.

Refactorización: Consiste en llevar a cabo modificaciones en el código de la aplicación sin modificar su comportamiento; es decir, no es una técnica para encontrar y corregir errores de la aplicación, su objetivo es mantener el código sencillo y bien estructurado. Refactorizar propone seguir las técnicas matemáticas que consiguen reducir fórmulas muy complejas en fórmulas equivalentes pero más sencillas. Un código simple es aquel que funciona, no hay código duplicado, el código permite entender el diseño y minimiza el número de clases y métodos. La particularidad de esta técnica consiste en aplicar una serie de pequeños cambios en el código manteniendo su comportamiento. Esta práctica no sólo sirve para mantener el código legible y sencillo, como se dijo anteriormente, sino también puede utilizarse cuando resulta conveniente modificar código existente para hacer más fácil implementar una nueva funcionalidad. Por lo tanto, es un medio para mantener el diseño lo más sencillo posible y de calidad.

Programación en parejas: No está bien vista ni por los programadores ni por las empresas, los primeros prefieren programar cada uno en su propia computadora, mientras los segundos

consideran que un programador de la pareja está ocioso. La ventaja de esta práctica es que muchos errores se detectan cuando se introducen en el código (*“cuatro ojos ven mejor que dos”*). Se posibilita la transferencia de conocimientos de programación entre los miembros del equipo, más personas conocen de distintas partes del sistema, el código siempre está siendo revisado por otra persona (la revisión de código es el método más eficaz de conseguir código de calidad), y además todas las decisiones son tomadas al menos por dos personas proporcionando un mecanismo de seguridad valioso. Se trata de dos personas compartiendo el mismo monitor y teclado, es decir que hay uno que codifica y su compañero se encarga de pensar en forma más estratégica, como por ejemplo, ¿qué es lo que podría fallar?, ¿qué deberíamos comprobar en las pruebas? o ¿hay alguna manera de simplificar el sistema?; estos roles son intercambiables. Del mismo modo, la composición de la pareja puede cambiar si alguno de sus integrantes es solicitado por otro miembro del equipo para que le ayude con su código. *“El mejor método de desarrollo por parejas consiste en sentarse uno junto al otro, compartiendo ordenador (la computadora), y dejar que uno se encargue del desarrollo mientras el otro piensa en la mejor forma de afrontar los problemas. Esta actividad debería pasar de uno a otro periódicamente”*.

Propiedad colectiva del código: Esta práctica evita que un programador sea imprescindible para realizar cambios en una parte del código, ya que cualquier programador puede cambiar cualquier parte del código en cualquier momento. Esta práctica es diferente a los métodos tradicionales en los que un programador posee un conjunto de códigos. Los defensores de XP sostienen que de esta manera, realizar cambios es un esfuerzo de equipo, y no significa una sobrecarga de trabajo individual para un solo programador. Si el código tiene un solo dueño, entonces, para realizar un cambio es necesario su autor; si se requiere hacer un cambio sobre una parte del código se la hace y listo.

Integración continua: Cada pieza de código es integrada al sistema cuando esté lista. Es decir, un sistema puede ser integrado varias veces al día. La integración no es una prueba, pero para poder integrar una parte del código al sistema es necesario que pase todas las pruebas unitarias. Esta práctica favorece a la comunicación entre los desarrolladores y permite que el código pueda reutilizarse y compartirse. Una pareja de programadores se encarga de integrar todo el código en una pc, llamada de integración, y de realizar todas las pruebas hasta que éstas funcionen al 100%. Si al añadir un bloque nuevo junto con todas sus pruebas unitarias, el sistema completo sigue funcionando correctamente, entonces pasa la

prueba y los programadores darán por finalizada esa tarea. Si no, se encargarán de dejar el sistema de nuevo con las pruebas funcionando al 100%. La integración poco frecuente trae serios problemas a un proyecto de software, la integración es crítica para lograr un código que funcione bien.

40 horas semanales: En XP se debe trabajar manteniendo el equilibrio de 40 horas semanales. Está bien trabajar tiempo extra cuando se requiere, pero no hay que hacerlo dos semanas seguidas, el trabajo extra desmoraliza al equipo, por lo tanto, habiendo descansado, los desarrolladores motivados aceleran la productividad. Además, si el proyecto requiere trabajos extras para tratar de cumplir con los plazos, probablemente está ocurriendo un problema que debe corregirse. Esta práctica está dirigida a un entorno laboral, se basa en el hecho de que la capacidad creativa no se puede alargar más allá de un cierto tiempo. El desarrollador necesita una serie de condiciones para poder ejercerla en su máxima expresión y una de ellas es que el ambiente laboral sea agradable.

Cliente in-situ: El cliente debe estar disponible full-time para el equipo. La comunicación oral es más efectiva que la escrita, ya que esta última toma mucho más tiempo en generarse y corre mayor riesgo de ser mal interpretada. Como es el cliente el que conduce el trabajo, el hecho de que esté presente siempre, permite a que los programadores pueden resolver de manera inmediata cualquier duda que surja. El cliente asignado para esta tarea, es una persona que trabaja con el equipo y está disponible para responder preguntas, resolver asuntos y establecer prioridades. Sin embargo, esta práctica presenta un problema, ya que es difícil que el cliente ceda una persona que conozca el negocio para que participe del equipo, entonces será responsabilidad del equipo de desarrollo hacerles ver que será mejor para su negocio tener un software pronto en funcionamiento que cubra sus necesidades, y esto no implica que el cliente no pueda realizar otro trabajo.

Estándares de codificación: Para lograr la comunicación entre los programadores a través del código, es necesario que se sigan estándares de programación. Si los programadores van a estar tocando partes distintas del sistema, intercambiando parejas, refactorizando, entonces se debe establecer un estándar de codificación, el cual debe ser aceptado e implantado por todo el equipo. Esto mantiene el código legible para los miembros del equipo, facilitando así los cambios. Es decir, que en el equipo de desarrollo todos los programadores deben escribir de una manera parecida, de modo que todos lo entiendan, y si ingresa un nuevo programador al equipo pueda entender rápidamente el trabajo ya realizado.

El ciclo de vida ideal de XP consiste de seis fases: Exploración, Planificación de la Entrega (Release), Iteraciones, Producción, Mantenimiento y Muerte del Proyecto. El mismo se desarrollará en la implementación de la metodología. [33].

Historias de Usuario

El objetivo de las historias de usuario es guiar al cliente para escribir en detalle sus requerimientos. Las escriben los propios clientes, tal y como ellos ven las necesidades del sistema. Por lo tanto, serán descripciones cortas y escritas en el lenguaje del usuario, sin terminología técnica.

Las historias de usuario sirven para crear el plan estimado de entregas. Además, servirán para definir las pruebas de aceptación, las cuales se realizarán para verificar que las historias se están implementando correctamente.

El nivel de detalle de las historias de usuario debe ser el mínimo posible que permita hacerse una ligera idea de cuánto costará implementar el sistema. Cuando se llegue a la fase de implementación, los desarrolladores podrán acudir al cliente para ampliar detalles.

Las historias de usuarios constituyen el núcleo de la planificación en XP. Tienen el mismo propósito que los casos de uso, pero no son iguales. Como se dijo anteriormente, se utilizan para calcular el tiempo estimado de las reuniones de planificación y el tiempo estimado de entrega.

DESARROLLO DEL PROTOTIPO DEL SERVIDOR DE MAPAS

En este ítem se describe las etapas esenciales que están presentes en el desarrollo del proyecto. Ellas son las que dan pie a la utilización de un tipo de metodología de desarrollo.

La función principal de un modelo de ciclo de vida es establecer el orden en el que se realizan los prototipos, se diseña, implementa, revisa, prueba y se realizan otras actividades en un proyecto. Establece los criterios que se utilizan para determinar el paso de una actividad a otra. Este enfoque se puede dirigir bien hacia el desarrollo de un nuevo producto o hacia actualizaciones de mantenimiento de software existente.

El modelo de desarrollo del prototipo elegido fue el Modelo Incremental, con éste nos centramos en entregar el producto o una versión incompleta del WMS en cada incremento, hasta lograr el producto final. Es decir en un primer incremento pudimos mostrar un mapa estático, mientras que en la última versión completa se mostró un mapa dinámico en donde se pudo hacer consultas espaciales.

Esto nos suministró la funcionalidad que precisamos así como también una plataforma para la evaluación del prototipo en cada iteración. Este modelo combina elementos del modelo lineal secuencial con la filosofía iterativa de construcción de prototipos.

Se descartó la utilización de otros modelos, como por ejemplo, el modelo lineal secuencial también llamado ciclo de vida en cascada, ya que con este enfoque se asume que se entrega un prototipo completo una vez que la secuencia lineal haya finalizado, lo que impediría la evaluación continua del mismo, como ser la velocidad navegacional, la calidad de la interfaz con el usuario, etc.

Desde hace algunos años, diferentes autores vienen indicando que las metodologías tradicionales no son totalmente adecuadas para todos los modelos de desarrollo de software. Las razones son diversas, pero quizás las principales son la falta de flexibilidad de su proceso de desarrollo y la necesidad de generar una cantidad excesiva de documentación. Recientemente han aparecido metodologías denominadas ágiles, que permiten incorporar y contemplar cambios en los requisitos, y entregar resultados en forma rápida y ágil. El proceso es adaptativo por lo que puede ser aplicado a diferentes tipos de desarrollo web. Como se mencionó en el ítem II.2.1. la Metodología Ágil elegida fue la XP (Programing Extreme).

III.1. METODOLOGÍA DE TRABAJO

A continuación se desarrolla la Metodología de Trabajo que se llevó a cabo para realizar el Trabajo Final de Graduación.

III.1.1. DEFINICION DE LA PLATAFORMA TECNOLOGICA.

En esta actividad se realizó la selección del servidor de Web sobre el cual se desarrolló el sistema. Existen diversos Servidores Web: Apache, IIS, Cherokee, etc. Los criterios de selección estuvieron influidos por la facilidad de configuración del mismo y por análisis de la disponibilidad económica en la obtención de las herramientas.

Comenzamos dando definiciones de cada servidor y algunas de sus características principales:

- **Servidor HTTP Apache:** es un servidor web de código libre robusto cuya implementación se realiza de forma colaborativa, con prestaciones y funcionalidades equivalentes a las de los servidores comerciales. El proyecto está dirigido y controlado por un grupo de voluntarios de todo el mundo que, usando Internet y la web para comunicarse, planifican y desarrollan el servidor y la documentación relacionada. Estos voluntarios se conocen como el *Apache Group*. Además del *Apache Group*, cientos de personas han contribuido al proyecto con código, ideas y documentación.

Características de Apache: Soporte para los lenguajes PERL, PYTHON, TCL y PHP.

Módulos de autenticación: mod_access, mod_auth y mod_digest.

Soporte para SSL y TLS.

Permite la configuración de mensajes de errores personalizados y negociación de contenido.

Permite autenticación de base de datos basada en SGBD

- **Servidor HTTP Cherokee:** es un servidor web libre multiplataforma, disponible bajo la licencia GPL. Apunta a ser un servidor web bastante rápido que también soporta las funcionalidades más comunes de servidor. Está escrito completamente en C, es escalable y puede usarse como un Sistema integrado. Cherokee tiene muchas características, puede ejecutar CGI, PHP. También soporta registro y autenticación de usuarios.

Los métodos de registro son:

- NCSA
- W3C
- Combinado.

Métodos de autenticación:

- Plain
- Htpasswd
- Htdigest
- PAM

Cherokee puede también realizar redirecciones y soporta la configuración de Servidores virtuales

- **Servidor HTTP IIS:** es un conjunto de servicios para servidores usando Microsoft Windows. Es especialmente usado en servidores web, que actualmente **es el segundo** más popular sistema de servidor web (a agosto de 2007, funciona en el 35% de los servidores de todos los sitios web). Los servicios de Internet Information Server (o IIS), son los servicios de software que admiten la creación, configuración y administración de sitios Web, además de otras funciones de Internet. Los servicios de Microsoft Internet Information Server incluyen el Protocolo de transferencia de noticias a través de la red (NNTP), el Protocolo de transferencia de archivos (FTP) y el Protocolo simple de Transferencia de correo (SMTP). Los servicios de Internet Information Server 5.0 (IIS) es el servicio Web de Windows 2000 que facilita la publicación de información en una intranet o en Internet; IIS permite autenticación robusta y segura de los usuarios, así como comunicaciones seguras vía SSL; además podemos crear contenido dinámico utilizando los componentes y secuencias de comandos del servidor para crear contenido dinámico independiente del explorador mediante páginas Active Server (ASP).

Condicionados por algunas cuestiones anteriormente mencionado se eligió al **Servidor HTTP Apache**, el mismo cumple con las especificaciones de ser libre y gratuito, es decir la

obtención de la dicha herramienta no impactó económicamente al proyecto, otra de las razones es el porcentaje de utilización de la herramienta a nivel mundial (ocupando el primer puesto). Otro juicio que se tuvo en cuenta es que en el paquete MS4W viene incluido el servidor como una herramienta para levantar el servicio, existiendo en la web soporte para su instalación y solución de problemas que pudieran presentarse.

III.1.2. IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTACIÓN DE TRABAJO COMO SERVIDOR WEB.

Los siguientes items explican la forma de levantar el servicio o la estación de trabajo como servidor Web, configurando las herramientas complementarias para levantar el WMS.

III.1.2.1. Instalación del paquete MS4W

Para instalar el archivo MS4W.zip, usar un programa de compresión como Winzip o WinRAR para extraer el paquete a la ruta de un disco, como C:\. Al terminar la extracción, se debe tener un nuevo directorio llamado 'ms4w' en la ruta del disco escogido (e.g. C:/ms4w). Comenzar MS4W Apache Web Server iniciando “/ms4w/apacheinstall.bat” (en la línea de comando o con doble-click). Este archivo instala Apache como un servicio de Windows (llamado "Apache Web Server") para que se inicie cada vez que la CPU se encienda. Al ejecutarlo, una ventana de DOS debería aparecer en forma de pop up con el siguiente mensaje:

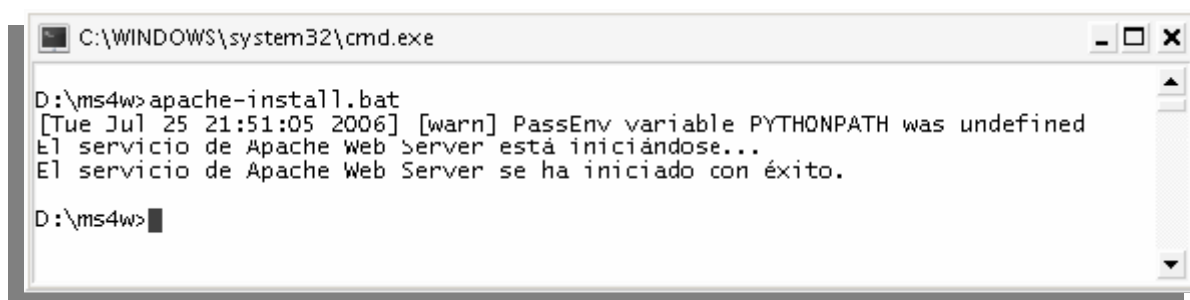


Figura III.1. Inicio de Servicio Web Apache

Esto significa que Apache está corriendo e instalado como un servicio de Windows

Para probar que Apache está funcionando de modo correcto, se debe abrir algún explorador WEB (IE Explorer, Firefox, etc.) y encontrar el “Host Web Service Local”, ingresando una de los siguientes URLs:

- <http://localhost/>

- <http://127.0.0.1/>

Debe desplegarse la página principal de MS4W en el Web Browser. Esto da información general acerca de instalación, junto con la de configuración. Si ésta es la primera vez usando MS4W, es muy importante revisar el listado de "Features" instalado junto con MS4W, y probarlos seleccionando cada link encontrado en esta página.

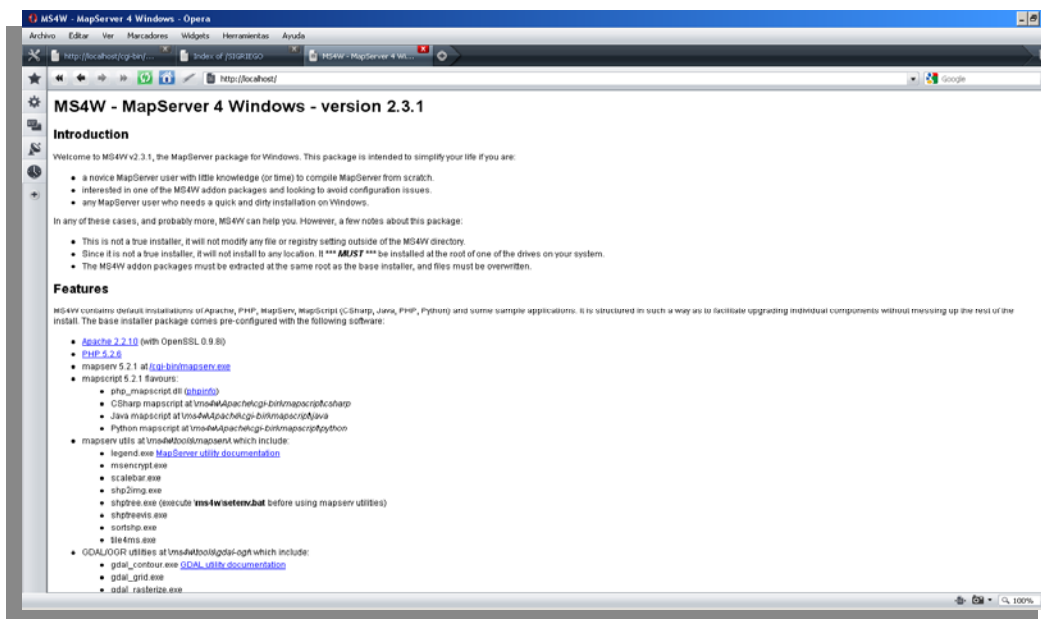


Figura III.2. Página de inicio del servidor local

Mapserver y sus archivos normalmente se instalan en el directorio cgi-bin del servidor Web, y los conjuntos de datos (coberturas, imágenes, símbolos, etc) están almacenados en el directorio de documentos del servidor Web. En la Figura III.3. se muestra un árbol que ejemplifica cómo debe estar formado un directorio que alberga una aplicación desarrollada con Mapserver.

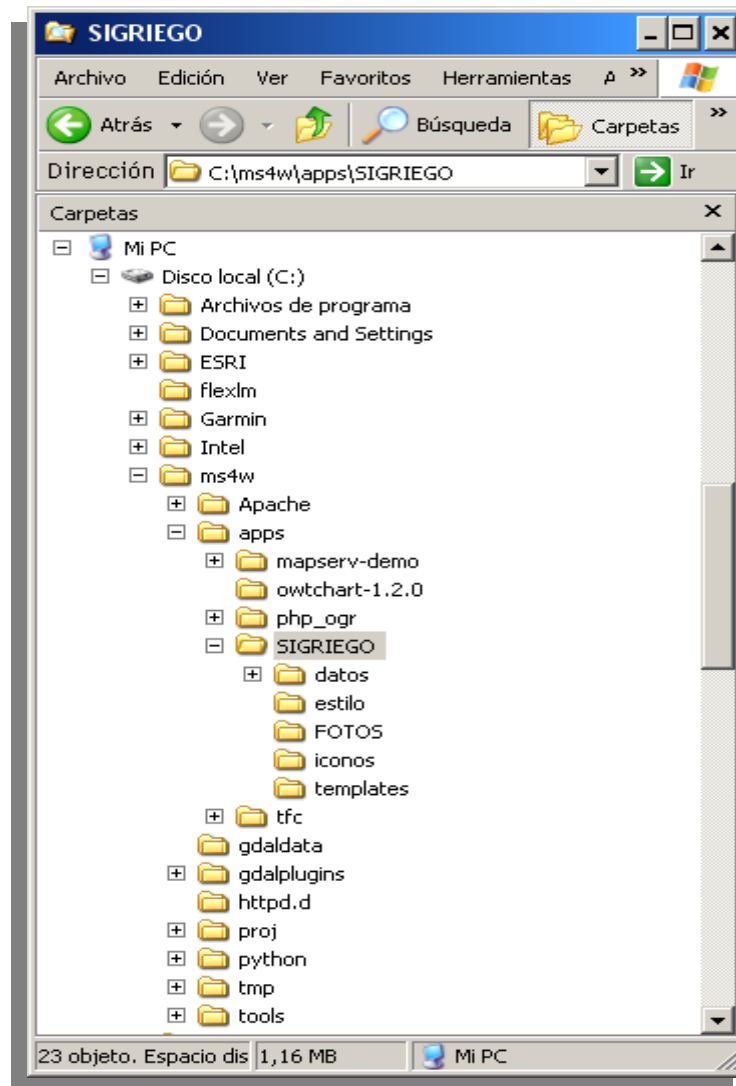


Figura III.3. Árbol de Directorio

III.1.2.2. Archivo de Configuración de la aplicación Apache

La configuración de este archivo es bastante sencilla y a la vez de vital importancia. Estos archivos deben ubicarse en la carpeta “\ms4w\httpd.d” y deben ser únicos para cada aplicación, ya que hay que informar al servidor Apache que queremos crear una aplicación ahí y que queremos que esta carpeta sea accesible vía web.

La estructura es simple:

- **Nombre:** debe llamarse httpd_<app_nombre>.conf" donde “<app_name>” es el identificador único para la aplicación.
- **Alias:** nombre con el cual se accederá a la aplicación web.
- **Ruta de aplicación:** directorio donde se encuentra la aplicación.

Se recomienda una estructura que permita solo acceso a archivos web y no a bases de datos u otros archivos.

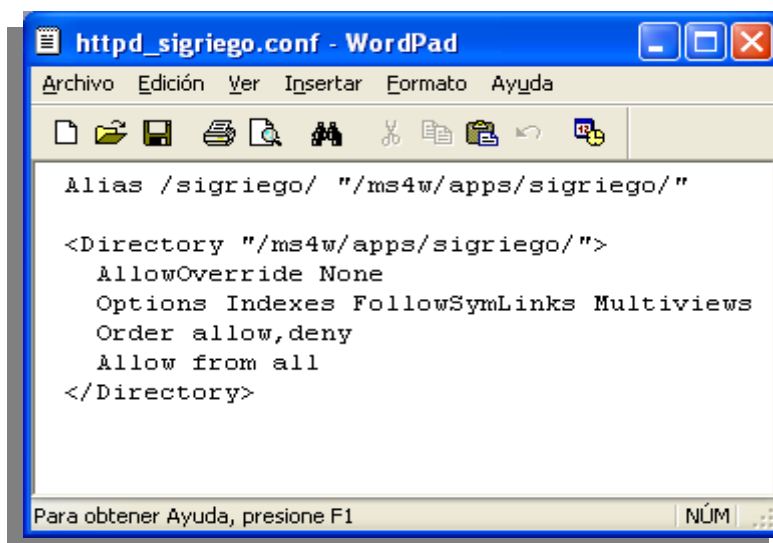


Figura III.4. Detalle archivo tipo de configuración Aplicación Apache.

III.1.2.3. Implementación de un Firewall

Un **cortafuegos o firewall** es un sistema que previene el uso y el acceso desautorizados a un ordenador.

Los Firewalls pueden ser software, hardware, o una combinación de ambos. Se utilizan con frecuencia para evitar que los usuarios desautorizados de Internet tengan acceso a las redes privadas conectadas con Internet, especialmente intranets.

Todos los mensajes que entran o salen de la Intranet pasan a través del cortafuegos, que examina cada mensaje y bloquea los que no cumplen los criterios de seguridad especificados. Es importante recordar que **un cortafuegos no elimina problemas de virus del ordenador**, sino que cuando se utiliza conjuntamente con actualizaciones regulares del sistema operativo y un buen software antivirus, añadirá cierta seguridad y protección adicionales para tu ordenador o red.

Firewall de hardware

Los **Firewall de hardware** proporcionan una fuerte protección contra la mayoría de las formas de ataque que vienen del mundo exterior y se pueden comprar como producto independiente o en routers de banda ancha.

Desafortunadamente, luchando contra virus, gusanos y Troyanos, un cortafuegos de hardware

puede ser menos eficaz que un cortafuegos de software, por ejemplo podría no detectar gusanos en emails.

Firewall de software

Para usuarios particulares, el cortafuegos más utilizado es un **Firewall de software**. Un buen cortafuegos de software protege al ordenador contra intentos de controlar o acceder al mismo desde el exterior, y generalmente proporciona protección adicional contra los troyanos o gusanos de email más comunes.

La desventaja de los cortafuegos de software es que protegen solamente al ordenador en el que están instalados y no protegen una red.

Hay varios tipos de técnicas cortafuegos

- **Packet filter:** mira cada paquete que entra o sale de la red y lo acepta o rechaza basándose en reglas definidas por el usuario. La filtración del paquete es bastante eficaz y transparente a los usuarios, pero es difícil de configurar. Además, es susceptible al IP spoofing⁸.
- **Application gateway:** Aplica mecanismos de seguridad a ciertas aplicaciones, tales como servidores ftp y servidores telnet. Esto es muy eficaz, pero puede producir una disminución de las prestaciones.
- **Circuit-level gateway:** Aplica mecanismos de seguridad cuando se establece una conexión TCP o UDP⁹. Una vez que se haya hecho la conexión, los paquetes pueden fluir entre los anfitriones sin más comprobaciones.
- **Proxy server:** Intercepta todos los mensajes que entran y salen de la red. El servidor proxy oculta con eficacia las direcciones de red verdaderas.

En la práctica, muchos Firewall utilizan dos o más de estas técnicas a la vez.

Un Firewall se considera la primera línea de defensa en la protección de la información privada. Para mayor seguridad, los datos pueden ser cifrados.

Como es necesaria la implementación de un Firewall para la protección del servidor contra ataques externos, se optó por aprovechar una de las herramientas de seguridad con las que se cuenta y esa es COMODO firewall; cuenta con un conjunto de opciones que permiten crear reglas para la protección del servidor.

⁸ **Ip spoofing:** Suplantación de IP. Consiste básicamente en sustituir la dirección IP origen de un paquete TCP/IP por otra dirección IP a la cual se desea suplantar.

⁹ **UDP:** Es un protocolo del nivel de transporte basado en el intercambio de datagramas.

- **EXTENT:** Especifica las dimensiones de salida del mapa. Debe ser de las mismas o menores dimensiones del dato.
- **SIZE:** Tamaño de la Figura del mapa que MapServer puede generar en pixels.
- **SHAPEPATH:** Ruta de los datos de los layers, esta ruta no debe ser accesible desde el explorador por motivos de seguridad, MapServer se encarga de desplegar la información permitida.
- **IMAGECOLOR:** Color de fondo del mapa.
- **LAYER:** Marca el inicio de un objeto LAYER dentro de un objeto MAP. Pueden ser especificados los layers que se deseen.
- **NAME:** Identificador de nombre dado a los layers especificados.
- **DATA:** Nombre del dato. Como se ha mencionado MapServer soporta una gran variedad de formatos.
- **STATUS:** Los layers pueden estar en estado ON u OFF, visible o invisibles respectivamente.
- **TYPE:** Especifica el tipo de dato a utilizar en un layer. Este puede ser de:
 - POLYGON: polígonos.
 - LINE: líneas o polilíneas.
 - POINT: puntos.
 - RASTER: imágenes.
 - ANNOTATION: anotaciones.
- **CLASS:** Marca el inicio de las clases dentro de un layer pudiendo definirse ilimitadas clases.
- **COLOR:** Color de relleno de polígonos, en caso de que TYPE sea LINE es el color de la línea.
- **OUTLINECOLOR:** Color de los contorno de polígonos.
- **CLASSITEM:** Esta palabra clave es usada para especificar que atributos se usan para separar un objeto de la clase.
- **EXPRESSION:** Por cada clase, se especifica que valores de atributos usar. Ésta es la forma simple del valor EXPRESSION.
- **SHADOWSIZE:** Especifica el tamaño de la sombra. El valor correspondiente para las variables X e Y en pixeles.
- **OFFSITE:** Este parámetro indica a MapServer los valores de pixel para renderizar

como background (o ignorer).

- **FONTSET:** Especifica la ruta completa de archivo truetype fontlist (lista de fuentes). Este archivo lista cada una de las fuentes disponibles. FONSET es un parámetro del objeto MAP.

- **LABELITEM:** Especifica qué atributos de datos se usan para el etiquetado. LABELITEM es un parámetro del objeto LAYER.

- **LABEL:** Marca el inicio del objeto LABEL. El objeto label puede ser usado bajo otros objetos (Ejemplo: El objeto SCALEBAR).

- **COLOR:** En el objeto LABEL, COLOR especifica el color de la etiqueta de texto.

- **SHADOWCOLOR:** Éste especifica el color de la sombra de la etiqueta de texto.

- **TYPE:** En el objeto LABEL, TYPE especifica qué tipo de fuente se va a usar. Puede escogerse entre TRUETYPE o BITMAP. (el constructor en fuentes).

- **FONT:** Si se especifica TYPE como TRUETYPE, se necesitará especificar qué fuente se usará. El valor de ésta es el “alias“ en el archivo de lista de fuentes.

- **SIZE:** Si se usa Fuentes truetype, el valor del tamaño es en pixels. Si es bitmap, puede usarse “small“ o “large“.

- **MINDISTANCE:** Ésta es la mínima distancia en pixels entre etiquetas duplicadas.

- **POSITION:** Donde la posición de la etiqueta de texto es en relación a los puntos del label. Los valores son una combinación de posiciones verticales y horizontales. Pueden escogerse lo siguiente para una alineación vertical:

- C para el centro.

- L para la izquierda.

- R para la derecha.

Para la alineación de la etiqueta de texto en el centro del label

ID pueden usarse los valores:

- CC: center-center.

- LL: por abajo del ID.

- **AUTO:** MapServer decide la mejor posición de las etiquetas.

- **BUFFER:** La cobertura (en pixels) de cada etiqueta. Ésta es usada para reforzar la legibilidad. Un BUFFER de 4 pixels asegura que ninguna otra etiqueta se dibujará dentro de los cuatro pixels.

- **IMAGETYPE:** Esto no es nuevo, pero el valor PNG24 sí lo es. PNG24 es la versión

del formato PNG de 24-bits o color verdadero. A cambio, en vez de estar limitados para 256 combinaciones de colores para formatos de salida, MapServer ahora tiene millones de colores.

- **SYMBOLSET:** Definición del path de la definición del archivo de símbolo. El archivo símbolo en este archivo es referenciado por el parámetro SYMBOL en el objeto CLASS.
- **TYPERAFTER:** Cuando se usan datos raster (imagenes) se deberá utilizar el valor RASTER del parámetro TYPE, como opuesto al POLYGON, LINE o PUNTO (valores de datos vectoriales).
- **PROCESSING "BANDS=x,x,x,x,..":** Este parámetro del objeto LAYER es nuevo en MapServer. La palabra clave PROCESSING tiene muchos valores pero en este caso se está usando la selección de una banda multiespectral en la Figura a mostrar. Estos valores en el string o cadena de datos que es pasado a la librería GDAL.[29].

Estructura básica de configuración de un Mapfile.

