



## TRABAJO ESPECIAL



Intercambio de información ambiental en la web a través de un Sistema de Información Geográfica de uso público

TUTOR ACADEMICO: Prof. Luis Fernandez

Presentado ante la ilustre  
Universidad Central de  
Venezuela para optar al Título de  
Especialista en Comunicaciones y  
Redes de Comunicaciones de Datos  
Por el Ing. Chacon, Lilliam Coromoto

Caracas, Septiembre 2011

**Ing. Chacon, Lilliam Coromoto**

**“Intercambio de información ambiental en la web a través de un Sistema de Información Geográfica de uso Público”**

**TUTOR ACADEMICO: Prof. Luis Fernández. Tesis. Caracas, U.C.V.  
Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Eléctrica. Año 2011, 37 p.**

**Resumen.** Cóndor es un Sistema de Información Geográfico producto de la colaboración existente entre la Corporación Andina de Fomento (CAF) y Conservación Internacional (CI), quienes deciden aunar esfuerzos en la búsqueda de métodos y herramientas para la integración de criterios ambientales y de conservación de la biodiversidad, en la evaluación de proyectos de infraestructura en la Región Andina. Está enfocada a identificar riesgos y oportunidades ambientales de proyectos con mayor antelación al tradicional método basado en estudios de impacto ambiental, los cuales son realizados luego de que un proyecto ha sido concebido, diseñado y financiado. Debido a la demanda de tecnologías SIG (Sistemas de Información Geográfica) y el manejo de información geográfica vía Internet, se decide contar con una versión operable en Internet, lo cual facilita el acceso a un mayor número de usuarios y permite mantener la base de datos centralizada y actualizada; debido a que la versión actual carecía de facilidades vía web, el mismo se desarrollaría con tecnología de punta, el cual permite la edición simultánea vía Internet de sus usuarios para un mejor análisis y verdadero uso de la herramienta SIG; de esta manera, se realiza una evaluación ágil y eficaz de los posibles impactos ambientales y sociales asociados a los proyectos de infraestructura. El SIG Cóndor tiene como objetivo centralizar los datos geográficos y atributivos, de tal manera que puedan ser compartidos, almacenados, actualizados y difundidos, para contribuir así con el buen desempeño de los procesos de planificación de proyectos de infraestructura, permitiendo que el resto de los Organismos Públicos y Privados de cada uno de los países, puedan contar con dicha información.

**Palabras Clave:** SIG, infraestructura, impacto ambiental, región andina, geoespacial.

## **Dedicatoria**

A Dios

A mi madre, quien siempre me acompaña (QEPD)

A mi hogar

## **Agradecimiento**

A mi madre, quien es mi mayor ejemplo de vida y lucha.

A mi esposo, quien es mi ejemplo de dedicación.

A mis hijos y mi hermana Delis, quienes son mis grandes compañeros.

Al Profesor Luis Fernandez, mi Tutor Academico, quien me acompaño y colaboro en todo momento de mis estudios de postgrado.

A todas aquellas personas, que de una forma u otra, me brindaron su colaboración para realizar esta Tesis de Grado.

# CONTENIDO

<b>I.- SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA AMBIENTAL CONDOR.....</b>	<b>6</b>
1.- Antecedentes .....	6
Interfaz actual .....	6
2.- Objetivos del proyecto .....	8
2.1.- Objetivo General.....	8
2.2.- Objetivos Específicos .....	8
3. Justificación .....	9
4. Alcance.....	10
5.- Limitaciones.....	13
<b>II.- MARCO CONCEPTUAL.....</b>	<b>15</b>
1.-Sistemas De Información Geográfica (Sig) .....	15
1.1.- Definición .....	15
1.2.- Funciones de un SIG .....	17
2.- Base De Datos Geoespacial (Geodatabase) .....	18
2.1.- Definición .....	18
2.2.- Características de una Geodatabase .....	19
2.3.- Tipos de Geodatabase .....	20
2.4.- Diseño de una Geodatabase .....	20
2.5.- Herramientas para el manejo de Geodatabase .....	21
3.- Geoservicios.....	21
3.1.- Definición .....	21
<b>III.- METODOLOGIA IMPLEMENTADA.....</b>	<b>23</b>
1.- Propuesta Técnica .....	23
Primera Fase: .....	24
Segunda Fase: .....	25
2. Propuesta Técnica Económica .....	26
Presupuesto Requerido .....	27
Tabla Nro.1: Costos que implican el Proyecto CONDOR.....	27
<b>IV.- IMPACTOS Y BENEFICIOS.....</b>	<b>28</b>
Tabla Nro.2: Cambios realizados en CONDOR.....	29
Tabla Nro.3: Uso de la Herramienta.....	30
<b>V.- CONCLUSIONES .....</b>	<b>31</b>
<b>VI.- RECOMENDACIONES .....</b>	<b>32</b>
Anexo 1:ArcGis SERVER.....	34
Anexo 2:Manual de Normas .....	355
<b>VII.- BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>37</b>
<b>VIII.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....</b>	<b>38</b>

# **I.- SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA AMBIENTAL CONDOR**

## **1.- Antecedentes**

En esta sección se describirán las características actuales del Sistema Cóndor y las diferentes plataformas implementadas hasta la actualidad; el cual esta concedido por medio de un equipo multidisciplinario, el cual permite, los diferentes puntos de vista, a favor de la conservación ambiental.

El Sistema de Información Geográfico Cóndor, tuvo sus inicios en 1995 cuando la CAF y Conservación Internacional (CI) deciden aunar esfuerzos para crear la primera herramienta informática orientada a identificar y orientar acciones para prevenir los principales impactos ambientales y sociales asociados a grandes proyectos de infraestructura en la Región Andina (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela). A partir de ese momento, se inicia un trabajo de recopilación de información temática relacionado a temas socio-ambientales, biológicos, geográficos y climáticos de la región.

### **Interfaz actual**

5 años más tarde, después de un arduo proceso de recopilación de información y desarrollo de la primera estructura informática del sistema, se muestra en el año 2000 la primera versión del Sistema de Información Geográfico CÓNDROR, en formato CD, la cual permitió, por primera vez en la historia de la región andina, compartir una herramienta informática capaz de identificar, de forma preliminar y con antelación al desarrollo de un Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), los principales impactos ambientales y sociales relacionados a la implementación de grandes proyectos de infraestructura en los países andinos. No obstante, a pesar de los amplios beneficios ofrecidos por dicha herramienta, el acceso a la misma era limitado y su actualización se veía imposibilitada por encontrarse en un medio magnético independiente (CD).

Para superar este obstáculo, en el año 2001 se encomendó al Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), desarrollar la primera versión CONDOR 1.3 en ambiente Web, la cual fue publicada en Internet a inicios del 2002. Dicha versión tenía ventajas comparativas indiscutibles con respecto a la versión anterior, puesto que podía ser accedida a través de la Internet, llegando así gratuitamente a un mayor número de usuarios.

Se había logrado publicar una herramienta capaz de identificar, de forma preliminar, los principales impactos ambientales y sociales vinculados a grandes proyectos de infraestructura para los países andinos, dicha herramienta estaba programada en lenguaje JAVA, con 25 capas de información geográfica y se orientaría a una diversidad de usuarios especialistas en diversas disciplinas y no para el usuario común. Subsecuente a este logro, se emprendió un exhaustivo proceso de capacitación personalizada sobre el uso de la herramienta Cóndor con más de 230 funcionarios claves vinculados a las principales instituciones de infraestructura y medio ambiente existentes en la región.

En este sentido, la necesidad actual es la de migrar Cóndor 2.0 a una plataforma de programación más amigable para el usuario final menos especializado, y más fácil de reprogramar según las necesidades de la CAF y sus usuarios. Adicionalmente, editar y actualizar las capas temáticas desde Internet existentes en la herramienta, a fin de mejorar la calidad de análisis y poder obtener la información en línea actualizada.

Actualmente, la herramienta CÓNDOR es la única herramienta de Información Geográfica disponible gratuitamente al público general en la Web, la cual esta diseñado para visualizar los proyectos viales aprobados por los gobiernos de la región Andina y sirve como medio para orientar inversiones en infraestructura con el menor costo ambiental y social posible.

Por ello, la herramienta Cóndor se encuentra en proceso de transformación bajo plataforma ArcGIS Empresarial moderno ([www.esri.com](http://www.esri.com)), escalable y modificable para responder a mayores preguntas emergentes como aquellas relacionadas a

los potenciales impactos ligados al desarrollo de grandes proyectos de infraestructura.

## **2.- Objetivos del proyecto**

### **2.1.- Objetivo General**

Crear una herramienta para la exploración, evaluación y monitoreo de proyectos de infraestructura que se integre con los criterios ambientales y la conservación de la biodiversidad.

