

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas



“INTEGRACIÓN DE DATA GEOLÓGICA, TOPOGRÁFICA Y SU ALMACENAMIENTO EN UNA BASE DE DATOS ESPACIAL COMO UNA FORMA DE MEJORAR LA EXPLOTACIÓN DE LA INFORMACIÓN GIS”

Informe de Suficiencia

Para optar el título Profesional de:

INGENIERO DE SISTEMAS

Pablo Arturo Choy Franco

Lima-Perú

2006

INDICE

	Pag.
DESCRIPTORES TEMATICOS	1
RESUMEN	2
INTRODUCCION	5
CAPITULO I	
ANTECEDENTES	7
1.1 Diagnóstico Estratégico	9
1.1.1 Fortalezas y Debilidades	9
1.1.1.1 Fortalezas	9
1.1.1.2 Debilidades	9
1.1.2 Oportunidades y Amenazas	9
1.1.2.1 Oportunidades	9
1.1.2.2 Amenazas	10
1.2 Diagnostico Funcional	11
1.2.1 Productos	11
1.2.2 Clientes	12
1.2.3 Proveedores	12
1.2.4 Procesos	13
1.2.4.1 Principales Procesos Primarios	13
1.2.4.2 Principales Procesos de Apoyo	14
1.2.5 Organización de la Empresa	17

CAPITULO II

MARCO TEORICO	18
2.1 Conceptos	18
2.1.1 Sistema de Información Geográfica (GIS)	18
2.1.2 Objetos Espaciales	21
2.1.3 Archivos Espaciales	23
2.1.4 Tipo de Información	27
2.1.5 Base de Datos Espacial	28
2.1.5.1 Métodos de Acceso Espacial	31
2.2 Trabajos Prácticos	32

CAPITULO III

PROCESO DE TOMA DE DECISIONES	35
3.1 Planteamiento del Problema	35
3.2 Alternativas de Solución	38
3.2.1 Alternativa 1 - ArcSDE	42
3.2.1.1 Ventajas	42
3.2.1.2 Desventajas	42
3.2.2 Alternativa 2 – Oracle Spatial	43
3.2.2.1 Ventajas	43
3.2.2.2 Desventajas	43
3.2.3 Alternativa 3 - GRASS	43
3.2.3.1 Ventajas	43
3.2.3.2 Desventajas	44
3.3 Metodología de la Solución	44
3.3.1 Disponibilidad de la Información Espacial	44
3.3.2 Integración de la Data Tabular y Espacial	45
3.3.3 Estructura Amigable y Comprensiva	45
3.3.4 Integración a la Arquitectura Existente	45
3.3.5 Costo	

3.3.6	Tiempo de Implementación	46
3.3.7	Soporte	46
3.3.8	Escalabilidad	47
3.3.9	Características Adicionales	47
3.4	Toma de Decisiones	49
3.5	Estrategias Adoptadas	50
CAPITULO IV		
EVALUACION DE RESULTADOS		53
CAPITULO V		55
CONCLUSIONES		
CAPITULO VI		56
RECOMENDACIONES		
GLOSARIO DE TERMINOS		57
BIBLIOGRAFIA		60
ANEXOS		61
ANEXO I		62
ANEXO II		67
ANEXO III		71
ANEXO IV		74

AGRADECIMIENTOS

Mi sincero agradecimiento a mi padres por el apoyo brindado, por enseñarme a no rendirme y hacer realidad mis sueños.

A mi hermanos Mónica, Patricia y Percy por su apoyo, esfuerzo y comprensión en los momentos difíciles.

A mis amigos Miguel, Claudio, Juan quienes a pesar del tiempo siempre estuvieron allí.

A José que aunque ya no este aquí sigue aún presente en el recuerdo de muchas personas, y muchísimas gracias por todo el apoyo que me brindaste.

A Compañía Minera Ares por brindarme la oportunidad de iniciarme en la línea de consultoría de tecnología GIS y por brindarme las oportunidades necesarias para desarrollarme en este campo, gracias Abel Puerta.

DEDICATORIA

A mí familia, y en especial a mis padres por su
apoyo y por la enseñanza que me han
dado en todos estos años.

DESCRIPTORES TEMÁTICOS

- Base de datos espacial
- GIS
- Geodatabase
- Información Raster y Vectorial
- Relaciones espaciales
- ArcSDE

RESUMEN EJECUTIVO

Mauricio Hochschild & Cia (MHC) cuenta con una trayectoria de casi 80 años, teniendo sus inicios en el negocio minero, con el cual se dio a conocer y pudo desarrollarse de manera exitosa, consolidándose en el mercado nacional. El éxito en el sector minero le permitió ampliar sus líneas de negocio hacia el rubro de cementos, adquiriendo a fines de la década de los 80 una de las principales compañías de cemento en el Perú como lo es Cementos Pacasmayo. Posteriormente, en el año 1998, adquirió Cementos Selva.

Es así como HOCHSCHILD se consolida en el mercado peruano, lo cual le ha permitido desarrollar, de manera segura, un claro y efectivo plan de expansión que la llevará a lograr en el futuro grandes metas y objetivos.

Tanto la parte minera como cementera tienen completa independencia, la parte minera la encabeza la Compañía Minera Ares SAC y la parte cementera la encabeza Cementos Pacasmayo y sus compañías derivadas.

La Compañía Minera Ares que se dedica a la extracción de metales preciosos (oro y plata), actualmente cuenta con tres minas en el Perú y una pronta a entrar en operación en Argentina, además de mantener proyectos de exploraciones en Perú, Argentina, Chile y México.

El tipo de extracción es subterránea explotando cuerpos mineralizados llamados "vetas".

Dado que los recursos que explota no son ilimitados la empresa a través del departamento de geología y exploraciones se encuentra en una constante búsqueda de nuevos yacimientos que puedan suplir a los que se van agotando o aumentar los ya existentes, esto le da una gran importancia al departamento y a su labor y en especial a la información que maneja para realizar sus labores

Los servicios claves que el departamento de geología y exploraciones brinda es la evaluación de los recursos con que cuenta un yacimiento para planificar la producción del mismo y el descubrimiento de nuevos yacimientos, lo cual es un problema muy grande para el departamento ya que la data se encuentra en islas de información bajo diferentes formatos (tabular, GIS) y estructuras lo que hace difícil su explotación, tomando mucho esfuerzo por parte de los geólogos el reunir y estandarizar la información para su utilización.

Ante esta situación se planteó la construcción de una base de datos espacial que pudiera contener la data tabular que se produce por el trabajo diario de recolectar información y la data espacial (GIS) que es de vital importancia

para el trabajo de un geólogo, pues le da una visión más completa para su análisis de zonas potenciales y/o probables.

Se evaluaron varias alternativas para el almacenamiento de la data espacial como ArcSDE, Oracle Spatial y GRASS, llegando a la decisión de usar ArcSDE como repositorio y middleware entre la base de datos espacial-tabular y los usuarios finales GIS.

El proceso se llevó bajo los costos planificados pero los tiempos sobrepasaron lo planificado dado el gran desorden en las islas de información que existían, pero que no afectó la puesta en marcha ya que esta implantación era iterativa en lo que respecta al volumen de información.

El mayor logro de esta solución fue el disminuir el tiempo para los geólogos en la extracción y análisis de la información existente lo que ha mejorado su productividad.

La conclusión que se puede obtener del informe es que una solución de este tipo es muy ventajosa para mejorar la eficiencia del trabajo en geología y sirve para usos como sistemas expertos para la búsqueda de potenciales yacimientos.

INTRODUCCIÓN

El principal objetivo del presente informe es demostrar como la implementación de una base de datos espacial para servir como repositorio a la información GIS del área de geología tuvo un impacto positivo en la productividad y eficiencia de los geólogos y por ende del área.

Antes de poder usar la base de datos se tuvo que remodelar el sistema que alimentaba de información geológica y topográfica al departamento y su migración a una base de datos que soportaba el ArcSDE, en nuestro caso vimos por conveniente usar el Oracle por su performance y escalabilidad dada las características de una base de datos de este tipo que puede almacenar grandes volúmenes de información gráfica.

Dado que el sistema que usaban fue cambiado en forma y algo en funcionalidad se tuvo que capacitar al personal para que tuvieran una mejor comprensión de las nuevas mejoras y sus beneficios.

Se siguió la metodología, pautas y plataforma que la empresa proveedora recomendaba para cada etapa del proceso en el cual participe como Responsable de TI/GIS.

Se encontraron algunos inconvenientes como el desorden en los formatos de archivos espaciales con los que contaba el departamento antes de la migración, lo que condujo a un mayor tiempo en la implementación final del proyecto.

Esta nueva tecnología conllevó a un cambio en la forma como se trabajaba para almacenar la información y la forma como se explotaba de una manera muy positiva, porque se establecieron estándares de trabajo y de estructura de la información.

Se establecieron estándares para generar información, para subir y bajar información a la base de datos espacial y de cómo manejar esta información para evitar duplicidad y la integridad de la información GIS, que no tiene el mismo funcionamiento que la data tabular transaccional.

CAPITULO I

ANTECEDENTES

La división minera de MHC representada por Compañía Minera Ares es una de las más importantes empresas mineras de mediana envergadura que se dedica a la explotación de metales preciosos y titular de derechos mineros en el Perú.

Hace algunos años MHC decidió expandirse en Latinoamérica por lo que abrió oficinas de exploración en Argentina, Chile y México, y es en Argentina donde en asociación con Minera Andes pronto iniciará la explotación de un yacimiento minero.

Visión

“Ser reconocida como una empresa minera andina con altos estándares de calidad, eficiencia y rentabilidad, comprometida con el respeto y el mantenimiento del entorno medioambiental, con el desarrollo sostenible de

las comunidades aledañas a sus operaciones, con los índices más bajos de riesgos de seguridad del sector, y con el desarrollo personal y profesional de las personas que colaboran con la empresa”.

Misión

- Ser una empresa andina, explorando y explotando responsablemente yacimientos mineros metálicos subterráneos de alto valor económico añadido.
- Satisfacer las necesidades de nuestra organización y de nuestros accionistas
 - Maximizando la rentabilidad y
 - Manteniendo flujos económicos estables a cinco años
- Nuestro principal activo es la integridad personal y la calidad profesional de los miembros de la empresa y por ello estamos fuertemente comprometidos con su desarrollo.
- Mantener los más altos estándares internacionales en materia de salud, seguridad y medio ambiente, administrando niveles de riesgo razonables y cumpliendo plenamente las leyes y reglamentos vigentes.

Contribuir al desarrollo sostenible de las comunidades relacionadas.

1.1 DIAGNOSTICO ESTRATÉGICO

1.1.1 Fortalezas y Debilidades

1.1.1.1 Fortalezas

- Gran experiencia en la exploración y explotación de recursos minerales.
- Especialización en extracción de metales preciosos (oro y plata principalmente)
- Sólida situación económica
- Gran cantidad de información recolectada
- Disponibilidad de recursos financieros
- Premios por conservación del medio ambiente
- Buenas relaciones con las comunidades.

1.1.1.2 Debilidades

- Explotación Subterránea
- Área GIS con poco soporte de sistemas
- Islas de información

1.1.2 Oportunidades y Amenazas

1.1.2.1 Oportunidades

- Precio elevado de los commodities
- Aumento de los proyectos de exploración

- Implementar un sistema centralizado GIS
- Posibilidad de usar la data GIS y tabular en sistemas expertos para el descubrimiento de yacimientos potenciales de metales preciosos

1.1.2.2 Amenazas

- Posibles accidentes que dañen el medio ambiente
- Posibles accidentes de personal
- Regulaciones dadas por el gobierno
- Abandono por parte del estado para mantener el orden en zonas tan alejadas
- Pobreza y abandono de las comunidades aledañas

La posición de Compañía Minera Ares es de CRECIMIENTO debido a las oportunidades que se han enumerado y dentro de estas los precios elevados de los commodities y el aumento de proyectos de exploración son las oportunidades que le dan una visión positiva al futuro de la empresa y que le permitirá crecer y expandirse. Dentro de las amenazas podemos destacar el cuidado del medio ambiente que la compañía se caracteriza por mantener un estándar muy alto en lo que a seguridad y manejo del medio ambiente se refiere, dentro de las debilidades podemos resaltar la poca automatización y la consecuente dificultosa extracción de la información que es vital para seguir subsistiendo, por lo que se hará hincapié en una alternativa que permita eliminar esta desventaja y por el contrario que se convierta en una

fortaleza, orientada a soluciones de productividad en el área de exploraciones.

La estrategia que ha seguido la compañía este año ha sido de convertirse en una sociedad anónima abierta y lanzar acciones de la compañía en el mercado de Londres como una forma de conseguir capital y reconocimiento como una empresa mediana de envergadura mundial. El dinero se planea usar para maximizar el potencial de sus actuales operaciones, refinanciar deuda existente y también explotar mercados y nichos geográficos en búsqueda de nuevas oportunidades.

1.2 DIAGNÓSTICO FUNCIONAL

1.2.1 Productos

- Recursos Minerales
Es el principal producto de la empresa y se especializa en minerales preciosos: oro y plata
- Prospectos
Son los denuncios que por su dimensión no son rentables para la empresa por lo cual los cede por un monto o un porcentaje de las ganancias que se obtenga

1.2.2 Clientes

- Los clientes de MHC son principalmente extranjeros que compran los metales preciosos para diversos usos
- Empresas mineras o de exploración a las cuales les interesa los denuncios mineros que posee la compañía y que la compañía descarta por no ser de las dimensiones económicas necesarias para ser rentables.