Este archivo .map solo creará una imagen con elementos gráficos, en este ejemplo un punto.

```
# Ejemplo 1
NAME "hola"
  SIZE 400 300
  IMAGECOLOR 249 245 186
  IMAGETYPE png
  EXTENT -1.0 -1.0 1.0 1.0
  WEB
    TEMPLATE
      "/ms4w/apps/sigriego/plantilla.html"
      IMAGEPATH "/ms4w/tmp/ms_tmp/"
      IMAGEURL "/ms_tmp/"
    END
  LAYER
    STATUS default
    TYPE point
    FEATURE
    POINTS 0 0 END
  END
  CLASS
    STYLE
    COLOR 255 0 0
    END
  END
END
```

Figura III.6. Ejemplo Mapfile Básico

Estructura de configuración Layer Tipo Raster.

Éste es parte de un archivo .map que configura la salida de un layer o capa tipo raster. En nuestro ejemplo la imagen satelital del área de riego cuyo nombre es mosa2.img

```
LAYER

NAME "mosa2"
    STATUS ON
    TYPE RASTER
    DATA "mosa2.img"

END
```

Figura III.7. Estructura de layer tipo raster

Estructura Layer tipo Shape Básica.

Nuestro ejemplo configura el layer o capa tipo shape en el archivo .map, en este caso es la zona 5 del area de riego la cual es nuestra área de investigación La Colonia Simbolar.

```
LAYER #Zona5.shp
    NAME 'Zona5.shp'
    STATUS default
    DEBUG false
    TRANSFORM true
    TYPE polygon
    CLASS
        NAME 'Zona5.shp'
        STYLE
            COLOR -1 -1 -1
            BACKGROUNDCOLOR 255 255 0
        END #STYLE
        STYLE
            OUTLINECOLOR 255 0 0
            SYMBOL 'Zona5--0--outline'
            SIZE 1
        END
    LABEL
        TYPE TRUETYPE
        FONT 'Arial-Normal'
        SIZE 8
        ANGLE auto
        COLOR 0 0 255
    END # LABEL
    END #CLASS
END #LAYER
```

Figura III.8. Estructura de layer tipo shape

Estructura Layer tipo SQL con definición de clases, etiquetado e imagen.

```

LAYER
CONNECTIONTYPE postgis
NAME "estado"
#
CONNECTION "user=postgres password=unidad
dbname=uer host=localhost"
#
DATA "the_geom from public.zona5 using unique
gid using SRID=-1"

STATUS ON
TYPE POLYGON
#
CLASSITEM "estado"
CLASS
    EXPRESSION "1"
    STYLE
        COLOR 255 212 166
    END
END

CLASS
    EXPRESSION "2"
    STYLE
        COLOR 55 149 239
    END
END

CLASS
    EXPRESSION "3"
    STYLE
        COLOR 155 212 255
    END
END

CLASS
    EXPRESSION "4"
    STYLE
        COLOR 180 164 158
    END
END

```

Figura III.9. Estructura de layer tipo consulta.**El Archivo de Inicialización**

Este archivo puede ser el archivo plantilla html principal, pero por simplicidad, los archivos plantilla se pueden dividir en varios archivos. El Archivo de Inicialización es parte de las plantillas y utiliza un formulario web para enviar una consulta inicial al servidor http, que retorna un resultado desde MapServer. MapServer es dinámico, comienza y se ejecuta cada

vez que recibe una consulta, por lo tanto, el archivo de inicialización sólo se requiere para pasar una serie de parámetros iniciales (ocultos) hacia la aplicación. El archivo de Inicialización es un archivo html normal, por ello, su extensión es “.htm” o “.html”. Alternativamente, puede construirse un hipervínculo hacia la aplicación con MapServer. Éste pasaría los parámetros básicos requeridos por la aplicación con el CGI de MapServer.

El Archivo Plantilla.

El Archivo Plantilla controla como saldrán los mapas y las leyendas desde MapServer hacia la página html. Éste opera como cualquier otro archivo HTML, excepto porque contiene celdas con código que puede ser modificado por el CGI de MapServer. El archivo Plantilla nos permite colocar el mapa y la leyenda en una página, y determina la manera en que el usuario interactúa con MapServer (navegar, consultar, hacer zoom, etc.). MapServer utiliza el archivo plantilla y reemplaza las palabras clave de las celdas, con información de su estado actual o del estado del conjunto de datos SIG, para generar el archivo html final que será enviado al explorador de Internet. Debido a que el Archivo plantilla será usado para crear un archivo html, éste debe ser guardado con la extensión “.html”

III.1.2.5. PostgreSQL-Postgis

Los sistemas de mantenimiento de “Bases de Datos relacionales tradicionales” (DBMS) soportan un modelo de datos que consisten en una colección de relaciones con nombre, que contienen atributos de un tipo específico. En los sistemas actuales, los tipos posibles incluyen numéricos de punto flotante, enteros, cadenas de caracteres, cantidades monetarias y fechas. Está proyectado que este modelo será inadecuado para aplicaciones futuras de procesamiento de datos. El modelo relacional sustituyó modelos previos en parte por su simplicidad la cual también hace difícil la implementación de ciertas aplicaciones. Postgres ofrece una potencia adicional sustancial al incorporar los siguientes cuatro conceptos adicionales básicos en una vía en la que los usuarios pueden extender fácilmente el sistema.

Poderosa herramienta de administración de Base de Datos en donde el módulo Postgis soporta la parte geométrica, con lo cual le permite a mapserver dibujar la geometría de las capas.

PostGIS añade el soporte para objetos geográficos a la base de datos objeto-relacional PostgreSQL. PostGIS proporciona la capacidad espacial a un servidor PostgreSQL,

permitiendo ser utilizado como un cliente GIS de la base de datos. Se puede afirmar que PostGIS más PostgreSQL forman una base de datos espacial donde se almacena y gestiona tanto la geometría de los elementos geográficos como los atributos temáticos de los mismos. PostGIS permite al SGBD orientado a objetos PostgreSQL la gestión de objetos geográficos. PostGIS consigue que el servidor de bases de datos PostgreSQL pueda manejar objetos geográficos capacitándolo para funcionar como soporte de datos espaciales en un Sistema de Información Geográfica. En este sentido, PostGIS se encontraría al nivel de la base de datos SDE de ESRI o al de la versión de Oracle con su correspondiente extensión espacial.

PostGIS sigue la norma OpenGIS referente a bases de datos SQL conocida como “Simple Features Specifications for SQL”.

Herramientas Necesarias.

- PostgreSQL, tanto instalable disponible en <http://www.postgresql.org/>.
- PostGIS instalable y “source code” disponible en <http://postgis.refractor.net/>.

Una vez instalado PostgreSQL, se inicia una aplicación que sirve para administrar la Base de Datos llamada “PgAdmin III”. Figura III.10

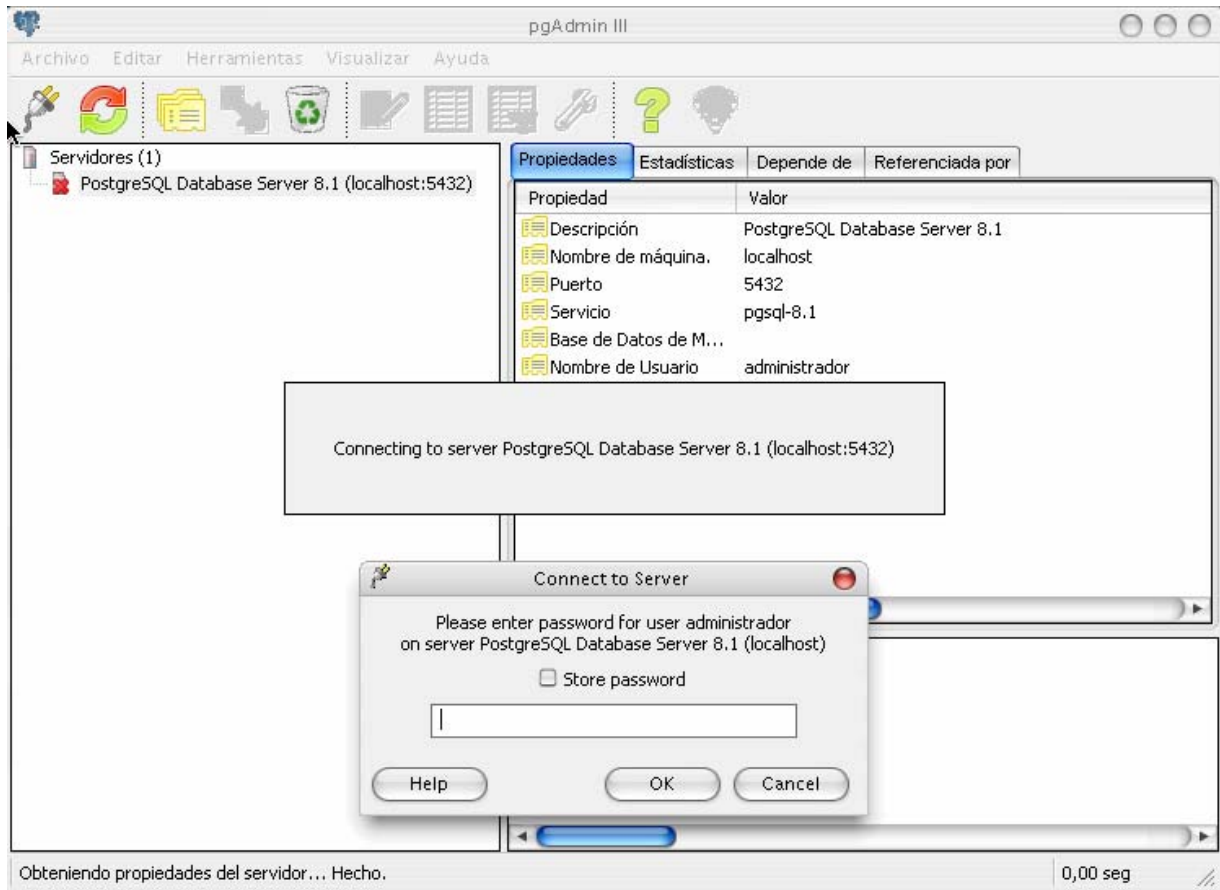


Figura III.10. Ventana de inicio sesión “pgAdmin III”.

Una vez ejecutado “pgAdmin III”, se realiza la conexión al servidor haciendo doble click en “PostgreSQL Database Server”, luego de lo cual se solicita la clave de “Superuser” la cual puede ser guardada.

Una vez realizada la conexión al servidor, se debe navegar por el árbol desplegado a “Databases”, sobre la tabla “Postgres” seleccionar “New Object / New Database” y crear una nueva tabla que en este caso se llamó “uer”. Figura III.11

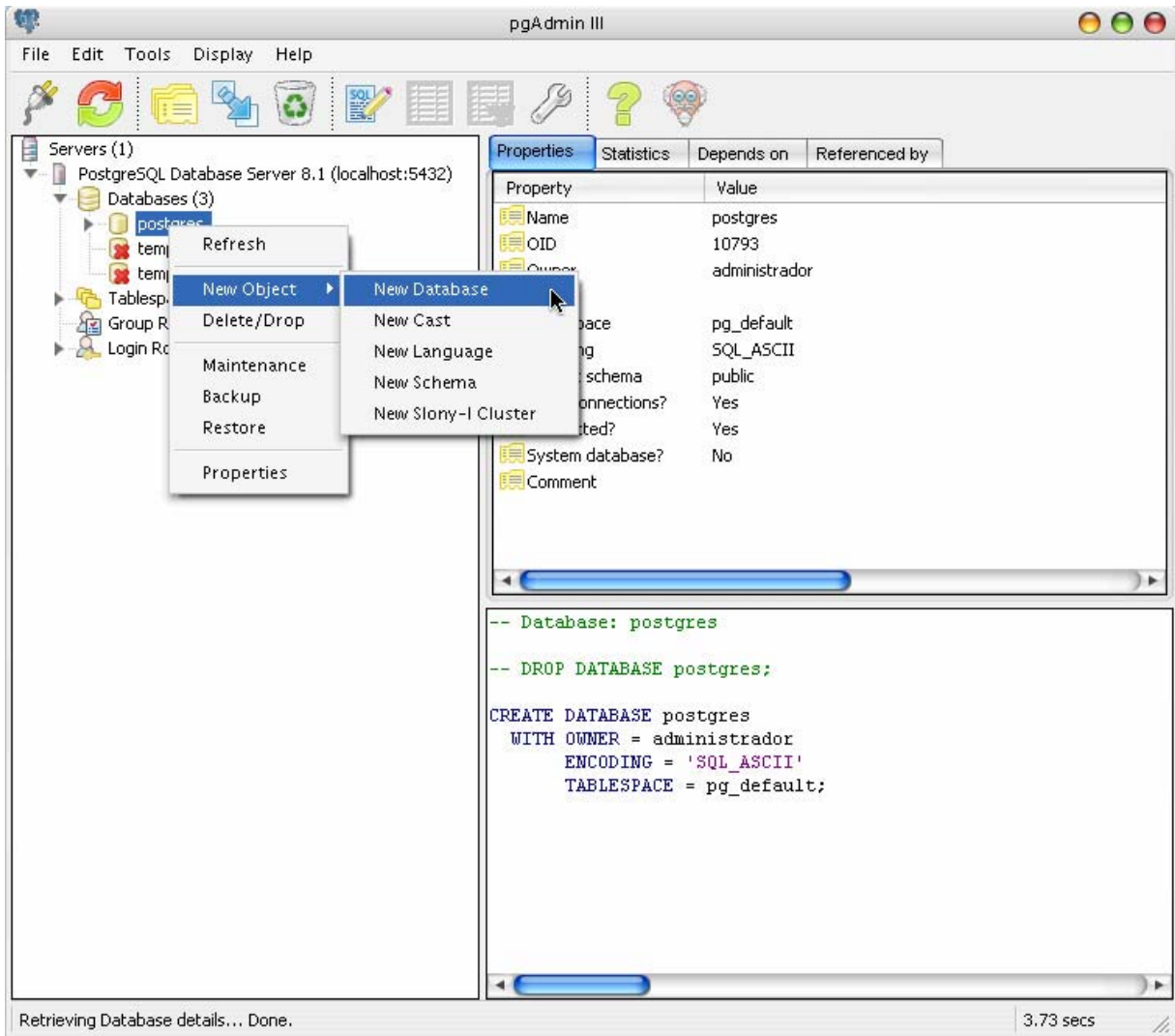


Figura III.11. Creación Nueva Base de Datos PostGIS.

Una vez configurado ciertos parametros se despliega el árbol de Base de Datos y se verifica en “Languages” que PL/PgSQL esté cargado, el mismo es necesario para la utilización de PostGIS. Figura III.12.

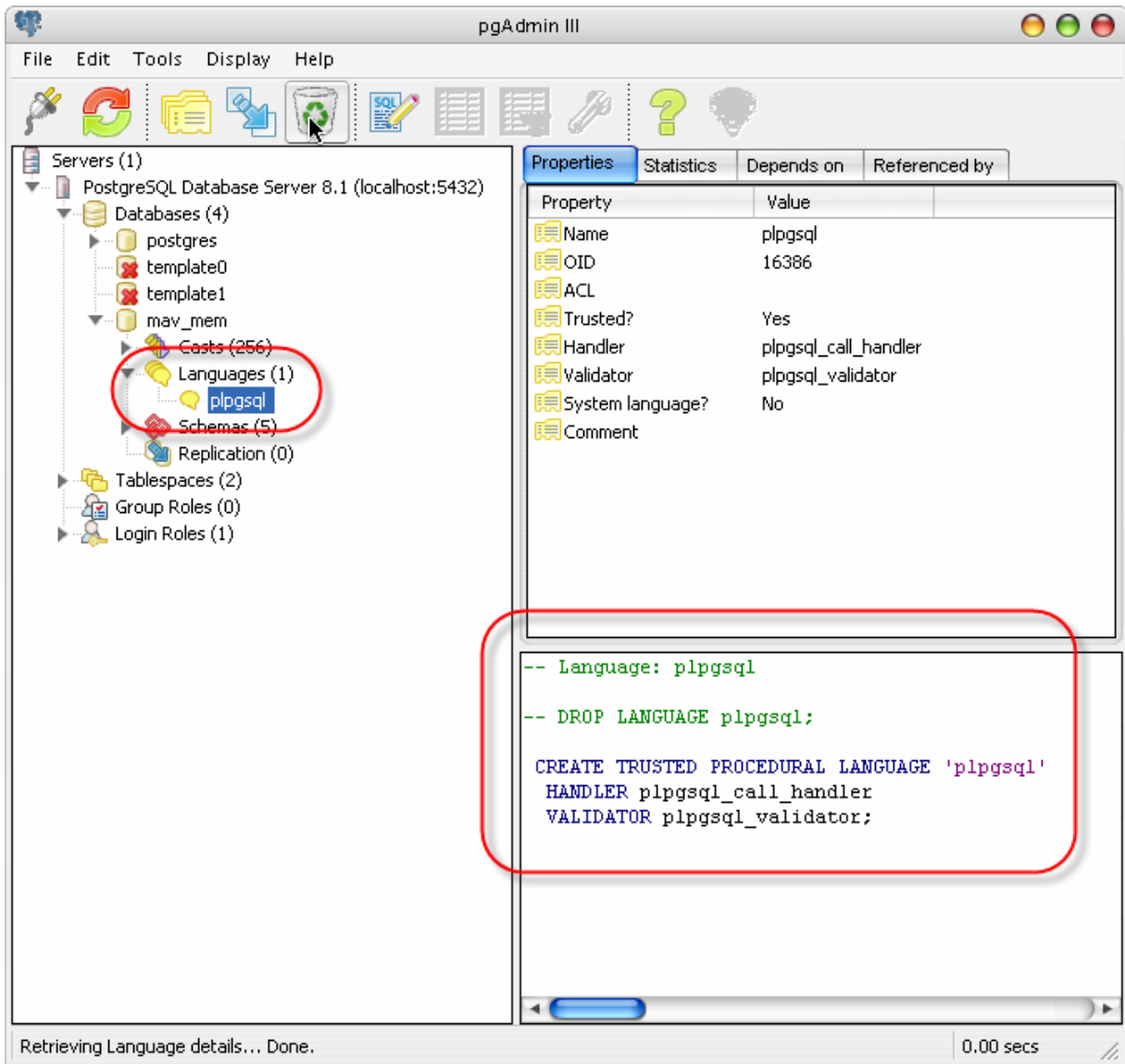


Figura III.12. Verificación lenguaje “pl/pgsql” en nueva base de datos.

A continuación se procede a la activación de PostGIS para lo cual se abre la ventana de consultas SQL seleccionando “File / Open”. Se debe navegar al directorio de instalación de PostgreSQL y seleccionar el archivo “lwpostgis.sql”. Este archivo carga las funciones y objetos de PostGIS dentro de la base de datos “uer”.

El mismo procedimiento se realiza con el archivo “spatial_ref_sys.sql” el cual carga los sistemas de referencia EPSSG dentro de la tabla de referencia espacial.

De esta misma manera se pueden cargar las tablas utilizadas para generar la cartografía. Figura III.13.

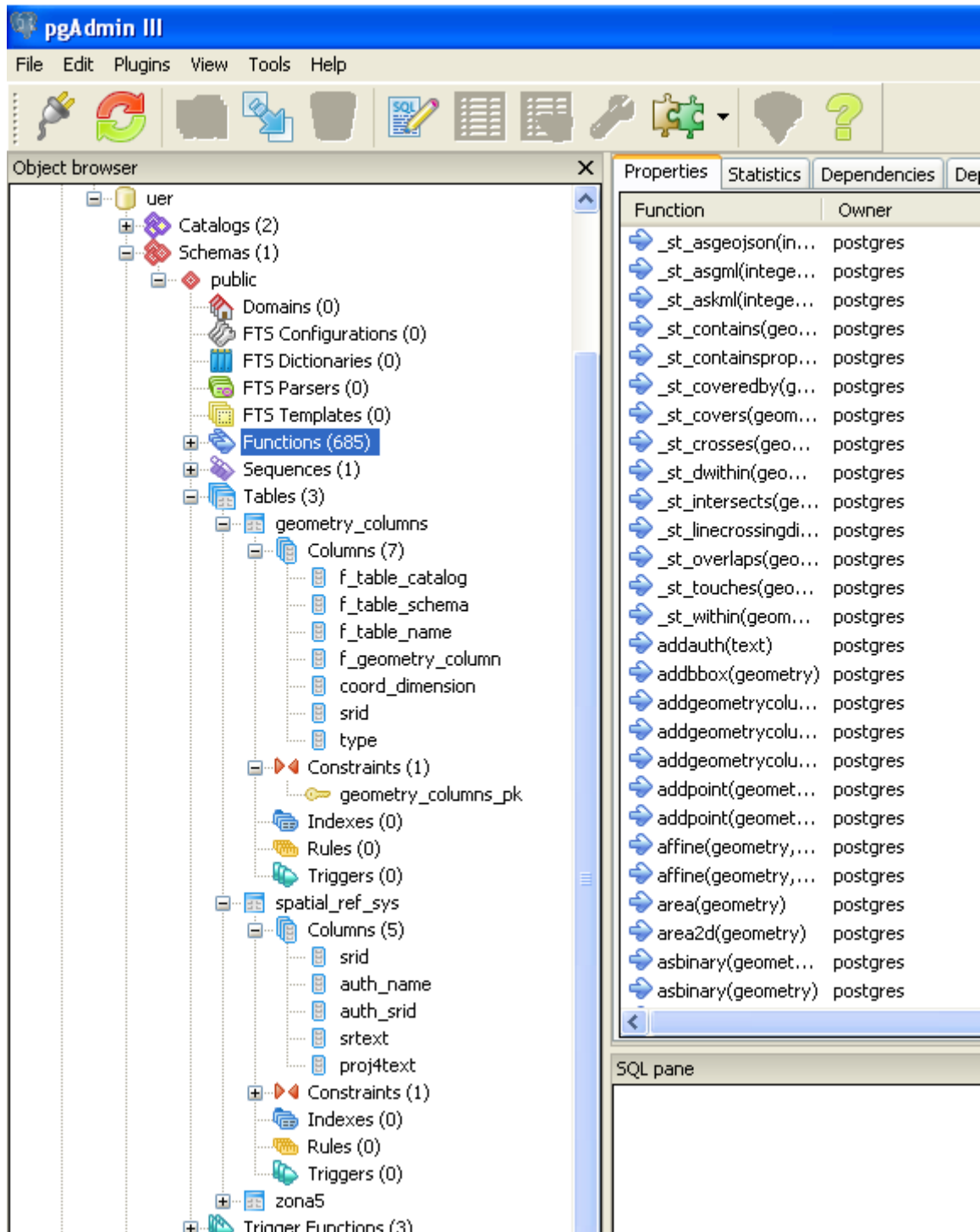


Figura III.13. Verificación de carga de componentes PostGIS y sus herramientas.

Cargando Archivos Shapes

Para convertir las bases de datos en formato Shapes a SQL, se debe realizar lo siguiente, utilizando al archivo “shp2pqsq1”: Se requiere la configuración de un archivo llamado “pg_setenv.bat”, el cual debe ser puesto o creado en el directorio que contiene los archivos Shape. La función de este archivo es ligar el directorio de instalación de PostgreSQL para permitir el fácil uso de herramientas como la mencionada “shp2pqsq1”.

A continuación se procede con la conversión de los archivos Shapes a SQL, ingresando para esto el parámetro de la proyección y Datum¹⁰ utilizados, el nombre de la base de datos a convertir y el nombre nuevo que ésta tendrá.

El paso final es cargar la tabla creada en la base de datos que la contendrá (uer). Esto se realiza desde el administrador “pgAdmin III” y se puede apreciar mejor su estructura en la Figura III.14.

gid	[PK] serial	id	lote	area	partida	usuario	l_c_r_d	descrip	the_geom	cod_estado	estado
character var	integer	integer	character var	bigint	character var	character var	character var	character var	geometry	character var	character var
1	1	0	107	50153	Chavez, Alvina I	C1 T7	25		010600000001C	1	Activo
2	2	0	106	50152	Carabajal, Maria	C1 T7	26		010600000001C	1	Activo
3	3	0	109	50229	Araujo, Edison E	C1 T7	25		010600000001C	4	Improductivo
4	4	0	108	50325	Narvaez, Francis	C1 T7	26		010600000001C	1	Activo
5	5	0	110	50329	ARAUJO, ELISA	C3 T7	23		010600000001C	1	Activo
6	6	0	111	50316	ALCALDE, RENE	C3 T7	25		010600000001C	1	Activo
7	7	0	112	50113	HERRERA, CLAU	C3 T7	25		010600000001C	1	Activo
8	8	0	113	50116	VELEZ, JULIO BE	C3 T7	20		010600000001C	1	Activo
9	9	0	114	50123	AGUILAR, VICTO	C3 T7	28		010600000001C	1	Activo
10	10	0	115	50114	ANRIQUEZ, MAF	C3 T7	24		010600000001C	1	Activo
11	11	0	116	50115	ANRIQUEZ, FOF	C3 T7	24		010600000001C	1	Activo
12	12	0	117	50307	GIMENEZ, RAMO	C3 T7	24		010600000001C	1	Activo
13	13	0	122	50254	GIMENEZ, PEDR	C5 T7	22		010600000001C	1	Activo
14	14	0	121	50255	GARCIA VAZQU	C5 T7	25		010600000001C	1	Activo
15	15	0	118	50216	SALOMON, LUIS	C3 T7	24		010600000001C	1	Activo
16	16	0	119	50225	PAZ, CLAUDIO F	C3 T7	24		010600000001C	1	Activo
17	17	0	120	50221	LUC, LUIS	C3 T7	24		010600000001C	1	Activo
18	18	0	123	50306	LOPEZ, JOSE AN	C3 T7	25		010600000001C	1	Activo
19	19	0	128	50321	MALDONADO, J	C3 T7	18		010600000001C	1	Activo
20	20	0	129	50309	LAGOS, FRANCI	C3 T7	26		010600000001C	1	Activo
21	21	0	143	50218	GEREZ, VICTOR	C1 T7	23		010600000001C	1	Activo
22	22	0	166	50190	CORONEL, PEDI	C1 T7	23		010600000001C	1	Activo

Figura III.14. Estructura de la tabla zona5.

El último campo llamado “the_geom” es el que contiene la información espacial de los elementos, lo que permite su representación gráfica en MapServer. Esto es posible gracias a la utilización de PostGIS.

¹⁰ Datum: Modelo matemático diseñado para que ajuste lo mejor posible parte del geoide o todo él.

III.1.2.6. Configuración del equipamiento disponible

La UESRRD tiene un servidor propio para el alojamiento de la información. El equipo sobre el cual se instaló el WMS reúne las siguientes especificaciones:

- **Servidor Rack Proliant DL 180 G5**
- Procesador Quad-Core Intel Xeon E5405 (2.00 GHz, 80 W, 1333 MHz FSB)
- 2 GB de Ram
- 2 discos de 250 GB SATA 7200 LFF HOT PLUG

Se optó por tener un servidor propio y no un alojamiento externo debido a que la UESRRD cuenta con su servidor y el equipamiento adecuado que reúne las condiciones necesarias para que el WMS se ejecute con total normalidad y eficiencia, y además se le puede dar la configuración personalizada que necesita mapserver.

III.1.3. DISEÑO E IMPLEMENTACION DEL PROTOTIPO DEL SERVIDOR DE MAPAS.

En esta etapa se desarrollaron la tareas para implementar la metodología de desarrollo del prototipo elegida y justificada en el ítem II.2, así como el diseño y la implementación del prototipo de WMS.

III.1.3.1. Implementación de la Metodología de Desarrollo

El ciclo de vida de la metodología XP consiste de 4 fases: Planificación, Diseño, Desarrollo y Pruebas

Planificación:

- Con un permanente diálogo entre los clientes y los programadores se plantearon qué es lo que la aplicación debería hacer. Para ello se utilizaron las historias de usuario (Anexo: Historias del Usuario) que son unas listas de características que el cliente necesita que esté en el producto final. Consistió en una o dos frases en las que se dijo lo que debe hacer la aplicación.
- Se familiarizó con las herramientas, tecnologías y prácticas que se utilizaron en el proyecto. El tiempo de esta fase dependió de la familiaridad con la tecnología a utilizar.
- En este paso y a partir de cada historia de usuario los clientes definieron y

asignaron las prioridades de cada una de ellas. Aquí se determinó la complejidad de cada historia, dividiendo en dos o más historias del usuario a las más complejas.

- Se estableció un cronograma en donde la primera entrega no debía demorar más de tres meses. Esta planificación se revisó y fue modificada continuamente a lo largo del proyecto. Las historias de los usuarios sufrieron cambios, se quitaron y se añadieron nuevas historias por causa de las nuevas necesidades.

Diseño

La simplicidad de diseño fue la premisa para llevar a cabo esta etapa. Su completitud se alcanzó una vez entregada la última versión, ya que es una tarea permanente en todo ciclo de vida de la metodología. La naturaleza del proyecto es cambiante lo que implica que pueden cambiar las necesidades y con ello el diseño. Por lo cual el primer diseño se fue mejorando y corrigiendo a lo largo del proyecto.

- A partir del conjunto de historias del usuario, se determinó la cantidad de versiones o iteraciones que se llevarían a cabo para entregar el prototipo.
- Solo se diseñaron las historias de usuario que intervendrían en la versión actual, dejando de lado cualquier posible necesidad que se pudiera presentar en el futuro del proyecto.
- Las pruebas funcionales o de aceptación del cliente fueron planteadas en esta etapa.
- Unas de las tareas en esta etapa fue el diseño de la interface del prototipo sin que se haya utilizado una herramienta específica. El diseño del prototipo fue realizado en frames o marcos. Esto supone un gran ahorro de tiempo de codificación a la hora de vincular las distintas páginas de un sitio web y añade una gran facilidad y comodidad de navegación en el conjunto del sitio web. Para comprender el diseño, a continuación se presenta el esquema de frames, ver Figura III.15.

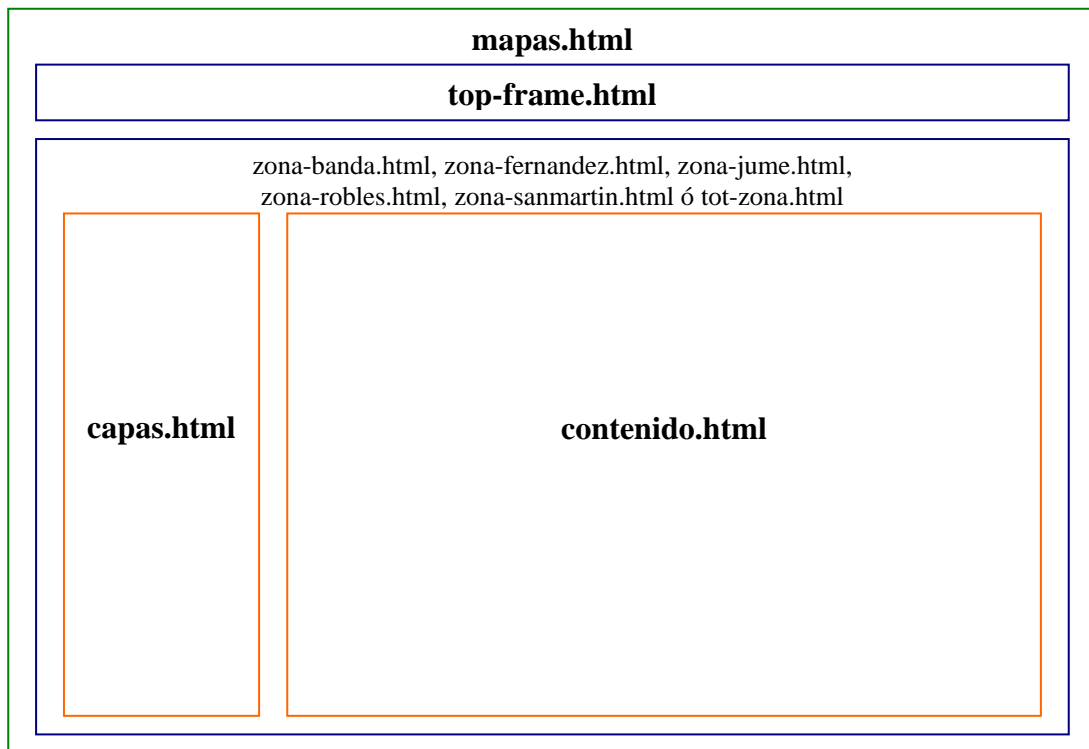


Figura III.15. Esquema de Frames.