### **2.2.- Objetivos Específicos**

De acuerdo al Objetivo General se han establecido una serie de Objetivos Específicos en base a encuestas realizadas para lograr un SIG robusto y acorde a las expectativas de sus usuarios:

- Establecer un repositorio de datos único.
- Obtener información que permita sustentar la toma de decisiones.
- Aportar mayor funcionalidad técnica con uso de SIG.
- Permitir al usuario final operar de manera sencilla y eficiente todo el contenido dinámico dentro de la página web.
- Visualizar georeferencialmente los proyectos viales sobre capas temáticas básicas y de importancia ambiental.
- Monitorear los proyectos viales sobre una misma plataforma.
- Integrar la información relativa a los proyectos proveniente de diferentes países.
- Actualizar la información, de forma remota y vía internet.
- Generar reportes de resultados e impresión de planos.
- Mejorar el mantenimiento de la aplicación y la información de la Base de Datos.
- Mejorar del proceso de análisis de Proyectos.



### **3. Justificación**

Anteriormente, el uso del Sistema de Información Geográfico Cóndor, requería que el usuario descargara el Programa JAVA de la Internet, cuyo proceso se puede demorar desde 30 min. hasta 40 min., de acuerdo al ancho de banda que posea el usuario. Como consecuencia, gran parte de los usuarios optan por abortar la instalación del programa JAVA, y con ello dejan de ser usuarios de la herramienta Cóndor. Con la migración de la plataforma JAVA a la plataforma basada en la implementación de un software catalogado como un servidor de aplicaciones SIG llamado ArcGIS Server (ver Anexo 1) en conjunto con el uso de un software manejador de Bases de datos Geoespaciales, los usuarios podrán ingresar directamente al Sistema Cóndor, sin la necesidad de tener que instalar previamente el Programa JAVA. Adicionalmente, los altos costos de la generación y obtención de la información geoespacial en toda la Región Andina, además de la duplicidad de esfuerzo y recurso humano y económico se ven minimizados.

Por lo antes expuesto, es importante acotar que los usuarios podrán disfrutar con mayor rapidez el acceso y uso de la herramienta Cóndor, gracias a una plataforma más versátil, abierta y funcional. Adicionalmente, se actualizarán las capas temáticas existentes en el Sistema e incorporarán adicionales, las cuales representan información de alto valor desarrollada por Conservación Internacional para toda la Región Andina.

Por otra parte, para lograr que los ministerios e instituciones de infraestructura en los países andinos consideren el “Sistema de Información Geográfico Ambiental Cóndor” como una de las herramientas de mayor utilidad en la evaluación ambiental y social de grandes proyectos de infraestructura en la región andina, se incorporarán una serie de mejoras técnicas en la herramienta, las cuales permitirán realizar una evaluación ágil y eficaz de los posibles impactos ambientales y sociales asociados a los proyectos de infraestructura. Para ello, con base en la experiencia adquirida en el desarrollo de la herramienta Cóndor, y gracias a las sugerencias aportadas por las diversas instituciones de

infraestructura usuarias del Sistema, se han identificado los principales aspectos a ser mejorados en la nueva herramienta.

## 4. Alcance

En este apartado se describe el Alcance exacto del Sistema de Información Geográfica Ambiental Córdor:

1. Se actualizará la plataforma existente a través de la implementación del software ArcGIS Server y un manejador de Base de Datos geoespaciales - SQL, a fin de aportar mayor y mejor funcionalidad, rapidez de acceso a la herramienta y versatilidad de manejo de la información geoespacial.

2. Se actualizarán o reemplazaran las capas temáticas existentes en el sistema Córdor:

- Modelo de Elevación en formato Raster, 270 mts de resolución.
- Precipitación Total Anual en formato Raster, 1 Km de resolución.
- Temperatura Promedio Anual en formato Raster, 1 Km de resolución.
- Endemismo a nivel de Especies en formato Vector, escala 1:1.000.000
- Riqueza de genero o familias en formato Vector, escala 1:1.000.000
- Riqueza de especies por ecoregión en formato Vector, escala 1:1.000.000
- Grado de amenaza por ecoregión en formato Vector, escala 1:1.000.000
- Riqueza de hábitat en formato Vector, escala 1:1.000.000
- Ecoregiones en formato Vector, escala 1:1.000.000
- Tipos de Suelo en formato Vector, escala 1:4.000.000
- Red Hidrológica en formato Vector, escala aproximada 1:1.000.000.
- Ríos Principales en formato Vector, escala aproximada 1:4.000.000
- Uso de Tierras en formato Raster, 1 Km de resolución (incluye agricultura, fragmentación de bosques, superficie de bosques y manglares, tasa de degradación de cobertura forestal, entre otros).
- Deforestación en formato Raster, 30 mts de resolución.
- Distribución de fuegos en formato Vector, escala 1:1.000.000
- Red Vial en formato Vector, escala 1:1.000.000
- Países de la Región de los Andes en formato Vector, escala 1:1.000.000

- Límites departamentales en formato Vector, escala 1:1.000.000
- Límites Municipales en formato Vector, escala 1:1.000.000
- Capitales de los Países Andinos en formato Vector, escala 1:1.000.000.

3. Se incorporarán las siguientes capas temáticas al Sistema Cóndor:

- Lagunas o cuerpos de agua
- Cuencas hidrográficas
- Volcanes
- Áreas de actividad sísmica
- Áreas de deposición sedimentaria
- Pistas de aterrizaje
- Reservas Forestales, Concesiones forestales y Bosques Protegidos
- Reservas hidráulicas
- Biodiversidad - Patrones de Endemismo de Aves
- Biodiversidad – Patrones de Endemismo de Mamíferos
- Biodiversidad – Patrones de Endemismo de Anfibios
- Biodiversidad - Riqueza de Aves
- Biodiversidad – Riqueza de Mamíferos
- Biodiversidad – Riqueza de Anfibios
- Biodiversidad - Riqueza total de especies de aves, anfibios y mamíferos por ecoregión.
- Biodiversidad – Riqueza de especies amenazadas por ecoregión
- Mapa de Cobertura y Uso de Suelo del Año 2002
- Bosques Remanentes en el Año 2000
- Áreas Indígenas Oficialmente Decretadas (válidas para Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú)
- Comunidades Indígenas para Venezuela
- Áreas Naturales Protegidas clasificadas, entre otros (Ej. UICN), según la legislación nacional vigente en los respectivos países

Conservación Internacional maneja proyectos para producir y actualizar capas de información geoespacial. A futuro, se podrá incorporar capas de información que no se encuentren dentro de este listado que sean útiles para los usuarios del Sistema Cóndor, incluyendo pendientes, distribución de la población por

accesibilidad, distribución de la densidad de población, poblaciones, ciudades principales, factores sociales, población total por municipio, densidad de población, entre otras.

4. Se incorporara un nuevo “Sistema de Alerta” a la nueva plataforma, de forma que este sistema posea la capacidad de:

- Analizar un proyecto con capas temáticas existentes, así como las que sean introducidas por el usuario.
- Los resultados serán guardados en el disco duro local, copiado como imagen e impreso por el usuario, incluyendo información básica asociada al proyecto (Ej. Título, monto del proyecto, Organismo Ejecutor, norte geográfico, mapa de ubicación regional, etc.)
- Calcular (en Km<sup>2</sup>) las áreas afectadas por un proyecto según el Buffer seleccionado (ancho del área de impacto generada por un proyecto)
- Generar el reporte con los resultados de forma espacial y atributiva.

5. Se deberá actualizar el “Módulo de Publicación de Proyectos” a la nueva plataforma, de forma tal que los mecanismos de comunicación y transferencia de datos se mantengan.

6. Se deberá actualizar y ampliar la capacidad del “Módulo Avanzado de Ingreso de Proyectos” a la nueva plataforma, logrando que los proyectos ingresados al Sistema Cóndor (ya sea manualmente o a través de coordenadas) se puedan:

- Guardar electrónicamente, y de forma segura contra hackers (piratas de la red), los proyectos de infraestructura digitalizados en el Servidor Cóndor, considerando un mecanismo de seguridad que les permita ser los “únicos” en: poder visualizar, modificar y copiar como imagen los proyectos ingresados en el servidor principal de Cóndor, y poder liberar posteriormente, previa autorización del mismo usuario, incluyendo datos relevantes asociados al proyecto (Ej. Título, monto del proyecto, Organismo Ejecutor, norte geográfico, mapa de ubicación regional, etc.).
- Realizar el análisis con base en los proyectos ingresados al Servidor Cóndor, utilizando “todas” las herramientas y capas de información existentes en el Sistema de Información Geográfico Cóndor.

7. Se debe configurar la herramienta con los diferentes protocolos existentes para la interconexión y visualización de la información de forma de publicar las capas de Cóndor en otros Geoservicios.
8. Se deberá hacer entrega a la CAF de 1000 “Manuales Instructivos” y 1000 “volantes” del nuevo Sistema Cóndor 3.0, con la imagen Corporativa de la CAF.