1.2.3 Proveedores

- Diversos proveedores de insumos para la minería
Aquí se encuentran empresas que venden o alquilan maquinaria para las diferentes etapas en el proceso de exploración y explotación
- Laboratorios químicos para análisis y ensaye
Laboratorios que se encargan de la preparación para el posterior análisis de las muestras para obtener las leyes
- Empresas de exploración
Empresas que venden información y/o prospectos que se dedican sólo a la exploración pero no a la explotación por lo que sólo buscan yacimientos y luego los venden
- Fuentes de información externa
Empresas u organismos del estado que poseen información y bases de datos que ayudan a la exploración.

- Consultores Externos

Empresas o personas que brindan asesoramiento en diversos campos como organizacionales, tecnológicos, asesoramiento en proyectos y manejo de recursos.

1.2.4 Procesos

1.2.4.1 Principales Procesos Primarios

- Exploración

Este macro proceso es el encargado de encontrar nuevas zonas de explotación o ampliar las ya existentes y se basan en la información existente o proyectos existentes para llevar a cabo sus funciones.

- Explotación

Es la extracción de los minerales, generalmente se contratan servicios para esta labor, la explotación es subterránea lo que hace costosa y peligrosa la explotación por lo que se requiere una mayor inversión y optimizar los recursos.

- Procesamiento

Para separar la parte económica (metales preciosos) de la parte no económica, para eso se hace uso de procedimientos metalúrgicos

- Ventas y Comercialización

Hace llegar a los mercados principalmente internacionales los metales ya procesados

- Logística

Se encarga del suministro de materiales y servicios necesarios para el desarrollo de las actividades de la compañía

1.2.4.2 Principales Procesos de Apoyo

- Evaluación

Encargado de determinar las reservas del yacimiento en cuestión y de su viabilidad económica para la compañía.

- Negociaciones Internacionales

Encargado de evaluar nuevas alternativas de exploración así como la de adquirir, vender o participar en un joint-venture en zonas posibles de exploración o que ya se encuentran produciendo

- Medio Ambiente

Encargada de velar por el cumplimiento de las normas vigentes en la compañía para el cuidado del medio ambiente y de suministrar los recursos necesarios para lograr esto. También tiene por función el elaborar políticas de protección al medio ambiente.

- Seguridad Industrial

Este macro proceso es el encargado de velar por la protección del personal, principalmente en las minas que por la característica de ser subterráneas son más riesgosas y por lo tanto se tiene que ser más estrictos para la supervisión del cumplimiento de las políticas.

- Propiedades y Legal

Este proceso es el encargado de administrar, comprar, vender terrenos y hacerles un seguimiento a dichos terrenos que por su dimensión e importancia son críticos.

- Gestión de RRHH

Este macro proceso tiene por finalidad la selección del personal y de la capacitación de los mismos, así como definir los puestos y de velar por el bienestar del personal

- Gestión de IT

Encargado de brindar las soluciones informáticas para el mejor desarrollo de las operaciones de la compañía, este macro proceso se encarga de los siguientes procesos:

- *Telecomunicaciones*
- *Soporte*
- *SAP*
- *Desarrollo*

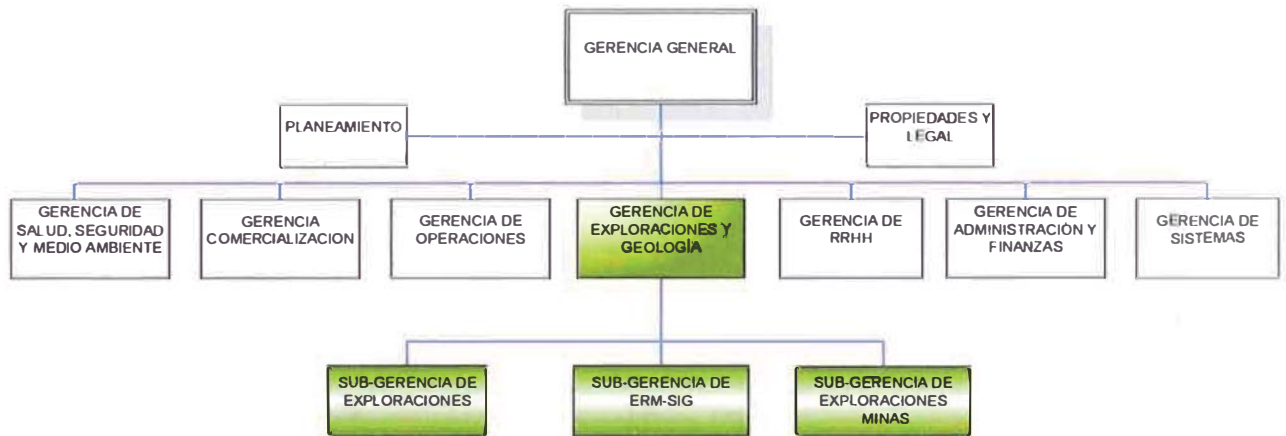
Gráfico 1.1. Cadena de Valor de Compañía Minera Ares



Fuente: Planeamiento Estratégico 2004

1.2.5 Organización de la Empresa

Gráfico 1.2: Resumen del organigrama MHC (División Minera)



Fuente: Planeamiento Estratégico 2004

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 CONCEPTOS

2.1.1 Sistema de Información Geográfica (GIS)

Un Sistema de Información Geográfica (SIG o GIS, por sus siglas en inglés) es un sistema para el manejo, análisis y visualización de información geográfica. La información geográfica es representada por una serie de capas geográficas que modelan la realidad usando estructuras de data simple y genérica. El GIS incluye un conjunto de herramientas comprensivas para trabajar con data geográfica, este concepto simple pero preciso lo encontramos en el libro “What Is ArcGIS?” de ESRI Press 2001-2004, el líder en el desarrollo de software GIS. Adicional a esto podemos añadir que un GIS es información espacial y procedimientos computarizados, que permite mostrar la información en capas temáticas para realizar análisis multicriterio complejos (véase el gráfico 2.1).

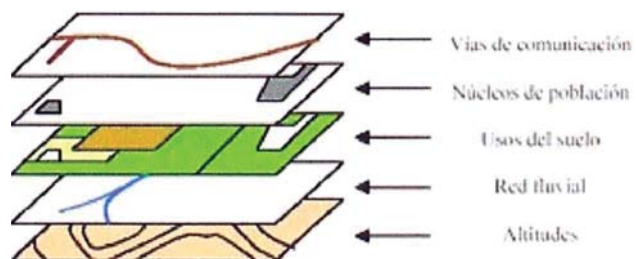
Las vistas que anteriormente se mencionó incluyen:

La vista del geodatabase: Un GIS es una base de datos espacial conteniendo conjunto de datos que representan información geográfica.

La vista de la geovisualización: Un GIS es un conjunto de mapas inteligentes y otras vistas que muestran características y relaciones entre las características sobre la superficie de la tierra.

La vista del geoprocésamiento: Un GIS es un conjunto de herramientas de transformación de información que derivan en nuevas capas de data geográfica desde existentes capas. Estas funciones de geoprocésamiento toman información de capas existentes, aplican funciones analíticas y escriben los resultados en nuevas y derivadas capas.

Gráfico 2.1: Modelo de capas temáticas



Fuente: Geodatabase Design (página 5)

El GIS funciona como una base de datos con información geográfica (datos alfanuméricos) que se encuentra asociada por un identificador común a los objetos gráficos de un mapa digital. De esta forma, señalando un objeto se conocen sus atributos e, inversamente, preguntando por un registro de la base de datos se puede saber su localización en la cartografía.

El Sistema de Información Geográfica separa la información en diferentes capas temáticas y las almacena independientemente, permitiendo trabajar con ellas de manera rápida y sencilla, y facilitando al profesional la posibilidad de relacionar la información existente a través de la topología de los objetos, con el fin de generar otra nueva que no podríamos obtener de otra forma

Cuestiones a las que puede dar respuesta un GIS

- Localización: Preguntar por las características de un lugar concreto
- Condición: El cumplimiento o no de unas condiciones impuestas al sistema.
- Tendencia: Comparación entre situaciones temporales o espaciales distintas de alguna característica.
- Rutas: Cálculo de rutas óptimas entre dos o más puntos.
- Pautas: Detección de pautas espaciales.

- **Modelos:** Generación de modelos a partir de fenómenos o actuaciones simuladas.

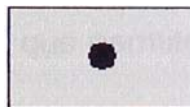
Por ser tan versátiles los sistemas de información geográfica, su campo de aplicación es muy amplio, pudiendo utilizarse en la mayoría de las actividades con un componente espacial. La profunda revolución que han provocado las nuevas tecnologías ha incidido de manera decisiva en su evolución.

2.1.2 Objetos Espaciales

Un modelo de datos geográfico es una abstracción del mundo real que emplea un conjunto de objetos dato, para soportar el despliegue de mapas, consultas, edición y análisis. Los datos geográficos, presentan la información en representaciones subjetivas a través de mapas y símbolos, que representan la geografía como formas geométricas, redes, superficies, ubicaciones e imágenes, a los cuales se les asignan sus respectivos atributos que los definen y describen.

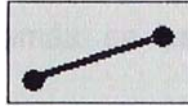
Un dato espacial es una variable asociada a una localización del espacio. Normalmente se utilizan datos vectoriales, los cuales pueden ser expresados mediante tres tipos de objetos espaciales.

Puntos



Se encuentran determinados por las coordenadas terrestres medidas por latitud y longitud. Por ejemplo, ciudades, accidentes geográficos puntuales, hitos.

Líneas



Objetos abiertos que cubren una distancia dada y comunican varios puntos o nodos, aunque debido a la forma esférica de la tierra también se le consideran como arcos. Líneas telefónicas, carreteras y vías de trenes son ejemplos de líneas geográficas.

Polígonos



Figuras planas conectadas por distintas líneas u objetos cerrados que cubren un área determinada, como por ejemplo países, regiones o lagos.

De esta forma la información sobre puntos, líneas y polígonos se almacena como una colección de coordenadas (x,y) . La ubicación de una característica puntual, pueden describirse con un sólo punto (x,y) . Las características lineales, pueden almacenarse como un conjunto de puntos de coordenadas (x,y) . Las características poligonales, pueden almacenarse como un circuito cerrado de coordenadas. La otra forma de expresar datos espaciales es mediante rasterización, la cual, a través de una malla que permite asociar datos a una imagen; es decir, se pueden relacionar paquetes de información a los píxeles de una imagen digitalizada.

Los datos espaciales además se caracterizan por su naturaleza georreferenciada y multidireccional. La primera se refiere que la posición relativa o absoluta de cualquier elemento sobre el espacio contiene información valiosa, pues la localización debe considerarse explícitamente en cualquier análisis. Por multidireccional se entiende a que existen relaciones complejas no lineales, es decir que un elemento cualquiera se relaciona con su vecino y además con regiones lejanas, por lo que la relación entre todos los elementos no es unidireccional. Es decir, todos los elementos se relacionan entre si, pero existe una relación más profunda entre los elementos más cercanos.

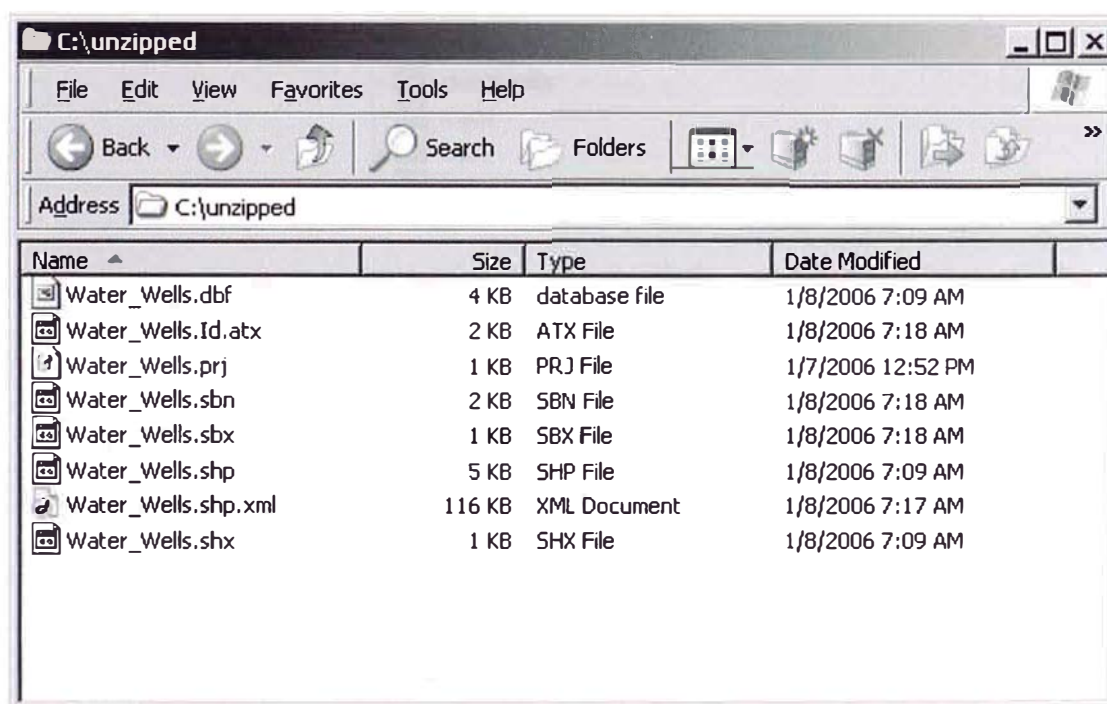
2.1.3 Archivos Espaciales

En la evolución de la tecnología GIS se han ido desarrollando varios formatos con los que se ha trabajado y que han ido evolucionando con el pasar de los años, entre los más importantes podemos destacar:

Shapefile. El formato **ESRI Shapefile** (SHP) es un formato cerrado de datos espaciales desarrollado por la compañía ESRI. Originalmente se creó para la utilización con su producto ArcView GIS, pero actualmente se ha convertido en formato estándar de facto por la importancia que los productos ESRI tienen en el mercado GIS.