Se observa en el esquema que la página **mapas.html** carga simultáneamente dos páginas, cada una de ellas en un frame o marco diferente. Dado esto, la página funciona de la siguiente manera:

- En el frame superior se carga la página **top-frame.html**. Dicha página presenta un select que permite elegir el distrito sobre el cual se desea posicionarse y una serie de cuadros en los que se obtiene la salida de información geográfica.
- La carga del frame inferior es controlada por el objeto select que se encuentra en la página **top-frame.html** mencionada en el punto anterior. Las paginas que pueden cargarse son **tot-zona.html** (página por defecto), **zona-banda.html**, **zona-fernandez.html**, **zona-jume.html**, **zona-robles.html** o **zona-sanmartin.html**.
- A su vez el frame inferior se divide en dos marcos, dispuestos horizontalmente, los cuales contienen las páginas **capas.html** (frame izquierdo) y **contenido.html** (frame derecho). La primera presenta un

listado de coberturas que pueden ser seleccionadas a través de checkbox, y el modo de visualización. **Contenido.html** contiene una barra de herramientas, el mapa principal del sitio y un mapa de referencia.

- Las coberturas seleccionadas en **capas.html** se cargan dinámicamente en el mapa principal que se encuentra en **contenido.html**.

De este modo funciona el prototipo tratando de aprovechar al máximo las ventajas que presenta la navegación a través de un sitio compuesto por frames. Algunas de estas ventajas son:

Ventajas de la utilización de frames.

- La navegación de la página es más rápida. Aunque la primera carga de la página es igual, en sucesivas impresiones de páginas ya tendremos algunos marcos guardados, que no tienen que volverse a descargar.
- Crear páginas del sitio es más rápido. Como no se tiene que incluir partes de código como la barra de navegación, título, etc. crear nuevas páginas sería un proceso mucho más rápido.
- Partes de la página se mantienen fijas y eso puede ser bueno, para que el usuario no las pierda nunca de vista.
- Estas mismas partes visibles constantemente, si contienen enlaces, pueden servir muy bien para mejorar la navegación por el sitio.
- Mantienen una identidad del sitio donde se navega, pues los elementos fijos conservan la imagen siempre visible.

Codificación

- Programación en pareja: Inicialmente el trabajo de codificación fue en pareja, de allí que el conocimiento del código se propagó de forma natural, unificándose el estilo de programación de forma que parezca que fue realizado por una única persona.
- Se establecieron estándares de codificación, se organizó la estructura del directorio y nombres de archivos (a las cabeceras de las plantillas se les antepuso el prefijo header: header_parcelas).
- Refactorización: como se mencionó en la etapa anterior, que el diseño es una tarea que está desarrollándose a lo largo del proyecto, la refactorización lo hace posible a

partir de mejorar el código, de plantear la manera de hacerlo más simple sin perder la funcionalidad. Con lo cual se eliminaron funcionalidades redundantes y se borraron líneas de código innecesarias.

- Integración del código: cada parte del código fue integrada a la versión que se estaba desarrollando en ese momento. Así, la misma pudo ser integrada varias veces en un mismo día, para ser probada.

Pruebas

“La XP hace hincapié en las pruebas, clasificándolas en diferentes tipos y funcionalidades específicas, se debe ser muy estricto con las pruebas. No se deberá entregar versión alguna si ésta no ha pasado con el cien por ciento de la totalidad de las pruebas. Caso contrario se empleara el resultado de éstas para identificar el error y solucionarlo” [34].

Pruebas Funcionales

En la ingeniería y sus diversas subdisciplinas, la prueba de aceptación es la prueba de la caja negra realizada en un sistema antes de su entrega. Dentro de un desarrollo basado en XP las pruebas funcionales o pruebas de aceptación del usuario están destinadas a evaluar si al final de una iteración se consiguió el resultado requerido de las funcionalidades especificadas en las historias de usuarios. Estas pruebas de aceptación están diseñadas y realizadas por el clientes [35]. En la actualidad existen herramientas lo suficientemente sencillas para el manejo del cliente, pero estas herramientas son inútiles si el cliente no es capaz de diseñar un conjunto de pruebas lo suficientemente completas que verifiquen la funcionalidad. Por esto se consideró que el diseño de dichas pruebas fueran realizadas por los programadores, entregándolas inmediatamente a los clientes cuya misión fue llevarlas a cabo.

Cada iteración concluye ejecutando un conjunto de pruebas de aceptación o pruebas funcionales de cada historia del usuario. Éstas permiten al cliente comprobar si está satisfecho con el resultado. Dichas pruebas son un proceso para obtener la confirmación de un experto del tema. Cada prueba de aceptación representa un cierto resultado previsto del sistema. Los clientes son responsables de verificar la corrección de las pruebas. Una historia del usuario no se considera completa hasta que haya pasado sus pruebas de aceptación.

1. Se generó un conjunto de pruebas de aceptación con el método de caja negra:

Análisis de Valores Límites (AVL). Se ha desarrollado el análisis de valores límites (AVL) como técnica de prueba. El análisis de valores límites lleva a una elección de casos de prueba que ejerciten los valores límite.

Prueba de Aceptación de la Primera Iteración

Datos de Entrada: Zoom, Tamaño del Zoom y Tipo de Visualización de la Información

Precondiciones:

Zoom: Zoom In, Zoom Out y Centrar.

Tamaño de Zoom (TZ): mayor o igual que 0 y menor o igual que 20 (por defecto es igual a 2).

Modo de Visualización de la Información (MVI): Información y Navegación (por defecto está tildado el modo Navegación).

Consideraciones Generales: cuando se cambia a modo de visualización Información, el Zoom no es tenido en cuenta como tampoco su tamaño.

Cuando se tilda Centrar y está en modo de visualización Navegación, restituye el estado inicial de la imagen, de la escala y el del Mapa de referencia.

Variables	Limite Valido	Limite Invalido
Zoom	1- Zoom In 2- Zoom Out 3- Centrar	
TZ	4- 2 5- 20	8- -1 9- 21
MVI	6- Información 7- Navegación	

Tabla III.1. Datos de Entrada

Casos de Prueba de la Primera Iteración

Nº de Caso	Zoom	TZ	MVI	Límite	Resultado
1	Zoom In	2	Navegación	1, 4, 7	Muestra Imagen ampliada. Cambio de Escala Desplaza la caja del Mapa de referencia
2	Zoom Out	20	Navegación	2,5,7	Muestra Imagen reducida. Cambio de Escala Desplaza la caja del Mapa de referencia
3	Centrar	-	Navegación		Devuelve el estado inicial de la imagen, de la escala y el del Mapa de referencia.
4	-		Información	6	Tabla con información alfanumérica
5	-	-1	Navegación	8	TZ fuera de rango
6	-	21	Navegación	9	TZ fuera de rango

Tabla III.2. Caso de Prueba de la Primera Iteración.

- Los usuarios o clientes llevaron a cabo las pruebas de aceptación de las historias del usuario (Anexo: Pruebas de Aceptación). Se corrigieron algunos errores así como también omisiones por parte de los clientes en cuanto a funcionalidades definiendo nuevas historias de usuario en los casos que fue necesario. Ver FiguraIII.16.

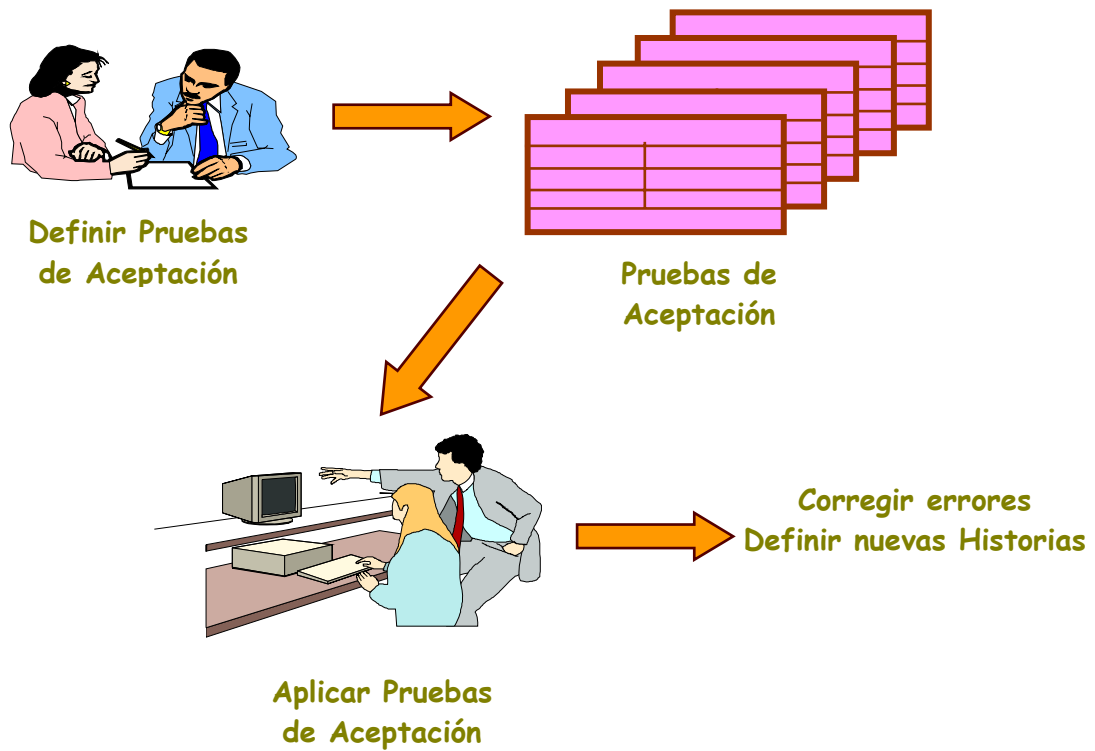


Figura III.16. Pruebas de Aceptación.

Análisis de los resultados de las pruebas de Aceptación

Un desarrollo mediante XP está compuesto por una serie de iteraciones cortas, en nuestro caso son tres. Cada iteración concluye ejecutando un conjunto de pruebas de aceptación que permiten al cliente comprobar si está satisfecho con el resultado.

Las pruebas efectuadas de la **primera iteración** mostraron algunos resultados no esperados, los casos de pruebas diseñados sirvieron para corregir dicho errores.

- Zoom In no se acercaba al límite convenido.

De esto surgió una modificación en la historia del usuario. El Zoom no debía estar condicionado a un cierto número, es decir el grado de acercamiento o alejamiento a la imagen no debía estar limitado por el ingreso de un número.

En la **segunda iteración** las pruebas fueron en un cien por ciento ejecutadas con éxito, solo se sugirió cambiar el mapa de referencia del área de riego.

En la **tercera iteración** se visualizaron errores en las funcionalidades Distancia, Acumulado, Área. Las mismas fueron corregidas y nuevamente probadas.

El objetivo de las pruebas fue verificar todos los requisitos funcionales o historias del usuario para la validación del prototipo. Mediante la realización de pruebas de caja negra se demostró la conformidad con los requisitos especificados en las historias del usuario que se recogieron en la fase de planificación.

Pruebas Unitarias

Las pruebas unitarias no se deben confundir con las pruebas de aceptación que han sido mencionadas con anterioridad. Las pruebas unitarias se implementan al mismo tiempo que el código de producción. Esta clase de testeos, también pueden ser pruebas de caja negra y se hacen contra las historias de los usuarios. Se suele tender a que sean parcialmente automáticos y que los resultados sean públicos.

Las pruebas unitarias se realizaron aplicando la técnica de Caja Negra conocida como “Partición de equivalencias”.

Se propusieron datos de prueba pertenecientes a cada clase de equivalencia válida e inválida para las funciones anteriormente mencionadas. Como recurso para poder verificar los datos ingresados y los resultados obtenidos, se añadió a cada función fragmentos de código inmediatamente después de obtener las salidas. El código añadido permitió visualizar las entradas de cada función y sus respectivas salidas obtenidas por medio de mensajes de alerta (Figura III.17. y Figura III.18). Así fue más fácil la corrección de errores durante la codificación. (El resto de las pruebas están en el Anexo: Pruebas Unitarias)

activarBoton (entrada alfanumérica)

Descripción: la entrada es el nombre del botón de la barra de herramientas que fue clickeado y lo resalta ante los demás para mostrarlo como seleccionado.

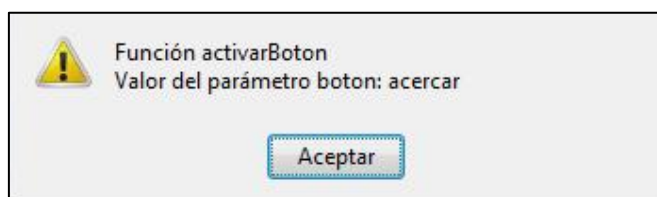


Figura III.17. Activación de la función Acercar.

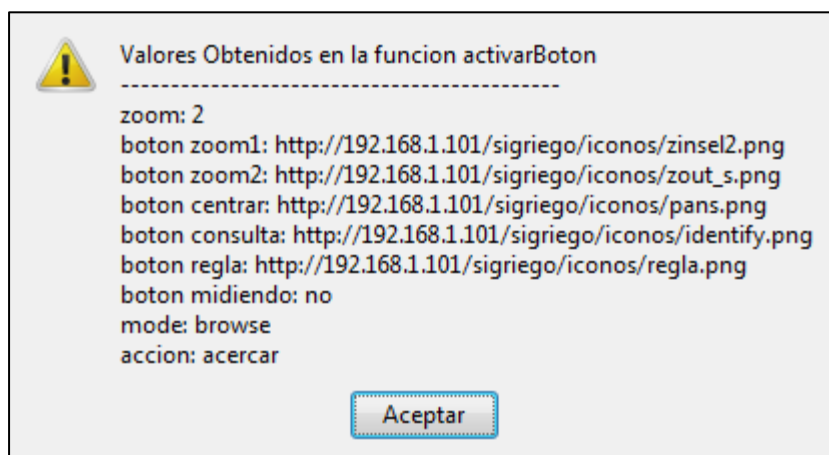


Figura III.18. Datos de salida de la función Acercar.

Partición de Equivalencia

Clases Válidas	Clases Inválidas
1- boton = "acercar"	-

Tabla III.3. Partición de Equivalencia de la Función Acercar.

Boton	Clases	Resultados
"acercar"	1	<p>The screenshot shows the same dialog box as in Figure III.18, with the title "Valores Obtenidos en la funcion activarBoton" and the following text:</p> <pre> zoom: 2 boton zoom1: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/zinsel2.png boton zoom2: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/zout_s.png boton centrar: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/pans.png boton consulta: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/identify.png boton regla: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/regla.png boton midiendo: no mode: browse accion: acercar </pre> <p>The "Aceptar" button is visible at the bottom.</p>

Tabla III.4. Caso de Prueba de la Función Acercar.

Etapas del ciclo de vida de la metodología XP

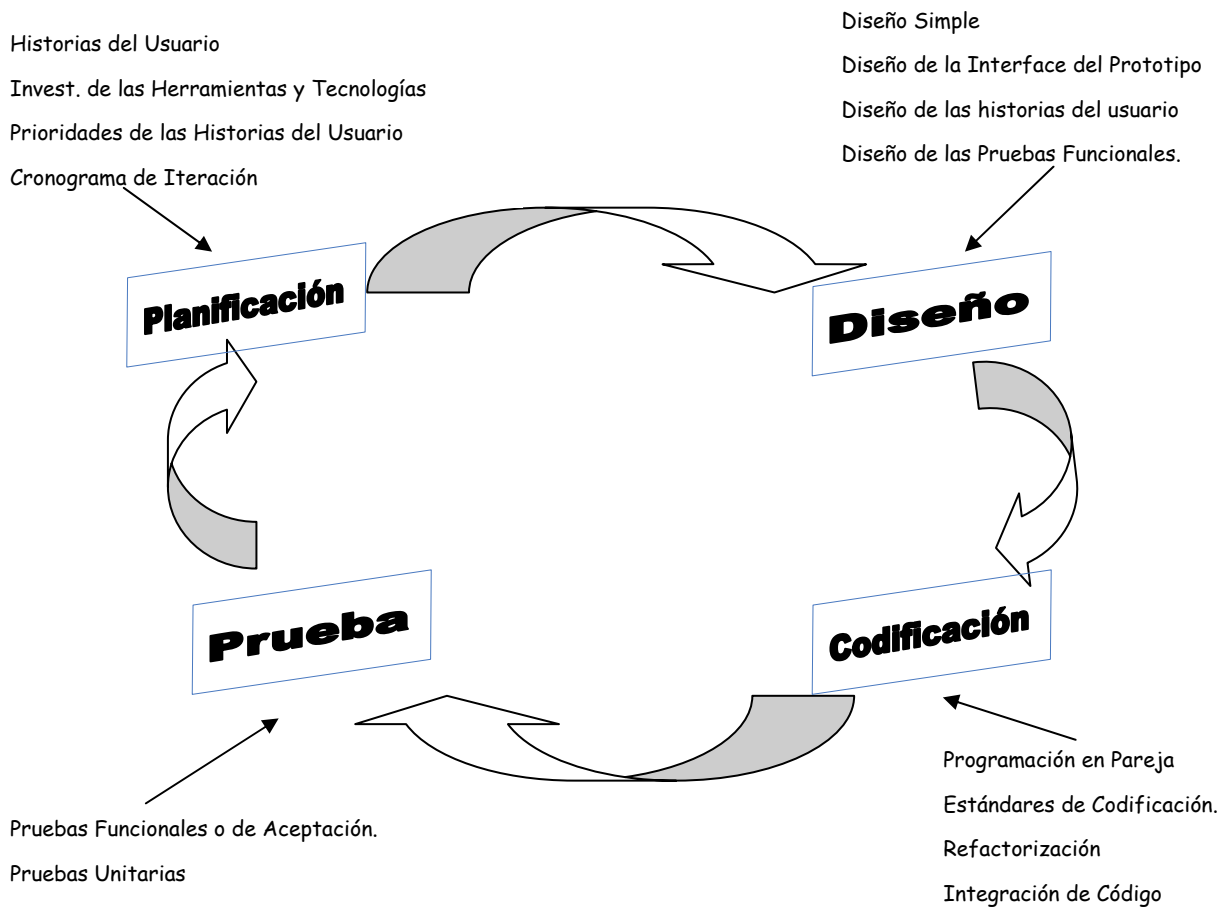


Figura III.19. Etapas del ciclo de vida de la metodología XP.

III.1.3. 2. Planificación del Software

Esta etapa engloba las siguientes tres fases, ellas son:

- Concepto del Software.
- Análisis Preliminar de Requerimientos.
- Diseño Global y Núcleo del Sistema.

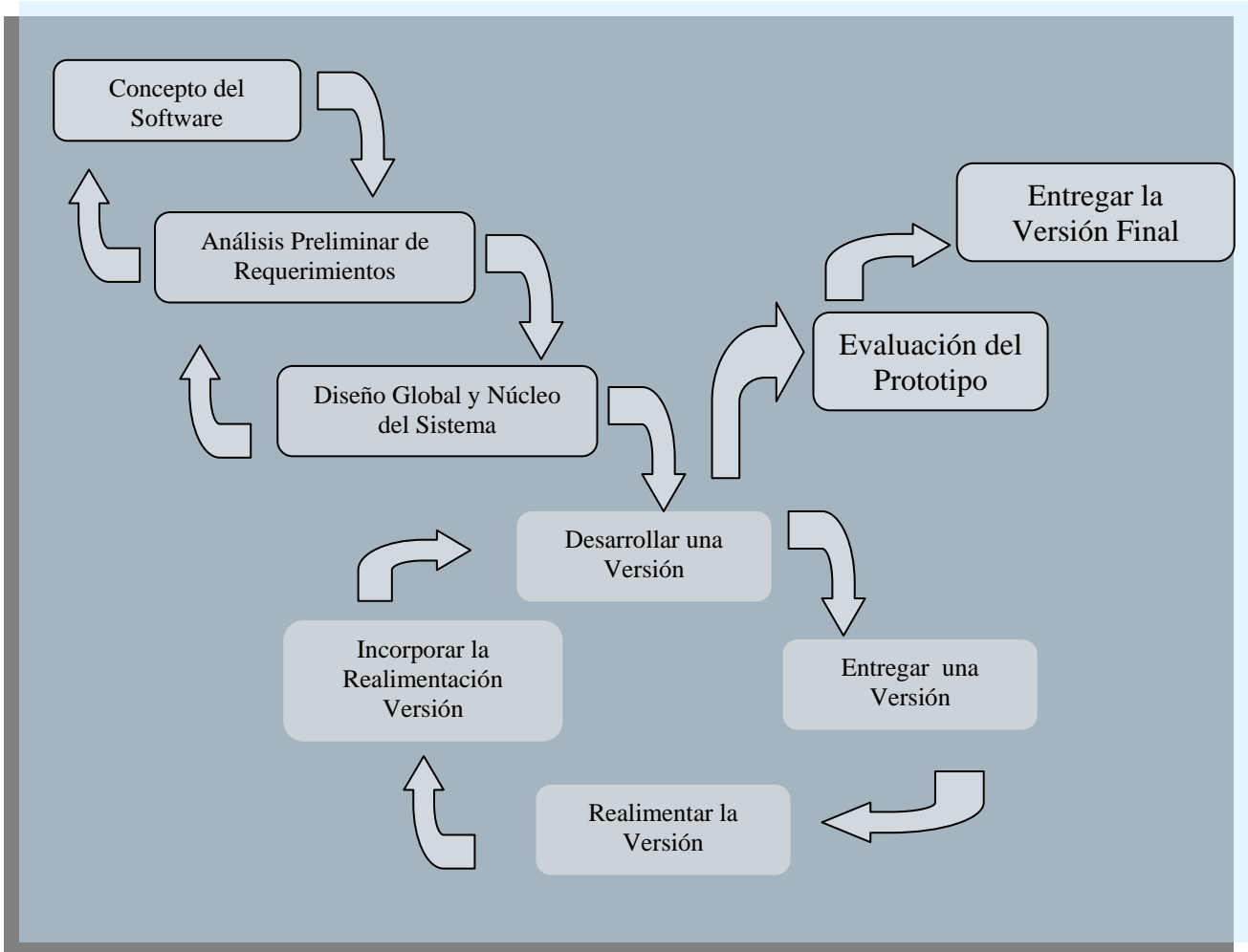


Figura III.20. Esquema de trabajo.

Concepto del Software

El prototipo desarrollado propone solucionar la problemática de la disponibilidad de la Información Geográfica en la UESRRD, mediante el empleo de tecnologías web. En concreto, se planteó el desarrollo de un WMS, que consiste en un sistema que permite manipular la estructura de datos espaciales a través de Internet. Otorgándole un carácter distribuido a las aplicaciones SIG, permitiendo a los usuarios la máxima interacción con la información geográfica y disponer de ésta en forma sencilla, eficaz y en tiempo real. De este modo los usuarios tanto los expertos como los que no lo son, podrán acceder y consultar la Información Geográfica a través de una página web.

Análisis Preliminar de Requerimientos.

Los diferentes tipos de requerimientos que definieron las principales características que presenta la aplicación son los siguientes:

Requerimientos Funcionales:

- Obtener una representación desde un shape o base de datos PosGIST, generar y entregar una imagen al Servidor Web con la representación adecuada y particular de acuerdo al atributo previamente almacenado en el shape o Base de Datos.
- Poseer una interfaz sencilla de manejar y comprender.
- Debe permitir la navegación por el mapa a través de las herramientas: ZoomIn, ZoomOut, Recentrar, etc.
- El sistema debe permitir a los usuarios buscar y consultar la información geográfica y alfanumérica sobre las diferentes capas que componen el área de Riego.
- Debe permitir la salida gráfica para impresión de la información espacial requerida por el usuario.

Requerimientos No Funcionales:

- Reponder ante peticiones Web a una considerable velocidad de respuesta para permitir una fácil interacción entre usuario y software.
- Proporcionar solo información relevante para que no exista redundancia o exceso en dicha información.
- Que el usuario no necesite tener grandes conocimientos en informática para manejar la aplicación.
- Debe propiciar la obtención de información geográfica y alfanumérica de forma adecuada y oportuna para la toma de decisiones.
- El servidor debe visualizarse y funcionar correctamente en cualquier navegador, especialmente en Internet Explorer, Mozilla y Opera.

Diseño Global y Nucleo del Sistema

En esta etapa se desarrollaron dos actividades:

- Selección de coberturas de interés en particular.
- Adecuación de las coberturas seleccionadas.

Selección de coberturas de interés en particular: la información extraída está basada en la actividad anterior, se seleccionaron las coberturas que brindan la información espacial necesaria para los usuarios.

A continuación se describe la clasificación de coberturas de acuerdo a la forma de presentarlas en la aplicación.

Coberturas Estáticas: siempre están visibles, cargadas por defecto.

- **Zona5:** Distrito Jume Esquina, Colonia Simbolar.
- **Canales:** red de canales que permiten la captación y evacuación de aguas.

Coberturas Dinámicas: el usuario puede seleccionar cual activar de acuerdo a sus necesidades.

Capas Vectoriales:

- **Drenajes:** red de canales que sirve para el escurrimiento del agua.
- **Obras de Arte:** A lo largo de un canal de riego se sitúan muchas y variadas estructuras, llamadas "obras de arte".
- **Curvas de Nivel:** Las curvas de nivel unen en el mapa todos los puntos que en el terreno tienen una misma altura. Al elaborar un mapa, las medidas para determinar estas curvas de nivel se toman en intervalos regulares
- **Estado:** esta capa indica el estado de la parcela, esta puede ser: Activo, Abandonado, Desempadronado, Inactivo.

Capas Raster:

- **Imagen IRS:** imagen del satélite Indio IRS(Indian Remote Sensing) cuya resolución espacial es de 5 metros.
- **Imagen Landsat 1990-09-24:** imagen del sensor TM del satélite Landsat5 cuya resolución es de 30 metros, tomada en la fecha 24 de Septiembre del año 1990.
- **Imagen Landsat 2009-09-12:** imagen del sensor TM del satélite Landsat5 cuya resolución es de 30 metros, tomada en la fecha 12 de Septiembre del año 2009.
- **Imagen Landsat 2009-10-14:** imagen del sensor TM del satélite Landsat5 cuya resolución es de 30 metros, tomada en la fecha 14 de Octubre del año 1990.

- **NDVI 1990-09-24:** imagen del Índice de Vegetación en Diferencias Normalizadas (NDVI)¹¹ de la imagen Landsat5 de fecha 24 de Septiembre del año 1990 la cual constituye una buena medida de la actividad fisiológica de las plantas.
- **NDVI 2009-09-12:** imagen del Índice de Vegetación en Diferencias Normalizadas (NDVI) de la imagen Landsat5 de fecha 12 de Septiembre del año 2009 .
- **NDVI 2009-10-14:** imagen del Índice de Vegetación en Diferencias Normalizadas (NDVI) de la imagen Landsat5 de fecha 14 de Octubre del año 2009 .
- **Fusion IRS-Landsat-2009-14-2009:** imagen fusionada entre las imágenes del sensor TM Landsat5 multiespectral, con la imagen pancromática IRS.

Adecuación de las coberturas seleccionadas: en esta actividad se eliminó la información inútil existente en las coberturas y se insertaron nuevos datos. Las coberturas fueron enriquecidas incluyéndoles campos a partir del cruzamiento de la base comercial que posee la UESRRD con las tablas alfanumérica de los shapes.

III.1.3.3. Desarrollo del Prototipo.

En esta etapa se llevó a cabo las actividades de desarrollo de las versiones del prototipo y las pruebas de las mismas.

En la primera iteración se creó el archivo de inicialización, el plantilla html y el .map. El archivo de inicialización de nombre inicio.html tuvo como función entregar internamente un conjunto de parámetros de inicialización a MapServer, esos parámetros por medio del CGI de Mapserver llama al archivo sigriego.map el cual invoca las coberturas estáticas de base Zona5 y Canal. Luego le dice a Mapserver en qué directorio debe ir a buscar las imágenes que se generan después de cada petición Web.

En esta primera iteración de la etapa de desarrollo del archivo plantilla con código html de nombre plantilla.html se incluyeron solamente algunas herramientas como Zoom, Pan, Escala, Referencia y las coberturas estáticas.

¹¹ **NDVI:** Constituye una medida de la actividad fisiológica de las plantas.



Figura III.21. Página principal

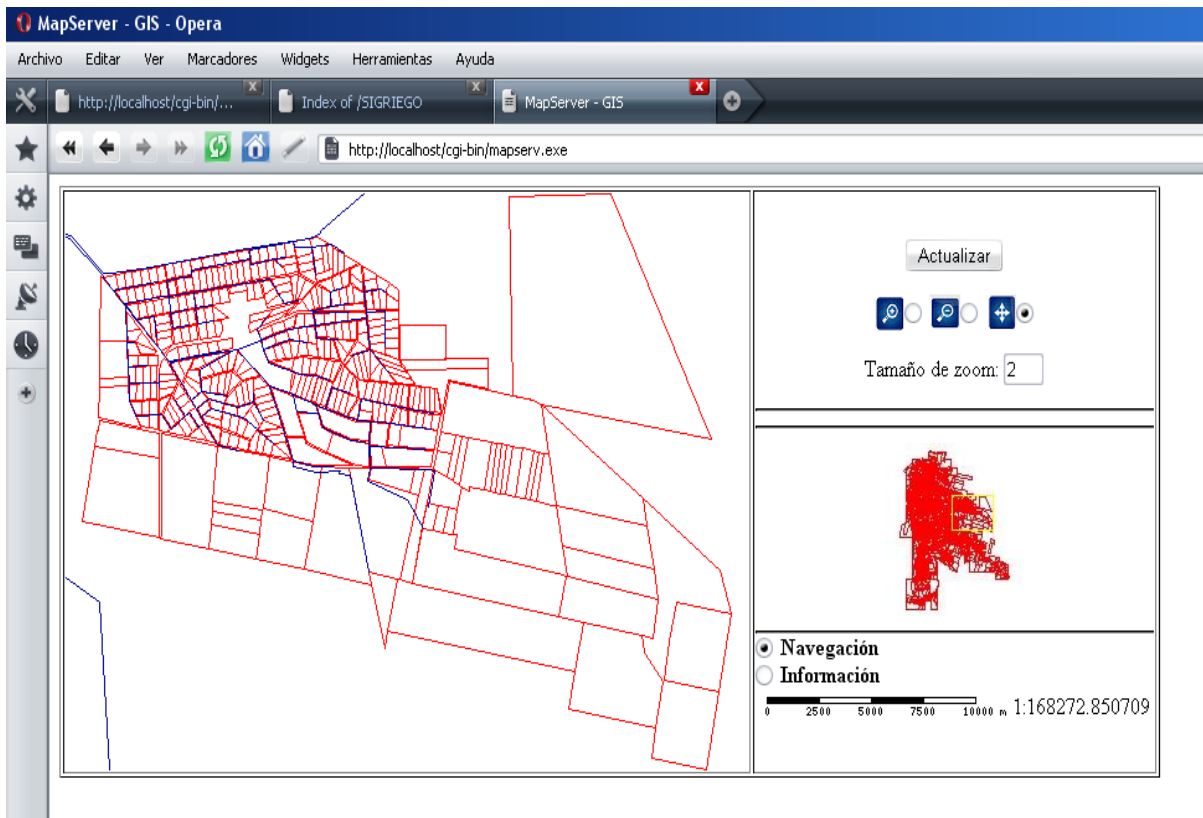


Figura III.22. Primera Versión

Al término de la primera iteración, fue necesario considerar un cambio en la interfaz del prototipo para seguir con la segunda iteración.