## **5.- Limitaciones**

Para llevar a cabo la implementación del Sistema de Información Geográfica Ambiental Cóndor, se trabajó con diferentes tipos de limitaciones y restricciones, en este apartado se mencionan las principales limitaciones detectadas:

- Se debía crear una herramienta con una imagen corporativa, acorde a los lineamientos de la CAF y Conservación Internacional. Esto debido a que Cóndor poseía una historia importante como herramienta SIG y debía de permanecer el vínculo con su historia y no perder la trayectoria de este.
- Su acceso debía realizarse a través de un vínculo externo por medio de la misma página de la CAF con los estándares de la página de la Corporación.
- Instalación de la aplicación fuera de la red de la corporación, esto trajo múltiples problemas: búsqueda de servidor adecuado, procura de licencias (duplicidad de recursos), mantenimiento.
- Incorporar nuevas capas de información fuera del contexto de trabajo de Conservación Internacional, esto ameritó la recopilación y edición de las mismas para luego poder ser incorporadas a la base de datos de Cóndor.
- Tramitar los permisos para la publicación de capas temáticas no pertenecientes a Conservación Internacional.
- La versión anterior de Cóndor no trabajaba por medio de Geodatabase debido a la plataforma tecnológica que manejaba, por lo cual debió crearse toda una infraestructura de datos: identificar los diferentes tipos de datos para posteriormente crear el modelo de datos.
- En el momento de su implementación en ambiente desarrollo, el concepto de Geodatabase y el manejo de Arc Gis Server era una novedad, restringiendo la modificación y actualización remota de las capas temáticas,

por lo cual se debió capacitar personal en los diferentes países de la Región Andina.

- La interconexión de los países de forma remota hacia el servidor donde se encontraba alojado Cóndor, requirió de un mayor ancho de banda para poder establecer el mantenimiento y consulta de la data temática.
- Adicionalmente a estas limitaciones y restricciones se debía mejorar las fallas reportadas por anteriores versiones como lo eran:
  - ✓ Acceso inicial: Para cargar el Sistema CÓNDR por primera vez, era necesario instalar el plug-in de JAVA. Este proceso puede tardar entre 30 – 45 minutos, según el ancho de banda del usuario.
  - ✓ Imposibilidad de ampliar proyectos existentes: no era posible que los usuarios puedan modificar y compartir los proyectos guardados en el disco duro de sus computadoras.
  - ✓ Carencia de diccionario de datos: la nomenclatura utilizada en Cóndor es en parte desconocida para el usuario.
  - ✓ Informe o reporte de análisis.- el informe de análisis no tiene la funcionalidad de escoger que información va ser usada por el usuario.
  - ✓ Incorporación de nuevas capas temáticas, en Cóndor no se podía incorporar nuevas capas temáticas.
  - ✓ Capas temáticas desactualizados.- para la actualización de las capas existente dentro del sistema Cóndor el proceso era rígido y dependiente.
  - ✓ Personalización del sistema.- el sistema Cóndor actual no permite la programación de nuevas herramientas ni la modificación de las ya existentes.
  - ✓ La información existente carecía de metadatos.
  - ✓ No se podía desplegar las capas temáticas en otros geoportales.

## II.- MARCO CONCEPTUAL

En esta sección se mostraran los diferentes temas y conceptos que sentaran las bases para poder comprender el proyecto presentado.

### 1.-Sistemas De Información Geográfica (Sig)

#### 1.1.- Definición

Existen diversos conceptos de S.I.G, muchas definiciones orientadas hacia lo tecnológico y otras enfocadas a las funciones que realizan (<http://www.gis.com/whatisgis/index.html>), sin embargo, los Sistemas de Información Geográfica son herramientas que integran cinco grandes componentes:

- Software
- Hardware
- Datos geográficos
- Metodologías
- Equipo Humano

Los mismos están organizados eficientemente para capturar, almacenar, analizar y editar información referenciada geográficamente (Georeferenciado), con el fin de resolver problemas espaciales complejos, muchas veces impredecibles antes de implantar el sistema.

- Software: son un conjunto de herramientas ubicadas en sistemas operativos específicos y se usan con otras aplicaciones informáticas que tratan con la administración del sistema. Existen para la gestión de datos desde bases de datos para la visualización de datos y para realizar tareas como importación y exportación.
- Hardware: está referido a la plataforma informática que permite la entrada y salida de datos, así como transferencia de archivos. Comprende además dispositivos periféricos de entrada y salida.
- Datos: Todos los SIG están basados en datos, así como normas para el tratamiento de los mismos, adicionalmente cada dato debe poseer fuente,

año, fecha de la última actualización, periodicidad de actualización, autor, etc (Metadatos).

- Metodologías: comprende la lógica, normas y tareas implicadas en el diseño, creación y operación de un SIG. De esto depende la calidad de los resultados. Hay métodos para el análisis espacial, para la manipulación de datos, para el análisis de las necesidades de los usuarios, y para la interpretación de mapas.
- Equipo humano, son los responsables del diseño e implementación.

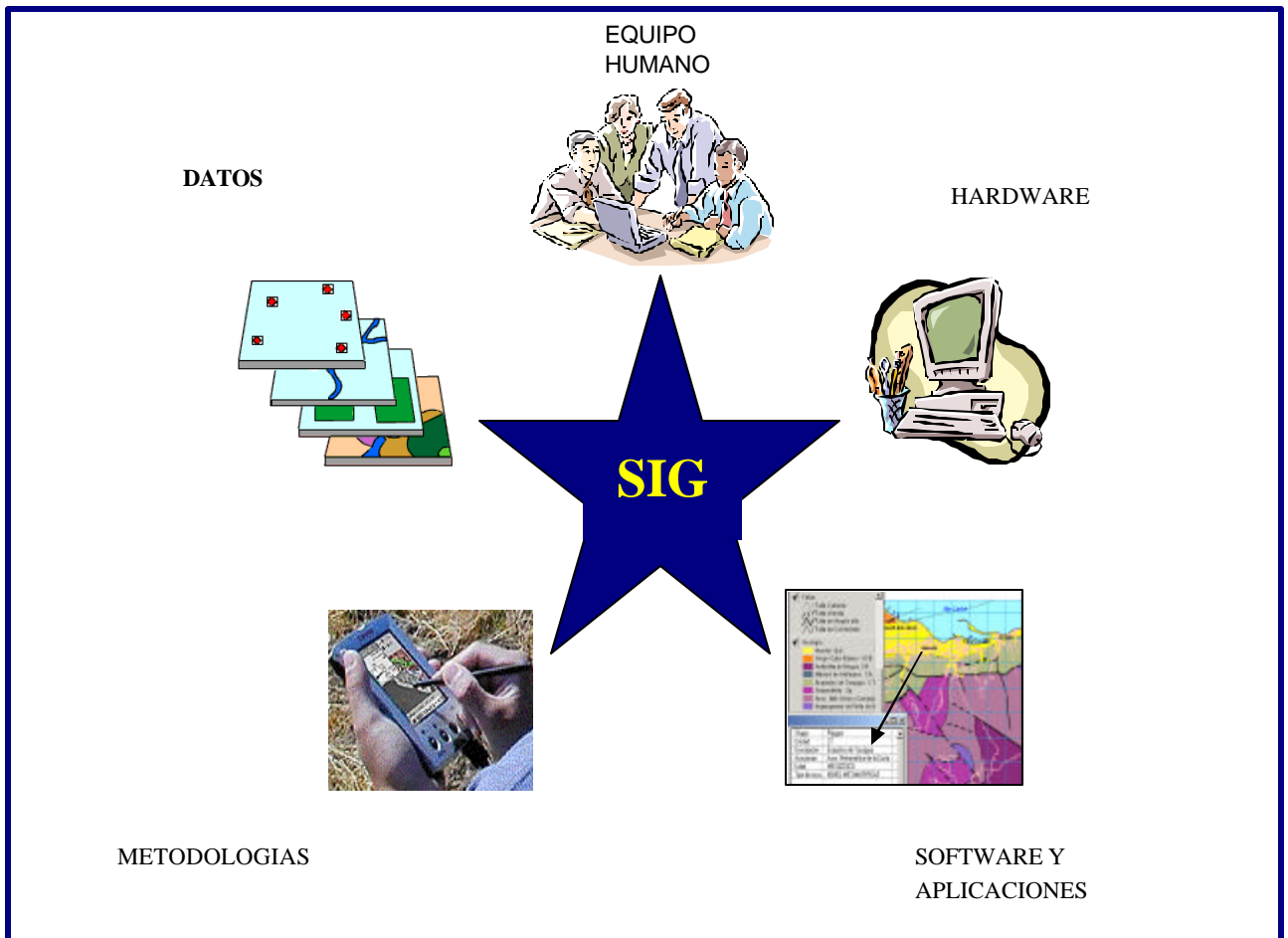


Figura Nro. 1: Componentes de un Sistema de Información Geográfica. Fuente: ESRI de Venezuela