Un Shapefile es un formato vectorial de almacenamiento digital donde se guarda la localización de los elementos geográficos y los atributos asociados a ellos. El formato carece de capacidad para almacenar información topológica. Un shapefile es generado por varios archivos. El número mínimo requerido es de tres y pueden llegar hasta 8 el número de archivos, que pueden almacenar desde información tabular, geométrica, índices espaciales, sistema de coordenadas como lo muestra el gráfico 2.2 que muestra un objeto shapefile mirado a través del explorador de Windows, con base a los archivos que lo componen

Gráfico 2.2: Tipos de objetos que almacena una base de datos espacial



Los shapefiles son muy poderosos porque permiten almacenar tipos de data geométricos primitivos de puntos, líneas y polígonos, pero

estos tipos son relativamente inútiles sin algún atributo que especifique lo que estos representan. De esta manera, una tabla de registros almacenara propiedades/atributos por cada forma (conocido como shape en el mundo GIS) en un shapefile. Las formas o shapes (puntos, líneas y polígonos) juntos con atributos de data pueden crear infinitas representaciones acerca de data geográfica. El gráfico 2.3 muestra como se ve un shapefile a través de una herramienta GIS como el Arcview.

El shapefile es el formato más popular que existe y el que ha predominado por años en el mercado GIS.

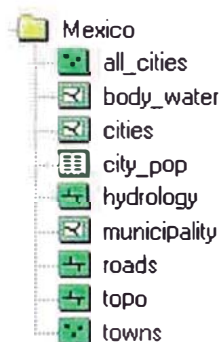
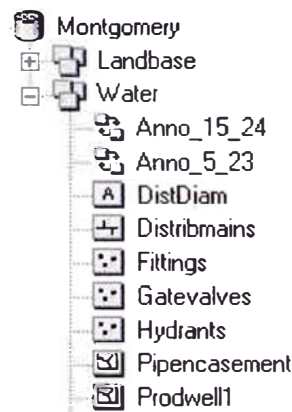


Gráfico 2.3: Shapefiles vistos a través de una herramienta GIS

Personal geodatabase. Es un archivo (base de datos access mdb) que almacena características geográficas y atributos como objetos y las relaciones entre estos objetos que son almacenados dentro de un sistema de base de datos relacional mono usuario. Puede almacenar tablas no espaciales. El principal inconveniente es el tipo de repositorio donde se almacena (base de datos Access), que sólo puede ser accedido al mismo tiempo por un único usuario para

escritura y el tamaño máximo que puede alcanzar es de 2 GB. El gráfico 2.4 muestra la estructura de un geodatabase mirado a través de la herramienta ArcView y los diferentes objetos que puede almacenar como puntos, polígonos, líneas, anotaciones que en el personal geodatabase se le conocen como "features". Los features se pueden agrupar en datasets que es una forma de agrupar objetos que poseen una misma referencia espacial.

Gráfico 2.4: Estructura de un personal geodatabase



Coverage. Es un modelo de datos para almacenar características geográficas. Un coverage almacena un conjunto de data asociada temáticamente considerada como una unidad. Usualmente representa una única capa, tales como suelos, ríos, caminos, uso de suelos. En un coverage las características son almacenadas como tipos primarios (puntos, líneas y polígonos) o secundarios (tics, links y annotation). Los atributos de las características son descritos y almacenados independientemente en tablas de atributos de características. El gráfico 2.5 muestra la estructura de un coverage

donde se puede visualizar que en el mismo modelo puede almacenar distintos tipos de objetos como líneas o arcos, polígonos, puntos, anotaciones, tics.

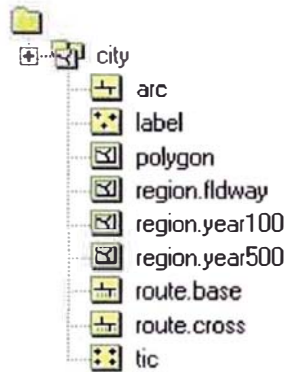


Gráfico 2.5: Estructura de un coverage

2.1.4 Tipo de Información

Los software GIS pueden ser raster o vectoriales. El modelo GIS raster o de retícula se centra en las propiedades del espacio más que en la precisión de la localización. Divide el espacio en celdas regulares donde cada una de ellas representa un único valor. Cuanto mayor sean las dimensiones de las celdas (resolución) menor es la precisión o detalle en la representación del espacio geográfico. En el caso del modelo de GIS vectorial, el interés de las representaciones se centra en la precisión de localización de los elementos sobre el espacio. Para modelar digitalmente las entidades del mundo real se utilizan tres objetos espaciales: el punto, la línea y el polígono.

Los GIS vectoriales son más populares en el mercado. No obstante, los GIS raster son muy utilizados en estudios medioambientales donde se requiere una mayor precisión espacial (contaminación atmosférica, distribución de temperaturas, localización de especies marinas, análisis geológicos, etc.)

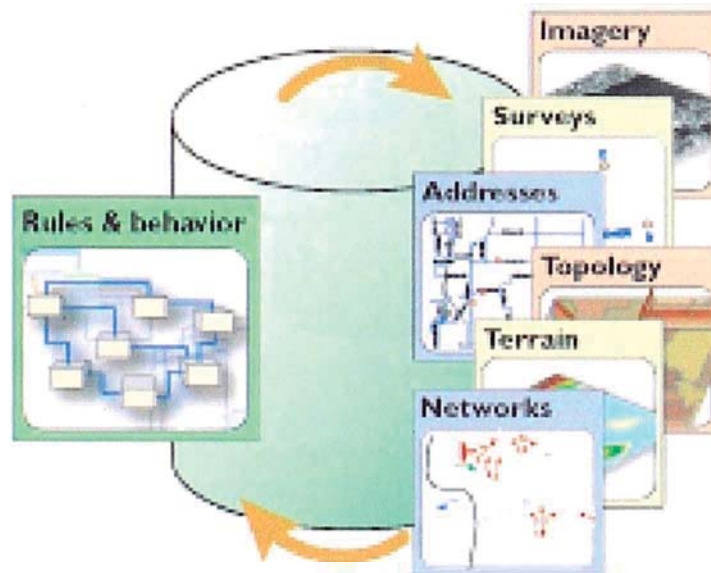
2.1.5 Base de Datos Espacial

Según David Arctur y Michael Zeiler en su libro "Designing Geodatabase" del año 2004 definen a una base de datos espacial (spatial database o geodatabase) como un sistema administrador de bases de datos que maneja datos existentes en un espacio o datos espaciales. El espacio establece un marco de referencia para definir

Una base de datos espacial es un tipo especializado de base de datos relacional, la cual está optimizada para almacenar y consultar datos geográficos incluyendo puntos, líneas y polígonos. Los sistemas de base de datos usan índices para rápidamente buscar valores y la forma en la que la mayoría de bases de datos indexan datos no es óptima para consultas espaciales. En lugar de eso las bases de datos espaciales usan un índice espacial para acelerar las operaciones de base de datos.

Esta y otras necesidades de funcionalidad adicional se obtienen adhiriendo características especiales a las bases de datos para procesar datos espaciales.

Gráfico 2.6: Tipos de objetos que almacena una base de datos espacial

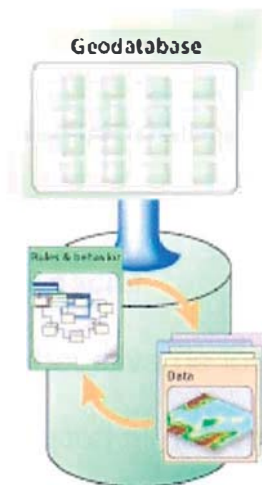


Fuente: www.esri.com

La estructuración de la información espacial procedente del mundo real en capas conlleva cierto nivel de dificultad. En primer lugar, la

necesidad de abstracción que requieren los computadores implica trabajar con primitivas básicas de dibujo, de tal forma que toda la complejidad de la realidad ha de ser reducida a puntos, líneas o polígonos. En segundo lugar, existen relaciones espaciales entre los objetos geográficos que el sistema no puede obviar; la topología, que en realidad es el método matemático-lógico usado para definir las relaciones espaciales entre los objetos geográficos puede llegar a ser muy compleja, ya que son muchos los elementos que interactúan sobre cada aspecto de la realidad como lo demuestra el gráfico 2.7

Gráfico 2.7: Estructura de una base de datos espacial



Fuente: www.esri.com

El siguiente gráfico muestra una de las características más importantes de una base de datos espacial que es el acceso multiusuario y la capacidad de edición en simultáneo para este tipo de datos no transaccionales como es la data espacial

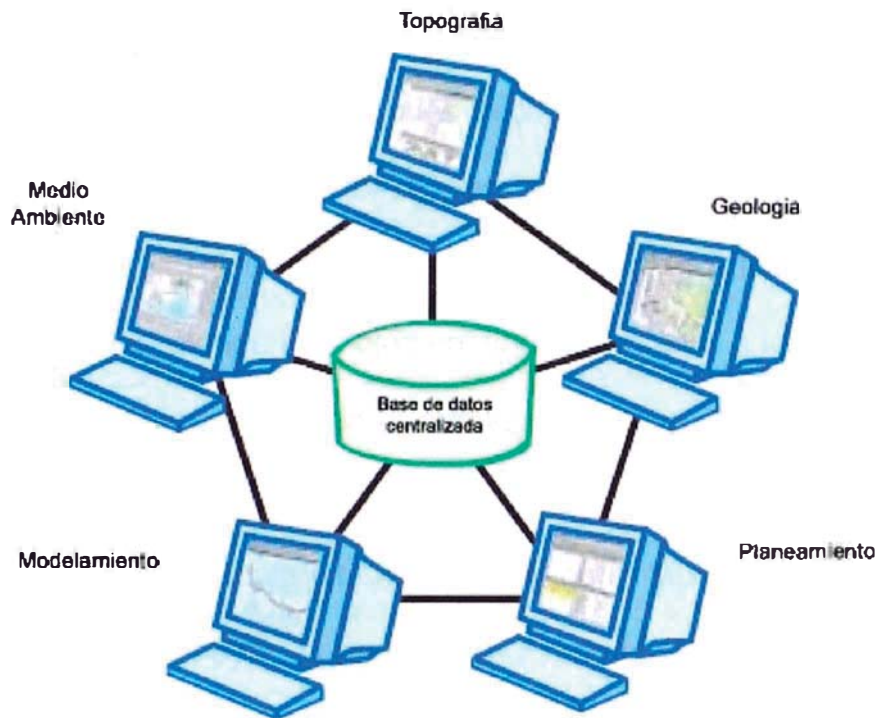


Gráfico 2.8 Acceso multiusuario a una base de datos espacial

2.1.5.1 Métodos de Acceso Espacial

Para evitar la revisión exhaustiva de los datos en una base de datos, se crean índices que reducen el número de elementos a visitar en la base de datos en un procesamiento de consulta. La clásica indexación por B-tree no es aplicable en el caso espacial donde no existe un orden único de los valores de claves. Es por este motivo que existen tres categorías de métodos de acceso espacial, las PAM (Point Access Method), R-Tree, las SAM (Spatial Access Method), los cuales se utilizan de acuerdo al tipo de dato en el que está la base de datos espacial ya sea raster o vectorial. Aunque se han creado los

benchmarks que comparan diferentes métodos, los resultados no son concluyentes, pero se recomienda utilizar cualquiera de ellos. Un índice R-tree aproxima cada geometría en un único rectángulo que la acota minimizando los espacios llamado MBR (Minimal Bounding Rectangle) y organiza una colección de objetos espaciales en una jerarquía donde las hojas contienen punteros a los datos y los nodos intermedios contienen el rectángulo mínimo que contiene a sus sub-hojas. Todas las hojas aparecen al mismo nivel. Cada entrada a una hoja es una tupla (R,O), donde R es el MBR y O es el objeto. Cada nodo intermedio es un tupla (R,P), donde R es el MBR que contiene los rectángulos hijos apuntados por P.

2.2 TRABAJOS PRÁCTICOS

Los geodatabases tienen gran aplicación en muchos sectores desde el gubernamental hasta el privado, en este último predomina, pues su uso para la minería es de vital importancia, pero a continuación se mostrarán áreas donde se han implementado geodatabases y se ha usado el ArcSDE como solución más viable.

Compartiendo información GIS entre los ministerios del Perú. El

MEF, en el marco del Sistema Nacional de Inversión Pública, desarrolló un proyecto piloto para compartir información estadística y geográfica entre los ministerios. El objetivo era demostrar la viabilidad de compartir información estándar GIS a nivel gubernamental para

desarrollar tareas tales como identificación, formulación, evaluación y ejecución de proyectos de inversión pública. La información detallada del proyecto se encuentra en el anexo I.

Base de datos espacial del INEI. El INEI posee una gran base de datos espacial que permite la representación continua de todo el país con todos sus elementos geográficos representativos, estos elementos que se tomaron en consideración fueron la red hidrográfica y vial, centros poblados y la infraestructura educativa y de salud. La información detallada del proyecto se encuentra en el anexo II.

Telefónica – Cable Mágico. Cable Mágico, la red de televisión por cable del gigante de la telefonía en el Perú –Telefónica-, para ayudar a mantener su ventaja tecnológica ha implementado un GIS basado en software de ESRI en su departamento de Servicio al Cliente. Usando ArcSDE para manejar la base de datos espacial, representantes del servicio pueden correr una aplicación e inmediatamente determinar si un cliente potencial está localizado dentro del área cubierta, y sino se encuentra dentro del área de servicio la dirección es recolectada para determinar la factibilidad de la expansión del área de servicio. La información detallada del proyecto se encuentra en el anexo III.