En la segunda versión se incluyó una nueva funcionalidad: “coberturas dinámicas”, donde el usuario puede seleccionar cual capa deseaba visualizar en el mapa. También se incluyeron

herramientas de Medición e Identificación a partir de una consulta sencilla. También se incluyeron dos formas de acceder a la información geográfica, la primera a través de la forma “navegación” y la segunda a través de “consulta”. Se mejoró la interfaz al archivo inicio.html cargándole información acerca de la UESRRD y del proyecto.

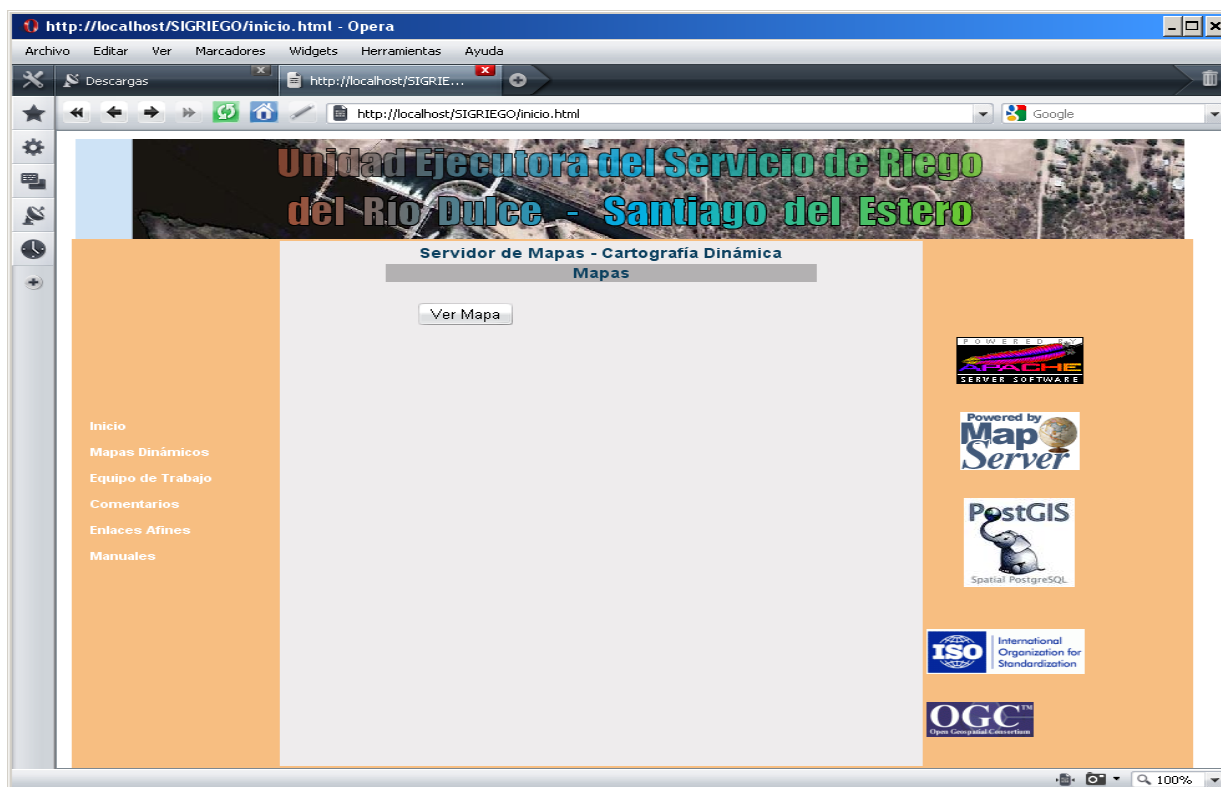


Figura III.23. Página principal de la Segunda Versión

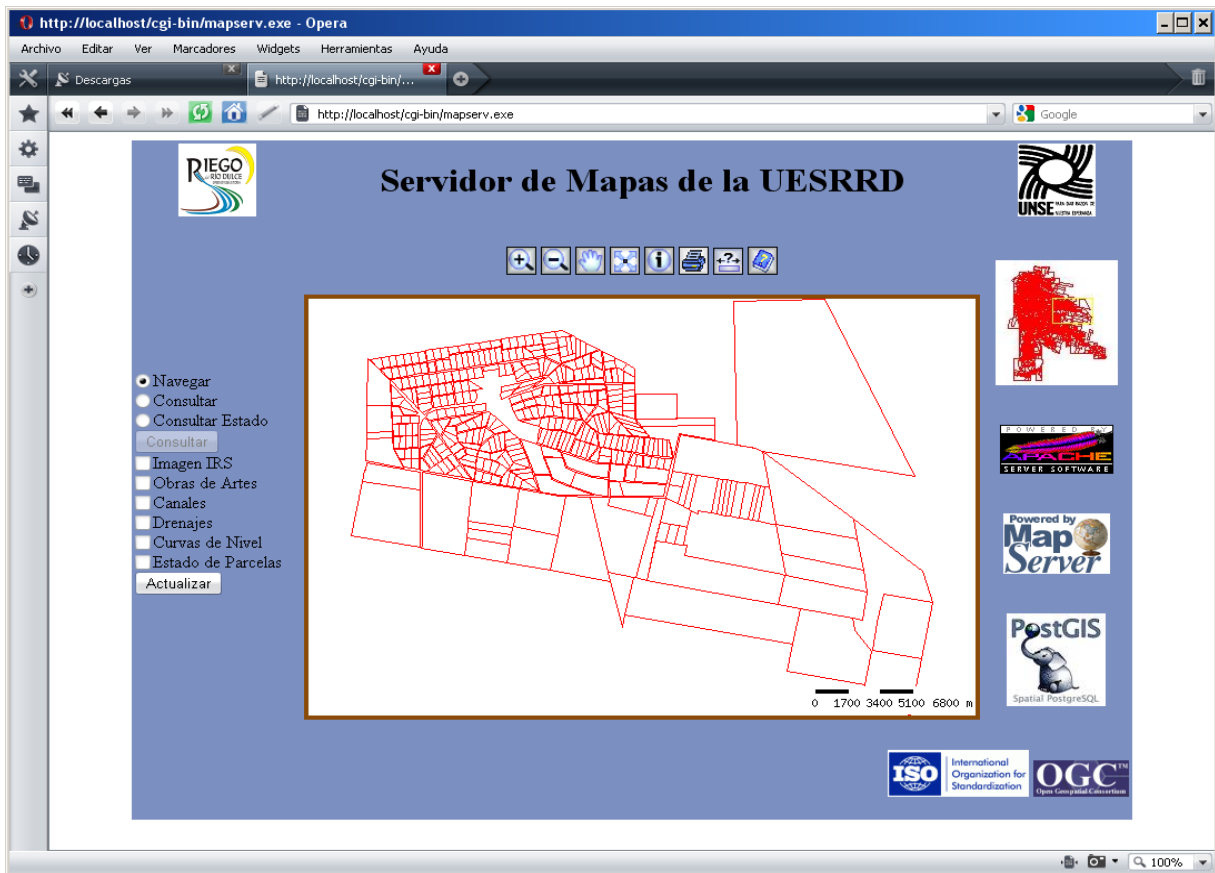


Figura III.24. Segunda Versión

En la última iteración se agregó la funcionalidad más importante que fue la implementación de las Consultas a la base de datos Postgis entregando información sobre una o multiples capas o coberturas. En esta versión se elaboró un manual de usuario. Otra herramienta importante es la de impresión de mapas o coberturas seleccionadas por el usuario.

En cada iteración se consideraron pruebas de las funcionalidades para posibles cambios en la interfaz como lo muestra el modelo de desarrollo de software anteriormente dado a conocer.

Las pruebas fueron realizadas por personas no relacionadas con el área de informática, a éstas se las consideran usuarios normales de Internet. Sobre esto se basó la importancia de su opinión con respecto a la aplicación.

En el próximo capítulo se muestran la versión final y todas sus funcionalidades.

III.1.3.4. Evaluacion del Prototipo.

La Usabilidad es una herramienta conveniente de recurrir a la hora de evaluar un sitio web. Evaluar la usabilidad de nuestro prototipo fue algo útil para descubrir problemas de diseño. El objetivo fue tener un sitio en donde la iteración con el usuario sea lo mas fácil e intuitiva

posible.

Existen variantes en la forma de evaluar la usabilidad que pueden clasificarse de muchas maneras. Una opción recomendable fue confiar a un experto que la evalúe, pero contratar a personas dedicadas a esto estuvo fuera del alcance económico.

La opción de realizar un Test de Usabilidad fue el camino de mayor viabilidad. Se contó con 6 usuarios que realizaron una navegación asistida en el sitio probado. Este método consistió en la observación y análisis de cómo un grupo de usuarios utilizaba el sitio, registrando las dificultades de uso con las que se encontraron.

Un Test ejecutado por un consultor de usabilidad permitiría lograr mejores resultados sin embargo fue posible hacerlo internamente y adquirir buena información. Para esto fue necesario cumplir con ciertos requisitos mínimos que aseguren una mayor consistencia metodológica y confiabilidad.

El WMS fue evaluado mediante dos técnicas, la primera fue una Evaluación heurística. Los evaluadores¹² utilizaron Check List de criterios basados en las heurísticas de Jakob Nielsen. Estas heurísticas aunque potencialmente suficientes para la evaluación en la práctica fueron demasiado generales y se mostraron insuficientes para una evaluación eficiente. Por lo cual también se resolvió utilizar la técnica de Protocolos de Expresión del Usuario, específicamente el Protocolo del Pensamiento Manifestado, siguiendo los pasos que se describen en el ítem III.1.3.3.2. En este método de evaluación se utilizó una cámara de video para filmar al usuario

III.1.3.4.1 Evaluación Heurística.

En esta instancia se utilizó una herramienta automática realizada por una empresa Intergraphics Designs, la misma es un excel que evalúa 9 características con 247 directrices[38]:

1. Página de Inicio.
2. Orientación de las tareas.
3. Navegabilidad y Arquitectura de la información.
4. Formularios.
5. Confianza y credibilidad.
6. Calidad del Contenido.
7. Diagramación y Diseño Gráfico.
8. Búsquedas

¹² **Evaluadores:** los evaluadores son 3, pertenecientes al personal del Área de Sistema de la UESRRD.

9. Ayuda, Retroalimentación y Tolerancia a Errores.

Para cada ítem del checklist, los evaluadores siguieron las instrucciones para llenar los formularios:

Paso 1

- Digite un -1 (no satisface la directriz).
- Digite +1 (sí satisface la directriz)
- Digite 0 (no aplica). Si una directriz no es relevante, puede dejar el espacio en blanco. Puede agregar algún comentario a la derecha si lo desea. Figura III.25.

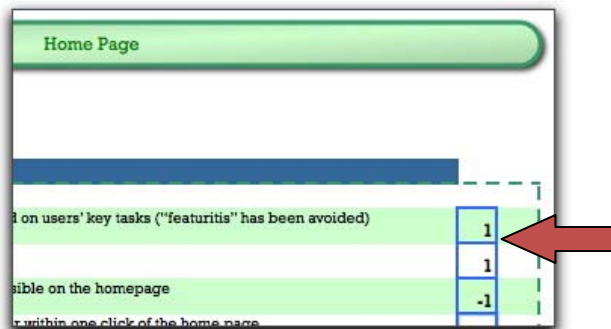


Figura III.25. Paso 1

Paso 2

- Haga clic en las hojas de cálculo restantes para calificar las otras características del sitio. Figura III.26.

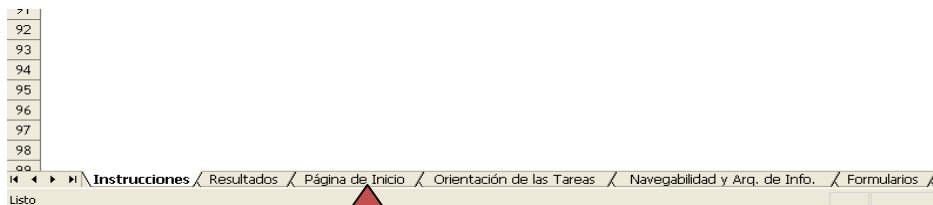


Figura III.26. Paso 2

Paso 3

- Haga clic en la hoja "Resultados" para obtener un resultado numérico sobre el grado de cumplimiento con las directrices. Figura III.27.

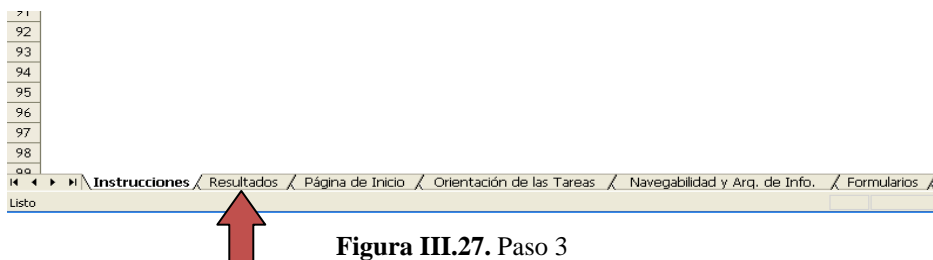


Figura III.27. Paso 3

Resumen de resultados	Calificación Neta	# Preguntas	# Respuesta	Calificación
Página de Inicio	0	20	0	
Orientación a Tareas y Funcionalidad del Sitio	0	44	0	
Navegabilidad y Arq. De la Información	0	29	0	
Formularios y entrada de datos	0	23	0	
Confianza y Credibilidad	0	13	0	
Calidad del Contenido y Escritura	0	23	0	
Diagramación y Diseño Gráfico	0	38	0	
Búsquedas	0	20	0	
Ayuda, Retroalimentación & Recuperación de Errores	0	37	0	
Calificación Final		247		

Tabla III.5. Resultados

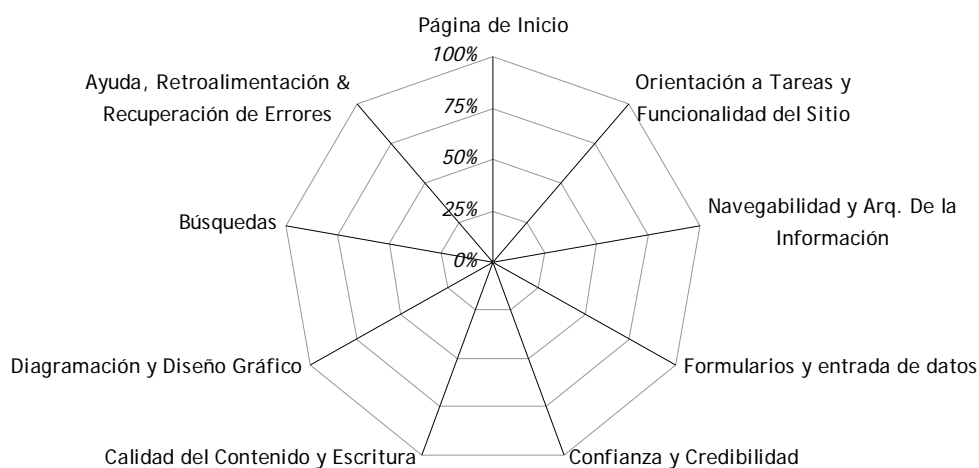


Grafico III.1. Grafica de los Resultados

En el **Anexo Evaluación Heurística** se muestran los resultados de las check list realizadas por los evaluadores.

III.1.3.4.2. Analisis del Resultados de la Evaluacion Heuristica

En la Tabla III.6. se muestran los promedios de los resultados obtenidos de la Evaluación Heurística realizadas por tres evaluadores. Cada uno evaluó individualmente a través de una check list.

Resumen de resultados	Calificación Neta	# Preguntas	# Respuesta	Calificación
Página de Inicio	12	20	20	80.33%
Orientación a Tareas y Funcionalidad del Sitio	20.66	44	43.33	74%
Navegabilidad y Arq. De la Información	17	29	29	79.33%
Formularios y entrada de datos	6	23	23	63.33%
Confianza y Credibilidad	8	13	13	80.66%
Calidad del Contenido y Escritura	14.66	23	22.33	82.66%
Diagramación y Diseño Gráfico	28.33	38	35.66	90.33%
Búsquedas	4.33	20	19.66	61.33%
Ayuda, Retroalimentación & Recuperación de Errores	3	37	35.33	54.33%
Calificación Final		247	241.31	74.03%

Tabla III.6. Promedio de Resultados de la Evaluacion Heuristica

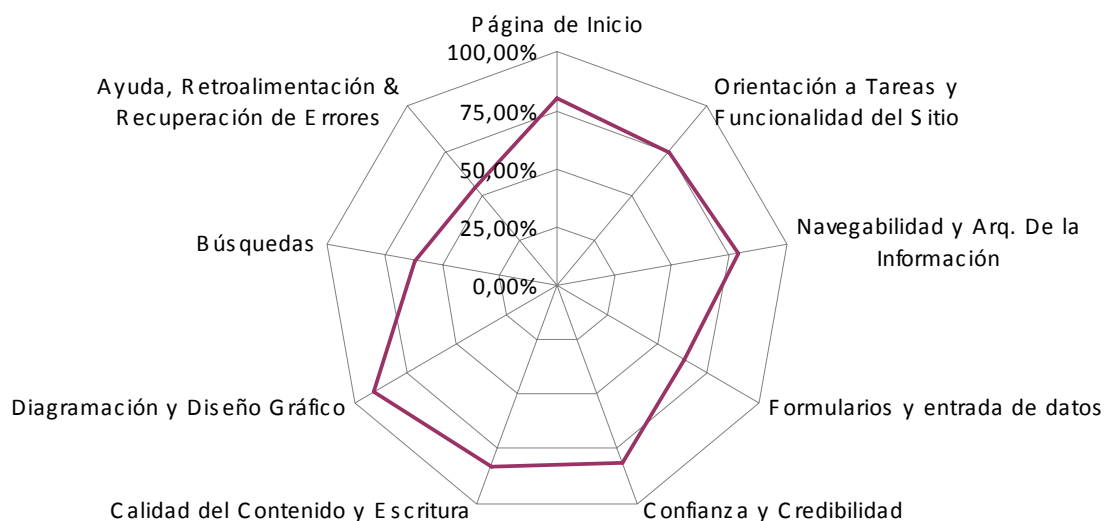


Gráfico III.2. Gráfica de los Promedios de Resultados

Luego de obtener los promedios de las evaluaciones obtenidas, se puede observar que el promedio general del prototipo es de un 74%, lo que se puede destacar como positivo. Hay pocos puntos de bajo porcentaje (se tuvo en cuenta como negativos y de mayor prioridad para el análisis en un futuro, a los que estuvieron por debajo del 70%) en los que se debe hacer hincapié, como por ejemplo en la ayuda. Debido al tipo de herramienta, no es recomendable recargarla con vínculos a tutoriales o manuales de ayuda, lo que podría quitarle rendimiento o visibilidad de otros aspectos más importantes. Se trata de reemplazar todo tipo de mensajes de errores a través del uso eficiente del espacio de la ventana del navegador y de la ayuda visual que implica representar las funcionalidades de la herramienta por medio de botones ilustrados con imágenes simbólicas. Es preferible prevenir la aparición de errores que generar buenos mensajes de error

En cuanto a las búsquedas se puede ver que el experto resalta la falta de ayudas o plantillas para mejorar la comprensión del usuario y evitar equivocaciones en el momento de efectuarlas. Cabe destacar que para este tipo de herramientas no se puede hacer más que una búsqueda con el ingreso de datos concretos que podrían ayudar a la localización de la información que se encuentra en la Base de Datos, no con palabras claves como sucede en un típico buscador o sitio como Google, Yahoo, etc.

En el caso de los formularios, no hay ingreso de información para ser guardada en la base de datos. Solo existe un campo para realizar una búsqueda, en el cual el experto evaluador resaltó la falta de ayuda en el formato de ingreso.

También se pueden mencionar los aspectos positivos de la herramienta. Algunos de éstos son:

- El usuario no tiene que recordar la información de una parte del diálogo a la otra. Los objetos y las opciones permanecen visibles sin que se tengan que memorizar.
- Los pocos mensajes de error se expresan en un lenguaje claro, indican en forma concreta el problema.
- La herramienta tiene formas de volver atrás como alternativa de salida a algunas acciones sin tener que pasar por un diálogo extendido.
- El sistema usa un lenguaje con palabras, frases e imágenes simbólicas familiares, en lugar de términos orientados al sistema. Utiliza convenciones del mundo real, haciendo que la información aparezca en un orden natural y lógico.
- Se eliminó la información raras veces necesitada teniendo en cuenta que cada unidad

adicional de la información en la ventana del navegador compite con las unidades relevantes de la información y disminuye su visibilidad relativa.

- Las instrucciones para el uso del sistema son fácilmente accesibles tanto para usuarios inexpertos y experimentados.

III.1.3.4.3. Métodos de Test. Protocolo del Pensamiento Manifestado.

Se siguieron los pasos que a continuación se describen como guía para realizar el test.

Definir el objetivo del Test

Determinar si el diseño de la interface del sitio favorece a la obtención de la información geográfica de forma intuitiva y fácil para el usuario.

Definir las Tareas

La lista de tareas consiste en un conjunto de preguntas y series de tareas, las cuales están vinculadas al objetivo.

- ***Cuestionario de preguntas previas al test:*** lo que se busca en este ítem es identificar el perfil de usuario. Unos de los elementos que más influye en los resultados del test es que las personas seleccionadas para realizarlo sean lo suficientemente significativos. Las categorías de usuarios son: Nivel Inexperto (I), Nivel Medio (M), Nivel Experto (E). Tabla III.7.
- ***Tareas:*** son aquellas acciones que se le pide al usuario que realice durante el test. Se le pedirá al usuario que las tareas encomendadas las comente en voz alta, de esta forma el consultor pueda tomar nota tanto de sus dudas, dificultades o errores que va produciendo durante el proceso de testeo. Tabla III.8.
- ***Preguntas:*** se incluyen preguntas cerradas y abiertas dentro del test para conocer la opinión del usuario respecto de determinado elemento. Sobre todo de aquellos que no pueden ser testeados a través de las tareas. Tabla III.9.
- ***Cuestionario posterior al Test:*** concluidas todas las tareas y respondidas las preguntas, se le solicita al usuario que exprese su opinión acerca de la interfaz.

Realizar el Test

A partir de las preguntas y tareas que se diseñaron, la ejecución del test se debería desarrollar sin ningún problema.

Se debe dejar claro al testeador que no se lo está evaluando a él sino que su función es la de evaluar el prototipo.

Cada sesión de testeo deberá ser individual y no convendría que dure más de una hora. Entre cada sesión debe haber un tiempo para registrar notas y revisar los videos.

Elaboración de Informe y Recomendaciones

Se realiza el informe final a partir de los resultados más destacados, ejemplo: los errores más frecuentes. En el informe se clasifican los errores o problemas encontrados para poder luego priorizarlos a la hora de implementar las mejoras.

Numero de Usuario:			
<i>Preguntas</i>	Horas	Si	No
1. ¿Cuántas horas al día le entra a internet?			
2. ¿Realiza consulta en algún sitio sobre Información Geográfica?			
3. ¿Conoce algún Banco de Datos Geográficos?			
4. ¿Utiliza la herramienta Google Earth?			
5. ¿Utiliza algún Sistema de Información Geográfica?			
PERFIL DEL USUARIO	I	M	E

Tabla III.7. Cuestionario de Preguntas previas al Test.

Tareas	Nº Fallos	Tpo. utilizado para ejecutar la tarea	Observación
1. Ingrese a la página principal			
2. Seleccione un Distrito			
3. Seleccione la funcionalidad ZomIn			
4. Consulte una parcela			
5. Vuelva a la página anterior			
6. Consulte una partida			
7. Incorpore capas			
8. Mida distancia			

Tabla III.8. Listado de Tareas

PREGUNTAS

Marque con una cruz lo que corresponda.

¿EL LINK A LA PAGINA PRINCIPAL ES DIFICIL DE VISUALIZAR? SI NO

¿LOS ICONOS DE LAS BARRA DE HERRAMIENTA LO AYUDAN A RECONOCER INMEDIATEMENTE LA FUNCIONALIDAD QUE REPRESENTAN? SI NO

¿LOS BOX DE LAS COORDENADAS X, Y, DISTANCIA, ACUMULADO SON LO SUFICIENTE VISIBLE PARA SU LECTURA? SI NO

¿EN EL MENU DEPLAGABLE, LOS ITEMS DE LA LISTA SON LO SUFICIENTEMENTE EXPLICATIVO Y SE VISUALIZAN TODOS A LA VEZ? SI NO

¿CONSIDERA QUE LOS LOGOS TIENEN UN TAMAÑO RAZONBLE Y ESTA EN UN LUGAR RELEVANTE? SI NO

Tabla III.9. Listado de Preguntas

III.1.3.4.4. Análisis de Resultados de Test

Como se mencionó anteriormente lo primero que se realizó fue un cuestionario de preguntas previas al test para identificar el perfil del usuario. En la Tabla III.10. se muestra el resultado

Total de Usuarios: 6			
<i>Preguntas</i>	Promedio	Si	No
	Horas		
1. ¿Cuántas horas al día le entra a internet?	3,3'		
2. ¿Realiza consulta en algún sitio sobre Información Geográfica?		5	1
3. ¿Conoce algún Banco de Datos Geográficos?		3	3
4. ¿Utiliza la herramienta Google Earth?		5	1
5. ¿Utiliza algún Sistema de Información Geográfica?		3	3
PERFIL DEL USUARIO	I	M	E
	1	3	2

Tabla III.10. Resultado Cuestionario de Preguntas previas al Test.

Como se observa en la Tabla III.10 de resultados, de un total de 6 usuarios, 1 es Nivel Inexperto, 3 tienen Nivel Medio y 2 son Nivel Expertos en el uso de herramientas GIS. El criterio seguido para categorizar a los usuarios fue el siguiente: para ser Experto las preguntas N°: 2, 3, 4 y 5 debían contestarse positivamente. Para alcanzar el nivel Medio se debía contestar como mínimo en forma positiva las preguntas: 2 y 4. Inexperto para los que contestaron de forma negativa las preguntas 2, 3, 4 y 5.

Para el análisis de las tareas realizadas por los usuarios se promedió las variables N° Fallos y Tiempo Utilizado para Realizar la Tarea por separado según la categoría a la que pertenecían.

Nivel Expertos		
Tareas	Promedios N° Fallos	Tpo. Promedio utilizado para ejecutar la tarea
1. Ingrese a la página principal	-	2,5''
2. Seleccione un Distrito	-	10,5''
3. Seleccione la funcionalidad ZomIn	3	22''
4. Consulte una parcela	-	10''
5. Vuelva a la página anterior	-	6,5''
6. Consulte una partida	-	21''
7. Incorpore capas	-	8,5''
8. Mida distancia	1	35''
Totales en Promedio	1.3	1',03''

Tabla III.11. Resultado de los Promedios de las Variables N° Fallos y Tiempo Utilizado para Realizar las Tareas para la categoría Nivel Expertos

Nivel Medio		
Tareas	Promedios N° Fallos	Tpo. Promedio utilizado para ejecutar la tarea
1. Ingrese a la página principal	-	4,3''
2. Seleccione un Distrito	-	21''
3. Seleccione la funcionalidad ZomIn	2	22,3''
4. Consulte una parcela	3	50''
5. Vuelva a la página anterior	-	4.5''
6. Consulte una partida	1	20''
7. Incorpore capas	-	17''
8. Mida distancia	1	31''
Totales en Promedio	2.3	3',19''

Tabla III.12. Resultado de los Promedios de las Variables N° Fallos y Tiempo Utilizado para Realizar las Tareas para la categoría Nivel Medio

Nivel Inexperto		
Tareas	Promedios N° Fallos	Tpo. utilizado para ejecutar la tarea
1. Ingrese a la página principal	-	7''
2. Seleccione un Distrito	-	19''
3. Seleccione la funcionalidad ZomIn	-	13''
4. Consulte una parcela	-	21''
5. Vuelva a la página anterior	-	4''
6. Consulte una partida	3	73''
7. Incorpore capas	-	16''
8. Mida distancia	2	50''
Totales en Promedio	5	3',38''

Tabla III.13. Resultado de las Variables N° Fallos y Tiempo Utilizado para Realizar las Tareas para la categoría Nivel Inexperto

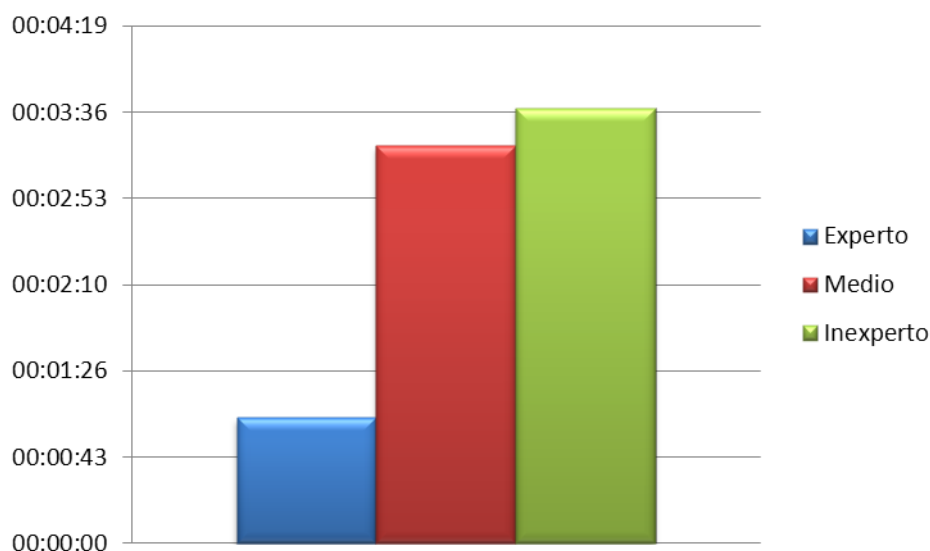


Gráfico III.3. Resultado de los Promedios de la Variable Tiempo Utilizado para Ejecutar la Tarea.

En este gráfico se puede visualizar, y como era previsible, que el tiempo promedio total del Nivel Experto es el más bajo, dado su experiencia en el manejo de los SIG. En los Niveles Medio e Inexperto los tiempos promedios de realización de las tareas no difieren demasiado,

en cambio, si lo hacen con respecto al Nivel Experto. En el Gráfico III.4. Mostraremos los tiempos promedios individuales de cada tarea para poder hacer un análisis más detallado.