## 1.2.- Funciones de un SIG

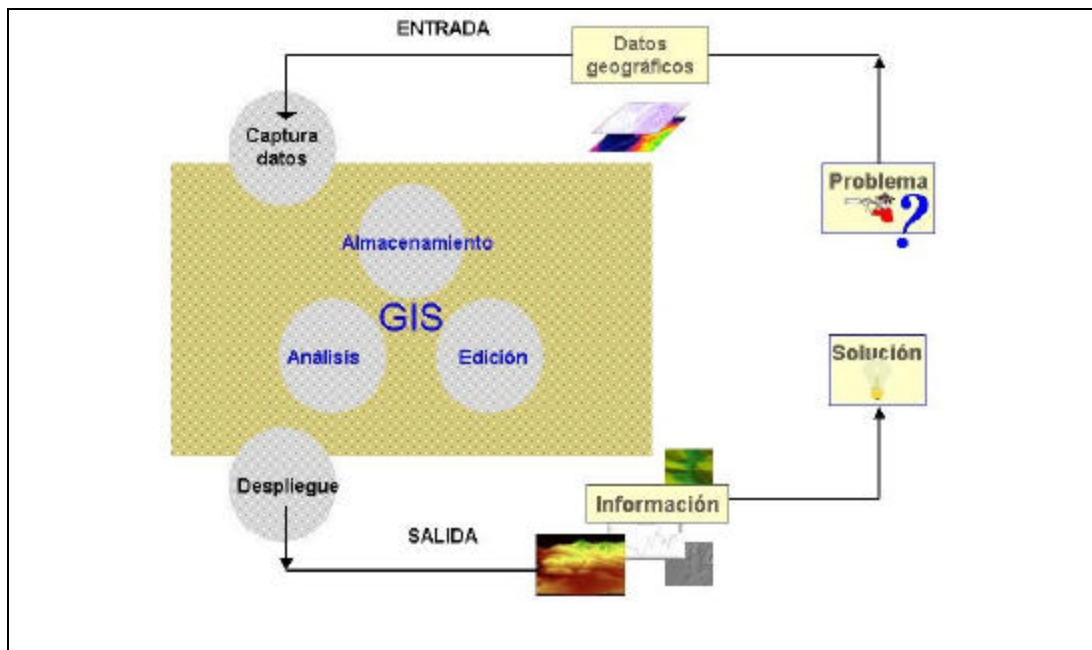


Figura Nro. 2: Ciclo de la información en un Sistema de Información Geográfico. Fuente: ESRI de Venezuela

Un Sistema de Información Geográfica es además una convergencia de diversas disciplinas que proveen un número de técnicas. Algunas de estas disciplinas enfatizan su aporte en la adquisición de datos, otros en el ajuste o relaciones entre datos, en la integración de los mismos, en el modelamiento y análisis de esos datos. Entre estas disciplinas y áreas de funcionamiento nos encontramos con:

**Gestión de recursos naturales:** Fue una de las primeras aplicaciones de los SIG. Se basan en ellas estudios sobre hidrografía, masas forestales y de cultivos, infraestructuras, usos de territorio, evaluación del impacto ambiental, detección de cambios de cultivo, productividad de los suelos, simulación de fenómenos naturales, etc.

**Evaluación de riesgos y emergencias:** utilizadas por la policía, seguridad ciudadana, defensa civil, sanitarios, etc. Comprenden posibilidades tales como evaluación de zonas de riesgo por materiales tóxicos o inflamables, organización de evacuaciones masivas, previsión de la evolución de incendios forestales, gestión de tráfico automovilístico.

Mención específica merecen las aplicaciones de infraestructura vial, Gestión de servicios y mapeado automático. Aplicaciones utilizadas por compañías de servicios: telefonía, gas, electricidad, agua, alcantarillado, recogida de residuo y basura, etc. La tecnología SIG se utiliza como una herramienta de gestión de información.

## **2.- Base De Datos Geoespacial (Geodatabase)**

Un Modelo de Datos Geográficos es un conjunto de registros que soportan una representación grafica, con atributos alfanuméricos, que pueden ser editados y analizados.

### **2.1.- Definición**

Los Modelos de Datos Geoespaciales (Geodatabases), son herramientas que tienen la capacidad de representar el comportamiento natural y las relaciones de los Objetos, es decir, la Geodatabase, adicionalmente tiene consigo las características de los Modelos de Datos Orientados a Objetos.

El Objetivo de las Bases de Datos Geoespacial (Geodatabase), es permitir a los usuarios crear entidades más inteligentes basadas en las relaciones espaciales y atributivas que mantiene con las otras Entidades.

La información contenida en una base de datos está estructurada de acuerdo a lo que se requiere para su mejor consulta y mayor versatilidad de la misma. Esta, conforma el centro o lo mas importante dentro de un Sistema de Información Geográfico, debido a que ella permitirá la flexibilidad, el rendimiento y el fácil manejo de sus usuarios. Los datos geoespaciales, son aquellos que manejan el atributo asociado a un objeto.

La Geodatabase se conforma de Modelos de Datos Lógico y Físico, ya que los Objetos definidos en los Modelos Lógicos vienen a ser, en su mayoría, los mismos que se implantan en el Físico, tales como “parcelas”, “vías”, “edificios”, etc.

Una de las mayores ventajas que ofrece la Geodatabase, es la posibilidad de “condicionar o modificar” el comportamiento de las “Entidades”, sin necesidad de programar aplicaciones; esto a través de las bondades “Dominios” y “Reglas de

Validación” que se han incorporado a estas Bases de Datos, además de otras funciones, logrando una mayor confiabilidad e integridad del dato con la incorporación de los metadatos dentro de las características del mismo.

## 2.2.- Características de una Geodatabase

Entre las principales características que definen una Geodatabase, se encuentran Tareas sobre los Objetos y las Interacciones entre los Objetos que se producen.

- Adición y Edición de Registros en Entidades

Al adicionar un Registro de una Entidad Espacial a la Base de Datos, y asignarles valores atributivos, la Geodatabase permite asegurar que se encuentra en el “Lugar” correcto, con los valores correctos, respetando las “Reglas” y “Validaciones” que se han establecido previamente.

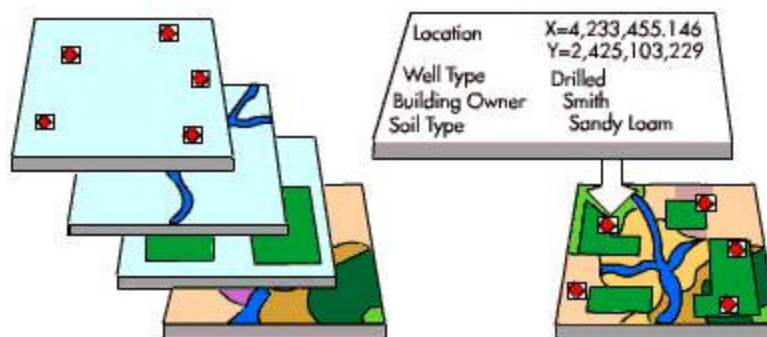


Figura Nro. 3: Integración de entidades. Fuente: [www.esri.com](http://www.esri.com)

Así mismo, se garantiza la geometría lógica de la Entidad Espacial, con la correcta formación de curvas y esquinas.

- Relaciones entre las Entidades

Todos los Objetos se encuentran Inter-relacionados entre si. Estas Relaciones en la Geodatabase se clasifican en tres tipos:

- ✓ Topológica: Es la relación de vecindad o conexión que existe entre los diversos registros de una Entidad o entre algunas Entidades
- ✓ Espacial: Son las relaciones existentes entre la Geometría de las Entidades en la Base de Datos.
- ✓ General: Son las Relaciones que tienen las Entidades Espaciales con las Entidades Atributivas, y que no se observan en el Mapa.

- Representación Cartográfica de las Entidades

Es la posibilidad que tienen las Bases de Datos Geoespaciales, de representar gráficamente en forma digital los datos georeferenciados, de acuerdo a la simbología establecida internacionalmente y según símbolos especiales definidos por los Usuarios.

- Análisis Interactivo

Una vez desplegada la información digital en forma grafica, el Usuario podrá tocar las Entidades Espaciales allí desplegadas, buscar sus propiedades a través de las Tablas Atributivas y observar las relaciones presentes, con la finalidad de realizar análisis que le permitan tomar una decisión.

### **2.3.- Tipos de Geodatabase**

Una Geodatabase puede ser de dos Tipos, Personal/Archivo y Multiusuario, cada una de las cuales posee características que la hacen especial para determinadas situaciones.