GIS – Brasil. En la pasada década Brasil ha sido reconocida como una de las naciones de más rápido desarrollo, por lo que echando una mirada interna a la tecnología GIS y como esta ha mejorado los

procesos a nivel de gobierno, industria, servicios y negocios, nos damos cuenta de la gran utilidad que estas representan. La información detallada del proyecto se encuentra en el anexo IV.

CAPITULO III

PROCESO DE TOMA DE DECISIONES

3.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Una de las actividades del departamento de geología y exploraciones es la de estimar los recursos que dispone un yacimiento y la de descubrir nuevos yacimientos, pero dichas tareas son demasiado complejas dada la forma en la que se estuvo trabajando con islas de información dispersas y sin un formato único, además de información tabular mal estructurada y con máscaras de ingreso de información poco confiables.

Dada esta situación la tarea crítica de usar técnicas expertas y de pesos de evidencia para descubrir nuevos yacimientos, se ha realizado casi de manera manual en lo que respecta a recolectar y preparar la data para las corridas que los sistemas expertos realizan para determinar posibles yacimientos, al igual la estimación de reservas y recursos se realiza de manera no automatizada al tener que recolectar data de la base de datos geológica que existe y de distintas fuentes como Excel, txt, dbfs, etc.

Durante mucho tiempo se ha trabajado sin estándares de trabajo con data GIS, pero desde hace unos meses se ha tratado de estandarizar los formatos de ingreso de archivos espaciales, pero que al ser fuentes aisladas se cometen errores y son difíciles de detectar, igualmente la data tabular que contienen estos archivos GIS es difícil verificarla y mantener una integridad de data tabular y GIS se hace muy complicado aún como se muestra en el gráfico 3.1.

Por lo detallado líneas arriba el problema esta “en unificar las islas de información y ponerlas al alcance de los geólogos para su utilización” de una manera rápida, ordenada y que sea comprensible para ellos.

En resumen, la solución ante este problema sería implementar una “base de datos espacial” que facilite la explotación de la data espacial que es de un gran valor para sus tareas, este esquema de solución es presentado en el gráfico 3.2.

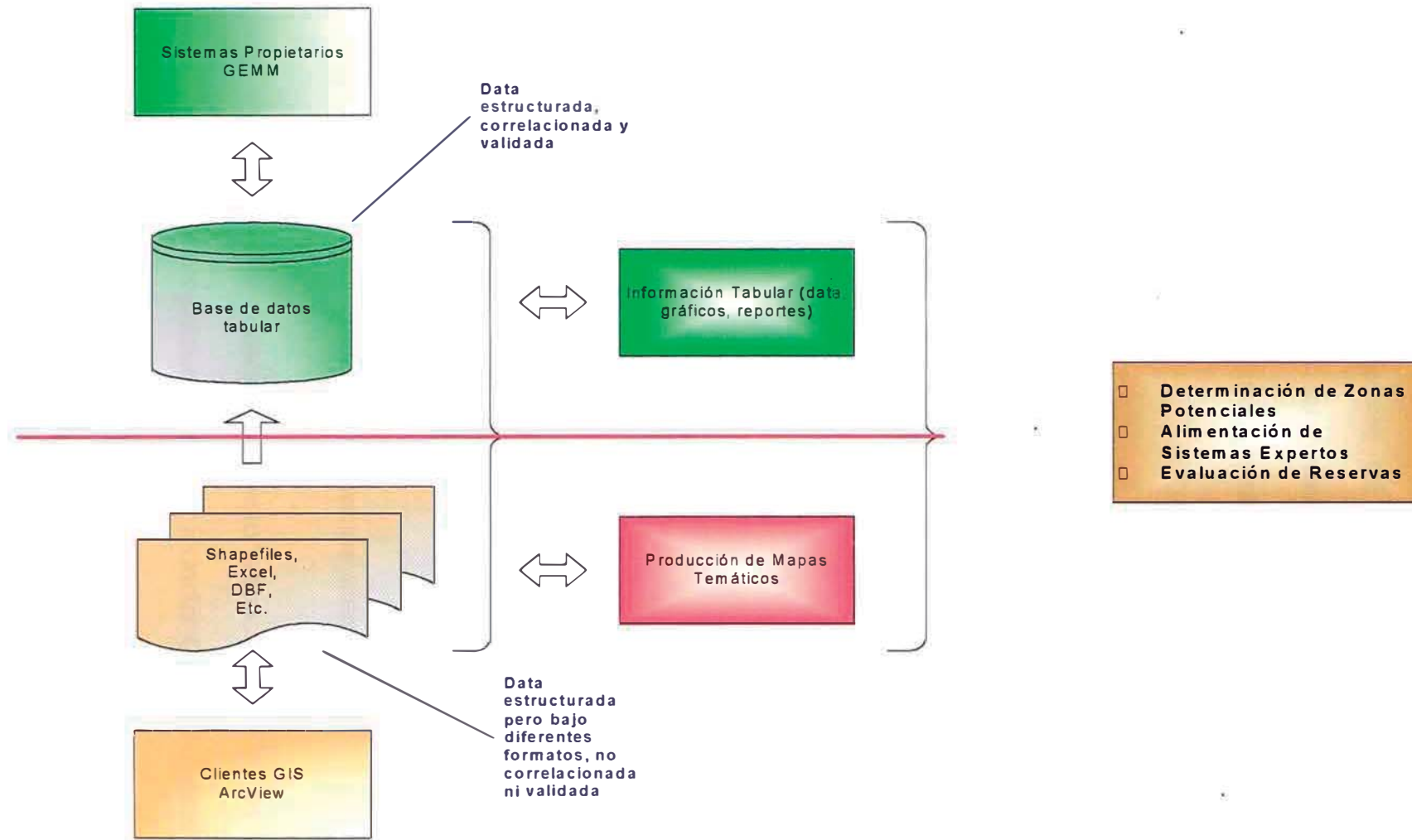


Gráfico 3.1 Esquema del problema actual, información tabular e información espacial no relacionada

3.2 ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

Para analizar las alternativas de solución se tomarán en cuenta los siguientes aspectos que se tuvieron que considerar pensando en los usuarios (geólogos) y pensando también en la infraestructura que se dispone

- Disponibilidad
- Integridad de la data espacial y tabular
- Una estructura que sea amigable y comprensible para los geólogos
- Integración de la solución con la arquitectura que existe o que sea compatible con la que se tiene
- Costo
- Tiempo de Implementación
- Soporte
- Escalabilidad
- Características adicionales

Por lo que se establecieron las siguientes alternativas:

1. Implementación del gestor espacial ArcSDE, esta herramienta es un producto del líder mundial GIS ESRI, este es un gestor real de data GIS además de ofrecer características avanzadas, trabaja sobre Windows y Linux contra una base de datos Oracle, MS SQL, Informix o DB2

2. Implementación de la base de datos espacial de Oracle Spatial, esta herramienta es parte del Oracle Enterprise Edition maneja data nativa GIS como puntos, líneas y polígonos.
3. Implementación de la herramienta GIS GRASS, herramienta GIS usada para almacenar información, procesamiento de imágenes, producción gráfica, etc.

Tanto el ArcSDE como el GRASS son middlewares que trabajan con bases de datos relacionales para almacenar la información GIS y espacial, en el caso del Oracle Spatial es una base de datos relacional con soporte espacial.

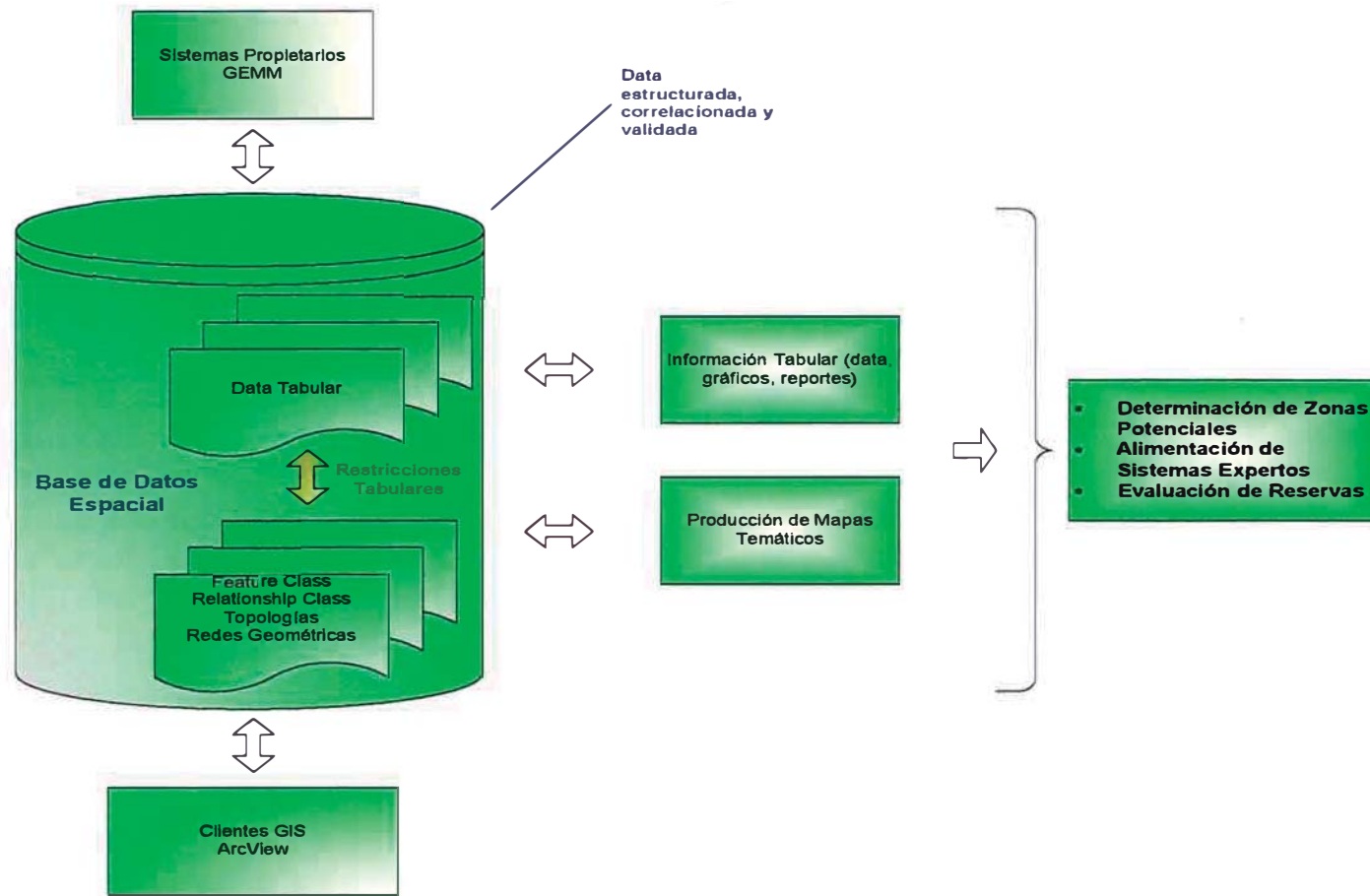


Gráfico 3.2 Esquema de la solución planteada, información tabular e información espacial en un único repositorio, validada estructurada y correlacionada