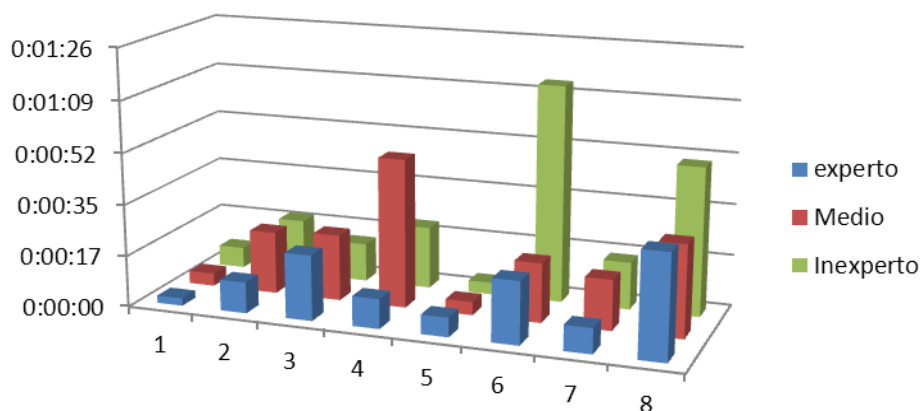


Gráfico III.4. Resultado de los Promedios de cada Tarea de la Variable Tiempo Utilizado para Realizar las Tareas.

Este gráfico nos muestra el tiempo promedio de cada tarea por cada Nivel de Experiencia. Lo que se visualiza es:

- En cuanto a los tiempos promedio para los del **Nivel Experto** de ejecución de las tareas se observa que el mayor tiempo requerido es el de la Tarea N° 8, de los que se deduce su complejidad. Seguido por la Tarea N°3 donde localizar por primera vez la barra de herramientas como el icono de la funcionalidad les tomó el segundo mayor tiempo de la lista, registrándose un promedio de Fallos de 3. El tercer mayor tiempo fue el de la Tarea N° 6 de la que se dedujo que el formato de entrada de la Partida no era el mismo al que venían manejando en la UESRRD.
- Los del **Nivel Medio** encontraron dificultad en la Tarea N°2, visualizar la lista de selección de los Distritos les demandó mayor tiempo que a los del Nivel Experto, en coincidencia con estos la Tarea N°3 les tomó un tiempo promedio igual. En esta categoría se observa que la Tarea N°4 es donde encontraron mayor dificultad dada su poca experiencia con el manejo de herramientas SIG, coincidiendo con el mayor promedio de cantidad de fallos registrados para dicha tarea. La Tarea N°6 también registró problemas al ejecutarse debido al formato del dato de entrada (Partida). En la Tarea N°8 se registró cierta dificultad al tratar de usar la funcionalidad medir

contando con un número promedio de fallos igual a 2.

- Para el testeador de **Nivel Inexperto**, la tarea que le llevo mayor tiempo es la N°6, generado, al igual que las demás categorías, por el formato del dato de entrada, con un número de fallos igual 3. La Tarea N° 8 registró el segundo mayor tiempo debido a la complejidad de la misma, con un número de fallos igual a 2. En esta categoría, como se visualiza en el Gráfico III.4 se registra el mayor tiempo total de ejecución de las tareas.

Observación: la Tarea N°5 fue llevada a cabo exitosamente en un 100% pero no de la manera que se pretendía. Se buscaba que utilizaran el botón retroceso, sin embargo el 80% utilizaron el retroceso del navegador.

En cuanto a las preguntas que se le hicieron a todos los testadores, el resultado se muestra en la Tabla III.13.

PREGUNTAS	
Marque con una cruz lo que corresponda.	
¿EL LINK A LA PAGINA PRINCIPAL ES DIFICIL DE VISUALIZAR?	1 SI 5 NO
¿LOS ICONOS DE LAS BARRA DE HERRAMIENTA LO AYUDAN A RECONOCER INMEDIATEMENTE LA FUNCIONALIDAD QUE REPRESENTAN?	6 SI 0 NO
¿LOS BOX DE LAS COORDENADAS X, Y, DISTANCIA, ACUMULADO SON LO SUFICIENTE VISIBLE PARA SU LECTURA?	3 SI 3 NO
¿EN EL MENU DEPLAGABLE, LOS ITEMS DE LA LISTA SON LO SUFICIENTEMENTE EXPLICATIVO Y SE VISUALIZAN TODOS A LA VEZ?	2 SI 4 NO
¿CONSIDERA QUE LOS LOGOS TIENEN UN TAMAÑO RAZONABLE Y ESTA EN UN LUGAR RELEVANTE?	5 SI 1 NO

Tabla III.14. Listado de Preguntas

Del análisis de las preguntas se detectaron dificultades de navegación producto del formato, fuente o posición de los box de coordenadas, distancia, acumulado y área. La lista desplegable que contienen a los Distritos no fue visualizada de forma intuitiva e inmediata por los testadores.

Como positivo, los testadores encontraron a los iconos de la barra de herramienta lo suficientemente significativos, sobre todo a los del Nivel Experto que ya están familiarizados con los mismos a través de otras herramientas SIG, como ser el Arcview, ArcGIS, etc.

III.1.3.1.5. Recomendaciones

Con la Evaluación Heurística los evaluadores juzgaron cada elemento de la interfaz del prototipo siguiendo las características que presentaba la check list. Del análisis de las mismas se dependen algunas conclusiones ya mencionadas anteriormente, de las cuales se pueden inferir algunas recomendaciones para optimizar la interfaz del sitio.

Así también el Método de test constituye una poderosa herramienta de diagnóstico para encontrar problemas de usabilidad, se radica en un análisis de los principales aspectos de un sitio web, a través de la experiencia e interacción directa con usuarios reales. La experiencia muestra que existen problemas que solo aparecen cuando el sitio es testeado con usuarios reales.

A partir de los resultados analizados en ambos métodos realizados sobre el prototipo, podemos confeccionar una lista de recomendaciones para proponer. En consecuencia permitir mejorar el Diseño de la interfaz. Otorgándole a los usuarios una herramienta sencilla a la hora de interactuar con la misma. El objetivo es permitir que los usuarios accedan de manera simple la información geográfica y alfanumérica a través de prototipo.

Listado de Recomendaciones

- Se puede detectar que la herramienta no posee un listado de FAQ lo que podría elaborarse en un futuro.
- Se podrían enriquecer las búsquedas aumentando los criterios y estableciendo relaciones entre éstos. Un ejemplo sería poder ejecutar consultas mas complejas como ser la búsqueda de Partidas de un determinado Distrito que tengan mas de 50 has de superficie.
- Se debe poner énfasis en ayudar al usuario a ingresar con el formato correcto el dato

Partida para la consulta a la misma a partir del uso de un texto o leyenda.

- Para la dificultad en encontrar la lista desplegable que muestra los distritos se recomienda cambiar de posición en la ventana del navegador y/o modificar el formato del box y la fuente para mejorar su visualización.
- El Botón retroceso se lo debe llevar a una posición más adecuada, ya que como se mencionó anteriormente no fue utilizado debido a que no se encontraba visible para el testeador.
- Mejorar el diseño de la presentación de la información resultante de una consulta,

IV.1. NUEVAS TECNOLOGÍAS CARTOGRÁFICAS.

El producto obtenido es una herramienta GIS “open source” enfocada tanto a los agentes que trabajan en la UESRRD, como a los usuarios del servicio de riego. Dicho organismo se verá beneficiado con un producto de gran calidad, fácil y rápida actualización y mantenimiento, que redundará en una gestión más eficiente maximizando el uso de recursos, tanto físicos como de tiempo.

A continuación se describe la aplicación desde el punto de vista de lo que ve el usuario al hacer una petición http al servidor web.

IV.2. CARTOGRAFÍA TEMÁTICA DINÁMICA.

La página principal del servidor muestra un explicativo acerca del proyecto, equipo de trabajo e información referida al Área de Riego del Río Dulce. Figura IV.1. Esta página entrega los parámetros de inicialización para que se comuniquen con Mapserver. Esta página principal (ver Figura IV.2.) la forman diferentes objetos que nos entregan una funcionalidad diferente, entre estos están:



Figura IV.1. Página Inicial

- Leyenda.
- Mapa.
- Referencia.
- Barra escalar.

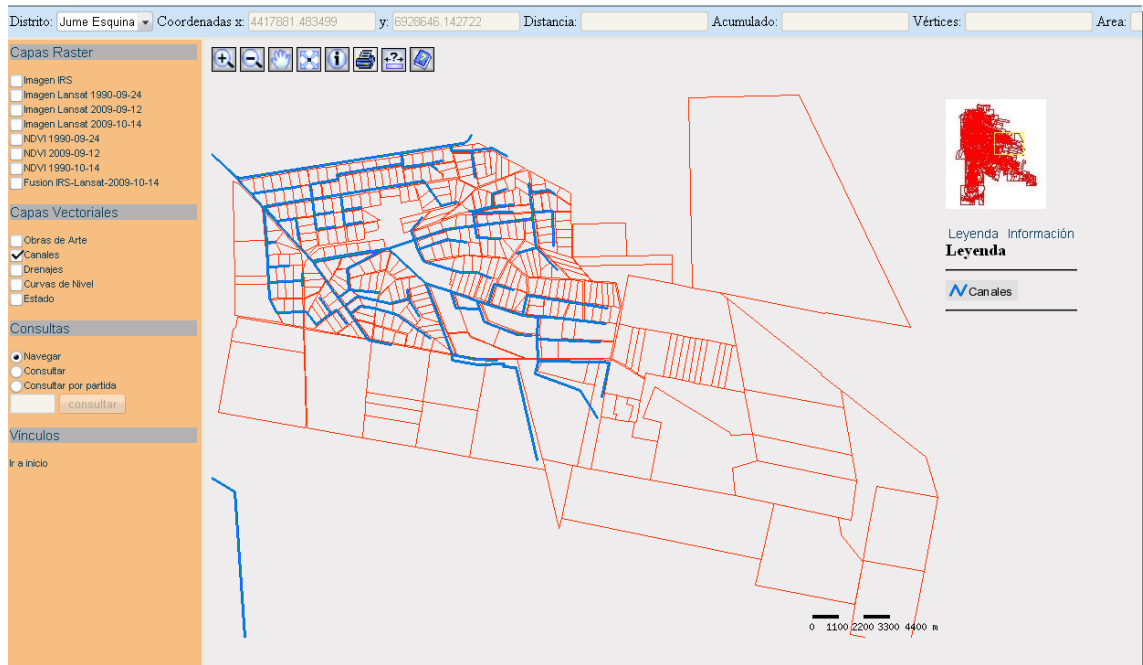


Figura IV.2. Capas Estáticas

Todos ellos creados en el archivo de configuración sigriego.map (Anexo Código Fuente).

La Figura IV.2. nos muestra la interfaz de la página principal de la aplicación ubicada en la dirección <http://www.sigriego.gob.ar>. En ella se pueden ver los objetos mencionados anteriormente, junto con otras herramientas que se darán a conocer en el transcurso de este capítulo. Esta imagen nos da una idea general de cómo está formada la aplicación y las herramientas con que cuenta.

IV.2.1. Despliegue de la Información

La aplicación obtenida contiene una serie de herramientas y utilidades para utilizarla tanto como material de consulta como de desarrollo y planificación.

La forma en que la aplicación entrega información al usuario se hace de dos formas:

- Gráfica.
- Texto.

Forma Gráfica: a través de un mapa publicado en una ventana de la aplicación, éste muestra el catastro del área de riego del Distrito Colonia Simbolar, Canales, Drenajes, Obras de Artes, etc.

Mapserver a través del archivo de configuración sigriego.map carga diferentes coberturas en una ventana dando forma al mapa del Área de Riego, formado por un conjunto de coberturas básica que se encuentran cargadas por defecto.

Mapserver y el servidor interactúan de la siguiente forma:

1. Se produce una petición http a la página principal o plantilla de la aplicación al servidor web.
2. La página se comunica con el archivo de configuración de la aplicación, el mapfile, en este caso sigriego.map.
3. El archivo sigriego.map se comunica con mapserver y éste genera cada uno de los objetos solicitados por el archivo con los parámetros recibidos.
4. Los objetos son enviados por Mapserver a la aplicación.
5. El usuario ve los objetos y comienza a interactuar con ellos haciendo nuevas peticiones; y el ciclo se repite. Figura IV.3.

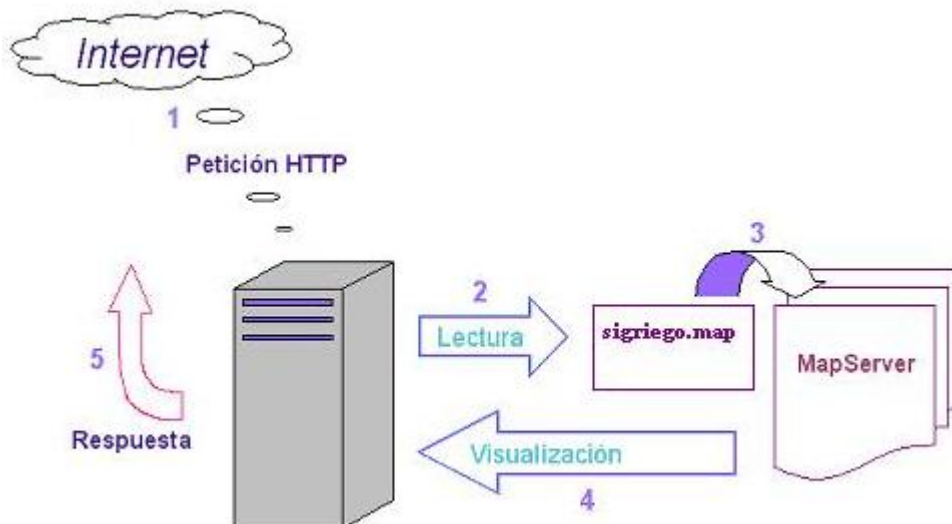


Figura IV.3. Comunicación entre un cliente, el servidor web y Mapserver.

La comunicación siempre es la misma para todos los caso, lo que cambia son los parámetros entregados por la aplicación al archivo sigriego.map.

Forma de Texto: se muestra de una tabla generada por una consulta del cliente haciendo click en el punto o sector que le interesa recibir la información. A partir de la consulta se puede acceder a la información relacionada con cada objeto de interés.

IV.2.2. Menús

La aplicación utiliza un sistema de menús tipo pestañas que posibilita en un mismo espacio la presencia de varios menús, tanto de herramientas como de información entregando mayores prestaciones ahorrando espacio que es destinado a la parte gráfica

Menú de Navegación

Contiene las herramientas básicas de navegación como factor de zooms, zooms, paneo, recentrado, vista principal y otras utilidades tales como consulta con cursor, consulta, medir distancias.



Figura IV.4. Menú de Navegación.

IV.2.3. Otras Funciones

Posición Cursor.

Entrega la posición del cursor sobre el mapa las coordenadas x e y. En este caso, pudiendo entregar coordenadas geográficas, de estar configurada así la aplicación.

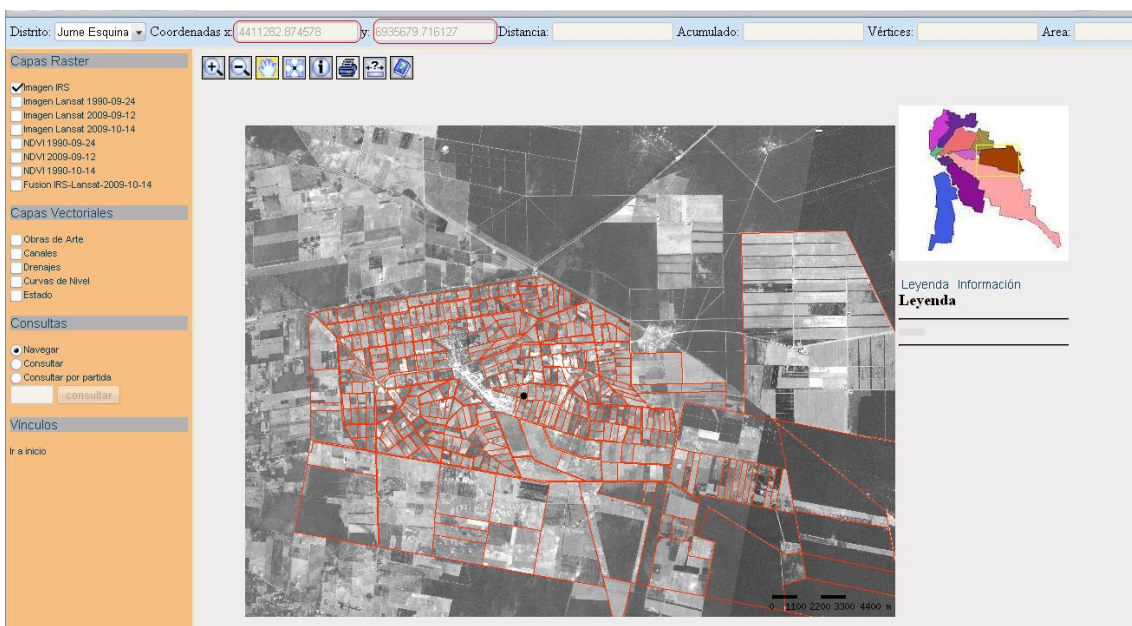


Figura IV.5. Posición de Cursor.

Mapa de Referencia

Desplegado en la esquina superior derecha del mapa, entrega la ubicación de la vista actual sobre la vista general del mapa.



Figura IV.5. Vista del Distrito Colonia Simbolar



Figura IV.6. Vista de Referencia de la Figura IV.5

Función de Visualización

La forma de visualización se hace a través de una ventana en la que muestra una imagen en formatos PNG (Portable Network Graphics) creada por Mapserver al superponer la

coberturas dando forma al mapa del Área del Distrito Colonia Simbolar, en su presentación inicial se muestran coberturas estáticas como: Colonia Simbolar, Canales.

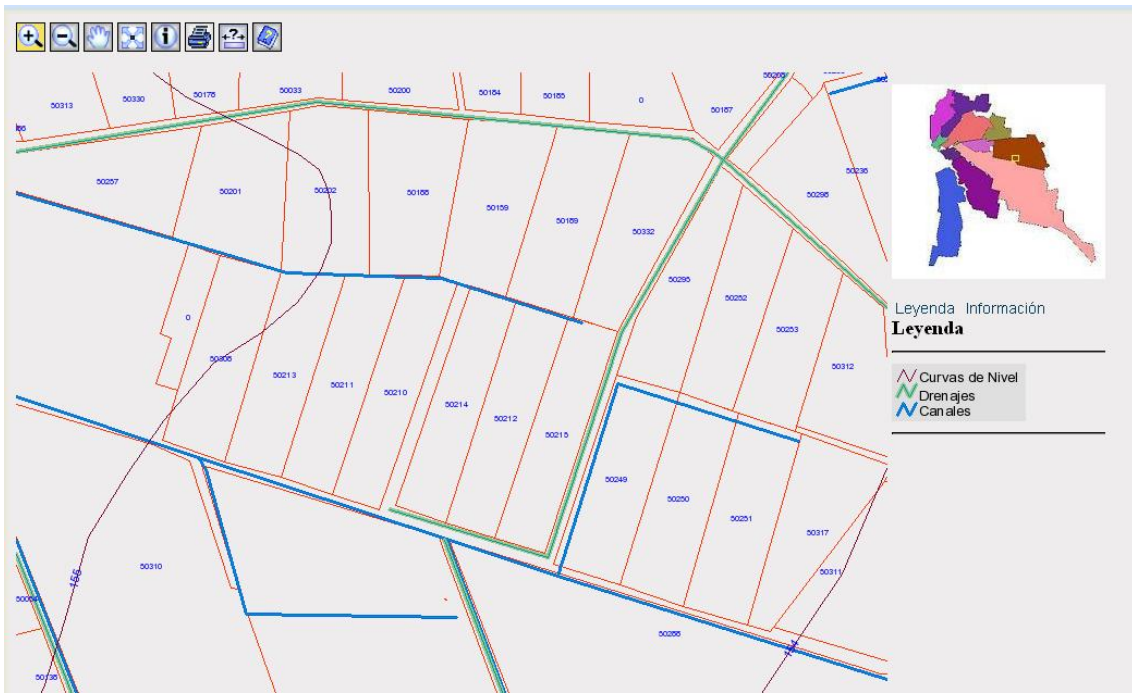


Figura IV.7. Función de Selección de Capas

En la función de selección se encuentra un grupo de coberturas o capas dinámicas que el usuario puede ir seleccionando de acuerdo a su interés como lo muestra la Figura IV.8



Figura IV.8. Capas Disponibles para Visualización

IV.2.4. Herramientas de Navegación

Factor Zoom.

El usuario puede aumentar o disminuir un punto hasta 10 veces, cada vez que accione la herramienta haciendo Click sobre un punto generado una nueva imagen centrada en el punto seleccionado.

Zoom In.

Acerca la imagen, ya sea como punto (Click sobre el mapa el cual será el nuevo centro

de éste). Su ícono es



Figura IV.9. Zoom In.



Figura IV.10. Resultado Zoom la Figura IV.9.

Zoom Out.

Aleja la vista actual tomando como centro el punto donde se hace click con el cursor. Su

ícono es 



Figura IV.11. Zoom Out.

Recentrado.

Al presionar el ícono genera un mapa con las coordenadas iniciales, manteniendo la configuración de layers existente al momento de presionar. Centra la figura sobre el

punto seleccionado sobre el mapa. Su icono es



Consulta de la Información.

La función de consulta, es sin duda la herramienta mas importante de la aplicación, con ella podemos acceder a la información relacionada a cada punto del mapa.

Esta función muestra información sobre las coberturas que contengan datos en el punto seleccionado sobre el mapa, desplegando una ventana con la información referente al punto en cuestión y redibujando el mapa, destacando en color negro el objeto

consultado. Su ícono es



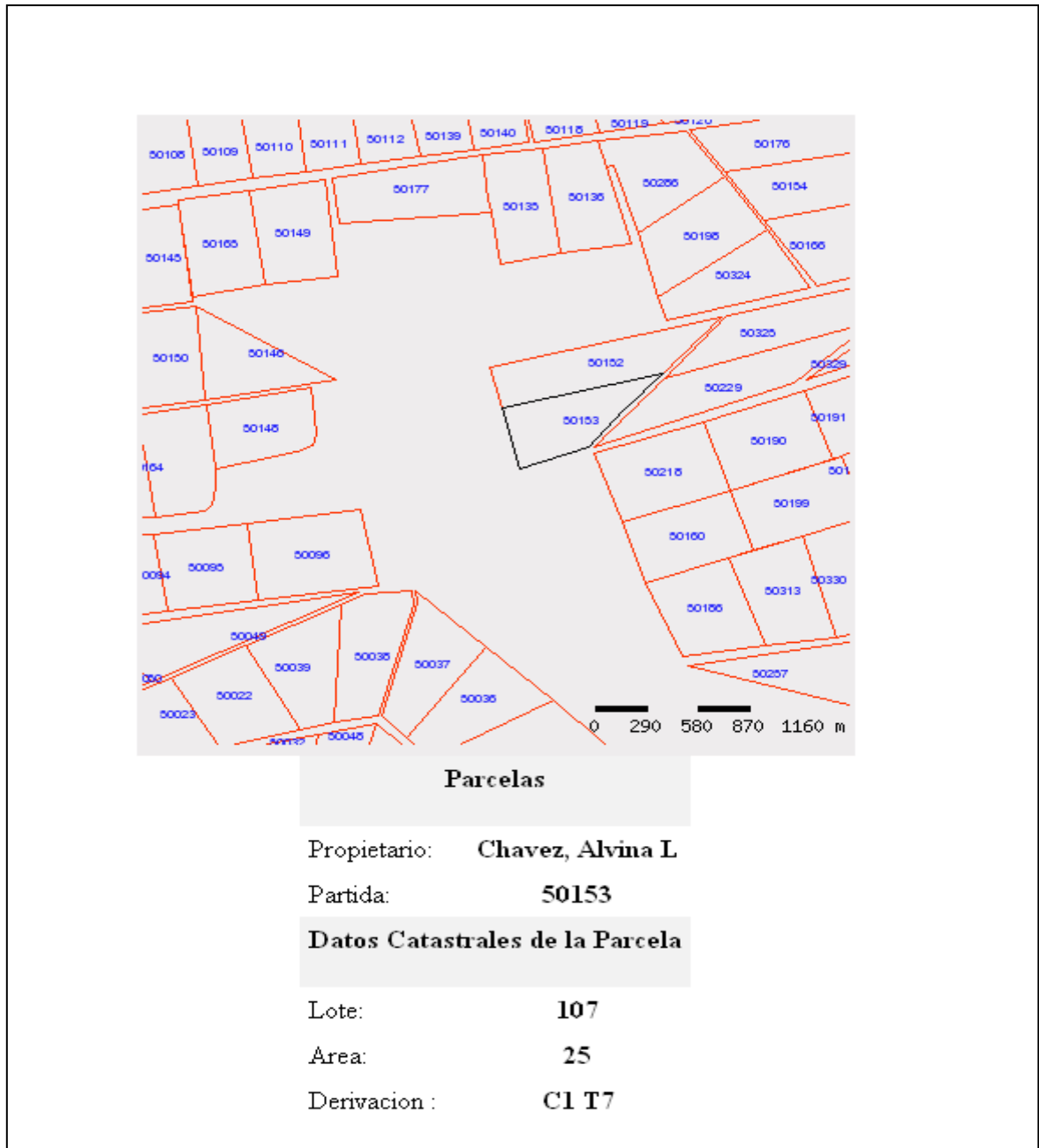



Figura IV.12. Resultado de la consulta sobre la cobertura Parcelas

Medir Distancia.

Su función es trazar una ruta obteniendo como resultado la distancia recorrida. Se selecciona el punto de partida y punto de destino, pudiendo seleccionarse puntos intermedios como desvíos, entregando la distancia recorrida en las unidades definidas para la aplicación en la esquina inferior derecha del mapa. Para soltar presionar escape.

Su ícono es. 

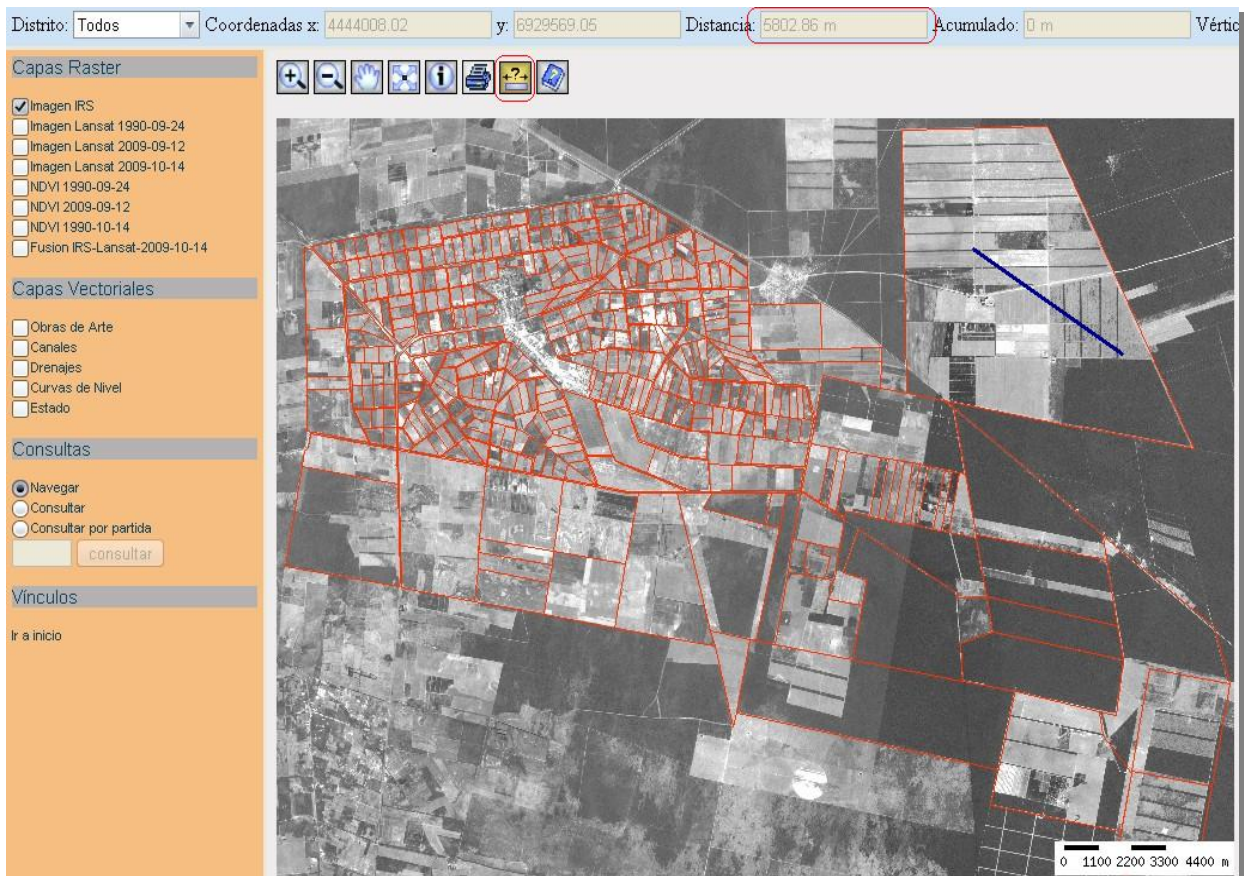


Figura IV.13. Distancia entre dos puntos.

IV.3. SISTEMA DE BÚSQUEDA DE DISTRITOS

Se implementó un sistema de búsqueda de Distritos a través de una lista desplegada que contiene todos los Distritos que conforman el Área de Riego del Río Dulce, los mismo, como se explicó en capítulos anteriores, son cinco. Para este prototipo está habilitada la opción del Distrito Colonia El Simbolar o Jume Esquina.