- Geodatabase Personal

Es aquella que se implementa con **Microsoft Access** (restringiendo el tamaño de la base de datos y la cantidad de registro), el cual ya viene con algunos Software para Sistemas de Información Geográfica, tales como ESRI. Este Tipo de Base de Datos Geoespacial no soporta datos de tipo Raster, no posee acceso múltiple de diferentes usuarios. Variante de esta es la File Geodatabase, la cual con las mismas características, permite datos tipo Raster.

- Geodatabase Multiusuario

Es aquella que se implementa en Manejadores de Base de Datos Relacionales de gran poder, tales como Oracle, SQL Server, etc., y necesita un Software para cargar y consultar los Datos almacenados, tal como ArcSDE de ESRI. Este tipo de Base de Datos Espacial no pose limitante de tipo de datos, Acceso Múltiple y Registros.

### **2.4.- Diseño de una Geodatabase**

Como todas las Bases de Datos Relacional se basan en un modelo Lógico y uno Físico y para su implementación se requieren de los siguientes pasos:

- Modelar el requerimiento del usuario.
- Definir los objetos que conforman la base de datos y sus relaciones.

- Establecer la representación geográfica y el tipo de dato.
- Organizar la estructura de la base de datos de manera de lograr una mejor consulta.

## **2.5.- Herramientas para el manejo de Geodatabase**

Existen diferentes manejadores de Base de Datos en el mercado, sin embargo no todos poseen la potencialidad de trabajar con la parte espacial o geográfica, es por ello que se cierran las posibilidades en el mercado. Sin embargo herramientas como Oracle, SQL Server y ARCSDE presentan estas bondades.

En el caso específico de este proyecto SQL SERVER posee las características para el manejo de la base de datos relacional y ARCSDE - ESRI para la opción geoespacial.

## **3.- Geoservicios**

### **3.1.- Definición**

Es un conjunto de estándares y protocolos utilizados y diseñados para el intercambio de datos a través de redes de comunicación como la Internet, dicho intercambio es considerado interoperable en la medida en que se adopten protocolos y estándares abiertos. ([www.icde.org.co](http://www.icde.org.co))

En el contexto geográfico, los servicios Web geográficos (geoservicios) son aquellos protocolos y estándares que definen las reglas de transmisión de información geográfica, de manera que se puedan compartir, difundir y utilizar de manera ínter operable en distintas plataformas tecnológicas.

Se puede observar que los geoservicios son uno de los componentes de mayor articulación en la construcción de Infraestructuras de Datos Espaciales, ya que permiten de una manera práctica, que las instituciones participantes de dicha infraestructura compartan y usen la información geográfica en el marco de estándares y políticas de información geográfica.

Como se mencionó, los geoservicios se fundamentan en estándares y protocolos abiertos para su funcionamiento. De manera general, los estándares utilizados para el adecuado funcionamiento de los geoservicios, de acuerdo a su propósito, son los siguientes:

#### De integración de datos

- Simbología y Representación usados por los Servicios de Mapas para el despliegue de información geográfica en línea. SLD
- Configuración de Contexto de Mapas para el despliegue de servicios WMS en visores.
- Lenguaje de Marcado Geográfico en XML para definición y estructuración de datos geográficos en línea.
- Lenguaje de Marcado de Keyhole para estructuración de información geográfica para la plataforma Google Earth.

#### Para la transferencia de datos

- Servicios de mapas para la visualización (WMS) de información geográfica en línea.
- Servicios de objetos geográficos en línea (WFS) para utilizar su estructura y propiedades geométricas para procesamiento.
- Servicio de coberturas para poder visualizar estructuras de información raster sin perder sus características como composiciones de bandas, información RGB, etc.
- Para el acceso a los datos
- Servicios de catálogo para descubrir información geográfica a través de información descriptiva de metadatos.

#### Para el análisis de datos

- Servicio de procesamiento en web
- Servicio de procesamiento de coberturas

### **III.- METODOLOGIA IMPLEMENTADA**

En la actualidad, el proyecto Cóndor posee ciertas desventajas: requiere que sus usuarios descarguen el Programa JAVA de la Internet, como consecuencia, gran parte de los usuarios optan por abortar la instalación del programa JAVA.

Por otra parte, para lograr que el “Sistema de Información Geográfico Cóndor” sea una de las herramientas de mayor utilidad en la evaluación ambiental y social de grandes proyectos de infraestructura en la región andina, se debe incorporar una serie de mejoras técnicas en la herramienta, las cuales permitirán realizar una evaluación ágil y eficaz de los posibles impactos ambientales y sociales asociados a los proyectos de infraestructura.

Es por ello que se genera una tercera versión del Sistema de Información Geográfica Ambiental Cóndor, cambiando completamente a una herramienta mas potente, con una plataforma mas versátil ArcGIS Server 9.2, sobre un lenguaje de programación mas amigable Visual Basic .NET, aportando nuevas funcionalidades para modificar, editar, copiar e ingresar directamente al Sistema Cóndor e incrementar la capacidad de análisis de la herramienta a través de las mejoras técnicas descritas anteriormente.

#### **1.- Propuesta Técnica**

En este apartado se describirán las diferentes medidas adoptadas para crear el Sistema de Información Geográfica Ambiental Cóndor, con base en sugerencias, encuestas y cambios en las plataformas existentes, logrando clasificar el proyecto en dos fases con un mismo objetivo: Implementar un sistema que combine las funciones para publicación de mapas con un servidor de aplicaciones GIS multiusuario, ArcGIS Server, el cual permite gracias a su versatilidad de manejo, construir aplicaciones web, extraer e incorporar información atributiva y espacial. Debido a esto se debe cambiar el lenguaje de programación y la plataforma en la cual actualmente se encuentra Cóndor, realizar la evaluación del hardware y software necesarios para la nueva plataforma y crear un modelo de datos.

## Primera Fase:

Los objetivos primordiales del proyecto para esta primera etapa, son los siguientes:

- Evaluar los requerimientos de hardware y software necesarios recomendados por Conservación Internacional, como componentes indispensables para la implementación de la nueva versión Cóndor.
- Actualizar la plataforma Web actual, con la implementación y uso del software ArcGIS Server.
- Recopilar los requerimientos de los usuarios.

Para cumplir con estos objetivos se llevaron a cabo las siguientes actividades:

- Se evaluó la configuración actual del Servidor en el cual se encuentra el Proyecto Cóndor. Esto implicó:
  - ✓ Incrementar la memoria RAM en el servidor a 4 GHz.
  - ✓ Adquirir e instalar un disco duro adicional de 160 GBytes como unidad de almacenamiento.
  - ✓ Se adquirieron 5 cintas de backup para efectuar respaldos de data y aplicación.
  - ✓ Migrar el Servidor existente a la nueva Red fuera de la CAF.
- Se evaluaron las herramientas de Sistema de Información Geográfica existentes en el mercado.
- Se adquirió la licencia de ArcGis Server 9.2, para su posterior instalación.
- Se adquirió el software Microsoft NET Framework, para su posterior instalación.
- Se analizaron los requerimientos y necesidades de los usuarios de Cóndor.
- Debido al acceso remoto para la edición, copia y eliminación de archivos por parte del usuario en el servidor se adquirió un hardware de Seguridad “Cisco Firewall PIX” para asegurar la información en el sistema.
- Se efectuaron reuniones con personal de la CAF para organizar los usuarios y tipos de permisología que estos tendrán para la edición e incorporación de la información.
- Se efectuaron reuniones con los programadores para conseguir diferentes opciones de programación, para las nuevas funciones.



- Se generó el primer bosquejo de la herramienta que se desea publicar.

### **Segunda Fase:**

Los objetivos primordiales de esta fase eran:

- Realizar el análisis de las diferentes capas que posee el Sistema Cóndor.
- Actualizar la información o capas temáticas contra la base de datos de Conservación Internacional y otras fuentes.
- Análisis de las herramientas actuales del Sistema Cóndor.
- Programar la nueva versión del Sistema Cóndor en Visual Basic .NET para la página Web.
- Implementación y uso del software ArcGIS Server.
- Crear el manual de Normas, estándares y procedimientos (Anexo 2).

Para cumplir con los objetivos de esta segunda fase se llevaron a cabo las siguientes actividades:

- Se analizó cada una de las capas temáticas que componen actualmente el Proyecto Cóndor. Esto implicó:
  - ✓ Revisar cuales capas componen el Sistema Cóndor.
  - ✓ Análisis de fuente, formato, fecha de actualización, resolución y campos atributivos que componen cada una de estas capas.
  - ✓ Generar la metadata de cada capa temática.
  - ✓ Se generó un listado de dudas con respecto a capas temáticas específicas dentro del Sistema Cóndor para, una vez aclaradas, comenzar con la búsqueda o actualización de las mismas.
- Se procedió a la búsqueda y recopilación de información faltante dentro de nuestra Base de Datos.
- Se generaron capas en función de los requerimientos del Sistema Cóndor en base a los insumos de otras fuentes y Base de Datos de Conservación Internacional.
- Se tramitó la permisología necesaria para la publicación de las capas provenientes de organismos internacionales.