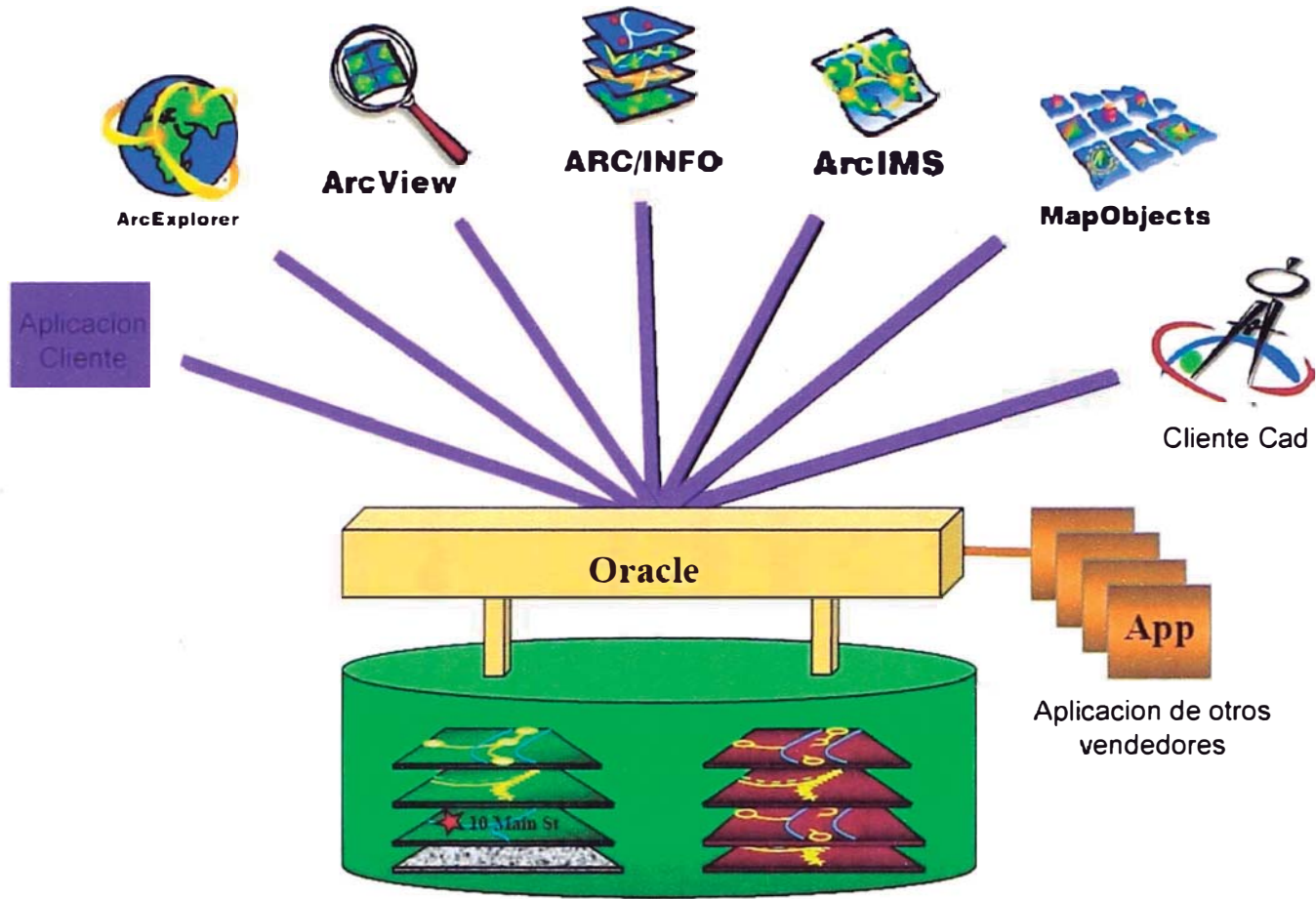


Gráfico 3.3 Arquitectura de la base de datos espacial

Alternativa 1 – ArcSDE



3.2.1.1 Ventajas

- Las herramientas GIS que se usan en el departamento son los productos de ESRI por lo que el ArcSDE no debería tener problemas de integración con las herramientas que actualmente se manejan, optimizando el proceso de solución
- Soporte asegurado en mantenimiento por parte del vendedor.
- Herramientas avanzadas de gestión de data GIS como versionamiento, topologías, edición multiusuario e integridad de data espacial.
- Tecnología abierta para desarrollo a través de lenguajes scripts como VB, VB.Net, Java y Python.
- Capacitación local

3.2.1.2 Desventajas

- Costo elevado del SW y programas adicionales.
- Opciones muy avanzadas requerirían que los geólogos cuenten con un upgrade del SW GIS con el que trabajan (ArcView) por otra más avanzada (ArcEditor) cuyo costo es muy elevado.
- Requiere de un RDBMS comercial cuyo costo depende de la opción que se elija.

3.2.2 Alternativa 2 – Oracle Spatial



3.2.2.1 Ventajas

- Base de datos relacional con característica espacial.
- Soporte nativo para data GIS: puntos, líneas y polígonos.
- Incremento de usuarios no requerirían de licencias adicionales.

3.2.2.2 Desventajas

- Al ser una opción de la edición empresarial de Oracle su precio es elevado.
- No posee características avanzadas como mantener la integridad de la data espacial.
- Soporta sólo tipos básicos de data espacial.
- Desarrollo adicional para poder integrar las herramientas que actualmente usan los geólogos ArcView con la base de datos espacial Oracle.

3.2.3 Alternativa 3 – GRASS



3.2.3.1 Ventajas

- Software libre
- Características medianamente avanzadas de un gestor de data GIS

3.2.3.2 Desventajas

- Soporte difícil de hallar
- Capacitación sólo en el extranjero
- Sólo corre sobre plataformas Unix/Linux
- Decidirse por esta herramienta sería costoso en tiempos y recursos dado el poco conocimiento que se tiene incluso en el mercado local, y tomaría tiempo una integración con la plataforma que se dispone Windows/ArcView
- Pocos consultores o asesores que presten sus servicios en el país.

3.3 METODOLOGÍA DE SOLUCIÓN

Se tomaron los siguientes parámetros para la evaluación de las alternativas de que se dispone:

3.3.1 Disponibilidad de la Información Espacial

- Los usuarios deben tener facilidad de acceso a la data
- Buena integración con las herramientas que ya manejan y conocen
- Flexibilidad a nuevas estructuras que se necesiten por cambios o adición de nuevas características
- Consideración del entorno al cual el usuario está familiarizado

3.3.2 Integración de Data Tabular y Espacial

- La data tabular de la que se dispone debería integrarse a la base de datos espacial para centralizar en un único repositorio
- Integrando la data tabular y espacial se optimizarían las consultas de aquellos objetos GIS que mantienen información dinámica de la base de datos

3.3.3 Estructura Amigable y Comprensiva

- La base de datos espacial debe ser amigable para los usuarios geólogos de tal manera que su estructura sea similar a la que ellos han estado acostumbrados

3.3.4 Integración con la Arquitectura Existente

- Debe integrarse a las tecnologías de las que se dispone o su implementación debería ocasionar el menor esfuerzo tanto en costos como en tiempo.
- Debe considerarse el impacto que un cambio en plataformas con las que se cuenta ocasionaría tanto para los usuarios como para el personal de TI

3.3.5 Costo

El costo debe estar dentro de un rango razonable del que podría disponer el departamento de geología y exploraciones

Se deben considerar los costos en:

- Cambio de plataforma
- Capacitación
- Licencias
- Costo de consultores expertos
- Licencias
- Software necesario para el deployment
- Software o desarrollo adicional para usar características avanzadas
- Soporte técnico

3.3.6 Tiempo de Implementación

- El menor tiempo que tomaría cada una de las soluciones desde su planificación hasta su puesta en marcha y la aprobación de los usuarios.

3.3.7 Soporte

Se tendrá en consideración el soporte del que dispone la alternativa evaluando diferentes aspectos

- Capacitación
- Consultores
- Soporte del producto

3.3.8 Escalabilidad

- Se considera este factor muy crítico debido al tipo de información que almacenará la base de datos espacial como imágenes satelitales, mapas, etc.
- Se tendrá en consideración el sistema operativo sobre el cual corre y el motor de base de datos que utiliza.

3.3.9 Características Adicionales

Debido a que la solución es una base de datos espacial se debería considerar aspectos que una base de datos relacional dispone:

- Transaccionalidad.
- Multiusuario.
- Escalabilidad.
- Sistema de respaldo y restauración.

Con todos estos parámetros para determinar la solución óptima se desarrolló un cuadro y su ponderación para cada una de las alternativas:

Criterios	Pesos	Calificación de alternativas			Evaluación de pesos		
		ArcSDE	Oracle Spatial	GRASS	ArcSDE	Oracle Spatial	GRASS
Disponibilidad	2	3	2	2	6	4	4
Integración de data	1	4	3	4	4	3	4
Estructura amigable	3	3	1	2	9	3	6
Acoplamiento con la arquitectura actual	3	3	3	1	9	9	3
Costo	4	4	3	3	16	12	12
Tiempo de implementación	3	3	2	1	9	6	3
Soporte	2	4	3	1	8	6	2
Escalabilidad	2	3	4	3	6	8	6
Características adicionales	5	4	1	1	20	5	5
Puntaje	25	31	22	18	87	56	45

Fuente: Información elaborada del análisis de la gerencia de TI, GIS y los jefes de proyecto

Evaluación

Los pesos varían de 1 a 5 dependiendo de la importancia de cada uno, donde 1 es de menor importancia

La calificación va de 1 a 4, donde 1 es que el criterio en cuestión no es soportado o tiene poca aplicabilidad

Los puntos suman 25 y las calificaciones de 1 a 4 lo que da un puntaje máximo posible de alcanzar de 100.

Como hemos visto la opción GRASS es la de menor calificación debido a su poca integración y poco soporte, Oracle obtiene la segunda posición pero falla en que no soporta características avanzadas lo que generaría desarrollos adicionales, la mejor opción de solución es ArcSDE debido a su integración y características avanzadas.

3.4 TOMA DE DECISIONES

El criterio más importante fue el de las características adicionales que dispone la alternativa, ya que estas características facilitarían las tareas de administración a la vez que le otorga a los usuarios características que le ayudaría a acceder y explotar la información, estas características en algunas alternativas no se encuentran disponibles y se tendría que asignar recursos para obtenerlas siempre y cuando sea factible.

En segundo lugar tenemos al factor de integración, debido a que la compañía cuenta ya con una plataforma de trabajo de sus usuarios, por lo

que este factor es relevante al momento de decidir ya que sino es así la integración tomaría tiempo y recursos.

Al evaluar todas las alternativas y asignarles un peso se determina que la mejor solución bajo los parámetros establecidos es el ArcSDE, por las características avanzadas que dispone y que la han destacado del resto, y la integración que se puede aprovechar por ser parte de la plataforma en la que actualmente trabajan los usuarios, a pesar que el costo de adquisición es elevado en ArcSDE pero al tener las características avanzadas le da un valor especial, pues en el caso de Oracle Spatial y GRASS el desarrollo de estas características adicionales tomaría recursos para desarrollarlos y se puedan implementar, además de los costos adicionales incurridos en capacitación, consultoría y soporte del que se dispone.

3.5 ESTRATEGIAS ADOPTADAS

Debido a que se optó por usar ArcSDE como gestor de la base de datos espacial y puesto que ya se disponía de un servidor Oracle en versión Standard Edition One se plantearon las siguientes alternativas para ponerlo en funcionamiento.

Capacitación en el diseño del geodatabase y en el manejo de la herramienta ArcSDE.

Contratar al proveedor del producto y representante de la herramienta para dar consultoría por horas en algunas etapas críticas:

- Análisis de la infraestructura

- Diseño del geodatabase (base de datos espacial)
- Afinamiento del geodatabase

Esta consultoría se tomó en parte como una capacitación pues las tareas de consultoría estuvieron siempre relacionadas con un personal del área GIS.

Se trabajó con el personal encargado de explotar la data GIS para tener en consideración sus opiniones al momento de diseñar la estructura de la información del geodatabase.

Se solicitó a la consultora el plan de trabajo y un esquema de los pasos a implementar debido a su gran experiencia en la implementación de estas herramientas.

Se estableció un plan de capacitación para que los usuarios se familiaricen y puedan obtener los mejores resultados de una base de datos espacial.

Se determinaron etapas para la migración de la data espacial existente, debido a la gran cantidad de islas de información y formatos.

Pasos de la Implementación

Implementación de la configuración del sistema

- El servidor
 - Poder de procesamiento
 - Memoria
 - Arreglo de discos
 - Requerimientos de recursos

- La red
 - Requerimientos de ancho de banda
 - Internet Intranet
 - Seguridad

Implementación de la Base de datos

- Instalación y configuración del software RDMS
- Tares de administración
- Afinamiento
- Backup y Recovery

Implementación del ArcSDE

- Diseño del Geodatabase
- Configuración de la instancia del ArcSDE
- Carga de clases de feature, indexación espacial, etc.

CAPITULO IV

EVALUACIÓN DE RESULTADOS

En esta sección detallaremos como la implementación de la solución adoptada ayudó a mejorar la productividad del trabajo de los usuarios.

Los resultados obtenidos con el uso de una base de datos espacial para una fase inicial han sido buenos.

Los aspectos más resaltantes de esta evaluación serían:

- Facilidad para la explotación de la data
- Se pondrá en marcha el desarrollo de un sistema experto para una mejor explotación de la información para buscar nuevos yacimientos.
- Mejoras en los procesos, dado que ya no invierten el tiempo que antes invertían para extraer la información.
- El 60% de la data GIS actualmente se encuentra en la base de datos espacial y se espera que en unos meses este porcentaje aumente al 90%.

Para la gerencia se establecieron ciertos indicadores que a continuación se muestran:

- Mejoras en la productividad de los geólogos en promedio de 20 % lo que representa un ahorro de 75 000 soles al año
- Una mayor precisión y fiabilidad de la información de la que se dispone.
- Estandarización de procedimientos lo que representa un ahorro en materiales y tiempo que se calcula es del orden del 15 % de lo que antes se usaba.

Se establecieron ciertos parámetros de análisis en lo que al desempeño y manejo por parte del usuario final se pudieron medir, lo que se muestra en el gráfico 4.1

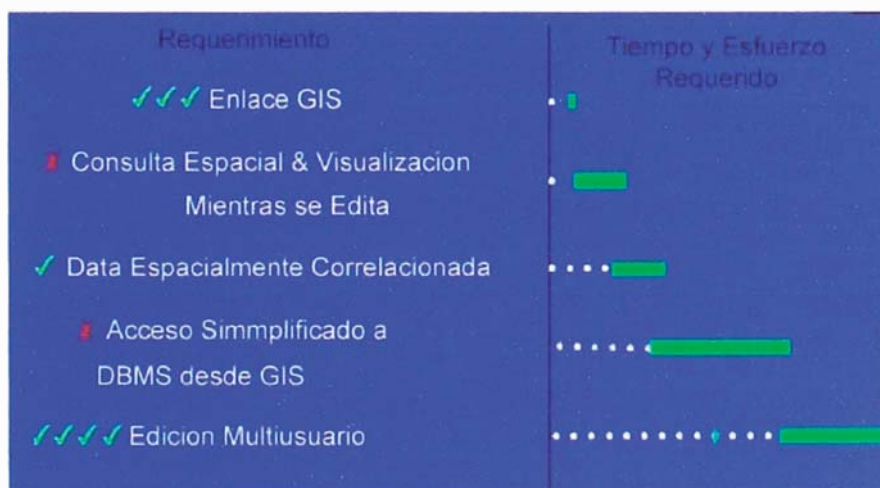


Gráfico 4.1 Requerimientos de usuario y su cumplimiento luego de la implementación

CAPITULO V

CONCLUSIONES

De estos primeros meses en que la base de datos espacial ha sido implementada se puede concluir lo siguiente

- La puesta en marcha de una base de datos que centralizará la información espacial ha dado una gran oportunidad para mejorar el proceso de exploración al reducir el área de interés o de exploración (optimizar recursos)
- Es muy importante la flexibilidad de la herramienta para poder integrarlo con otras fuentes de información o alimentar a otras.
- Un factor bastante importante para el éxito de la implementación es el conocimiento de los consultores.
- Es importante tener buen dominio de la base de datos relacional sobre la que se monta la base de datos espacial.
- La etapa que más tiempo toma en una implementación es la de estandarizar la información que ya se tenía, en el caso de Compañía minera Ares contaba con muchas islas de información.