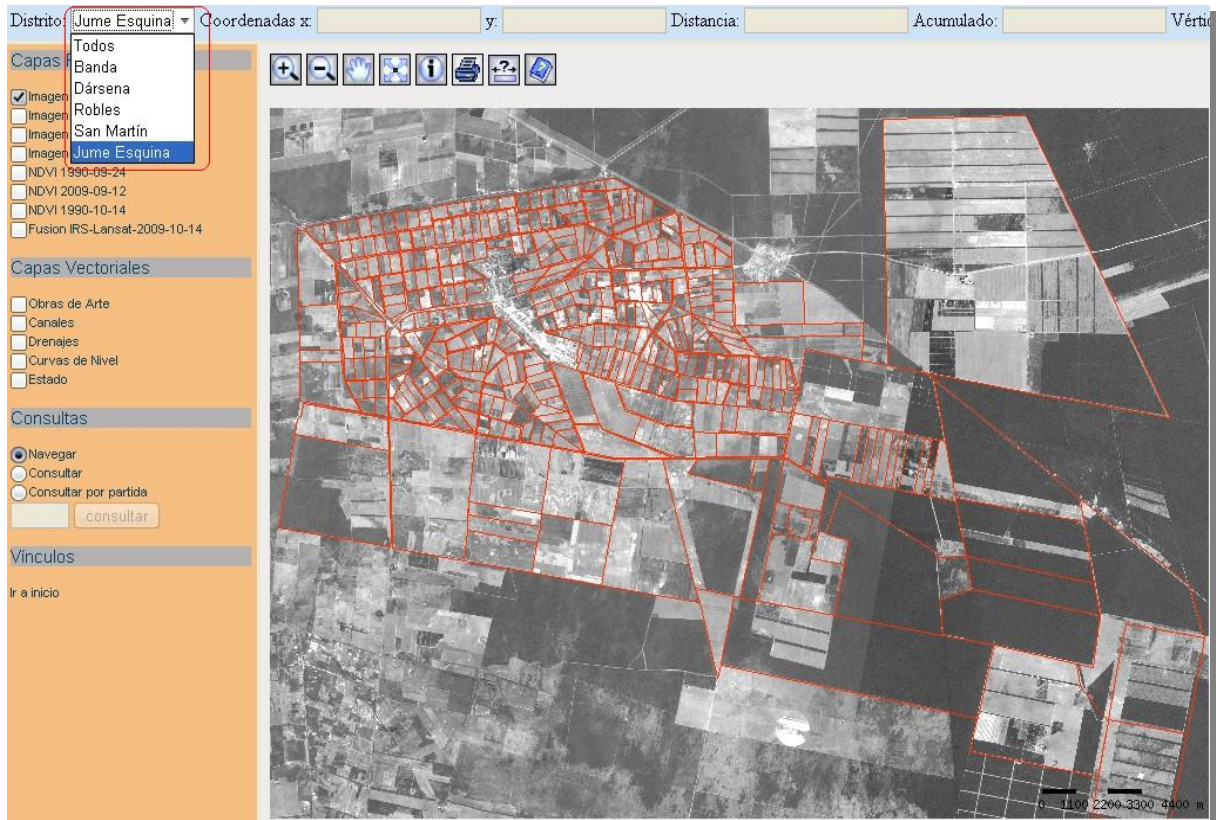


Figura IV.14. Búsqueda de Distritos.

IV.4. IMPRESIÓN DE RESULTADOS

Imprime la vista seleccionada a partir de hacer Click en el icono



El producto final puede contener:

- Título.
- Borde Mapa.
- Barra de Escala.
- Leyenda.

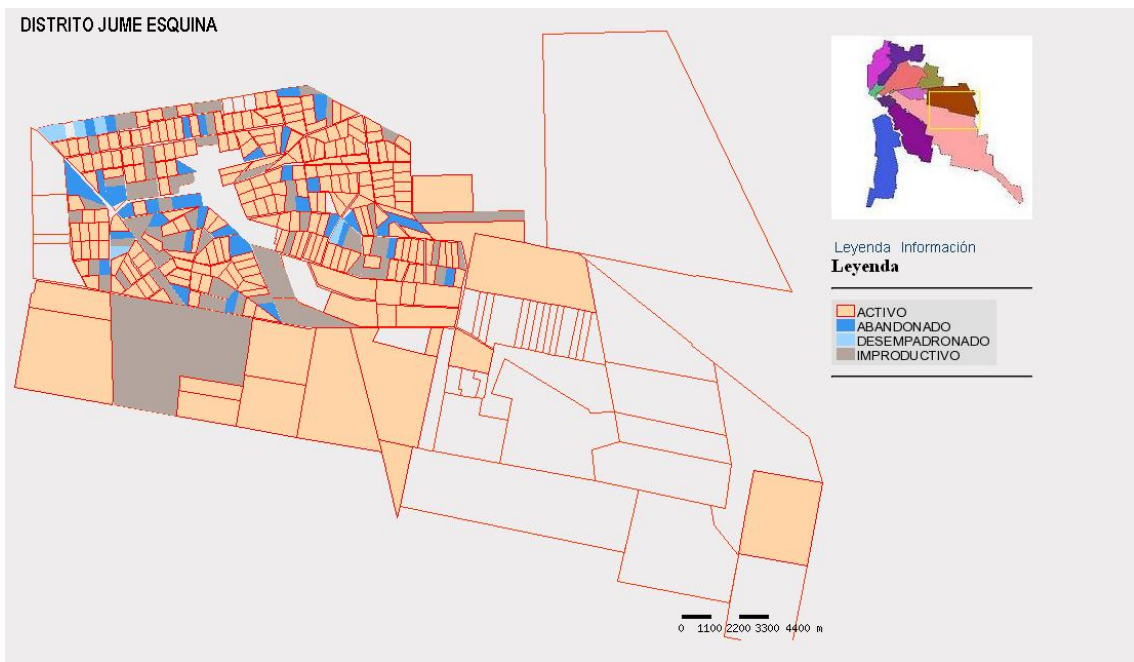


Figura IV.15. Impresión de la zona5, Distrito Jume Esquina.

IV.5. UTILIDADES DE LAS CAPAS

En este ítem solo se muestran las capas raster que tienen un tratamiento especial, como ser la **FUSION**¹³, aportando información relevante a los usuarios. En la Figura IV.16 se muestra el resultado de este proceso de la imagen multiespectral del sensor TM¹⁴ del satélite Landsat 5 y la imagen pancromática del sensor PAN¹⁵ del satélite IRS, donde el objetivo es obtener una imagen fusionada con la mayor resolución espacial de la imagen pancromática, conservando las características de mayor resolución espectral de la imagen multiespectral fuente. Este proceso permite una mejor percepción del territorio con el fin de proporcionar un elemento o instrumento para un seguimiento y manejo del sistema de riego mediante la Teledetección¹⁶.

¹³ **Fusión:** Entendida como el proceso en el que, partiendo de imágenes de diferentes resolución espacial, espectral y radiométrica, se obtienen productos complementarios.

¹⁴ **Sensor TM:** Resolución espacial 30 m x 30 m, 7 bandas espectrales (resolución espectral).

¹⁵ **PAN:** Resolución espacial 5 m x 5 m, una banda pancromática (espectro visible y parte del infrarrojo).

¹⁶ **Teledetección:** Es la ciencia y arte de obtener información acerca de un elemento de la tierra sin entrar en contacto con ella.



Figura IV.16. Fusión de la imagen Landsat y la IRS.

Otra herramienta valiosa para obtener un conocimiento, cuyo fin es mejorar la gestión y administración del área bajo riego, es la serie multitemporal de imágenes de **NDVI**, convirtiéndose en una fuente de datos útiles para el análisis y seguimiento de la superficie y del uso que se hace de ella en diferentes estaciones de año. La Figura IV.17 nos muestra la respuesta espectral del NDVI proporcionándole al usuario información para el estudio de los diferentes cultivos y su estado, zonas de salinización, avances a través del tiempo del área de riego, desmontes, riego ilegal, etc.

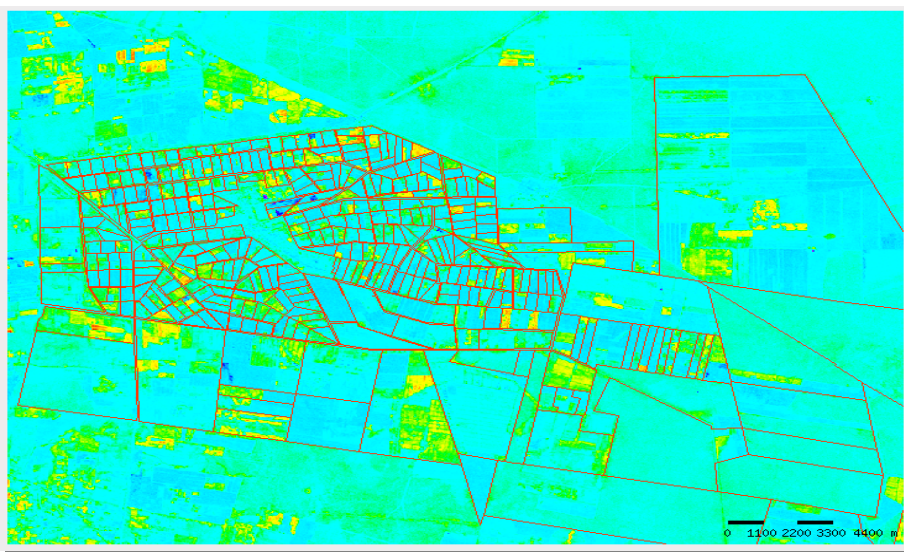


Figura IV.17. NDVI de 10 de Octubre 1990

IV.6. MANTENIMIENTO

La mantención del sistema es muy sencilla:

- Actualización de información de coberturas o capas: para la actualización de las coberturas es necesario que la información alfanumérica o tabla de la nueva cobertura posea los mismos campos de la cobertura a reemplazar. Todo esto teniendo como política de desarrollo que la cobertura mantenga el mismo nombre para que sea reconocido por el archivo de configuración Mapfile (sigriego.map).
- La configuración de las herramientas en caso de que aparezca algún problema y se deba desinstalar.
- Actualización e incorporación al WMS de capas rasters como por ejemplo las imágenes de NDVI.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS Y CONCLUSIONES

V.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS

Hasta el momento un campo poco explorado es el de los WMS de licencia libre, desconociéndose sus potencialidades por muchas de las instituciones que requieren de este tipo de herramientas. Los WMS permiten compartir e intercambiar datos, dar acceso a aplicaciones y herramientas para el análisis y toma de decisiones a un público mucho más amplio. Esto facilita la actualización continua de la información, ayudando a reducir redundancias (duplicaciones) y mejorando el acceso a bases de datos e información divulgada.

Ante el problema de falta de información disponible para la toma de decisiones se desarrolló una herramienta que facilita la administración y despliegue de una gran cantidad de información. Logrando que ésta sea de fácil actualización y con una adecuada integración y sistematización. Esto se logró al reunir en ambiente SIG la información cartográfica, disponible en formato shape, en conjunto con las bases de datos que almacenaban información acerca de las parcelas que están bajo el área de riego.

El prototipo WMS brinda a los técnicos de la UESRRD información operativa. Permitiendo tomar decisiones para la administración del sistema de riego a través de generación de respuesta gráfica y alfanumérica de los distintos objetos que componen al servidor.

La información que brinda la aplicación fue interpretada y organizada con el fin de simplificar la tarea del técnico y del usuario del sistema de riego, evitando la sobrecarga de información.

En lo referente a las herramientas que ofrece el prototipo de WMS, se puede apreciar gran funcionalidad y simplicidad de uso siendo en su mayoría intuitivas. Dichas herramientas no difieren mayormente de las disponibles en los costosos SIG tradicionales.

Una de las grandes diferencias de esta aplicación con los SIG comerciales es que estos últimos consumen grandes cantidades de recurso al ejecutarse. Cada nueva versión requiere computadores más poderosos. Esta aplicación consume los mismos recursos en

el equipo cliente que cualquier página WEB, dependiendo principalmente del explorador usado, no siendo una limitante el tipo de computador.

Al ser una aplicación web, no necesita ser instalada para su visualización, pudiendo realizarse ésta bajo cualquier plataforma utilizando cualquier explorador web. Esto es prácticamente imposible con otros GIS, incluso entre diferentes versiones de los mismos. Con lo cual esta aplicación ofrece, tanto al técnico de la UESRRD como al usuario del servicio de riego, una información disponible y de fácil acceso.

La principal ventaja comparativa con los GIS comerciales es su precio. Ya que sólo se utilizan herramientas “open source”, es decir que la licencia de comercialización es de distribución gratuita. Logrando destinar los recursos a potenciar el equipamiento, la capacitación, las mejoras salariales, etc.

V.2. CONCLUSIONES

El correcto manejo de la información territorial es fundamental en proyectos de Ingeniería, administración de recursos y planificación. Para lograr resultados óptimos, actualmente se cuenta con múltiples herramientas tecnológicas, destacando sobre todas, los SIG cada vez más populares, ya no sólo entre los usuarios y desarrolladores del área de la Geomática.

Los avances logrados a partir del desarrollo del prototipo de WMS para la UESRRD, hace punta en la generación de herramientas tipo SIG interactivas de uso público en la región. Sumado esto a la combinación armonizada del potente motor de base de datos Postgres y su modulo que permite el manejo de información geográfica Postgis, demuestran que en conjunto son una excelente respuesta a las operaciones espaciales comunes de uso en SIG, como por ejemplo, intersección entre polígonos, consultas, análisis espacial, calculo de distancias, etc.

La utilización de WMS de distribución gratuita puede abrir puertas a pequeñas y grandes empresas o instituciones públicas y privadas. Guiándolos hacia una gestión más abierta desde el punto vista de la comunicación, al compartir información valiosa para muchas personas sin importar el lugar en donde se encuentren.

Una de las principales ventajas es que con solo un servidor se puede servir a un número indeterminado de usuarios independientes de su ubicación geográfica, cuyo único requerimiento es poseer una conexión a Internet y un Browser.

Esta herramienta logra un ahorro importante debido a que sólo requiere de:

- Hardware para el servidor, sin que éste deba ser de grandes características y capacidad.
- Personal que implemente el WMS y la aplicación a publicar.
- Conexión a Internet con IP fijo.

La ventaja de utilizar Mapserver para el desarrollo de un WMS, es su rapidez en la entrega de resultados. Esto se debe a que al trabajar con imágenes vectoriales y generar una nueva imagen cada vez que se realiza una actualización de una visualización, permite hacer acercamientos a un punto de la imagen sin que se pixele, lo que entrega un alto nivel de detalle.

Las herramientas “open source” como MapServer y sus complementos mencionados, permiten crear aplicaciones como la realizada en este trabajo, la cual puede y debe continuar su desarrollo.

Los objetivos planteados fueron alcanzados, restando solamente completar algunas de las mas complejas funciones de análisis espacial brindadas por un GIS comercial.

En cuanto a la aplicación y funcionalidad de ésta, cumple plenamente con las expectativas de diseño y a las solicitudes de requerimientos de los técnicos de la UESRRD.

Esta herramienta queda también a disposición de todos los usuarios del servicio de riego. Es una aplicación informativa, interactiva, disponible desde cualquier computador con acceso a Internet, en cualquier lugar del mundo.

V.3. LINEAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN

V.3.1. Completar la información de las Zonas de Riego.

Como se manifestó anteriormente el Área de Riego consta de cinco Distritos. Se debe proseguir el trabajo de sumar el resto de la información tanto vectorial como alfanumérica de los mismos para completar el área bajo riego de la cuenca del Río Dulce. Incrementar nuevas capas que le permita al usuario generar un análisis espacial más complejo.

V.3.2. Desarrollar el Servidor de Mapas con Mapserver y PHP/Mapscript

PHP/Mapscript es un módulo para PHP que permite acceder a la API de MapServer.

La librería Mapscript de PHP constituye la vía de comunicación de las aplicaciones SIG con el WMS UMN MapServer. Además soluciona en gran medida la rigidez de la representación de mapas a través del fichero Mapfile únicamente, permitiendo modificarlo en tiempo de ejecución. A éstos se los conoce como mapfile dinámicos, posibilitando la creación de aplicaciones con un grado de personalización mucho mayor [29].

V.3.3. Incrementar los GeoServicios.

El servicio más desarrollado, actualmente, es el **WMS** Servicio que ofrece mapas (imágenes png, jpeg, etc.) a través de internet. Estos mapas tienen como fuente de información datos tanto vectoriales como ráster. A través de este servicio dichos datos no pueden ser modificados. Es posible la combinación y sobreposición de mapas generados por diferentes servidores, lo que hace posible la implementación de servicios de mapeo distribuidos.

WCS (Web CatalogService): este servicio permite obtener e intercambiar información geoespacial en forma de coberturas que corresponden a objetos de tipo vectorial, raster o modelos digitales, donde para su intercambio usamos ficheros xml donde encontramos asociados el descriptor del servicio y con una breve descripción de las coberturas, todo mediante consultas tipo POST y GET según la implementación.

WFS-G (Gazetteer): o índice geográfico es un servicio que proporciona un objeto de autorización espacial y un nombre con privilegios para una localización.

WFS (Web FeatureService): este servicio ofrece un interfaz de comunicación que permite interactuar con los mapas servidos por el estándar WMS, como por ejemplo, editar la imagen que nos ofrece el servicio WMS o analizar la imagen siguiendo criterios geográficos. Para realizar estas operaciones se utiliza el lenguaje GML que deriva del XML, que es el estándar a través del que se transmiten la ordenes WFS.

WTS (Web TerrainService): Es una extensión del WMS que permite obtener mapas tridimensionales.

WCTS (Web CoordinateTransformationService): Servicio Web que permite transformar el sistema de coordenadas de un conjunto de datos geográficos a otro sistema.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Plewe, Brandon. "Gis Online: information, retrieval, mapping, and the Internet", Albany, New York, Ed. ONWord Press, 1997.
- [2] Proyecto de Sistema de Información Geográfica de la República Argentina PROSIGA, <http://www.sig.gov.ar>
- [3] IGM, Instituto Geográfico Militar, <http://www.igm.gov.ar/>
- [4] Equipo de Trabajo Interinstitucional de Sistemas de Información Geográfica (ETISIG). Chaco, <http://etisig.chaco.gov.ar/sitio/index.htm>
- [5] Sistema de Información Catastral y Registral Dirección de Información (SIACAR)- Departamento General de Irrigación, http://www.irrigacion.gov.ar/mapserver/sicar_web_produccion/intro/paginas/mapas.htm
- [6] Universidad Nacional del Nordeste. Centro de Gestión Ambiental y Ecología. Sistemas de Información y Gestión Ambiental (SIGEA), <http://www.unne.edu.ar/Web/cegae/sigea/Index.htm>
- [7] De Abreu, D. "Desalento e esperança ne experiencia portuguesa de ulilizaçao dos sistema de informaçao geografica". Portugal y España: Ordenación del territorio. Cáceres, Universidad de Extremadura, pp. 77-85. 1996
- [8] Bosque Sendra, J. "Sistemas de Información geográfica. Practicas con Pc Arcinfo e Idrisi". Madrid, Rama. 1994
- [9] Bracken, I. y Webster, C. "Information technology in geography and planning". Londres & New York, Routledge. 1992
- [10] Cebrian, J. A. "GIS Concepts". Cáceres, Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio de la Universidad de Extremadura. 1994
- [11] Maguire, D. J., Goodchild, M. F. y Rhind, D. W. (edit.) "Geographical information systems: principles and applications". Harlow, Longman/New York, John Wiley & Sons Inc. 1991
- [12] Scholten, H. y Van Der Vlugt, M. A. "Review of Geographic Information Systems aplicaciones in Europe". New York, Belhaven Press. 1990
- [13] AESIGT. "Diccionario glosario de términos SIG". Madrid, AESIGT. 1993
- [14] Aronoff, S. "Geographic Information Systems: A Management Perspective". Ottawa, WDL Publications. 1991

- [15] Burrough, P. A. y Mcdonnell, R. A. "Principles of geographical information systems". Nueva York, Oxford University Press. 1997
- [16] Department Of Environment (DOE) "Handling Geographic Information". London, HMSO. 1987
- [17] Huxhold, W. E. "An Introduction to Urban Geographic Information Systems" New York, Oxford University Press. 1991
- [18] Huxhold, W. E. y Levinsohn, A. G. "Managing geographic information system projects". New York, Oxford University Press. 1995
- [19] Marble, D. "Geographic Information Systems: an overview". En Peuquet, J. y Marble, D. F., Introductory reading in geographic information systems. Londres, Taylor & Francis, pp. 8-18. 1990
- [20] NCGIA. "National Center for Geographical Information and Analysis, vol.1". Santa Bárbara, Universidad de California. 1990
- [21] Rodríguez Pascual, A. "Proposición de una definición profunda de SIG". Los Sistemas de Información Geográfica en el umbral del siglo XXI. 2Q Congreso de la Asociación Española de Sistemas de Información Geográfica. Junio 2-3 y 4. Madrid, pp. 127-142. 1993
- [22] Torres Alfosea. Traducción de "Understanding GIS". 1995
- [23] Bosque Sendra, J. "Sistemas de Información Geográfica". Madrid, Rialp. 1992
- [24] Cebrian, J. A. "Sistemas de información geográfica". En Bosque, J.; et al "Aplicaciones de la informática a la geografía y las ciencias sociales". Madrid, Síntesis, pp. 125-141. 1988
- [25] Tomlinson, R. F. "Geographic Information Systems: a new frontier". Proceedings of the International Symposium on Spatial Data Handling, 20-4 Aug, 1984. Zurich, pp. 1-14. 1984
- [26] Environmental Systems Research Institute, Inc. About GIS.[on-line] ESRI Home Page. <http://www.esri.com/library/gis/index.htm>, 1997.
- [27] Bosques Sendra, Joaquín. "Sistemas de Información Geográfica". 1997.
- [28] Ken, Coar. "The Open Source Definition". 2006. <http://www.opensource.org/>
- [29] Mapserver, <http://mapserver.gis.umn.edu/>
- [30] Mapping Interactivo. Revista Internacional de la Ciencia de la Tierra, http://www.mappinginteractivo.com/plantilla-ante.asp?id_articulo=179.

- [31] OGC, Open Geospatial Consortium, <http://www.opengeospatial.org/>
- [32] Geographic information - Web Map Server interface, <http://www.isotc211.org/>
- [33] Letelier, Patricio y Penadés, M. Carmen, “Metodologías ágiles para el desarrollo de software”, <http://www.willydev.net/descargas/masyxp.pdf>
- [34] <http://biblioteca.utp.edu.co/tesisdigitales/texto/0053E18cp.pdf>
- [36] Hassan, Yusef & Fernández, Francisco J. Martín & Iazza, Ghzala. “Diseño Web Centrado en el Usuario: Usabilidad y Arquitectura de la Información” [on line]. "Hipertext.net", núm. 2, 2004. <http://www.hipertext.net>
- [37] Cortés, Alejandro Floría. “Recopilación de Métodos de Usabilidad”.2000. <http://www.sidar.org/recur/desdi/traduc/es/visitable/Herramientas.htm>.
- [38] <http://www.intergraphicdesigns.com/blog/2009/07/test-de-usabilidad-web/>

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA.

- [1] Gonzalez Jaramillo, Victor H.. “Mapserver y su aplicación a SIG”,
http://sig.utpl.edu.ec/sigutpl/biblioteca/manuales/curso_mapserver.PDF2005.
- [2] MapTools.org, <http://www.maptools.org/> .
- [3] Mapping Interactivo. Revista Internacional de la Ciencia de la Tierra,
http://www.mappinginteractivo.com/plantilla-ante.asp?id_articulo=179.
- [4] Tamayo y Tamayo, Mario. “El Proceso de la Investigación Científica”.
(3:Edición).México. D.F,1999.
- [5] Definición de Firewall. <http://www.definicion.org/firewall>.
- [6] Kropla, Hill, “Beginning Mapserver Open Source GIS Development”. U.S.A, 2005.
- [7] Refactoración y Pruebas,
<http://www.programacionextrema.org/ponencias/refactoring2004.pdf>.
- [8] Programación Extrema, <http://www.programacionextrema.org/>
- [9] Metodologías Ágiles de desarrollo de software,
<http://www.qualitrain.com.mx/index.php/Procesos-de-software/Metodologias-agiles-de-desarrollo-primera-parte.html>.
- [10] <http://www.alegsa.com.ar/Dic/apache.php>.
- [11] <http://www.xolucionesinformaticas.com>.
- [12] Referencia: http://es.wikipedia.org/wiki/Servidor_HTTP_Cherokee.
- [13] Referencia: <http://sauce.pntic.mec.es/crer0052/iis/definici.htm>.
- [14] <http://www.alegsa.com.ar/Dic/iis.php>.
- [15] <http://www.masadelante.com/faqs/cortafuegos>.
- [16] F.J.Tapiador, J.L. Casanova. “La fusión de datos en Teledetección”. Revista de Teledetección. 2001.
- [17]<http://www.teledet.com.uy/tutorial-imagenes-satelitales/aplicaciones-percepcion-remota.htm>. “Algunas Aplicaciones De La Percepción Remota”.
- [18] <http://www.revistaecosistemas.net/pdfs/571.pdf>. “Análisis de la dinámica temporal del NDVI en áreas protegidas: tres casos de estudio a distintas escalas espaciales, temporales y de gestión.”
- [19] Mario A Moreno, Carlos Martinez. “*Taller de Usabilidad*”.

<http://mixtli.utm.mx/~usalab/Archivos/TallerUsabilidad.ppt>

Archivo sigriego.map

```

MAP
  NAME 'sigriego'
  SIZE 800 600
  EXTENT 4407148.93241632 6916897.15889790 4438232.68099451
6940582.95211868

  UNITS meters
  RESOLUTION 72
  DATAPATTERN ''
  TEMPLATEPATTERN ''
  SHAPEPATH 'c:\ms4w\apps\sigriego\datos\'
  SYMBOLSET 'c:\ms4w\apps\sigriego\sigriego.sym'
  FONTSET 'c:\ms4w\apps\sigriego\sigriego.fnt'
  STATUS on
  IMAGECOLOR 255 255 255
  IMAGETYPE png
  STATUS on
  DEBUG false

WEB
  MINSCALE 0
  IMAGEPATH '\ms4w\tmp\ms_tmp\'
  IMAGEURL '/ms_tmp/'
  LOG 'c:\ms4w\apps\sigriego\sigriego.log'
  TEMPLATE '\ms4w\apps\sigriego\contenido.html'
END #WEB

REFERENCE
  IMAGE 'c:\ms4w\apps\sigriego\area.jpg'
  EXTENT 4361291.09452470 6859710.96941075 4455146.97873803
6976014.64237428
  STATUS on
  COLOR -1 -1 -1
  OUTLINECOLOR 255 255 0
  SIZE 110 120
  #MARKER
  #MARKERSIZE
  #MINBOXSIZE
  #MAXBOXSIZE
END #REFERENCE

LEGEND
  IMAGECOLOR 223 223 223
  OUTLINECOLOR -1 -1 -1
  KEYSIZE 18 12
  KEYSPPACING 2 2
  POSTLABELCACHE true
  POSITION ll
  LABEL
  ANTIALIAS true
  BACKGROUNDCOLOR 255 255 255
  BACKGROUNDSHADOWCOLOR -1 -1 -1
  BACKGROUNDSHADOWSIZE 2 2
  OUTLINECOLOR -1 -1 -1
  COLOR 0 0 0
  FONT 'Arial-Normal'

```

```
        SIZE 10
        TYPE truetype
    END
    STATUS on
    TRANSPARENT off
    END #LEGEND

SCALEBAR
    STATUS EMBED
    LABEL
        COLOR 0 0 0
        ANTIALIAS ON
        SIZE SMALL
    END
    UNITS METERS
    POSITION lr
    SIZE 150 3
    INTERVALS 4
    STYLE 0
    END #SCALEBAR

QUERYMAP
    STATUS on
    STYLE HILITE

    END #QUERYMAP

#*****Capas Raster*****
LAYER
NAME "mosa2"
STATUS ON
TYPE RASTER
DATA "irs_mosaico_aoi_colonia.img"
END

LAYER
NAME "landsat_19900924"
STATUS ON
TYPE RASTER
DATA "landsat_5_tm_19900924_229_079_12_345_aoi_f4.img"
PROCESSING "BANDS=3,2,1"
END

LAYER
NAME "landsat_20090912"
STATUS ON
TYPE RASTER
DATA "landsat_5_tm_20090912_229_079_12_345_aoi_f4.img"
END

LAYER
NAME "landsat_20091014"
STATUS ON
TYPE RASTER
DATA "landsat_5_tm_20091014_229_079_12345_aoi_f4.img"
END
```

```
#####FUSION#####
```

```
LAYER  
NAME "merge_irs_landsat_5_tm_20091014"  
STATUS ON  
TYPE RASTER  
DATA "merge_irs_landsat_5_tm_20091014_229_079_12345_aoi_f4.img"  
END
```

```
#####NDVI###
```

```
LAYER  
NAME "ndvi_landsat_5_tm_19900924"  
STATUS ON  
TYPE RASTER  
DATA "ndvi_landsat_5_tm_19900924_229_079_12_345_aoi_f4.img"  
END
```

```
LAYER  
NAME "ndvi_landsat_5_tm_20090912"  
STATUS ON  
TYPE RASTER  
DATA "ndvi_landsat_5_tm_20090912_229_079_12_345_aoi_f4.img"  
END
```

```
LAYER  
NAME "ndvi_landsat_5_tm_20091014"  
STATUS ON  
TYPE RASTER  
DATA "ndvi_landsat_5_tm_20091014_229_079_12345_aoi_f4.img"  
END
```

```
LAYER #Zona5.shp  
CONNECTIONTYPE postgis  
NAME "zona5"  
    TEMPLATE "templates/consultas_parcelas.html"
```

```
CONNECTION "user=postgres password=unidad dbname=uer host=localhost"  
DATA "the_geom from public.zona5 using unique gid using SRID=-1"  
    HEADER 'templates/header-parcelas.html '  
    FOOTER 'templates/footer-parcelas.html '  
STATUS DEFAULT  
TYPE POLYGON  
LABELITEM 'area'  
LABELMAXSCALE 65000  
CLASS  
    OUTLINECOLOR 255 50 0  
    LABEL  
        SIZE 6  
        COLOR 0 0 255  
        TYPE truetype  
        FONT 'Arial-Normal'
```

```
    END  
END  
END #LAYER
```

```

LAYER #obra de artes.shp
  TRANSPARENCY 100
  NAME 'singul5.shp'
  TEMPLATE "templates/consultas_obra de arte.html"
  TOLERANCE 3
  TOLERANCEUNITS pixels
  DATA 'singul5.shp'
  HEADER 'templates/header-obra de arte.html'
  FOOTER 'templates/footer-obra de arte.html'
  LABELCACHE on
#   TILEINDEX ''
#   TILEITEM ''

  STATUS ON
  DEBUG false
  TRANSFORM true
  TYPE point
  CLASS
    NAME 'Obras de Arte'
#    TEMPLATE 'template.html'
    #RASTERFILL_STYLE_EMPTY
    STYLE
      SYMBOL "circulo"
      COLOR 0 255 255
      SIZE 7
    END #STYLE
    #OUTLINE SYMBOL

  END #CLASS
END #LAYER

LAYER #Canales
  CONNECTIONTYPE postgis
  NAME "canales"
  TEMPLATE "templates/consultas_canal.html"
  CONNECTION "user=postgres password=unidad dbname=uer host=localhost"
  DATA "the_geom from public.canriegol using unique gid using SRID=-1"
  HEADER 'templates/header-canal.html'
  FOOTER 'templates/footer-canal.html'
  STATUS on
  DEBUG false
  TRANSFORM true
  TYPE line

  CLASS
    NAME 'Canales'
#    TEMPLATE 'template.html'
    #RASTERFILL_STYLE_EMPTY

    STYLE
      SYMBOL "circulo"
      SIZE 3

      COLOR 0 100 255
    END #STYLE
    STYLE
      SYMBOL "linea_disc"