- Se realizó un análisis exhaustivo de herramientas puntuales del Sistema Cóndor, como lo son: el informe de alerta temprana, Publicación e ingreso de proyectos; todo ello, para dar inicio a la programación de las mismas.
- Se creó un modelo de Datos para ser implementado sobre SQL, dividido por módulos, dependiendo del tipo de información.
- Se implementó un ambiente de prueba, para lo cual:
  - ✓ Se instaló la licencia de ArcGis Server 9.2.
  - ✓ Se instaló el software Microsoft NET Framework.
  - ✓ Se creó un proyecto piloto, para la visualización y pruebas de la información y herramientas de la nueva versión de Cóndor.
  - ✓ Se efectuaron pruebas de conectividad con diferentes usuarios de la región andina.
- Se efectuó una reunión con personal de la CAF en la cual se plantearon las dudas y se concluyeron sobre las mismas, estos resultados tuvieron impacto directo sobre el Alcance 3 de la versión final del proyecto.

## 2. Propuesta Técnica Económica

A continuación se detallan los costos implicados en la nueva versión de Cóndor, trasladando el servidor existente a la Red de Conservación Internacional:

**Software:** Procura de la licencia ArcGis Server versión 9.2. Adquisición de Microsoft NET Framework, el cual es un completo conjunto de herramientas para crear e integrar con rapidez servicios Web XML, aplicaciones basadas en Microsoft Windows® y soluciones Web.

Costo de Actualización de Licencia = \$ 8.414

Costo de licencia de ArcGIS Server = \$50.480

**Hardware:** Incremento de memoria RAM, adquisición de disco duro adicional como unidad de almacenamiento, y adquisición de cintas de backup para efectuar respaldos de data y aplicación, también se propone el cambio de servidor.

Costo de Memoria RAM para servidor = \$621

Costo de Disco Duro de capacidad de 146 GB = \$402

Costo de 5 Cintas de Backup 80/160GB para efectuar respaldos de data = \$400 (\$80 c/u).

Costo de Hardware de Seguridad Cisco Firewall PIX = \$5.000

### **Presupuesto Requerido**

Con base en los objetivos y actividades del presente proyecto, el aporte de la CAF será de US\$ 120.000,00, con una contraparte CI estimada de US\$ 255.000,00.

Como parte de la colaboración mutua y el interés en herramientas de este tipo, ambas corporaciones asumen el costo del personal requerido para la implementación del nuevo Sistema de Información Geográfica Ambiental Cóndor.

<b>Presupuesto</b>	<b>CAF (\$)</b>	<b>CI (\$)</b>	<b>TOTAL (\$)</b>
<b>Honorarios</b>	46.331,00	55.000,00	81.331,00
<b>Hardware y Software</b>	65.317,00		65.317,00
<b>Información</b>		200.000,00	200.000,00
<b>SubTotal</b>	111.648,00	255.000,00	366.648,00

Tabla Nro.1: Costos que implican el Proyecto CONDOR

## IV.- IMPACTOS Y BENEFICIOS

La implantación del nuevo Sistema de Información Geográfica Ambiental Cóndor, además de necesitar ajustes o cambios sobre la Plataforma Tecnológica para garantizar su correcto funcionamiento, requirió cambiar su concepto inicial para poder implementar mayores bondades y un mayor uso de la herramienta.

En esta sección se describirán algunos impactos y potencialidades alcanzadas por Cóndor para sus usuarios:

- El uso del Sistema Cóndor es gratuito y puede ser accedido entrando a través de la página Web de la CAF ( [www.caf.com/condor](http://www.caf.com/condor) )
- El Sistema Cóndor posee un Manual de Usuario que puede ser descargado gratuitamente de la página Web de la CAF
- Ejercicios guiados en línea que explican paso a paso las funcionalidades de la herramienta
- Planos de la Región Andina a escala 1: 1.000.000
- Contiene 50 capas de información geoespacial, constituidas por 21 capas de datos ambientales, 5 capas de datos básicos administrativos, 7 capas de datos económicos, 7 capas de datos sociales.
- Herramientas para el manejo de las capas temáticas seleccionadas (cambio de posición, color y estructura de las capas)
- Un mapa índice para señalar la ubicación geográfica del proyecto seleccionado, dentro del contexto de la región andina
- Módulo para consultas básicas y búsqueda de atributos y elementos geográficos en las capas temáticas seleccionadas
- Módulo para consultas avanzadas de los atributos y elementos geográficos en las capas temáticas por medios del uso de cláusulas SQL
- Permite desarrollar un Informe de Análisis Ambiental y Social sobre el proyecto de infraestructura seleccionado, el cual ilustra y cuantifica las áreas de impacto generadas. Así mismo, el Informe de Análisis Ambiental y Social esta concebido para ser modificado y actualizado con nueva información temática, según los requerimientos específicos del usuario.

- Módulo para la digitalización de proyectos de infraestructura, con y sin georeferenciación, incluyendo la posibilidad de poder imprimir y guardar los proyectos ingresados y evaluados en el disco duro del usuario.
- Módulo para la comunicación de eventos a usuarios del Sistema Cóndor
- Módulo para emitir opiniones y sugerencias con respecto al Sistema Cóndor
- Módulo para el reporte de errores asociados al Sistema Cóndor
- Interconexión con otros servicios web (geoservicios).
- Todas las capas de información contienen la metadata como parte de sus atributos.

Funcionalidades	CONDOR	PROPUESTA
Servidor de aplicaciones GIS Multiusuario, Reducción de Costos (evita el proceso de instalación de software en los equipos, así como la duplicación del personal del mantenimiento del sistema).		X
Rapidez en el acceso web de la herramienta Cóndor		X
Fácil manejo para la publicación, modificación y descarga de información atributiva y espacial		X
Capacidad de Análisis GIS centralizado en el servidor	X	X
Geoprocesamiento (funciones de referenciación lineal, geocodificación, buffer, superposición etc.)	X	X
Edición avanzada GIS – Análisis de imágenes, Geoestadísticas multiusuario.		X
Creación e incorporación de capas de información con capacidad de almacenar (guardar) tanto en el servidor para compartir con otros usuarios como en el pc del cliente		X
Catálogo avanzado de manejo y búsqueda de Metadata	X	X
Reporte de análisis personalizado		X
Sistema Escalable (aumenta recursos de máquina en función del número de usuarios y sus requerimientos)		X
Interoperabilidad y compatibilidad con los sistemas empresariales más empleados en el mercado.		X
Programación abierta para futuras necesidades.		X
Adquisición de software opcional para el incremento de la capacidad GIS (Ej: Extensiones de la casa ESRI, 3D, Spatial, Network, etc. )		X
SopORTE técnico calificado y a nivel mundial, por tratarse de un software distribuido por una empresa líder en el mercado GIS, ESRI		X

Tabla Nro.2: Cambios realizados en CONDOR

Luego de implementado Cónдор, se realizó el análisis del uso de la herramienta, comparativamente con la estadística inicial que produjo el cambio de la plataforma, en la tabla y grafico siguiente podemos ver la diferencia, incluso después de hacer la socialización de la herramienta en diferentes países (Octubre 2010):

ACCION	Mayo 2010	Octubre 2010	Marzo 2011
Acceso inicial a Condor (www.caf.com/condor)	15	32	51
Acceso a Condor (http://200.74.216.189/condor3/)	2	30	48
Usuarios de menos de 2 min	15	32	51
Usuarios de mas de 2 min	1	30	47
Cantidad de Proyectos viales incorporados	5	11	17
Países interactuando con la herramienta	2	8	12

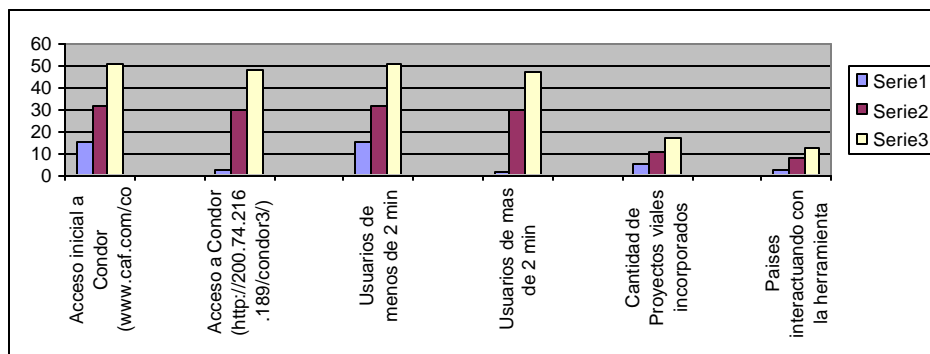


Tabla Nro.3: Uso de la Herramienta

## **V.- CONCLUSIONES**

Hoy en día la obtimización de recursos económicos y esfuerzos humanos nos han visto en la necesidad de crear herramientas, plataformas y servicios que nos permitan el no duplicar esfuerzos para lograr un mismo objetivo.