CAPITULO VI

RECOMENDACIONES

Las recomendaciones que se podrían dar son las siguientes:

- Es importante definir la estructura del geodatabase de una manera suficientemente flexible, para que ante cambios no ocasione inconvenientes.
- Siendo esta tecnología bastante especializada y un poco costosa se debería poner bastante hincapié en el soporte.
- Dado que se encontró que el desempeño del servidor se vio afectado por la puesta en marcha de la base de datos espacial se recomienda tomar en consideración al momento de establecer los requerimientos las capacidades considerando el desempeño y a la vez un sistema de tolerancia de fallas y un sistema de contingencia debido a que la base de datos cobra más importancia con esta implementación.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Topografía: La topografía es la ciencia que estudia el conjunto de procedimientos para determinar la posición de un punto sobre la superficie de la Tierra, tanto en planimetría como en altimetría.

El término suele aplicarse a áreas relativamente pequeñas, utilizando la denominación geodesia cuando se pretende relevar o cubrir espacios mayores.

Para eso se utilizan coordenadas que pueden ser dos distancias y una elevación, o una distancia, una dirección y una elevación.

Geología: La geología es la ciencia que estudia la forma interior del globo terrestre, las materias que lo componen y su formación, los cambios o alteraciones que estas han experimentado desde su origen, y la colocación que tienen en su actual estado.

ArcSDE: Un middleware para un RDBMS comercial como Oracle y Microsoft SQL Server que permite almacenar información espacial en un entorno abierto y de alta performance que emplea arquitectura cliente/servidor para desempeñar operaciones espaciales eficientes y manejar data geográfica grande y de manera compartida.

Extent: El par de sistema de coordenadas que define el rectángulo limitante de un área de una fuente de datos. Todas las coordenadas del origen de datos caen dentro de estos límites.

Feature: Se puede definir como:

- Una clase de objeto en un geodatabase que tiene un campo de tipo geométrico. Los features son almacenados en una clase de features.
- Una representación de un objeto del mundo real
- Un punto, línea o polígono en un coverage, shapefile o geodatabase.

Layer: Se puede definir como:

- Una colección de features geométricos similares (tales como ríos, lagos, distritos o ciudades) en un área o lugar en particular referenciados juntos para visualizarse en un mapa. Un layer referencia data geográfica almacenada en un origen de datos, tales como un coverage, y define como mostrarlo.

- La interfaz por el cual una aplicación accesa a un sistema operativo y otros servicios

Topología: Los objetos en un sistema del mundo real tienen asociaciones particulares con otros objetos en la base de datos. Esta clase de asociaciones entre objetos en el geodatabase son llamadas relaciones. Las relaciones pueden existir entre objetos espaciales (feature en una clase de feature), entre objetos no espaciales (registros en una tabla), o entre data espacial y no espacial. Mientras los objetos son almacenados en el geodatabase en clases de feature, y objetos no espaciales son almacenados en clases objetos, las relaciones son almacenadas en clases de relaciones “relationship classes”.

BIBLIOGRAFÍA

- Modeling Our World: The Esri Guide to Geodatabase Design ESRI Press
(December, 1999)
- Designing Geodatabases : Case Studies in GIS Data Modeling Esri Press
(September 28, 2004)
- ArcGIS: What Is ArcGIS? Esri Press (2001-2004)
- <http://es.wikipedia.org>
- <http://esri.com>
- <http://www.oracle.com>
- <http://grass.itc.it/>

ANEXOS

ANEXO I

SHARING INTER-MINISTERIAL GIS INFORMATION IN PERU

Arturo Martinez, Pilot Project Coordinator¹

Ministerio de Economía y Finanzas

Dirección General de Programación Multianual del Sector Público

Lima, Peru

ABSTRACT

The Ministry of Economy and Finance (MEF), in the frame of the National System of Public Investment, developed a Pilot Project in order to share geographic and statistical information at inter-ministerial level. The objective was to demonstrate the viability of sharing standard GIS information at government level to develop tasks such as identification, formulation, evaluation, and execution of public investment projects. In this Pilot Project, the Shape Format, geographic projection and WGS84 datum were used. There were public institutions that kept GIS information in a server located at the Ministry of Transportation and Communications (MTC) -with interchange format- and as soon as the users get access to the server they could use this information in real time.

INTRODUCTION

SOME INFORMATION ABOUT PERU

- ⌞ Annual rate of economic growth : 5.3% (the highest in the last three years)
- ⌞ Current population : 26 749 000 (estimated)
- ⌞ Localization : Located in the Pacific coast of South America

BACKGROUND

From April to June 2002 a Pilot Project named "Sharing Inter-Ministerial Cartographic and Statistical Information", implemented by the *Dirección General de Programación Multianual del Sector Público* (DGPM) of the Ministry of Economy and Finance, was developed. The main reason to initiate this Pilot Project was the need of having basic GIS standard information to support the planning process of public investment projects. Some public institutions took part in this Pilot Project. Also, the support of private companies through loans of software licenses, GIS software donations and the free use of Internet bandwidth was the key element for the successful completion of the Pilot Project.

PREVIOUS SITUATION

Before having the Pilot Project developed, the following activities were carried out:

1. In 2001 an Committee called "Advisors' Committee" was created to elaborate and implement an exchange plan of spatial data.
2. Workshop on Ciberetic Cartography in 1999 organized by MEF.
3. Workshop on Spatial DataBase Infrastructure in 2002 organized by MTC.

¹ I would like to express my recognition to Dr. Carlos Giesecke, General Director of DGPM, and Dr. Edgar Pebe for their support provided during the preparation of this paper and Mr Darwin Eufrazio who participated in the case study.

OBJECTIVE OF THE PILOT PROJECT

The objective was to demonstrate the viability of sharing standard cartographic and statistical information freely – at government level – to support tasks such as identification, formulation, evaluation and execution of public investment projects.

WHAT WERE THE PILOT PROJECT ACHIEVEMENTS?

- L The GIS information was shared among public institutions through an inter-institutional network whose bandwidth was amplified with the contribution of private companies (i.e, Telefónica del Perú).
- L International standard formats (Shape Format) recognized by the OpenGis Consortium were used. The standard format is detailed in Appendix 1.
- L A common platform to share this information through a network for its free distribution among public institutions was developed.
- L Duplication of efforts in the generation of basic information was avoid.
- L During this time endless procedures and delays when asking or sharing information were avoid.
- L The information shared in real time was used at DGPM-MEF to evaluate public investment projects on a really short-time basis. This case appears on Appendix 2.

PARTICIPANTS

The following institutions took part in the Pilot Project:

- L Ministry of Education (MED),
- L Ministry of Health (MINSA),
- L Ministry of Transportation and Communications (MTC),
- L Superintendence of National Property (SBN),
- L National Congress,
- L National Institute of Statistics and Informatics (INEI)

HOW IT WORKS?

1. There were public institutions, called Information Generating Institutions (EGI), that kept GIS information in a server located at the MTC, and user institutions, called Information User Institutions (EUI).
2. The MTC had a data server to store the information provided by EGI (i.e., MED, MINSA, SBN, INEI, and MTC) . At the MTC GIS Unit, the **ArcGis** was used to check if this information was okay.
3. The EUI (i.e., MEF and the National Congress) and the EGI were connected to the MTC data server and could get access to the information and transfer it to their own data server. After that, they could used the stored information by using GIS software (for example, ArcGis) so that their tasks could be easily developed.

RESULTS AND CONCLUSIONS

1. This experience was used to establish then the *Comité Coordinador de Infraestructura de Datos Espaciales del Perú* (Coordinator Committee of Spatial

- Database Infrastructure of Peru) - IDEP.
2. The Pilot Project was successfully completed and the DGPM officers are now working with IDEP in the preparation of proposals for the exchange of GIS information.
 3. Additional applications such as WAV to get access to the Public Investment Project Bank, remote connection through ArcSde to get access to Oracle DataBase, ArcIMS to support the tasks of identification, localization, formulation, and evaluation of public investment projects, were developed.
 4. The cost of this Pilot Project was almost none.

ACKNOWLEDGMENTS

The author wants to recognize the following contributions:

- L ArcGIS software donated by ESRI Inc.
- L GIS technical support provided by Telemática S.A. (an ESRI authorized agent)
- L Bandwidth loan provided by Telefónica Data
- L WAV application developed by Telefónica Móvil
- L License loan provided by Oracle Perú

AUTHOR

INFORMATION

Name : Arturo

Martinez

Title : Geographic Engineer

e-mail : martinezj@mef.gob.pe

Telephone : (511) - 4273930 - 4277551 Ext 3719

Address : Jr. Lampa 277 - Lima 01, Perú

c/o Ministry of Economy and Finance

1. Coordinator of the Pilot Project ("Sharing inter-ministerial GIS information")
2. Member of IDEP
3. GIS Specialist from 1995 to present. Participated in many work fields related to GIS applications in public and private companies.
4. Supervisor of the National Cartographic Database known as "Perudigital" or "DigitalPeru"

APPENDIX 1

FORMAT FEATURES

In Peru, most of the public institutions taking part in the Pilot Project used the Shape Format to store their cartographic databases. The main features are:

1. Shape format for storing spatial database.
2. Cartographic Projection: Geographic type
3. Geodetic Datum : WGS84

4. DBF format for storing tables.

APPENDIX 2**MINISTRY OF ECONOMY AND FINANCE: APPLICATION IN A HEALTH INVESTMENT PROJECT**

A case study : Health Investment Project in Lambayeque

Lambayeque Region
Province of Ferreñafe
Cañaris District

With shared GIS information the following projects were evaluated in less than 2 days:

Populated Places	Total Cost	Result
-----	-----	-----
Hierbabuena	\$ 29 428	no approved
El Puente	\$. 33 142	approved
Capote-Picsi	\$ 32 571	no approved
El Arrozal	\$ 33 142	no approved
Cayalti	\$ 284 571	no approved

Total = \$ 412 854

Without this GIS information the Ministry of Economy and Finance would have approved all these projects. Everyday almost 20 projects are registered at the Project Bank of the National System of Public Investment. Thanks to this instrument a great part of the national budget devoted to public investment can be optimized.

APPENDIX 3

FIGURE1. ArcIms application used to evaluate a health investment project.

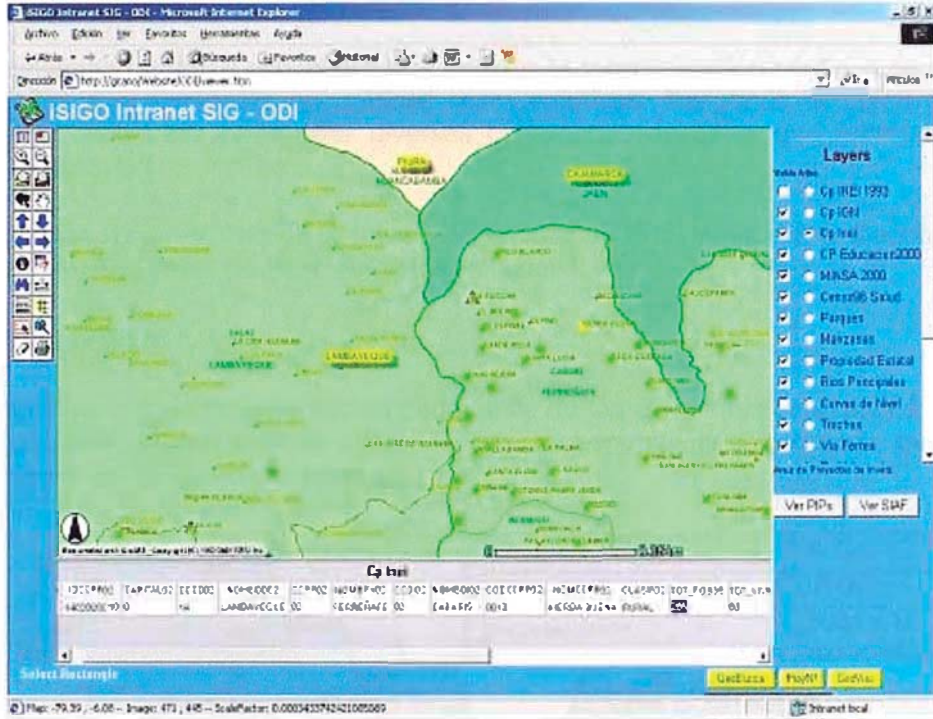
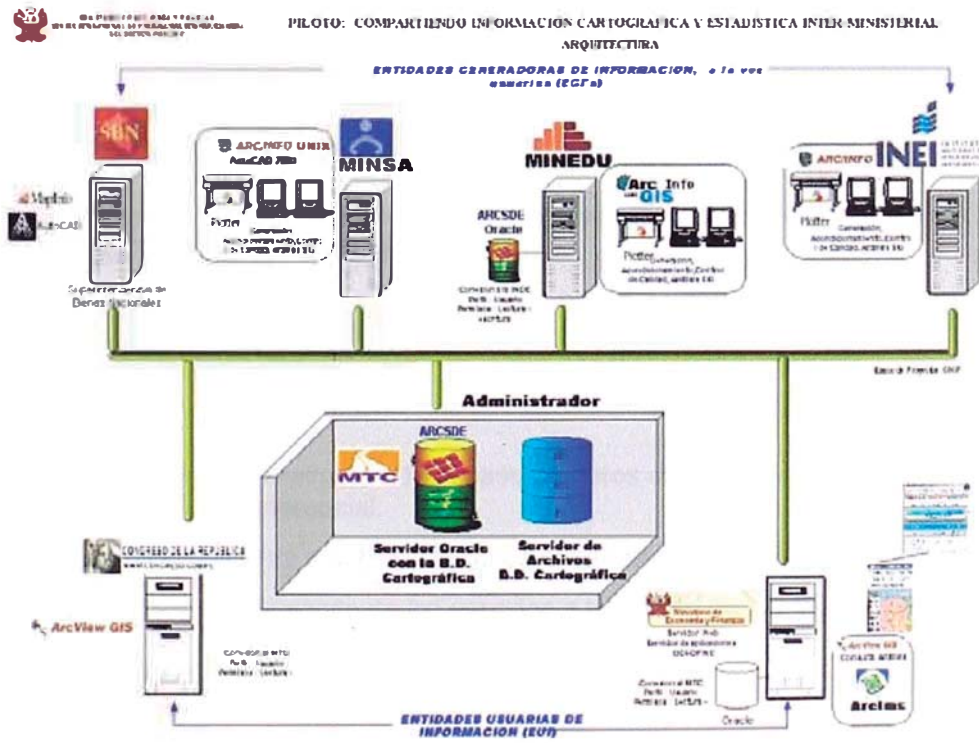