```

```

        SIZE 1
        COLOR 255 255 255
    END #STYLE
    #OUTLINE SYMBOL
    STYLE
        OUTLINECOLOR 12 150 150

    end
END #CLASS
END #LAYER

LAYER #drenajes.shp
CONNECTIONTYPE postgis
NAME "drenajes"
TEMPLATE "templates/consultas_sql.html"

CONNECTION "user=postgres password=unidad dbname=uer host=localhost"
DATA "the_geom from public.drenajes using unique gid using SRID=-1"
HEADER 'templates/header-sql.html'
FOOTER 'templates/footer-sql.html'

STATUS on
DEBUG false
TRANSFORM true
TYPE line
CLASS
    NAME 'Drenajes'
#    TEMPLATE 'template.html'
    #RASTERFILL_STYLE_EMPTY
    STYLE
        SYMBOL "circulo"
        SIZE 4
        COLOR 150 200 150
    END #STYLE
    STYLE
        SYMBOL "linea_disc"
        SIZE 1
        COLOR 255 255 255
    END #STYLE
    #OUTLINE SYMBOL
    STYLE
        OUTLINECOLOR 12 150 150

    end
END #CLASS
END #LAYER

LAYER #curvas.shp
TRANSPARENCY 100
NAME 'curvas_ar.shp'
TEMPLATE "TEMPLATES/consultas_curvas.html"

TOLERANCE 3
TOLERANCEUNITS pixels
DATA 'curvas_ar.shp'
HEADER 'TEMPLATES/header-curvas.html'
FOOTER 'TEMPLATES/footer-curvas.html'

LABELCACHE on

```

```

# TILEINDEX ''
# TILEITEM ''

STATUS on
DEBUG false
TRANSFORM true
TYPE line
LABELITEM 'CURVA'
LABELMAXSCALE 65000
CLASS
  NAME 'Curvas de Nivel'

  #RASTERFILL_STYLE_EMPTY
  STYLE

COLOR 255 0 0
  BACKGROUNDCOLOR 255 255 255
  COLOR -1 -1 -1

END #STYLE

#OUTLINE SYMBOL
STYLE
  OUTLINECOLOR 120 0 50

end
  LABEL
TYPE TRUETYPE
  FONT 'Arial-Normal'
  SIZE 8
  ANGLE auto
  COLOR 0 0 255
END # LABEL
END #CLASS
END #LAYER

LAYER
CONNECTIONTYPE postgis
NAME "estado"
#
CONNECTION "user=postgres password=unidad dbname=uer host=localhost"
#
DATA "the_geom from public.zona5 using unique gid using SRID=-1"

STATUS ON
TYPE POLYGON
#
CLASSITEM "cod_estado"
CLASS
  NAME "ACTIVO"
  EXPRESSION "1"
  STYLE
    COLOR 255 212 166
    OUTLINECOLOR 255 0 0
  END
END

CLASS
  NAME "ABANDONADO"

```

```
    EXPRESSION "2"
    STYLE
      COLOR 55 149 239
    END
  END

CLASS
  NAME "DESEMPADRONADO"
  EXPRESSION "3"
  STYLE
    COLOR 155 212 255
  END
END
CLASS
  NAME "IMPRODUCTIVO"
  EXPRESSION "4"
  STYLE
    COLOR 180 164 158
  END
END
END #LAYER

OUTPUTFORMAT
  NAME png
  DRIVER "GD/PNG"
  MIMETYPE "image/png"
  IMAGEMODE RGBA
  EXTENSION "png"
FORMATOPTION QUALITY=100
END #OUTPUTFORMAT

END #MAP
```

Archivo Inicial y Plantillas

Mapas.html

```
<html>
  <head>
    <META HTTP-EQUIV='Pragma' CONTENT='no-cache'>
    <title>S.I.G.U.E.R.</title>
    <meta http-equiv="Content-Type" content="text/html;
charset=iso-8859-1">
  </head>
  <frameset rows="33,*" frameborder="YES" framespacing="3">
    <frame src="/sigriego/top-index.html" name="topZonas"
scrolling="NO" noresize/> <!--titulo_mapas.php?proy=prov-->
    <frame src="/sigriego/tot_zona.html" name="frameZona"/>
  </frameset>
</noframes>
  <body>
  </body>
</noframes>
</html>
```

Top-index.html

```

<html>
  <head>
    <META HTTP-EQUIV='Pragma' CONTENT='no-cache'>
    <title>S.I.G.U.E.R.</title>
    <meta http-equiv="Content-Type" content="text/html;
charset=iso-8859-1">
    <LINK href="/sigriego/estilo/styletop.css" type=text/css
rel=StyleSheet>
    <script language="JavaScript">
      function cargarZonaMapa()
      {

switch(document.formDistrito.districto.selectedIndex)
      {
        case 0:

parent.frameZona.location="tot_zonas.html";
          break;
        case 1:

parent.frameZona.location="zona_banda.html";
          break;
        case 2:

parent.frameZona.location="zona_fernandez.html";
          break;
        case 3:

parent.frameZona.location="zona_robles.html";
          break;
        case 4:

parent.frameZona.location="zona_sanmartin.html";
          break;
        case 5:

parent.frameZona.location="zona_jume.html";
          break;
      }
    }
  </script>
</head>
<body bgcolor="#CEE3F6">
  <form name="formDistrito">
    Distrito:
    <select name="districto" onChange="cargarZonaMapa();">
      <option value="0">Todos</option>
      <option value="1">Banda</option>
      <option value="2">Fernandez</option>
      <option value="3">Robles</option>
      <option value="4">San Martín</option>
      <option value="5">Jume Esquina</option>
    </select>
    Coordinadas
    x: <input type="text" name="x" id="x" disabled>
    y: <input type="text" name="y" id="y" disabled>

```

```

        Distancia: <input type="text" name="distancia"
id="distancia" disabled>
        Acumulado: <input type="text" name="acumulado"
id="acumulado" disabled>
        Vértices: <input type="text" name="vertices" id="vertices"
disabled>
        Area: <input type="text" name="area" id="area" disabled>
    </form>
</body>
</html>

```

Zona-jume.html

```

<html>
  <head>
    <META HTTP-EQUIV='Pragma' CONTENT='no-cache'>
    <title>S.I.G.U.E.R.</title>
    <meta http-equiv="Content-Type" content="text/html;
charset=iso-8859-1">
  </head>
  <frameset cols="15%,*" frameborder="YES" framespacing="3">
    <frame src="capas.html" name="capas" scrolling="NO" noresize/>
<!--titulo_mapas.php?proy=prov-->
    <frame src="/cgi-
bin/mapserv.exe?map=/ms4w/apps/sigriego/sigriego.map&program=/cgi-
bin/mapserv.exe&mode=browse&zoom=0" name="contenido"/>
  </frameset>
  <noframes>
    <body>
    </body>
  </noframes>
</html>

```

Contenido.html

```

<html>
<head>
  <META HTTP-EQUIV='Pragma' CONTENT='no-cache'>
  <meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=iso-
8859-1">

  <STYLE TYPE="text/css">
    <!--
    .opciones{
      text-decoration:none;
      padding:3px 3px 3px 3px;

    }
    .opciones a:link {
      text-decoration:none;
      font-family: Arial, Helvetica, sans-serif;
      font-size: 14px;
      color: #0B405F;

    }
  </STYLE>

```

```

.opciones a:active{
    text-decoration:none;
    font-family: Arial, Helvetica, sans-serif;
    font-size: 14px;
    color: #0B405F;
}
.opciones a:visited{
    text-decoration:none;
    font-family: Arial, Helvetica, sans-serif;
    font-size: 14px;
    color: #0B405F;
}
.opciones a:hover{
    text-decoration:none;
    font-family: Arial, Helvetica, sans-serif;
    font-size: 14px;
    color: #FFFFFF;
    background-color: #BBBBBB;
}

-->
</STYLE>

<script language=javascript>

/*=====
=====*/
/*=====FUNCIONES DEL APPLETT
JBOX=====*/
//Esta función se utiliza para la medición de distancias
function measure_handler(name, s, t, n, a) {
    /* 72dpi=28.346456dpcm y dividido 100 porque p.ej: a
escala 1:5000
1 cm mapa = 5000 cm reales... si lo llevo a metros
serian 50 m reales
Por eso debo dividir tambien por 100
c = (1 / 28.346456puntosxcm) / 100cm
Ahora la distancia me dara en metros.
*/
    var c = 0.00035277654188395937764009144532408; // constant
    var f = [scale] * c; // scale factor
    var distancia = new String(s*f);
    distancia = distancia.substr(0,distancia.indexOf(".")+3);
    var acumulado = new String(t*f);
    acumulado = acumulado.substr(0,acumulado.indexOf(".")+3);
    var t=Math.sqrt(a)*f;
    var area = new String (t*t);
    area = area.substr(0,area.indexOf(".")+3);
    if ((s>0) || (t>0)) {

window.parent.parent.frames[0].document.formDistrito.distancia.value=d
istancia+" m";

window.parent.parent.frames[0].document.formDistrito.acumulado.value=a
cumulado+" m";

```

```

window.parent.parent.frames[0].document.formDistrito.vertices.value=n;

window.parent.parent.frames[0].document.formDistrito.area.value=area+"
m^2";
        //defaultStatus = "Distancia = " + distancia + "m,
Acumulado = " + acumulado + "m, Vértices = " + n + " Área="+area;
    }
}
//Se realiza cuando el mouse entra al applet

function mouseenter_handler(name){}
//Se realiza cuando el mouse abandona el applet

function mouseexit_handler(name){}
//Se realiza cuando el mouse se desplaza sobre el applet

function mousemove_handler(name,x,y) {
    var k1=x/600;
    var k2=y/400;
    var difx=[maxx]-[minx];
    var dify=[maxy]-[miny];
    var equis = new String([minx]+k1*difx);
    var ye = new String([maxy]-k2*dify)
    //        document.mapserv.cordx.value =
equis.substr(0,equis.indexOf(".")+3);
    //        document.mapserv.cordy.value =
ye.substr(0,ye.indexOf(".")+3);

window.parent.parent.frames[0].document.formDistrito.x.value =
equis.substr(0,equis.indexOf(".")+3);

window.parent.parent.frames[0].document.formDistrito.y.value =
ye.substr(0,ye.indexOf(".")+3);
}

function reset_handler(name, minx, miny, maxx, maxy){}

function setbox_handler(name, minx, miny, maxx, maxy) {
    document.mapserv.imgbox.value = minx + " " + miny + " " +
maxx + " " + maxy;
    document.mapserv.imgxy.value = minx + " " + miny;
    document.mapserv.boton.click();//submit();
}

function seterror_handler(message) {
    alert(message);
}

/*=====
=====*/

/*=====
=====*/
    function activarBoton(boton){
        if (boton=='acercar'){

parent.frames[0].document.forms[0].modo[0].checked=true;
        document.mapserv.zoom.value="2";

```

```
document.mapserv.zoom1.src='/sigriego/iconos/zinsel2.png';
document.mapserv.centrar.src='/sigriego/iconos/pans.png';
document.mapserv.zoom2.src='/sigriego/iconos/zout_s.png';
document.mapserv.query.src='/sigriego/iconos/identify.png';
document.mapserv.regla.src='/sigriego/iconos/regla.png';
    document.mapserv.mode.value="browse";
    document.mapserv.midiendo.value="no";
    document.mapserv.accion.value="acercar"
    //      document.mapserv.jBox.boxon();
}else if (boton=='recentrar'){
    document.mapserv.zoom.value="0";

document.mapserv.zoom1.src='/sigriego/iconos/zin_s.png';
document.mapserv.centrar.src='/sigriego/iconos/pans_s.png';
document.mapserv.zoom2.src='/sigriego/iconos/zout_s.png';
document.mapserv.query.src='/sigriego/iconos/identify.png';
document.mapserv.regla.src='/sigriego/iconos/regla.png';
    document.mapserv.mode.value="browse";
    document.mapserv.midiendo.value="no";
    document.mapserv.accion.value = "recentrar";
    //      document.mapserv.jBox.dragon();
}else if (boton=='alejar'){

parent.frames[0].document.forms[0].modo[0].checked=true;
    document.mapserv.zoom.value="-2";

document.mapserv.zoom1.src='/sigriego/iconos/zin_s.png';
document.mapserv.centrar.src='/sigriego/iconos/pans.png';
document.mapserv.zoom2.src='/sigriego/iconos/zoutsel2.png';
document.mapserv.query.src='/sigriego/iconos/identify.png';
document.mapserv.regla.src='/sigriego/iconos/regla.png';
    document.mapserv.mode.value="browse";
    document.mapserv.midiendo.value="no";
    document.mapserv.accion.value = "alejar";
}else if (boton=='centrar'){

parent.frames[0].document.forms[0].modo[0].checked=true;
    document.mapserv.zoom.value="0";

document.mapserv.zoom1.src='/sigriego/iconos/zin_s.png';
document.mapserv.centrar.src='/sigriego/iconos/pans.png';
document.mapserv.zoom2.src='/sigriego/iconos/zout_s.png';
document.mapserv.query.src='/sigriego/iconos/identify.png';
```

```

document.mapserv.regla.src='/sigriego/iconos/regla.png';
    document.mapserv.mode.value="browse";
    document.mapserv.midiendo.value="no";
    document.mapserv.accion.value = "centrar";
}else if (boton=='consultar'){

parent.frames[0].document.forms[0].modo[1].checked=true;
    //      document.jBox.boxon();

document.mapserv.zoom1.src='/sigriego/iconos/zin_s.png';

document.mapserv.centrar.src='/sigriego/iconos/pans.png';

document.mapserv.zoom2.src='/sigriego/iconos/zout_s.png';

document.mapserv.regla.src='/sigriego/iconos/regla.png';

document.mapserv.query.src='/sigriego/iconos/identify_sel.png';
    document.mapserv.midiendo.value="no";
    document.mapserv.zoom.value="";
    document.mapserv.mode.value="query";
    document.mapserv.accion.value = "consultar";
}else if (boton=='navegar'){
    document.mapserv.mode.value="browse";
    document.mapserv.zoom.value="";
    document.mapserv.midiendo.value="no";
    document.mapserv.query.src='iconos/identify.png';
}else if (boton=='regla'){

document.mapserv.zoom1.src='/sigriego/iconos/zin_s.png';

document.mapserv.centrar.src='/sigriego/iconos/pans.png';

document.mapserv.zoom2.src='/sigriego/iconos/zout_s.png';

document.mapserv.query.src='/sigriego/iconos/identify.png';
    document.mapserv.mode.value="browse";
    document.mapserv.zoom.value="";
    alert(document.mapserv.midiendo.value);
    if (document.mapserv.midiendo.value=="no"){
        cambiarDiv('conjs','conjava');
        document.mapserv.midiendo.value="si";
        document.mapserv.accion.value = "medir";
        document.jBox.lineon();

document.mapserv.regla.src='/sigriego/iconos/reglasel.png';
    }else if (document.mapserv.midiendo.value=="si"){
        document.mapserv.midiendo.value="no";
        document.jBox.lineoff();

document.mapserv.regla.src='/sigriego/iconos/regla.png';
    }
}

function enfocarBoton(boton){
    if (boton=='extent'){

document.mapserv.zoomfull.src='/sigriego/iconos/zextent_select.png';

```

```
        }else if (boton=='noextent'){
document.mapserv.zoomfull.src='/sigriego/iconos/zextent.png';
        }else if (boton=='ayuda'){
document.mapserv.ayuda.src='/sigriego/iconos/ayuda_sel.png';
        }else if (boton=='noayuda'){
document.mapserv.ayuda.src='/sigriego/iconos/ayuda.png';
        }else if (boton=='imprimir'){
document.mapserv.imprimir.src='/sigriego/iconos/impresion_sel.png';
        }else if (boton=='noimprimir'){
document.mapserv.imprimir.src='/sigriego/iconos/impresion.png';
        }else if (boton=='regla'){
            if (document.mapserv.midiendo.value!="si")
document.mapserv.regla.src='/sigriego/iconos/reglaenf.png';
        }else if (boton=='noregla'){
            if (document.mapserv.midiendo.value!="si")
document.mapserv.regla.src='/sigriego/iconos/regla.png';
        }else if (boton=='acercar'){
            if(document.mapserv.zoom.value!="2")
document.mapserv.zoom1.src='/sigriego/iconos/zin_enfoque.png';
        }else if (boton=='noacercar'){
            if(document.mapserv.zoom.value!="2")
document.mapserv.zoom1.src='/sigriego/iconos/zin_s.png';
        }else if (boton=='alejar'){
            if(document.mapserv.zoom.value!="-2")
document.mapserv.zoom2.src='/sigriego/iconos/zout_enfoque.png';
        }else if (boton=='noalejar'){
            if(document.mapserv.zoom.value!="-2")
document.mapserv.zoom2.src='/sigriego/iconos/zout_s.png';
        }else if (boton=='recentrar'){
            if(document.mapserv.zoom.value!="0")
document.mapserv.centrar.src='/sigriego/iconos/pans_enfoque.png';
        }else if (boton=='norecentrar'){
            if(document.mapserv.zoom.value!="0")
document.mapserv.centrar.src='/sigriego/iconos/pans.png';
        }else if (boton=='consultar'){
            if(document.mapserv.mode.value!="query")
document.mapserv.query.src='/sigriego/iconos/identify_enfoque.png';
        }else if (boton=='noconsultar'){
            if(document.mapserv.mode.value!="query")
document.mapserv.query.src='/sigriego/iconos/identify.png';
        }
    }
}
```

```

function extension2(){
    document.mapserv.mapext.value="4407148.93241632
6916897.15889790 4438232.68099451 6940582.95211868";
    var j = 0;
    var minx,miny,maxx,maxy;
    var direccion = '/cgi-
bin/mapserv.exe?map=/ms4w/apps/sigriego/sigriego.map&program=/cgi-
bin/mapserv.exe';
    for (var i=0;
i<parent.frames[0].document.formulario.elements.length; i++) {
        if
((parent.frames[0].document.formulario.elements[i].type == 'checkbox')
&& (parent.frames[0].document.formulario.elements[i].checked == true))
{
            direccion = (direccion + '&layer=' +
parent.frames[0].document.formulario.elements[i].value);
            j++;
        }
    }
    minx = 4407148.93241632;
    miny = 6916897.15889790;
    maxx = 4438232.68099451;
    maxy = 6940582.95211868;
    direccion = direccion + '&zoom=' +
parent.frames[1].document.mapserv.zoom.value;
    direccion = direccion + '&mode=' +
parent.frames[1].document.mapserv.mode.value;
    direccion = direccion + '&mapext=' + minx + '+' + miny +
'+' + maxx + '+' + maxy;
    window.location=direccion;
}

function cambiarDiv(d1,d2)
{
    div1 = document.getElementById(d1);
    div2 = document.getElementById(d2);
    if((div1.style.display == "") && (div2.style.display ==
"none"))
    {
        div1.style.display = "none";
        div2.style.display = "";
    }

    /*      else
    {
        div1.style.display = "";
        div2.style.display = "none";
    }*/
}

window.onload=function(){
    var acc = document.getElementById('accion').value;
    if (acc == 'acercar')
    {
        document.mapserv.zoom1.src =
'/sigriego/iconos/zinsel2.png';
        cambiarDiv('conjava','conj');
    }
    else if (acc == 'alejar')

```

```

        {
            document.mapserv.zoom2.src =
'/sigriego/iconos/zoutsel2.png';
            cambiarDiv('conjava','conjs');
        }
        else if (acc == 'recentrar')
        {
            document.mapserv.centrar.src =
'/sigriego/iconos/pans_s.png';
            cambiarDiv('conjava','conjs');
        }
        else if (acc == 'consultar')
        {
            document.mapserv.query.src =
'/sigriego/iconos/identify_sel.png';
            cambiarDiv('conjava','conjs');
        }
        else if (acc == 'medir')
        {
            document.mapserv.regla.src =
'/sigriego/iconos/reglasel.png';
        }
        document.mapserv.partida.disabled = true;
        //document.mapserv.zoom1.src =
'/sigriego/iconos/zinsel2.png';
    }
</SCRIPT>

</head>
<body bgcolor="#eeeeced">

<form method="GET" action="[program]" name="mapserv">
<input type="hidden" name="zoom" value="[zoom]">
<input type="hidden" name="mode" value="[mode]">
<input type="hidden" name="accion" id="accion" value="[accion]">
<input name="midiendo" type="hidden" value="no">
<input type="hidden" name="imgxy" value="[center]">
<input type="hidden" name="imgext" value="[mapext]">
<input type="hidden" name="minx" value="[minx]">
<input type="hidden" name="miny" value="[miny]">
<input type="hidden" name="maxx" value="[maxx]">
<input type="hidden" name="maxy" value="[maxy]">

<input type="hidden" name="map" value="[map]">
<input type="hidden" name="program" value="[program]">

<!-- CARGA DINÁMICA DE LAS CAPAS -->

<SCRIPT LANGUAGE="JavaScript">
    var j = 0;
    for (var i=0;
i<parent.frames[0].document.formulario.elements.length; i++) {
        if ((parent.frames[0].document.formulario.elements[i].type ==
'checkbox') &&
(parent.frames[0].document.formulario.elements[i].checked == true)) {
            document.write('<input type="hidden" name="layer"
value="'+parent.frames[0].document.formulario.elements[i].value+' '

```

```
[ '+parent.frames[0].document.formulario.elements[i].value+'_check]>');
    j++;
}
// document.write('<input type="hidden" name="layer"
value="partida" [partida_check]>');
}
</script>

<table width="900em" border="0">
<tr>
<!-- PARÁMETROS DEFINIDOS PARA LA CONSULTA POR PARTIDA
    <input type="text" name="qstring" value="" /></br>
    <input type="hidden" name="qlayer" value="" />
    <input type="hidden" name="qitem" value="" />-->
<input type="hidden" name="mapext" value="" />

<!-- SECCION DONDE SE DEFINEN LAS CAPAS A MOSTRAR -->
<td>
    
    
    
    
    
    
    
    <br>
    <br><!--<input type="image" name="img" src="[img]"
width="[mapwidth]" height="[mapheight]" style="color: #8A4B08; border-
style: solid; border-width: 4px;"
onmouseover="mostrarCoordenadas([mapx]);"/>-->

<!-- CARGA DE LA IMAGEN DEL MAPA CON JAVA -->
    <div id="conjava" style="display:; ">
        <applet
```

```

        codebase="/sigriego/jBox/classes/"
        archive="lib/jBox.jar"
        code="jBox.class"
        width="800"
        height="600"
        name="jBox"
        color="blue"
        MAYSCRIPT>
        <param name="image" value="http://[host][img]">
        <param name="verbose" value="true">
        <param name="drag" value="true">
    </applet>
</div>

    <!-- CARGA DE LA IMAGEN DEL MAPA -->
    <div id="conjs" style="display:none;">
        <input type="image" name="img" src="[img]" width="[mapwidth]"
height="[mapheight]" onClick="mostrarCoordenadas();">
    </div>

</td>
<td VALIGN="TOP" width="1000"><br><br><br>
<input name="ref" type="image" src="[ref]" border="1"><br><br>
<span class=opciones><a href="#"
onclick="cambiarDiv('informe','leyenda'); return
false;">Leyenda</a></span>
<span class=opciones><a href="#"
onclick="cambiarDiv('leyenda','informe'); return
false;">Información</a></span>
<!--
***** --
>
<br>
<div style="width:100px;border:1px">
    <div id="leyenda" style="display:;">
        <font size=+1><b>Leyenda</b></font><br>
        <br><br>
    </div>
</div>
<!--
***** --
>
<div id="informe" style="display:none;">
    INFORMACION
</div>
<div id="boton" style="display:none;">
    <input type="submit" name="boton" id="boton"/>
</div>
</td>
</tr>
</table>
</form>
</body>
</html>

```

Capas.html

```

<html>
  <head>
    <META HTTP-EQUIV='Pragma' CONTENT='no-cache'>
    <title>S.I.G.U.E.R.</title>
    <meta http-equiv="Content-Type" content="text/html;
charset=iso-8859-1">
    <SCRIPT LANGUAGE="JavaScript">

      function activarTipoConsulta(modos,i){
        if (modo == "itemquery")
        {
          document.formulario.consultar.disabled = false;
          document.formulario.partida.disabled = false;

parent.frames[1].document.mapserv.zoom1.src='/sigriego/iconos/zin_s.png';

parent.frames[1].document.mapserv.zoom2.src='/sigriego/iconos/zout_s.png';

parent.frames[1].document.mapserv.centrar.src='/sigriego/iconos/pans.png';

parent.frames[1].document.mapserv.query.src='/sigriego/iconos/identify.png';

parent.frames[1].document.mapserv.regla.src='/sigriego/iconos/regla.png';

          //
          parent.frames[1].document.mapserv.qstring.disabled = false;
          //
          parent.frames[1].document.mapserv.qlayer.value="partida";
          //
          parent.frames[1].document.mapserv.qitem.value="area";
          //
          parent.frames[1].document.mapserv.mapext.value="shapes";
          }else if (modo == "query")
          {
            document.formulario.consultar.disabled = true;
            document.formulario.partida.disabled = true;

parent.frames[1].document.mapserv.zoom1.src='/sigriego/iconos/zin_s.png';

parent.frames[1].document.mapserv.zoom2.src='/sigriego/iconos/zout_s.png';

parent.frames[1].document.mapserv.centrar.src='/sigriego/iconos/pans.png';

parent.frames[1].document.mapserv.query.src='/sigriego/iconos/identify_sel.png';

parent.frames[1].document.mapserv.regla.src='/sigriego/iconos/regla.png';

          parent.frames[1].document.mapserv.qstring.disabled

```

```

= true;

parent.frames[1].document.mapserv.mode.value="query";
    parent.frames[1].document.mapserv.qlayer.value="";
    parent.frames[1].document.mapserv.qitem.value="";
    parent.frames[1].document.mapserv.mapext.value="";
    //      parent.frames[1].document.mapserv.target
= "_blank";
    }else if (modo == "browse")
    {
        document.formulario.consultar.disabled = true;
        document.formulario.partida.disabled = true;

parent.frames[1].document.mapserv.query.src='/sigriego/iconos/identify
.png';
        parent.frames[1].document.mapserv.qstring.disabled
= true;

parent.frames[1].document.mapserv.mode.value="browse";
    parent.frames[1].document.mapserv.qlayer.value="";
    parent.frames[1].document.mapserv.qitem.value="";
    parent.frames[1].document.mapserv.mapext.value="";
    }
}

/*function cargarCapas() {
    var j = 0;
    var minx,miny,maxx,maxy;
    var direccion = '/cgi-
bin/mapserv.exe?map=/ms4w/apps/sigriego/sdepoldeframes.map&program=/cg
i-bin/mapserv.exe';
    for (var i=0; i<document.formulario.elements.length; i++) {
        if ((document.formulario.elements[i].type == 'checkbox') &&
(document.formulario.elements[i].checked == true)) {
            direccion = (direccion + '&layer=' +
document.formulario.elements[i].value);
            j++;
        }
    }
    minx = parent.frames[1].document.mapserv.minx.value;
    miny = parent.frames[1].document.mapserv.miny.value;
    maxx = parent.frames[1].document.mapserv.maxx.value;
    maxy = parent.frames[1].document.mapserv.maxy.value;
    direccion = direccion + '&zoom=' +
parent.frames[1].document.mapserv.zoom.value;
    direccion = direccion + '&mode=' +
parent.frames[1].document.mapserv.mode.value;
    direccion = direccion + '&mapext=' + minx + '+' + miny + '+' + maxx +
 '+' + maxy;
    parent.frames[1].location = direccion;
}*/

function cargarCapas(){
    var direccion = '/cgi-
bin/mapserv.exe?map=/ms4w/apps/sigriego/sigriego.map&program=/cgi-
bin/mapserv.exe';
    for (var i=0;
i<parent.frames[1].document.mapserv.elements.length; i++){
        if

```

```

((parent.frames[1].document.mapserv.elements[i].value != '') &&
(parent.frames[1].document.mapserv.elements[i].name != 'layer')) {
    direccion = direccion + '&' +
parent.frames[1].document.mapserv.elements[i].name + '=' +
parent.frames[1].document.mapserv.elements[i].value;
    }
}
for (var i=0; i<document.formulario.elements.length;
i++) {
    if ((document.formulario.elements[i].type ==
'checkbox') && (document.formulario.elements[i].checked == true)) {
        direccion = (direccion + '&layer=' +
document.formulario.elements[i].value);
    }
}
// alert(direccion);
parent.frames[1].location = direccion;
//parent.frames[1].location = '/cgi-
bin/mapserv.exe?map=/ms4w/apps/sigriego/sdepoldeframes.map&program=/cg
i-bin/mapserv.exe&mode=browse&accion=[accion]&midiendo=no&imgxy=300.0
200.0&imgext=4404926.461790 6916897.158898 4440455.151621
6940582.952119&minx=4404926.461790&miny=6916897.158898&maxx=4440455.15
1621&maxy=6940582.952119&map=/ms4w/apps/sigriego/sdepoldeframes.map&pr
ogram=/cgi-bin/mapserv.exe&layer=canriego.shp&layer=drenajes.shp';

}

function cargarConsultaPartida() {
    var j = 0;
    var minx,miny,maxx,maxy;
    var direccion = '/cgi-
bin/mapserv.exe?map=/ms4w/apps/sigriego/sigriego.map&program=/cgi-
bin/mapserv.exe';
    direccion = (direccion + '&layer=partida');
    minx = parent.frames[1].document.mapserv.minx.value;
    miny = parent.frames[1].document.mapserv.miny.value;
    maxx = parent.frames[1].document.mapserv.maxx.value;
    maxy = parent.frames[1].document.mapserv.maxy.value;
    direccion = direccion + '&zoom=' +
parent.frames[1].document.mapserv.zoom.value;
    direccion = direccion + '&mode=query';
    direccion = direccion + '&imgxy=800.0+600.0';
    direccion = direccion + '&qlayer=partida';
    direccion = direccion + '&mapext=';
    direccion = direccion + '&qitem=area';
    direccion = direccion + '&partida='+
document.formulario.partida.value;
    direccion = direccion + '&imgext=' + minx + '+' + miny
+ '+' + maxx + '+' + maxy;
    parent.frames[1].location = direccion;
    alert(direccion);
}

function cargarPagina(){
    window.parent.parent.location =
'/sigriego/inicio.html'
}

window.onload = function()

```

```

        {
            document.formulario.consultar.disabled = true;
            // document.formulario.partida.disabled = true;
        }

</SCRIPT>
<link rel="StyleSheet" href="/sigriego/estilo/style.css"
type=text/css />
</head>
<body bgcolor="#F7BE81">
    <form name="formulario">

        <h3>Capas Raster</h3>
        <span class=capas><input type="checkbox" name="layersel"
value="mosa2" [mosa2_check] onClick='cargarCapas() '>Imagen
IRS</span></br>
        <span class=capas><input type="checkbox" name="layersel"
value="landsat_19900924" [landsat_19900924_check]
onClick='cargarCapas() '>Imagen Lansat 1990-09-24</span></br>
        <span class=capas><input type="checkbox" name="layersel"
value="landsat_20090912" [landsat_20090912_check]
onClick='cargarCapas() '>Imagen Lansat 2009-09-12</span></br>
        <span class=capas><input type="checkbox" name="layersel"
value="landsat_20091014" [landsat_20091014_check]
onClick='cargarCapas() '>Imagen Lansat 2009-10-14</span></br>

        <span class=capas><input type="checkbox" name="layersel"
value="ndvi_landsat_5_tm_19900924" [ndvi_landsat_5_tm_19900924_check]
onClick='cargarCapas(); '>NDVI 1990-09-24</span></br>
        <span class=capas><input type="checkbox" name="layersel"
value="ndvi_landsat_5_tm_20090912" [ndvi_landsat_5_tm_20090912_check]
onClick='cargarCapas(); '>NDVI 2009-09-12</span></br>
        <span class=capas><input type="checkbox" name="layersel"
value="ndvi_landsat_5_tm_20091014" [ndvi_landsat_5_tm_20091014_check]
onClick='cargarCapas(); '>NDVI 1990-10-14</span></br>
        <span class=capas><input type="checkbox" name="layersel"
value="merge_irs_landsat_5_tm_20091014"
[merge_irs_landsat_5_tm_20091014_check]
onClick='cargarCapas(); '>Fusion IRS-Lansat-2009-10-14</span></br>

        <h3>Capas Vectoriales</h3>
        <span class=capas><input type="checkbox" name="layersel"
value="obra de arte" [obra de arte_check]
onClick='cargarCapas() '>Obras de Arte</span></br>
        <span class=capas><input type="checkbox" name="layersel"
value="canriego.shp" [canriego.shp_check]
onClick='cargarCapas() '>Canales</span></br>
        <span class=capas><input type="checkbox" name="layersel"
value="drenajes" [drenajes_check]
onClick='cargarCapas() '>Drenajes</span></br>
        <span class=capas><input type="checkbox" name="layersel"
value="curvas_ar.shp" [curvas_ar.shp_check]
onClick='cargarCapas(); '>Curvas de Nivel</span></br>
        <span class=capas><input type="checkbox" name="layersel"
value="estado" [estado_check]
onClick='cargarCapas(); '>Estado</span></br>

        <h3>Consultas</h3>

```

```
        <span class=capas><input type="radio" name="modo"
value="browse" onClick="activarTipoConsulta('browse',0)"
checked>Navegar</span></br>
        <span class=capas><input type="radio" name="modo"
value="query"
onClick="activarTipoConsulta('query',1)">Consultar</span></br>
        <span class=capas><input type="radio" name="modo"
value="itemquery"
onClick="activarTipoConsulta('itemquery',2)">Consultar por
partida</span></br>
        <input type="text" id="partida" name="partida" value=""
maxlength="5" size="5" disabled/>
        <input type="button" id="consultar" name="consultar"
value="consultar" onClick="cargarConsultaPartida();" />
        <h3>Vínculos</h3>
        <span class=capas onClick="javascript:cargarPagina();">Ir a
inicio</span>
    </body>
</form>
</html>
```

HISTORIAS DEL USUARIO

Historia de Usuario

Número: **1** Nombre: **Cobertura Estática**

Usuario: **Programadores**

Iteración Asignada: **1**

Prioridad en Negocio: **Alta**

(Alta / Media / Baja)

Riesgo en Desarrollo: **Medio**

(Alto / Medio / Bajo)

Descripción: se crean los archivos de configuración iniciales. El archivo .map que muestra las coberturas estáticas del servidor de mapas. El archivo plantilla que es un código HTML el cual incluye solamente algunas herramientas como Zoom, Centrar, Escala, Referencia.