- Córdor v3.0 es una herramienta informática en web, basada en un Sistema de Información Geográfico, que permite la integración de variables ambientales, sociales y económicas en la planificación y evaluación de proyectos de infraestructura.
- Es una herramienta de evaluación temprana, enfocada a identificar riesgos, oportunidades y alternativas de proyectos en función de la conservación y biodiversidad ambiental.
- Condor, permite la vizualización de capas de información gratuitas dentro del mundo de Internet.

## **VI.- RECOMENDACIONES**

Para complementar los esfuerzos y logros realizados en los 12 años de experiencia previa en el desarrollo del Sistema de Información Geográfico Cónдор, en los cuales la CAF y CI han tenido la oportunidad de fortalecer paulatinamente las funcionalidades de la herramienta, acorde a las opiniones vividas y expresadas por los diferentes usuarios del Sistema Cónдор, y considerando que las estrategias de desarrollo apuntan a importantes inversiones en infraestructura para mejorar la integración latinoamericana, se considera que las perspectivas de desarrollo futuro del Cónдор deberían centrarse principalmente en fortalecer las bases informáticas existentes en la herramienta.

En este sentido, mejoramientos en las escalas, en la calidad y en la consistencia de información disponible en la base de datos de Cónдор, generará mayores oportunidades futuras para considerar la incorporación de ampliaciones en la funcionalidad SIG de Cónдор. Para ello, será importante considerar que cualquier modificación futura del sistema deberá ser realizada y/o aprobada por los autores intelectuales de la misma (CAF y CI) y sirva para fortalecer los procesos de simulación de escenarios y análisis a escalas más detalladas acorde con el propósito de la herramienta y las necesidades expresadas por los principales usuarios claves de la herramienta.

En este sentido, en consideración a los elevados costos relacionados a la actualización de tecnología y recopilación, generación, actualización, almacenamiento y difusión de la información geo- espacial requerida, resulta necesario compartir dicha responsabilidad con otras instituciones afines a los objetivos de la herramienta, para así lograr una mayor utilidad en los usuarios finales del Sistema.

Es así que un fortalecimiento de la base de datos de Cónдор, con la adición de información geo-espacial sobre riesgos físicos (geosféricos, hídricos, climatológicos), bióticos y sociales, factores socio-económicos, uso de la tierra/actividades antrópicas, geología y geomorfología, y otra información de mayor relevancia para guiar y evaluar los potenciales impactos asociados con los procesos de planificación y desarrollo de proyectos de infraestructura, ayudará a generar análisis mas detallados que apoyen a las tomas de decisiones.



Nota: La herramienta Cóndor fue desarrollada inicialmente para incluir el ámbito geográfico de los Andes. Actualmente se está ampliando el ámbito geográfico de la información en la base de datos de Cóndor a todos los países de Suramérica, en la medida que la información esté disponible en los países respectivos; a futuro se pretende ampliar este ámbito geográfico de información geo-espacial para integrar a los países centro americanos como Panamá, Costa Rica, Guatemala, Belice, El Salvador, Honduras, Nicaragua y México, en la medida que la información este disponible en los países respectivos.

## Anexo 1:

### ArcGIS Server, Fuente: [www.esri.com](http://www.esri.com)

Distribuya mapas, modelos y herramientas a otros en su organización de forma que encajen en su flujo de trabajo.

El software **ArcGIS Server** le da la habilidad de crear, manejar y distribuir servicios GIS a través de la Web, soportados por escritorios, móviles y aplicaciones de mapas web.



Para crear los servicios GIS, usted usará ArcGIS Desktop y creará el contenido geográfico, como mapas y herramientas GIS. Luego publicará ese contenido usando ArcGIS Server para que pueda ser usado en cualquier lugar de su empresa y en la Web.

ArcGIS Server simplifica el acceso a los servicios GIS para los profesionales del GIS, trabajadores móviles, así como también a los trabajadores sin experiencia en el tema de los GIS.

Con ArcGIS Server, usted tiene control de su contenido con un manejo centralizado de la data espacial, incluyendo las imágenes.

Adicionalmente, ArcGIS Server le proporciona una plataforma de servidor GIS escalable que puede ser desarrollada en un equipo único que soporte pequeños grupos de trabajo o puede ser distribuida a través de múltiples servidores para soportar aplicaciones empresariales.

### ArcGIS Server Extensiones

Al ArcGIS Server puede agregarle más capacidades con las extensiones, incluyendo geoprocésamiento avanzado y manejo de imágenes.

# Anexo 2:

## Manual de Normas, Fuente: Elaboración Propia



**OBJETIVO**  
En el presente documento, se pretende establecer los lineamientos generales y particulares a seguir por los analistas SIG y consultores para la generación, presentación y entrega del dato en formato digital. Las especificaciones técnicas están enfocadas esencialmente hacia la descripción detallada de la estructura de los datos espaciales y atributivos, documentos e informes.

**ALCANCE**  
Este documento está dirigido, sin exclusiones, a todos los analistas SIG, o los consultores, y a cualquier otro involucrado en los proyectos SIG, en la relativa a la estructura y definición de los datos espaciales y atributivos.

**CONSIDERACIONES**

- Este documento será actualizado y enmendado sistemáticamente y en forma periódica, a medida que se generen nuevos datos (y se creen nuevas entidades de datos espaciales o atributivos).
- La estructura de los datos de los proyectos propuestos por los consultores y direcciones, de la alcaldía, tienen que cumplir con la definición de los datos en SIG, sistemas de estar distribuidos y organizados en estructuras que se adapten a nuestros sistemas y herramientas de manipulación.
- La información que conforma el producto entregado por los consultores y direcciones de la alcaldía, estará conformado por diferentes tipos de elementos: archivos vectoriales, archivos raster, archivos de imágenes simples o satelitales, archivos de fotografías simples o aéreas, bases de datos, archivos de documentos, archivos de texto, mapas en papel, etc., y en una diversidad de formatos. Toda esta información es de reserva para la alcaldía y será mantenida en su formato original como histórico y manipulada en una copia.

**DEFINICIONES**  
Los datos son la parte del SIG que representan la realidad y están almacenados a través de códigos digitales en una base de datos. Estos datos se clasifican en tres grandes grupos de datos:

1. No espaciales o atributivos, los cuales son los campos que indican las características de la información geográfica. Por ejemplo, un punto puede representar la elevación de una especie, en tal caso existiría un atributo que se refiere al nombre, otro que haga referencia a la fecha de observación, etc.
2. Espaciales o geográficos, se refieren a la ubicación y forma (puntos, líneas y polígonos).
3. Metadatos, es la información sobre la fuente de información de los datos, métodos, autoría, fecha, etc.

Los datos espaciales son, además, cadenas de caracteres o símbolos que le proporcionan al usuario información sobre la localización geográfica de entidades del mundo real. Por ejemplo, se pueden generar tres conjuntos de datos espaciales usando la computadora para representar habitantes, ríos y clases de vegetación por medio de puntos, líneas y polígonos, respectivamente tal y como está reflejado en la figura 1.

**Figura 1.** Los datos espaciales de un sistema tipo SIG se representan en coordenadas X, Y de datos y por su geometría (puntos, líneas y polígonos).

Los archivos de datos vectoriales contienen datos espaciales representados a través de cadenas de datos para los pares de coordenadas X,Y que permiten ubicar a los objetos, junto con otros datos alfanuméricos que describen los atributos. Adicionalmente, los datos espaciales deben tener una localización sobre la superficie terrestre, la cual se logra con el uso de diferentes métodos de georeferenciación de archivos, etc.

- Georeferenciación Indirecta ([1] dirección postal)
- Georeferenciación Directa ([2] sistema UTM)

**Topología**  
Una característica del dato espacial, no visible, y esencial para la ubicación es la topología, la cual proporciona las propiedades de "estar contenido en", "adyacencia" y "conectividad" entre las entidades espaciales, permitiendo expresar las relaciones entre ellas de manera cualitativa.

La topología, representa la característica más importante de los SIG y es el aspecto diferenciador con los sistemas CAD. Adicionalmente corresponde a la relación que existe entre los elementos espaciales presentes en un mapa y permite manejar conceptos de:

- Área
- Conectividad
- Contigüidad
- Proximidad

Una de las tareas primarias para el desarrollo de la topología fue la de proveer un método riguroso y automatizado para limpiar errores de captura y eficiencia de datos.