FIGURE 2. Architecture used to share GIS information



ANEXO II

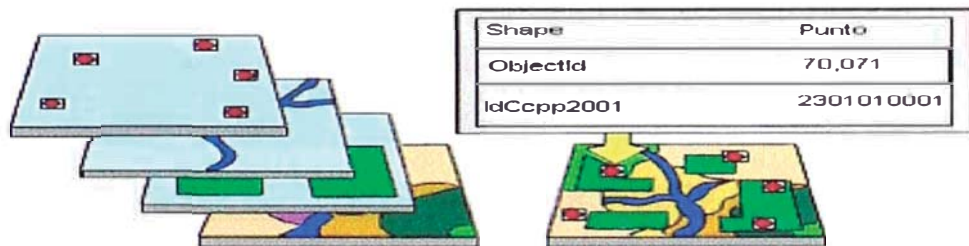
BASE DE DATOS ESPACIAL DEL INEI

Es un gran repositorio de datos espaciales que permite la representación continua de todo el país con todos sus elementos geográficos representativos. Responde al objetivo de proveer una estructura para administrar diversas colecciones de datos que representan entidades del mundo real.

Esta base de datos es administrada a través de un Sistema de Información Geográfico soportado sobre un Manejador de Base de Datos Relacional.

EL ELEMENTO ESPACIAL

Se ha establecido no sólo la representación geométrica de los elementos geográficos; sino también la asociación a sus atributos alfanuméricos correspondientes. Logrando que se comporte como una sola entidad u objeto.



ESTANDARES INTERNACIONALES

- EL Modelo de Datos sigue pautas y estándares definidos por el Open GIS Consortium (OGC)
- La Metadata se viene adecuando en función a especificaciones establecidas por el Federal Geographic Data Comité (FGDC)
- Uso de metodologías Orientadas a Objetos con bases en el desarrollo del Lenguaje Unificado de Modelamiento (UML)

CONSIDERACIONES

- Es independiente estructuralmente de la base de datos alfanumérica del INEI, pero conserva su integridad referencial.
- Está vinculada lógicamente a la base de datos alfanumérica del INEI.
- Proporciona acceso concurrente de los usuarios a través de un Warehouse espacial

CARACTERISTICAS ESPECÍFICAS

- La georeferenciación de los datos del INEI está en coordenadas geográficas con datum WGS84

- La geocodificación de los atributos alfanuméricos está basada en un orden jerárquico de acuerdo a su localización, con la funcionalidad mínima para su vinculación con otras bases de datos
- La vinculación lógica con los atributos tabulares de la base de datos alfanumérica permite la generación automatizada de diferentes productos (planos temáticos, análisis espacial, áreas de influencia,...)
- La base de datos es compatible con información de otras fuentes, en su construcción se consideró:
 - Red Hidrográfica (MINSA)
 - Red Vial (MTCVC)
 - Centros Poblados (MINEDU)
 - Infraestructura Educativa (MINEDU)
 - Infraestructura de Salud (MINSA)

ARQUITECTURA



ELEMENTOS DE LA BD

- Datos Espaciales Urbanos
 - manzanas censales
 - frentes de manzana censales
 - tramos de vía
 - zonificación censal
 - localización de principales entidades
- Datos Espaciales Nacionales
 - Demarcación Departamental, provincial y distrital.

- Ubicación georeferenciada de centros poblados

DATOS ESPACIALES URBANOS

Manzanas Censales

- Geometría : poligono
- atributos: código de departamento, código de provincia, código de distrito, identificador de la manzana, código de zona, sufijo de zona, código de manzana, sufijo de manzana, clasificación

Frentes de Manzana Censal

- Geometría : línea
- atributos: código de departamento, código de provincia, código de distrito, ubigeo, identificador de la manzana, código de zona, sufijo de zona, código de manzana, sufijo de manzana, número de frente de manzana, código de vía.

Segmentos de Vía

- Geometría : línea
- atributos: código de departamento, código de provincia, código de distrito, identificador del eje vial o segmento de vía, clasificación

DATOS ESPACIALES NACIONALES

Departamento

- Geometría: Polígono
- Atributos: identificador de Departamento, nombre del departamento.

Provincia

- Geometría: Polígono
- Atributos: Código de Departamento, Identificador de Provincia, nombre de la provincia

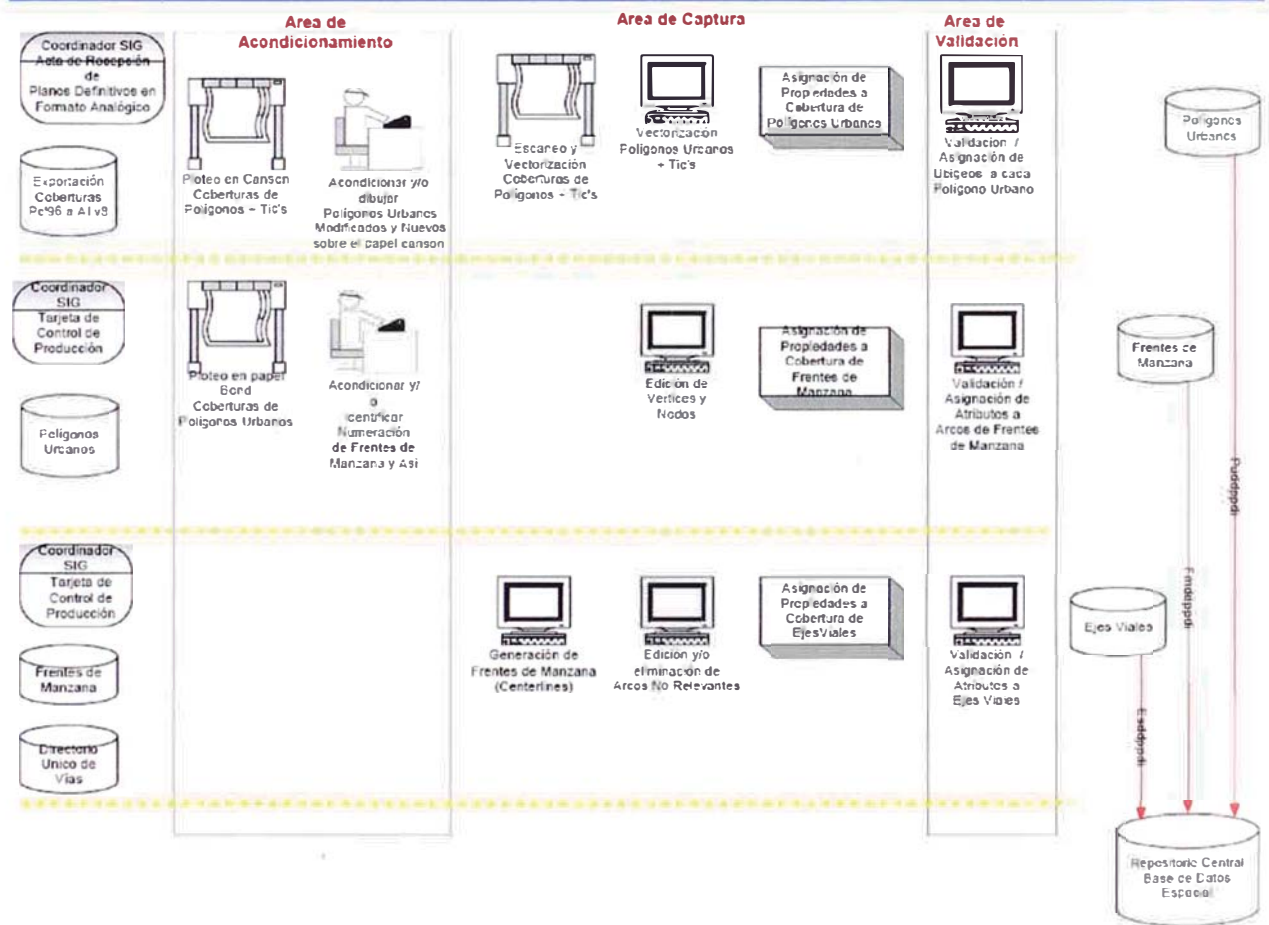
Distrito

- Geometría: Polígono
- Atributos: código de departamento, código de provincia, identificador de distrito, nombre del distrito

Centros Poblados

- Geometría: Punto
- Atributos: código de departamento, código de provincia, código de distrito, identificador de centro Poblado
- Registros: 70,071

ESQUEMA DE PRODUCCION



ANEXO III

CABLE MAGICO – TELEFÓNICA DEL PERÚ

Are You Being Served?

Written by Jim Baumann, ESRI

Monday, 07 February 2005

Telefónica del Perú S.A.A., the Republic of Perú's telecommunications giant, is a wide-ranging public communications provider that includes wireless and landline telephone, cable television, broadband and Internet access within its comprehensive array of services.

Among the crown jewels of the company's assets is Cable Mágico, its cable television network, which is based in the competitive Lima market. To help maintain its technological edge, Cable Mágico has implemented a GIS based on ESRI software in its Customer Service department. Using ArcIMS, which provides Internet access to its ArcSDE-Oracle managed spatial database, service representatives can run a service area application and immediately determine if a potential customer is located within the company's existing coverage area. If it is determined that service is currently provided to the area, the system generates a work order that is forwarded to the installation department and subsequently printed from a common Web browser. If the potential customer is outside the existing service area, the address information is collected to determine the feasibility of expanding the network coverage in the future.

The Cable Mágico application also helps the marketing department perform customer segmentation analysis for its planning and sales forecast reports. In addition, it monitors the cable television network to eliminate clandestine connections. Both applications run on a CIS Informix based system.

Comments Edison Ramirez Motta, Technical Area System's Coordinator , Telefónica del Perú S.A.A., "During the past 5 years, Telefónica del Perú S.A.A. has been systematically developing its GIS, which has ultimately expanded into a corporate wide system with which they integrate, maintain, and distribute spatial data throughout the entire company. In creating the Cable Mágico application, they made extensive use of this corporate GIS."

A major requirement for the company in building their GIS was the substantial effort required in collecting, digitizing, and standardizing its spatial data, which in some cases had been originally collected in CAD system formats. This effort required more than 2-years of work and cost almost 4 million U.S. dollars. The degree of detail is down to "door" level, in which each customer has a unique identifying point within the system, specifying the door of the house or place of business where the telecommunications service has been installed. The maps were digitized to a scale of 1/1000 to allow more variables for analysis so that the GIS could provide better support for decision-making at the enterprise level.

The Telefónica del Perú S.A.A. enterprise GIS uses a three tier architecture. This architecture loosely couples the applications and data, as opposed to the more rigid Client/Server model. The three-tier model allows the company greater flexibility in using and modifying its applications and data.

Comments Renzo Vidalón Hoyle, Integrated Systems Analyst for Telemática S.A., ESRI's GIS software distributor in Perú, "A big advantage of the three-tier architecture is that most of the company's business methods, regulations, and strategies are held in the server, where it is easier to make changes for specific applications and projects. One of the company's goals is to provide a centralized administration and maintenance that promotes the distribution of urban cadastral information to each of the many business units within the corporation and this architecture supports that process."

Another Cable Mágico application that the company is very excited about is one that was developed by their planning department. Among the data that they have collected in their enterprise GIS is statistical and demographic information about their customers and their demand for Cable Mágico service. Their planning application allows them to analyze their existing service areas using this demographic data, so that they can make intelligent decisions concerning the expansion of their coverage areas and the investments required to continue providing quality service to their customers. The application was completely developed in Visual Basic (VBA), using the interfaces available through ArcView.

The Cable Mágico service area and planning applications are the first that the company developed using ESRI's new ArcGIS technology. In the future, there are plans to integrate facilities data into the planning application to further expand its planning and forecasting capabilities.

In addition, the company's wireless division uses an ArcView application to analyze the volume of traffic on its many telecommunications antennas. This allows them to orient each antenna in such a way to allow maximum coverage, while minimizing overlaps in the areas served by adjacent antennas. It also provides essential information in expanding the service

areas and the placement of supplemental antennas. The company has also developed a similar application within its landline telephone division, which it uses to manage service and installation requests.