Observaciones: se modificaron con el fin de una mejor comprensión las historias del usuario número: 1,2 y 3 realizadas por los clientes. Estas historias se agruparon de acuerdo a las funcionalidades pretendidas para la primera iteración.

Historia de Usuario

Número: 2	Nombre: Coberturas Dinámicas
------------------	-------------------------------------

Usuario: **Programadores**Iteración Asignada: **2**Prioridad en Negocio: **Alta**

(Alta / Media / Baja)

Riesgo en Desarrollo: **Medio**

(Alto / Medio / Bajo)

Descripción: mejora en la interfaz, para ello se debe modificar la página de inicio para darle una mejor presentación a la herramienta. Incluir mas coberturas que permitan al usuario elegir las cual desea visualizar. Adicionar más funcionalidades en la barra de herramientas del prototipo: medición, identificación. Acceso a la información geográfica: la primera a través de la forma navegación y la segunda a través de la consulta.

Observaciones:

Historia de UsuarioNúmero: **3**Nombre: **Conexión y Consulta a la Base de Datos**Usuario: **Programadores**Iteración Asignada: **3**Prioridad en Negocio: **Alta**

(Alta / Media / Baja)

Riesgo en Desarrollo: **Medio**

(Alto / Medio / Bajo)

Descripción: conexión a la base de datos PostGIS para consulta mas complejas por parte del usuario. Adicionar funcionalidad de impresión de mapas y manual del usuario. Visualizar las coordenadas de un punto determinado por el puntero del mouse así también como la medición de la distancia y área. Incluir las leyendas de las coberturas para mejor interpretación del contenido del mapa.

Observaciones:

PRUEBAS UNITARIAS

Las pruebas unitarias se llevaron a cabo sobre cada función de javascript que compone el código del prototipo teniendo en cuenta que esta parte del código es la encargada de realizar cálculos (distancias, áreas, etc.) y controlar los resultados de cada evento (por ejemplo hacer click, enfocar un área determinada, etc.).

El listado de funciones codificadas en javascript que fueron probadas son:

Funciones utilizadas en contenido.html:

activarBoton (entrada alfanumérica)

Descripción: la entrada es el nombre del botón de la barra de herramientas que fue clickeado y lo resalta ante los demás para mostrarlo como seleccionado.

enfocarBoton (entrada alfanumérica)

Descripción: la entrada es el nombre del botón de la barra de herramientas que está siendo enfocado por el puntero del mouse. Esta función resalta el botón mientras el Mouse permanece sobre éste.

cambiarDiv (entrada alfanumérica, entrada alfanumérica)

Descripción: hace invisible en determinada área el contenido de la primera entrada colocando en su lugar lo de la segunda entrada.

Funciones utilizadas en capas.html.

cambiarModoVisualizacion (entrada alfanumérica, entrada numérica){

Descripción: cambia el modo de visualización del mapa.

cargarCapas ()

Descripción: carga dinámicamente las capas seleccionadas y las muestra en el mapa.

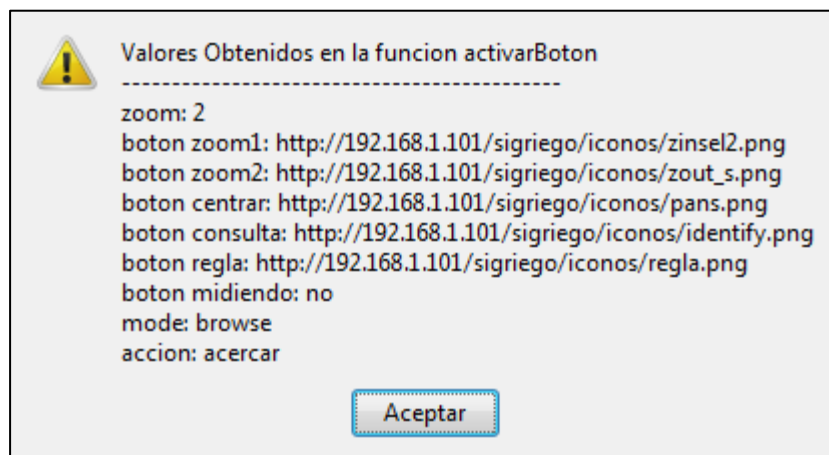
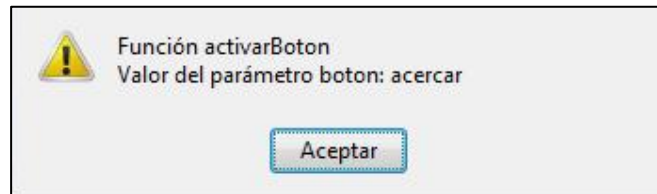
function mostrarDivEncabezado (d1)

Descripción: muestra u oculta el Div que contiene el listado de coberturas dinámicas.

Funciones utilizadas en top-frame.html.

cargarZonaMapa ()

Descripción: posiciona la imagen del mapa sobre la zona seleccionada en el objeto select de Distritos.




Partición de Equivalencia




A continuación se presentan los casos de prueba propuestos para la prueba unitaria de cada función.



Función activarBoton (boton)

Clases Válidas	Clases Inválidas
1- boton = “acercar”	8- boton <> “acercar” y
2- boton = “recentrar”	boton <> “recentrar” y
3- boton = “alejjar”	boton <> “alejjar” y
4- boton = “centrar”	boton <> “centrar” y
5- boton = “consultar”	boton <> “consultar” y
7- Boton = “regla”	Boton <> “regla”

Caso de Pruebas




Boton	Clases	Resultados
“acercar”	1	 <p>Valores Obtenidos en la funcion activarBoton ----- zoom: 2 boton zoom1: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/zinsel2.png boton zoom2: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/zout_s.png boton centrar: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/pans.png boton consulta: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/identify.png boton regla: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/regla.png boton midiendo: no mode: browse accion: acercar</p> <p style="text-align: center;"><input type="button" value="Aceptar"/></p>




<p>“recentrar”</p>	<p>2</p>	<p> Valores Obtenidos en la funcion activarBoton ----- zoom: 0 boton zoom1: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/zin_s.png boton zoom2: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/zout_s.png boton centrar: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/pans_s.png boton consulta: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/identify.png boton regla: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/regla.png boton midiendo: no mode: browse accion: recentrar</p> <p style="text-align: center;"><input type="button" value="Aceptar"/></p>
<p>“alejar”</p>	<p>3</p>	<p> Valores Obtenidos en la funcion activarBoton ----- zoom: -2 boton zoom1: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/zin_s.png boton zoom2: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/zoutsel2.png boton centrar: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/pans.png boton consulta: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/identify.png boton regla: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/regla.png boton midiendo: no mode: browse accion: alejar</p> <p style="text-align: center;"><input type="button" value="Aceptar"/></p>
<p>“centrar”</p>	<p>4</p>	<p> Valores Obtenidos en la funcion activarBoton ----- zoom: 0 boton zoom1: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/zin_s.png boton zoom2: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/zout_s.png boton centrar: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/pans.png boton consulta: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/identify.png boton regla: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/regla.png boton midiendo: no mode: browse accion: centrar</p> <p style="text-align: center;"><input type="button" value="Aceptar"/></p>




<p>“consultar”</p>	<p>5</p>	 <p>Valores Obtenidos en la funcion activarBoton ----- zoom: boton zoom1: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/zin_s.png boton zoom2: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/zout_s.png boton centrar: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/pans.png boton consulta: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/identify_sel.png boton regla: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/regla.png boton midiendo: no mode: query accion: consultar</p> <p style="text-align: center;"><input type="button" value="Aceptar"/></p>
<p>“regla”</p>	<p>6</p>	 <p>Valores Obtenidos en la funcion activarBoton ----- zoom: boton zoom1: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/zin_s.png boton zoom2: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/zout_s.png boton centrar: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/pans.png boton consulta: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/identify.png boton regla: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/reglasel.png boton midiendo: si mode: browse accion: medir</p> <p style="text-align: center;"><input type="button" value="Aceptar"/></p>




Función enfocarBoton (boton)

Clases Válidas	Clases Inválidas
1- boton = “acercar”	8- boton <> “acercar” y
2- boton = “recentrar”	boton <> “recentrar” y
3- boton = “alejarse”	boton <> “alejarse” y
4- boton = “centrar”	boton <> “centrar” y
5- boton = “consultar”	boton <> “consultar” y
6- boton = “navegar”	boton <> “navegar” y
7- Boton = “regla”	Boton <> “regla”

Boton	Clases	Resultados
"acercar"	1	 <p>Valores Obtenidos en la funcion enfocarBoton -----</p> <p>zoom: 2 boton zoom1: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/zinsel2.png boton zoom2: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/zout_s.png boton centrar: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/pans.png boton zoomfull: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/zextent.png boton consulta: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/identify.png boton regla: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/regla.png boton midiendo: no mode: browse accion: acercar</p> <p style="text-align: center;"><input type="button" value="Aceptar"/></p>
"noacercar"	2	 <p>Valores Obtenidos en la funcion enfocarBoton -----</p> <p>zoom: 2 boton zoom1: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/zinsel2.png boton zoom2: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/zout_s.png boton centrar: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/pans.png boton zoomfull: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/zextent.png boton consulta: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/identify.png boton regla: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/regla.png boton midiendo: no mode: browse accion: acercar</p> <p style="text-align: center;"><input type="button" value="Aceptar"/></p>
"recentrar"	2	 <p>Valores Obtenidos en la funcion enfocarBoton -----</p> <p>zoom: 0 boton zoom1: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/zin_s.png boton zoom2: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/zout_s.png boton centrar: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/pans_s.png boton zoomfull: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/zextent.png boton consulta: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/identify.png boton regla: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/regla.png boton midiendo: no mode: browse accion: recentrar</p> <p style="text-align: center;"><input type="button" value="Aceptar"/></p>





<p>“norecentrar”</p>	<p>3</p>	<p> Valores Obtenidos en la funcion enfocarBoton ----- zoom: 0 boton zoom1: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/zin_s.png boton zoom2: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/zout_s.png boton centrar: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/pans.png boton zoomfull: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/zextent.png boton consulta: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/identify.png boton regla: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/regla.png boton midiendo: no mode: browse accion: [accion]</p> <p style="text-align: center;"><input type="button" value="Aceptar"/></p>
<p>“alejar”</p>	<p>4</p>	<p> Valores Obtenidos en la funcion enfocarBoton ----- zoom: -2 boton zoom1: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/zin_s.png boton zoom2: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/zoutsel2.png boton centrar: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/pans.png boton zoomfull: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/zextent.png boton consulta: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/identify.png boton regla: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/regla.png boton midiendo: no mode: browse accion: alejar</p> <p style="text-align: center;"><input type="button" value="Aceptar"/></p>
<p>“noalejar”</p>	<p>5</p>	<p> Valores Obtenidos en la funcion enfocarBoton ----- zoom: -2 boton zoom1: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/zin_s.png boton zoom2: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/zoutsel2.png boton centrar: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/pans.png boton zoomfull: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/zextent.png boton consulta: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/identify.png boton regla: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/regla.png boton midiendo: no mode: browse accion: alejar</p> <p style="text-align: center;"><input type="button" value="Aceptar"/></p>

<p>“centrar”</p>	<p>6</p>	<p> Valores Obtenidos en la funcion enfocarBoton ----- zoom: 0 boton zoom1: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/zin_s.png boton zoom2: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/zout_s.png boton centrar: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/pans.png boton zoomfull: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/zextent.png boton consulta: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/identify.png boton regla: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/regla.png boton midiendo: no mode: browse accion: centrar</p> <p style="text-align: center;"><input type="button" value="Aceptar"/></p>
<p>“nocentrar”</p>	<p>7</p>	<p> Valores Obtenidos en la funcion enfocarBoton ----- zoom: 0 boton zoom1: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/zin_s.png boton zoom2: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/zout_s.png boton centrar: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/pans.png boton zoomfull: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/zextent.png boton consulta: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/identify.png boton regla: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/regla.png boton midiendo: no mode: browse accion: [accion]</p> <p style="text-align: center;"><input type="button" value="Aceptar"/></p>
<p>“consultar”</p>	<p>8</p>	<p> Valores Obtenidos en la funcion enfocarBoton ----- zoom: boton zoom1: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/zin_s.png boton zoom2: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/zout_s.png boton centrar: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/pans.png boton zoomfull: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/zextent.png boton consulta: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/identify_sel.png boton regla: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/regla.png boton midiendo: no mode: query accion: consultar</p> <p style="text-align: center;"><input type="button" value="Aceptar"/></p>

<p>“noconsultar”</p>	<p>9</p>	<p> Valores Obtenidos en la funcion enfocarBoton ----- zoom: boton zoom1: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/zin_s.png boton zoom2: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/zout_s.png boton centrar: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/pans.png boton zoomfull: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/zextent.png boton consulta: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/identify_sel.png boton regla: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/regla.png boton midiendo: no mode: query accion: consultar</p> <p style="text-align: center;"><input type="button" value="Aceptar"/></p>
<p>“regla”</p>	<p>10</p>	<p> Valores Obtenidos en la funcion enfocarBoton ----- zoom: boton zoom1: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/zin_s.png boton zoom2: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/zout_s.png boton centrar: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/pans.png boton zoomfull: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/zextent.png boton consulta: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/identify.png boton regla: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/reglasel.png boton midiendo: si mode: browse accion: medir</p> <p style="text-align: center;"><input type="button" value="Aceptar"/></p>
<p>“noregla”</p>	<p>11</p>	<p> Valores Obtenidos en la funcion enfocarBoton ----- zoom: boton zoom1: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/zin_s.png boton zoom2: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/zout_s.png boton centrar: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/pans.png boton zoomfull: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/zextent.png boton consulta: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/identify.png boton regla: http://192.168.1.101/sigriego/iconos/reglasel.png boton midiendo: si mode: browse accion: medir</p> <p style="text-align: center;"><input type="button" value="Aceptar"/></p>

Función cambiarDiv (div1, div2)

Clases Válidas	Clases Inválidas
1- div1 = "conjava"	9- div1 <> "conjava" and
2- div1 = "conjs"	div1 <> "conjs" and
3- div1 = "informe"	div1 <> "informe" and
4- div1 = "leyenda"	div1 <> "leyenda"
5- div2 = "conjava"	10- div2 <> "conjava" and
6- div2 = "conjs"	div2 <> "conjs" and
7- div2 = "informe"	div2 <> "informe" and
8- div2 = "leyenda"	div2 <> "leyenda"

d1	d2	Clases	Resultados
"conjava"	"conjs"	1, 6	 d1: none d2: <input type="button" value="Aceptar"/>
"conjs"	"conjava"	2, 5	 d1: none d2: <input type="button" value="Aceptar"/>
"informe"	"leyenda"	3, 8	 d1: none d2: <input type="button" value="Aceptar"/>
"leyenda"	"informe"	4, 7	 d1: none d2: <input type="button" value="Aceptar"/>

PRUEBAS DE ACEPTACIÓN

Se realizaron tres pruebas de aceptación. Una para cada iteración con Caja Negra, específicamente con el método de Análisis de Valores Límites.

Prueba de Aceptación de la Primera Iteración

Datos de Entrada: Zoom, Tamaño del Zoom y Tipo de Visualización de la Información

Precondiciones:

Zoom: Zoom In, Zoom Out y Centrar.

Tamaño de Zoom (TZ): mayor o igual que 0 y menor o igual que 20 (por defecto es igual a 2).

Modo de Visualización de la Información (MVI): Información y Navegación (por defecto está tildado el modo Navegación).

Consideraciones Generales: cuando se cambia a modo de visualización: Información, el Zoom no es tenido en cuenta como tampoco su tamaño.

Cuando se tilda Centrar y está en modo de visualización: navegación, restituye el estado inicial de la imagen, de la escala y el del Mapa de referencia.

Variables	Limite Valido	Limite Invalido
Zoom	1- Zoom In 2- Zoom Out 3- Centrar	
TZ	4- 2 5- 20	8- -1 9- 21
MVI	6- Información 7- Navegación	

Tabla: Limites validos e Inválidos

Casos de Prueba de la Primera Iteración

Nº de Caso	Zoom	TZ	MVI	Límite	Resultado
1	Zoom In	2	Navegación	1, 4, 7	Muestra Imagen ampliada. Cambio de Escala Desplaza la caja del Mapa de referencia
2	Zoom Out	20	Navegación	2,5,7	Muestra Imagen reducida. Cambio de Escala Desplaza la caja del Mapa de referencia
3	Centrar	-	Navegación		Devuelve el estado inicial de la imagen, de la escala y el del Mapa de referencia.
4	-		Información	6	Tabla con información. alfanumérica
5	-	-1	Navegación	8	TZ fuera de rango
6	-	21	Navegación	9	TZ fuera de rango

Tabla: Caso de Prueba de la Primera Iteración***Prueba de Aceptación de la Segunda Iteración***

Datos de Entrada: Coberturas Dinámicas (Imagen IRS, Obra de Arte, Canales, Drenajes, Curvas de Nivel y Estado de Parcelas), Identificador, Modo de Visualización de la Información.

Precondiciones:

Modo de Visualización de la Información (MVI): Navegar, Consultar y Consultar por Partida (por defecto está tildado el modo Navegación).

Imagen IRS (IMG): seleccionado (s), sin seleccionar (ns).

Obra de Arte (OA): s, ns.

Canales (C): s, ns.

Drenajes (D): s, ns.

Curvas de Nivel (CN): s, ns.

Estado de Parcelas (EP): s, ns.

Partida (P): 10001-59999.

Identificador (I): s, ns.

Consideraciones Generales: se debe tener en cuenta que de la barra de herramientas solo una puede estar seleccionada.

Consultar y Consultar por Partida: no tiene en cuenta a la barra de herramientas.

Variables	Limite Valido	Limite Invalido
MVI	1- Navegar. 2- Consultar. 3- Consultar por Partida	-
IMG	4- s 5- ns	-
OA	6- s 7- ns	-
C	8- s 9- ns	-
D	10- s 11- ns	-
CN	12- s 13- ns	-
EP	14- s 15- ns	-
P	16- 10001 17- 59999	20- 10000 21- 60000
I	18- s 19- ns	-

Tabla: Límites válidos e Inválidos

Casos de Prueba de la Segunda Iteración

N° de Caso	MVI	IMG	OA	C	D	CN	EP	P	I	Límite	Resultado
1	Navegar	s	s	s	s	s	s	-	ns	1, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 19	Muestra Imagen ampliada. Cambio de Escala Desplaza la caja del Mapa de referencia
2	Consultar	-	-	-	-	-	-	-	-	2	Muestra Imagen reducida. Cambio de Escala Desplaza la caja del Mapa de referencia
3	Consultar por Partida	-	-	-	-	-	-	10001	-	3, 16	Devuelve el estado inicial de la imagen, de la escala y el del Mapa de referencia.
4	Consultar por Partida	-	-	-	-	-	-	59999	-	3, 17	Devuelve el estado inicial de la imagen, de la escala y el del Mapa de referencia.
5	Navegar	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	ns	1, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 19	Tabla con información. alfanumérica
6	-	-	-	-	-	-	-	-	s	18	Tabla con información. alfanumérica
7	-	-	-	-	-	-	-	10000	-	20	P fuera de rango
8	-	-	-	-	-	-	-	60000	-	21	P fuera de rango

Tabla: Caso de Prueba de la Segunda Iteración

Prueba de Aceptación de la Tercera Iteración

Datos de Entrada: Coberturas Dinámicas (Imagen Lansat 1990-09-24, Imagen Lansat 2009-09-12, Imagen Lansat 2009-10-14, NDVI 1990-09-24, NDVI 2009-09-12, NDVI 1990-10-14, Fusión IRS-Lansat 2009-10-14), Posición Horizontal del Mouse (PHM), Posición Vertical del Mouse (PVM) y la Regla de Medición que está en la barra de herramientas.

Precondiciones:

Modo de Visualización de la Información (MVI): Navegar, Consultar y Consultar por Partida (por defecto está tildado el modo Navegación).

Imagen Lansat 1990-09-24 (LSat 1): seleccionado (s), sin seleccionar (ns).

Imagen Lansat 2009-09-12 (LSat 2): s, ns.

Imagen Lansat 2009-10-14 (LSat 3): s, ns.

NDVI 1990-09-24 (NDVI 1): s, ns.

NDVI 2009-09-12 (NDVI 2): s, ns.

NDVI 1990-10-14 (NDVI 3): s, ns.

Fusión IRS-Lansat 2009-10-14 (IRS-LSat): s, ns.

Partida (P): 10001-59999.

Posición Horizontal del Mouse (PHM): 4407148.93241632 - 4438232.68099451

Posición Vertical Del Mouse (PVM): 6916897.15889790 - 6940582.95211868

Regla de Medición (RM): s, ns.

Consideraciones Generales: La posición del puntero del Mouse tiene efecto sobre las salidas que muestran las coordenadas x y y , la distancia, la distancia acumulada, la cantidad de vértices y el área, cuando está en Modo Visualización “Navegar”.

Variables	Límite Válido	Límite Inválido
LSat 1	1- s 2- ns	-
LSat 2	3- s 4- ns	-
LSat 3	5- s 6- ns	-
NDVI 1	7- s 8- ns	-

Variables	Límite Válido	Límite Inválido
NDVI 2	9- s 10- ns	-
NDVI 3	11- s 12- ns	-
IRS-LSat	13- s 14- ns	-
PHM	15- 4407148.93241632 16- 4438232.68099451	21- 4407148.93241631 22- 4438232.68099452
PVM	17- 6916897.15889790 18- 6940582.95211868	23- 6916897.15889789 24- 6940582.95211869
RM	19- s 20- ns	

Tabla: Límites válidos e Inválidos

Casos de Prueba de la Tercera Iteración

Nº de Caso	LSat 1	LSat 2	LSat 3	NDVI 1	NDVI 2	NDVI 3	IRS-LSat	PHM	PVM	RM	Límite	Resultado
1	s	S	S	s	s	s	S	-	-	ns	1, 3, 5, 7, 9, 11 y 13	Muestra en la Imagen las coberturas seleccionadas.
2	ns	Ns	Ns	ns	ns	ns	Ns	-	-	ns	2, 4, 6, 8, 10, 12, 14	Muestra en la Imagen las coberturas seleccionadas.
3	-	-	-	-	-	-	-	4407148.93241 632	6916897.158897 90	s	15, 17	Muestra la imagen con las coberturas seleccionadas. Muestra la información de las coordenadas x y y, de la distancia, la distancia acumulada, de la cantidad de vértices y del área.
4	-	-	-	-	-	-	-	4438232.68099 451	6940582.952118 68	s	16, 18	Muestra la imagen con las coberturas seleccionadas. Muestra la información de las coordenadas x y y, de la distancia, la distancia acumulada, de la cantidad de vértices y del área.
5	-	-	-	-	-	-	-	4407148.93241 631	-	-	21	PHM fuera de rango.
6	-	-	-	-	-	-	-	4438232.68099 452	-	-	22	PHM fuera de rango.
7	-	-	-	-	-	-	-	-	6916897.158897 89	-	23	PVM fuera de rango.
8	-	-	-	-	-	-	-	-	6940582.952118 69	-	24	PVM fuera de rango.

Tabla: Caso de Prueba de la Tercera Iteración

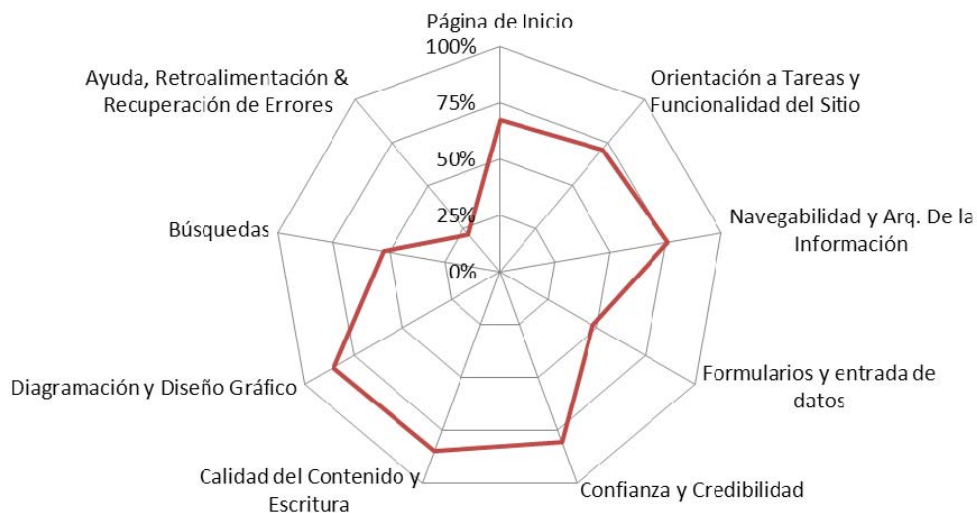
EVALUACIÓN HEURÍSTICA

Evaluador N°1

Resumen de resultados

	Calificación Neta	# Preguntas	# Respuesta	Calificación
Página de Inicio	7	20	20	68%
Orientación a Tareas y Funcionalidad del Sitio	18	44	43	71%
Navegabilidad y Arq. De la Información	15	29	29	76%
Formularios y entrada de datos	-1	23	23	48%
Confianza y Credibilidad	8	13	13	81%
Calidad del Contenido y Escritura	16	23	23	85%
Diagramación y Diseño Gráfico	27	38	38	86%
Búsquedas	1	20	20	53%
Ayuda, Retroalimentación & Recuperación de Errores	-21	37	37	22%
Calificación Final		247	246	65%

Tabla: Resultado de la Evaluación Heurística del Evaluador N°1.

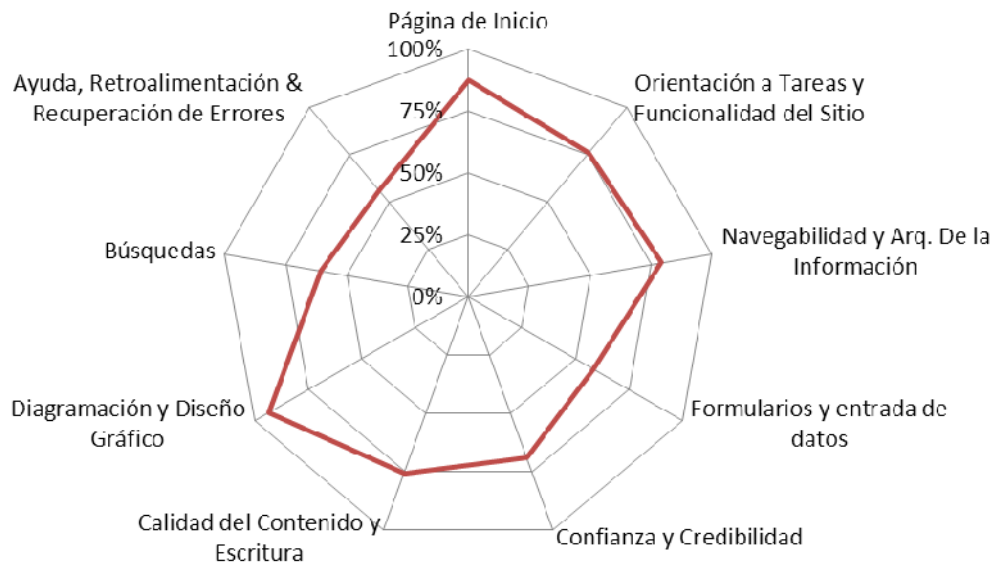


Evaluador N° 2

Resumen de resultados

	Calificación Neta	# Preguntas	# Respuesta	Calificación
Página de Inicio	15	20	20	88%
Orientación a Tareas y Funcionalidad del Sitio	22	44	43	76%
Navegabilidad y Arq. De la Información	17	29	29	79%
Formularios y entrada de datos	4	23	23	59%
Confianza y Credibilidad	5	13	13	69%
Calidad del Contenido y Escritura	11	23	21	76%
Diagramación y Diseño Gráfico	27	38	31	94%
Búsquedas	4	20	19	61%
Ayuda, Retroalimentación & Recuperación de Errores	4	37	32	56%
Calificación Final		247	231	73%

Tabla: Resultado de la Evaluación Heurística del Evaluador N°2.



Evaluador N° 3

Resumen de resultados

	Calificación Neta	# Preguntas	# Respuesta	Calificación
Página de Inicio	14	20	20	85%
Orientación a Tareas y Funcionalidad del Sitio	22	44	44	75%
Navegabilidad y Arq. De la Información	19	29	29	83%
Formularios y entrada de datos	15	23	23	83%
Confianza y Credibilidad	11	13	13	92%
Calidad del Contenido y Escritura	17	23	23	87%
Diagramación y Diseño Gráfico	31	38	38	91%
Búsquedas	8	20	20	70%
Ayuda, Retroalimentación & Recuperación de Errores	26	37	37	85%
Calificación Final		247	247	83%

Tabla: Resultado de la Evaluación Heurística del Evaluador N°3.