**Sistema de Proyección**  
La representación de la superficie terrestre o parte de ella en un medio plano genera distorsiones (deformaciones en ángulo o forma, en área, distancia y dirección). Estas distorsiones se presentan porque la superficie terrestre está en un espacio tridimensional y su representación gráfica se hace en un medio bidimensional. Para resolver estas distorsiones la cartografía ha desarrollado sistemas que permitan elevar una o varias de ellas, denominados proyecciones cartográficas.

Entre los distintos sistemas de proyección, el más utilizado es la proyección UTM (Universal Transversal Mercator), sin embargo, y dependiendo de la extensión del estudio, la información puede ser entregada en otro sistema de proyección.

A modo de ejemplo se hizo a continuación, uno archivo con la información requerida dependiendo del sistema de proyección:

**Origen y destino**

**Origen y destino**

Se entiende como **Origen** o la relación constante que hay entre la distancia medida sobre un mapa o plano y la distancia correspondiente medida sobre el terreno representado.

**ESPECIFICACIONES PARA GENERAR Y ENTREGAR LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN FORMATO DIGITAL.**

1. Todos los archivos deben entregarse en formato digital (CD-ROM o DVD, como mínimo).
2. La consultora entregará un informe de la información digital donde se detallan cada uno de los elementos necesarios para obtener la información entregada, además de su origen:
  - Nombre del proyecto.
  - Nombre de la Consultora o Socio que realizó el proyecto.
  - Fecha de elaboración del proyecto.
  - Versión del proyecto (genérica o definitiva).
  - Cliente del proyecto.
  - Formato y Versión del software de entrega de los archivos y Sistema Operativo.
  - El software utilizado para generar esta información.
3. Para generar la información se debe tomar en cuenta los siguientes elementos:
  - **Escala:** la cual se define como el grado con el que la posición cartografiada se corresponde con el mundo real.
  - **Proyección:** se debe seguir la definición de la proyección oficial de cada atributo de acuerdo a la institución por la que se genera.
  - **Actualidad:** fecha en que se registraron los datos.
  - **Integridad:** Las entidades espaciales deben estar correctamente representadas y ser geométricamente consistentes. Por ejemplo, una línea debe ser representada por una línea continua y deberá ser numerada por medio de los parámetros reales (espesor y color) igualmente, un polígono deberá ser geométricamente cerrado, al estar completado y cerrado, y poseer su identificador único (interior). Para garantizar esta integridad geográfica se debe haber generado la topología correspondiente para toda la información espacial.
  - **Los atributos (datos)** requeridos siempre deben pasar un valor válido, no un valor para nulos. (Ejemplo: un valor numérico que sea requerido no debe ser "nulo" con valor cero (0), deberá ser "Nulo" con un valor null).
4. El sistema de proyección utilizado debe ser WGS84.

- a. Se debe entregar una descripción detallada de los parámetros de la proyección en que vienen los datos.
- b. Si la herramienta de software utilizada omite la información referente a la proyección, la consultora o dirección deberá crear un archivo en formato texto que indique los parámetros utilizados para tal fin.
- c. En caso que se genere información con diferentes sistemas de proyección, se deberán listar las capas por sistema de proyección y describir los parámetros claramente.

5. La Alcaldía está en capacidad de recibir los datos en diferentes escalas. Por lo tanto, se deberá especificar para cada componente la escala en la cual está representado y la resolución de la fuente para datos raster.
6. Todo este encargo de generar información geográfica debe entregar la información con su correspondiente topología.
7. Independientemente del software que manejen las consultoras o socios para el procesamiento de los datos espaciales y no espaciales correspondientes a los proyectos, los datos digitales que éstas entreguen deben cumplir las siguientes características de formato:
  - En caso de presentar los datos espaciales y atributivos en formato de base de datos el almacenamiento de la información deberá hacerse en estructuras de "File Geodatabase".
  - Los archivos espaciales deberán presentarse georeferenciado y se entreguen en formato coberturas o shapefile (en este caso deben entregarse con todos los extensiones que contiene: DBF, SHX, SHP, SHN, SBN, PRJ), de tal manera de permitir la consulta, almacenamiento, modificación y eliminación de información de entidades.
8. Estas entidades deberán ser capaces de manipular datos espaciales y no espaciales, por lo que deberán poseer la capacidad de contener atributos de tipo espacial (geometría, alfanuméricos, etc.). Además, estas estructuras deberán ser capaces de relacionarse a través de atributos (claves), de modo que todo el conjunto de ellas se puedan acoplar a un modelo de BD.
9. Una entidad espacial puede estar representada por una tabla y adicional a su geometría, ésta podrá contener otros atributos que la caractericen. Las entidades espaciales deben ser capaces de manejar la topología.
10. Una entidad no espacial puede estar representada por una tabla, y adicional a su clave ésta debe tener otros atributos que la caractericen.
11. Los atributos de cada una de las entidades espaciales y no espaciales deberán tener un tipo de dato válido, contándose como válido los descritos en este documento. Sólo se harán excepciones cuando el tipo de proyecto amerite el uso de conceptos espaciales y que hoyan sido válidos previamente la dirección.

11. Los tablas atributivos deben entregarse en formato base (dbf) o en su defecto en Excel.
12. Para la representación de las entidades espaciales se aceptan los tipos de datos geométricos básicos y manejados actualmente por las más reconocidas: líneas, puntos y polígonos.
13. Se aceptan los tipos de datos para los atributos no espaciales: Numéricos (enteros, enteros cortos, enteros largos, decimales, flotantes), alfanuméricos, fecha (en formato dd/mm/yyyy), binarios.
14. Un atributo o un conjunto de atributos deben formar la clave primaria de una entidad.
15. Los diferentes valores que integren los atributos de un elemento espacial deben estar detallados en el informe y/o metadata de cada cobertura geográfica, si los mismos son códigos y no conceptos.
16. Cada archivo georeferenciado debe contener su metadata completa, según especificaciones y con todos los campos atributivos debidamente llenados. Los metadatos se entregarán junto a los archivos georeferenciados, imágenes y documentos, en alguno de los formatos que se detallan:
  - En la plantilla FGDC (SCHI)
  - En la plantilla FGDC (DM)
  - Formato HTML.

Usando los campos mínimos que exigen estas plantillas, que describen la calidad del dato:

- Información de identificación
- Información de Organización de Datos Espaciales
- Información de Distribución
- Información de Referencia de Metadatos

17. Las imágenes se deben entregar en formato "geotiff" o "img" y sustituir:
  - a) la imagen fuente
  - b) la información de la imagen (fuente, año, resolución, sensor, tipo de procesamiento, datos)
  - c) la leyenda de la misma.
18. Las leyendas de archivos espaciales o imágenes, deben ser entregadas en formato de imagen file "tif" para su debida representación y visualización sobre nuestros herramientas.
19. Los mapas que se entreguen en formato papel, deberán ser entregados en digital en cualquiera de estos formatos: "JPG", "PDF", "EPS" o "SVG".

21. Para la entrega de documentos finales, informes y detalles de atributos, el formato es libre, cuidando siempre que los mismos sean legibles. Se pueden entregar archivos en formato pdf, doc, y otros (especificar software en caso de otros). Cada documento debe contener además la información de referencia de la fuente o topografía y cómo está organizada el proyecto.

## VII.- BIBLIOGRAFIA

- Chuvieco E, 1996, Fundamentos de Teledetección espacial, Tercera Edición, Ediciones RIALP.
- Diego Delucchi, Jorge Longo, Los Sistemas de Información Geográfico como herramientas para la gestión de desarrollo local, 2000.
- Michael Zeiler, “Modeling Our World”, ESRI Inc, 1999.
- Dr. Winnie Tang and Jan Selwood, Spatial Portals: Gateways to Geographic Information, 2005.
- Andrew Mc Donald, “Building a Geodatabase”, ESRI Inc, 2001
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi – Colombia, “Conceptos Básicos sobre Sistemas de información Geográfica y Aplicaciones en Latinoamérica”, 1995.
- Orfali, R. y Harley, D. , “Arquitectura Cliente / Servidor”, Mc Graw Hill, 1998

## VIII.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS EN INTERNET

(1) Conceptos Básicos de Sistemas de Información Geográfica

(<http://www.gis.com/whatisgis/index.html>)

(2) <http://www.esri.com>

- Bibliografía de ESRI para Sistemas de Información Geográfica

(<http://gis.esri.com/esripress/display/index.cfm?CFID=1361525&CFTOKEN=49378855>)

- ARCGIS (<http://www.esri.com/software/arcgis/index.html>)

(3) Data Warehousing, SQL Server (<http://www.sqlmax.com/dataw1.asp>)

(4) Geoservicios (<http://www.icde.org.co>)