Because of its detailed geodatabase, Telefónica del Perú S.A.A. has been able to develop products in use throughout the entire company, including an electronic street reference guide for Lima called, "Callejero" or "On the Street" that is distributed via the Intranet and is widely used by all of the business units in the company's various divisions.

In the future, the company plans to integrate its facilities and technical data into the GIS system to bring more information into a common, georeferenced database, which will minimize redundancy and further expand the system's capabilities.

Concludes Vidalón, " Telefónica del Perú S.A.A. has implemented an enterprise GIS that can serve as a model in functionality and flexibility for other telecommunications companies that are integrating GIS into their operations."

About the Author

Jim Baumann writes about international GIS-related topics for ESRI. He has written articles on various aspects of the computer graphics industry and information technology for more than 15 years.

Contact:

Jim Baumann

jbaumann@esri.com

ANEXO IV

GIS EN BRASIL

GIS for Environmental Management

With its ability to pull spatial data from different sources into an integrated environment, GIS simplifies the process of preparing data for a multitude of environmental analysis possibilities. For example, GIS greatly extends the analytical power of hydraulic modeling. GIS can perform applications such as watershed delineation, topographic characteristic extraction, floodplain extent determination, and others to provide water resource professionals with an informed basis for making sound decisions.

The mission of Desenvolvimento dos Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental do Paraná (Hydrological and Environmental Sanitation Resource Development of Paraná) is to develop environmental policy and oversee one of the largest ecological areas in the world. One of its directives is to establish the lines of direction for government in the areas of environment, hydrographic resources, forestry, mapping, and agrarian action as well as control of erosion and environmental sanitation. A core component in this directive is mapping, and intelligently mapping such a large domain requires a sophisticated GIS.

Desenvolvimento dos Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental do Paraná has a pilot GIS project that is designed for environmental analysis for the state. The GIS is used for assessing and monitoring the Programa de Saneamento Ambiental da Região Metropolitana de Curitiba (the Environmental Sanitation Program of the Metropolitan Region of Curitiba), called PROSAM.

PROSAM's initial target is the hydrographic basin of the River Iguaçu. This river cuts through all of the Paranaense territory,

impacting 100 cities and more than 50 percent of the population of the state. The basin is divided into three hydrographic sub-basins (Low, Medium, and High Iguaçu). The High Iguaçu basin represents the largest index of environmental pollution because of the confluence of high urban development and the natural water sources (springs).

The initial focus of this project is on the management of hydrological resources in the High Iguaçu basin. The GIS computed a basemap by using data from land survey and aerial photogrammetry restitution. Converting available data to the GIS database and inputting new

geodata were essential elements to building an accurate database. Database accuracy is crucial so that the GIS can build hydrographical models and query information.

The spatial representation and hydrological models that the GIS is creating are helping analysts determine how shared environments affect pollution. The pilot also serves to launch the Program Paranaense de Ambient Gestão, which is a civil society of the Association of Cities. This organization will join with other environmental partners to share the responsibility for improving the quality of life in and applying sustainable development principles for the region. GIS is an important player in bringing this group together to make sound environmental decisions.

The Desenvolvimento dos Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental do Paraná has created a GIS Web site, www.pr.gov.br/sema/i_sema.shtml, that offers a thematic map of the environment for the state.

GIS for Agriculture

GIS offers solutions for all levels of agronomy. GIS is valuable at the subfield level for analyzing crop yield information and understanding how features within the landscape interact. On a larger scale, GIS assists governmental organizations with a host of tasks such as risk analysis for insurance programs and field assessments for commodity subsidy programs. GIS helps agricultural decision makers optimize efficiency and improve economic returns.

In Search of the Wild Peanut

Peanuts are a staple in the diets of many peoples of the world. Peanuts are also an important commodity for many economies. The peanut's original home is believed to be the slopes of the Andes in Brazil and Peru. Portuguese traders, explorers, and missionaries transported the peanut to Africa and Spain. From Africa, peanuts traveled by ship to North America and were grown on farms in the southern British colonies.

Today's domesticated hybrids are a changed version of the original wild groundnuts of South America. These wild groundnuts are able to survive in more rugged conditions. In search of the peanut's origins, scientists hope to locate the hardy B-genome parents. They believe that enhancing today's peanut varieties with the B-genome of its ancestor would benefit farmers

and consumers around the world, especially the poor. Today, there are 68 known wild peanut varieties.

Researcher David Williams is a plant explorer and ethnobotanist based in Cali, Colombia, at the Americas Office of the International Plant Genetic Resources Institute, a future harvest center of the Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR). Williams says, "The species we are looking for could eliminate much of the need for farmers to use pesticides and also help them cope with drought." Williams is using a GIS application called FloraMap to map the location, species, and habitat of various species in the regions of northwest Paraguay, southeast Bolivia, and southeast Brazil.

FloraMap was developed at the International Center for Tropical Agriculture (CIAT), another future harvest center of CGIAR. FloraMap links to agroclimatic and other databases, allowing biodiversity specialists to create maps showing the most likely distribution of wild species in nature. This application was built using ESRI's MapObjects® software.

Williams and CIAT researcher Andrew Jarvis recently mapped out the coordinates where the B-genome and other wild peanut species are most likely to be found.

"We combined meteorological station data and a large global climate change model called Hadley with the geographic coordinates of the sites where wild species had been collected in the past," says Jarvis. "From there, we used FloraMap to map out and compare distribution patterns, both present and future, for each target species."

Monitoring Agricultural Expansion Using Remote Sensing - Bahia

For centuries the western region of the state of Bahia has been used predominantly by cattle ranchers. But recent agricultural practices have brought notable changes to the environment. Within the past 15 years agricultural production has expanded to grains (soy and maize) and coffee. Technological and mechanical methods have further speeded the expansion of production. Today approximately 100,000 square kilometers have been affected by this dynamic land use.

The Brazilian Development Bank (BNDES) is concerned about these growing changes and contracted Embrapa Monitoramento por Satélite (Embrapa Satellite Monitoring) to construct an analysis of the region. Embrapa has been able to provide BNDES with information by using Landsat images integrated into GIS.

A multidisciplinary team of analysts was responsible for defining the classification system to be used in examining the images. ERDAS IMAGINE® software was used for the analysis of

the images that were generated in ArcGIS, which helped with the manipulation of vectors and attributes. The team decided on the study procedures and necessary routines needed for the geospatial analysis.

To do this, the team first attained data about the region. Figure 1 illustrates the cartographic context of the study area and the necessary Landsat scenes for the mapping of land use. In particular, the team chose to focus on images from two years—1985 and 2000. This allowed them to compare and contrast the variations in the environment.

The team evaluated aerial and terrestrial passages of the entire study area. Using the GIS, they verified the precision and created map agreement for scale. The GIS produced cartographic depictions of weather patterns, vegetation covering, and land changes.

Findings

- Since 1985 (Figure 1), open pasture presented the biggest loss of area (21 percent).
- A significant loss of forested area was depicted for 2000 (Figure 2).
- The team analyzed agricultural expansion by agricultural type for 1985 and 2000 (Figure 3). Images indicated significant expansion within each classification: traditional 28.3 percent, modern 154.4 percent, and irrigated 526.0 percent.

The team predicts that agricultural expansion in the region will continue to grow at a rate of 18 percent each year. The images produced by the Embrapa Landsat and GIS, as well as the team's analysis of the data, are used to guide policy making about regional development by allowing legislators to see impacts on existing natural resources and environmental impacts. The integration of the data into the GIS increases the efficiency of monitoring these areas. It also will help agencies provide fast answers to financial agencies and local services.

Information provided by Mateus Batistella and Marcelo Guimarães of Embrapa Satellite Monitoring.

GIS for Government

Governmental policy makers use GIS to help them effectively respond to national needs such as defense, transportation, and health care. Today's GIS has the power to integrate geographic data from many agencies and groups such as civilian agencies, defense, and national security. Local governments use GIS as an essential municipal tool for cadastre,

taxation, regulation, economic development, city planning, law enforcement, emergency response, community education, and much more. Whether interdepartmental, interagency, or international, ESRI's government enterprise solutions help governments build strong communities.

State Agency Processes Are Enhanced - State of Pernambuco

The Regional Council of Architecture, Engineering, and Agronomy (Os Conselhos Regionais de Arquitetura, Engenharia e Agronomia) is an inspection agency that oversees architecture for the state of Pernambuco. Its purpose is to ensure a prescribed level of quality in the region's architecture. In an effort to improve its services, the agency sought a new system that would function quickly throughout the enterprise. The council had become frustrated with an outdated system that was hard to use and sought to implement a GIS system that would be useful for the many tasks and services the agency provides.

For inspection purposes, the council divides the Região Metropolitana do Recife into four service sections. Inspectors gather building data and assess building code compliance. The council's old system contained a digital archive of inspection notifications. Although their operating system was able to generate some reports, the system was both difficult to learn and difficult to use. It was not only slow but also limited in the types of information it could produce.

The new inspection application enables inspectors to locate, classify, visualize, and print GIS maps of the sites they visit. Inspectors are also able to georeference the geodatabase with linked property images. By clicking on a map, workers can access photographs of the site, the building, costs, site data, and inspection information. The database is easy to update and maintain because GPS is used to gather and maintain geographic data for the GIS and provide accurate site coordinates.

Application tools have custom-designed features that address specific task needs. For example, the notification database tool was designed specifically for administrators who use it to evaluate the productivity of the inspectors. Another tool performs studies on business inspections and is used to analyze location and growth of construction. The CREA PH production tools support the system network, easing the interaction between management, engineers, consultants, and inspectors. CREA PH also generates various management reports including the public park, construction area, inspection, type of construction, and type of business reports.

ArcExplorer™, a lightweight GIS data viewer by ESRI, was downloaded to all desktop computers so that everyone had at least minimal access to the GIS using the network. GIS inspection data is being disseminated; basemaps, attributes, and data are successfully being combined with full spatial representation;

and maps are made accessible online. Because of this expanded access, new concepts, processes, and potentials of GIS are being explored and applied.

CREA PH brings the council an ability to assign work flow, obtain specific combinations of work information, and perform detailed tasks such as applying fines and penalties for noncompliant facilities violation. Accuracy, quality, and speed of production have all been enhanced.

GIS for Economic Development - City of Ipatinga

Municipalities use GIS to analyze transportation, infrastructure, education, workforce, tax incentives, and other factors that must be identified and emphasized. By centralizing all information about a community, GIS speeds the process of analyzing data and recognizing trends. The city of Ipatinga seeks economic development of the community to improve the quality of life for its citizens.

Ipatinga uses GIS in its municipal clerkships of finance, urban and environmental services, and health. GIS provides numerous solutions for these agencies. For example, those in education use GIS to determine the community distribution of children by age and residence. This helps administrators plan for schools and class sizes by grade. Community health services use GIS to map the spread of disease and to locate health sites. The GIS also provides a picture of the community family groups, which helps the family and health program target its services.

The city's cadastre was also brought into the system. ArcGIS completely integrates all major functions of a cadastral organization: mapping, ownership registration, and valuation in a scalable environment. This helps the staff locate new construction and remodeling efforts. The GIS generates maps for field inspectors about the parcels and provides inspectors with a route to get to sites.

ArcIMS® and ArcSDE® allow users to view and access maps on the Web. A Web site was created that provides employees with important data needed to complete their daily work tasks. Access to information is controlled. A public Web site is available to the community and provides information about services, cultural events, sports, leisure, traffic, demography,

and location. This Web site also offers city budget information. Users can use the Web site as a resource for GIS location services.

The municipality's GIS is located in City Hall. Officials realized that implementing a GIS, which touched so many municipal services, would take teamwork. Because of the city's ability to collaborate, the project is a core tool used by city management and citizens alike.

GIS for Utilities

Successful utility services management relies on spatial representations for facilities design (placement of substations), asset management (utility poles and underground cables), customer service (setting up accounts and field service), outage management, and much more. GIS makes it possible for a utility company's various computer systems and departments to work together. Billing procedures, engineering design, work order management, and field routing all benefit from GIS with proven return on investment. Because of the many benefits GIS brings to power company facility management, the community's utility company often leads the way in developing the community's GIS.

Eletropaulo Uses GIS for Facilities Management São Paulo

Eletropaulo, a leading electric utility based in São Paulo, provides power to 4.8 million customers. This company uses ArcGIS/ ArcFM™ to streamline asset management, improve and extend interdepartmental communications, and expand the reach and accessibility of enterprise-level data. The facilities management software, ArcFM (specifically designed for utilities by Miner & Miner), works hand-in-hand with ArcGIS. Because the software is easy to use and highly functional, more than 100 Eletropaulo employees use the GIS for their day-to-day work activities. The utility uses the GIS to create intelligent geographic databases that couple behavior and properties. By using ArcSDE technology, the utility uses the GIS to support versioning and long transactions in a standard relational database management system. This allows several users to work on a single database.

Eletropaulo is using the GIS for analysis and visualization functionality to support outage management and response. Using GIS and supporting technologies, the company will meet strict outage response criteria enforced by regulatory agencies.

Boa Vista Energia S.A. Implements GIS Solutions Amazon

Boa Vista Energia South America, a subsidiary of Centrais Elétricas do Norte do Brasil–ELETRONORTE, is an electric utility with a service territory of 3,550 square miles.

The company's GIS, named Management Graphical System for Distribution Lines (SIGREDIS), was originally designed to create topographical surveys in the municipal district of Boa Vista and to survey the count and geographic location of the power poles. GPS technology produced an immediate result by reducing the time it took to survey power poles by 80 percent. Furthermore, geographic points can now be efficiently surveyed in the field. All the distribution lines are drawn using GIS, and the respective attribute data information is registered. This makes it easy to correctly complete the registration of each customer, quickly create up-to-date maps, and accurately develop new projects