

ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS DE SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRÁFICA

José M. Ciampagna

Córdoba, 31 de marzo del año 2000

Ciampagna & Asociados – GDSIG

Grupo para el Desarrollo de Sistemas de Información Geográfica
www.gdsig.com.ar

ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS DE SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRÁFICA

José M. Ciampagna

Descripción

Este apunte sirve de material de apoyo al Curso/Seminario “ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA”.

El curso es una guía para gerentes y administradores enfrentados con la compleja tarea de supervisar los recursos y el personal de los SIG. El seminario cubre los procesos de planificación, implementación y aspectos claves del ciclo de vida del SIG.

La primera parte se centra en describir someramente conceptos claves sobre Sistemas de Información Geográfica. Sirve exclusivamente para remarcar los conceptos principales sobre el tema que se utilizarán en el Curso. Para una información más detallada se debe recurrir a otras fuentes de información más especializadas sobre SIG.

La segunda parte es una compilación y adaptación del libro “Cómo elaborar un Proyecto”¹ a fines de introducir conceptos generales sobre administración de proyectos.

La tercera parte se centrará en la planificación de un emprendimiento SIG, poniendo énfasis en la planificación de la organización, la propuesta del proyecto, los recursos necesarios, la evaluación de los requerimientos, el diseño preliminar, el plan de adquisición, el diseño de documentos auxiliares, los procedimientos y políticas. Además se explica el proceso de implementación del SIG y los detalles del diseño de la base de datos, almacenamiento y administración de datos, administración del sistema y de personal especializado.

La cuarta parte es una serie de Anexos que tocan temas específicos considerados interesantes para el desarrollo del curso. También, contiene planillas auxiliares útiles para documentar los proyectos.

¿Qué aprenderá?

- Cómo trabaja el ciclo de vida del SIG
- Qué documentos auxiliares desarrollar
- Quiénes debieran participar en el proceso de planificación del SIG
- Claves para el diseño de la base de datos y conceptos de implementación
- Qué buscar cuando se compran o crean sus propios datos

Requisitos previos

El seminario está diseñado para personas con poca o ninguna experiencia en administrar y/o implementar de un SIG.

¹ Ander-Egg , ver Bibliografía

Temario

PRIMERA PARTE

Panorama general, componentes de un Sistema de Información Geográfica.

SEGUNDA PARTE

Elaboración de Proyectos

TERCERA PARTE

Definición del Proyecto

Proyecto

- Proyecto informático
- Proyecto Geotopocartográfico (datos)
- Proyecto Institucional

Desarrollo del Proyecto

Administración del Proyecto

CUARTA PARTE

Anexos

- Anexo 1 – Ciclo de Vida de un SI
- Anexo 2 –SIG Departamental vs. SIG Corporativo
- Anexo 3 – Conceptos sobre bases de datos
- Anexo 4 – Manejo del cambio
Planillas

BIBLIOGRAFÍA

Paradigmas

"Mi invento del fonógrafo no tiene ningún valor comercial"

Thomas Alva Edison

"La televisión no podrá mantenerse en el mercado más de seis meses. La gente se cansará pronto de pasar la tarde mirando una caja de madera"

D.F. Zanuck. Productor de cine 1934.

"Poco saludable o loco es repetir lo hecho ayer esperando diferentes resultados"

Warren Buffet

"El futuro siempre aparece repentinamente para aquellos que no están preparados"

Agrimetrix

"Nosotros debemos resolver primero a la pregunta ¿porqué? y ¿qué? y después resolver la pregunta ¿cómo?. Si nosotros no conocemos qué necesitamos, probablemente no sabremos que buscar"

Makkonen

"El uso de la tecnología de la información significa más que tener disponibilidad de computadoras o el desarrollo de un sistema de información."

Consultora Nolan Norton

"La tecnología SIG es la herramienta para implantar el paradigma del cambio, no es la fuerza que lo maneja."

W.Huxhold, Allan Levinshon

Administración de un Sistema de Información Geográfica

PRIMERA PARTE

Panorama general y componentes de un Sistema de Información Geográfico

Un sistema de información geográfica (SIG) es una herramienta basada en tecnología de la información –informática- utilizada para cartografiar y analizar objetos y eventos que existen y/o suceden sobre la tierra.

Los Sistemas de Información Geográficos son otro tipo de sistemas de información que utilizan computadoras para la administración, modelado y planeamiento de temas de la realidad. Se distinguen de los sistemas de información tradicionales porque, además de la información descriptiva alfanumérica, permiten el manejo gráfico de la información. Este manejo espacial de la realidad los hace especialmente adecuados para los temas relativos al territorio, incorporando al estudio y análisis de una región una potente y moderna herramienta para la toma de decisiones.

La tecnología SIG integra las operaciones de bases de datos comunes tales como interrogación y análisis estadístico con las ventajas únicas de visualización y análisis geográfico ofrecidos por los mapas.

Estas habilidades distinguen a los SIG de otros sistemas de información y hacen de estos que sean muy valiosos para un amplio rango de emprendimientos públicos y privados, para explicar eventos, predecir sucesos y planificar estrategias.

Los SIG nos proporcionan el poder de crear mapas, integrar información, visualizar escenarios, resolver complicados problemas, presentar ideas en forma gráfica, y desarrollar efectivas soluciones como nunca antes se ha visto hasta que las herramientas SIG fueron usadas por organizaciones, escuelas, gobiernos, y negocios que buscan maneras nuevas para resolver sus problemas.

La confección de mapas y el análisis geográfico no son nuevos, pero los SIG resuelven estos problemas mejor y mucho más rápido que los viejos métodos manuales. Antes que la tecnología SIG, unas pocas personas, solamente quienes tenían la pericia necesaria para usar la información geográfica podían ayudar a la construcción de decisiones y la resolución de problemas.

Hoy, los SIG es una industria varias veces millonaria que emplea a cientos de miles de personas en todo el mundo. Los SIG se enseñan en escuelas, colegios y universidades. Profesionales en todos los campos están usando crecientemente las ventajas de pensar y trabajar geográficamente.

Los SIG son una tecnología que permite relacionar cada objeto de nuestro universo a su posición geográfica (coordenadas UTM, GAUSS, u otro sistema de proyección) y sus respectivas informaciones alfanuméricas (atributos); estos sistemas permiten, además, asociar a cada objeto georreferenciado otros objetos, y obtener, de ellos, información de sus relaciones recíprocas.

Varios autores han definido a los SIG; entre ellos podríamos citar la definición enunciada por Burrough, en 1988, donde se definen como:

"Un conjunto de herramientas para reunir, introducir (en el ordenador), almacenar, recuperar, transformar y cartografiar datos espaciales sobre el mundo real para un conjunto particular de objetivos".

También es importante mencionar la definición realizada por el NCGIA (Centro Nacional de Información Geográfica y Análisis) de USA:

"Los SIG son un sistema de hardware, software y procedimientos elaborados para facilitar la obtención, gestión, administración, análisis, modelado, representación y salida de datos espacialmente referenciados, para resolver problemas complejos de planificación y gestión".

Principales características

Hay algunos aspectos que hacen a cuestiones principales qué definen unívocamente hay un SIG de otros sistemas de información . Estos conceptos básicos, cuando son correctamente implantados, crean un modelo del mundo real que puede ser administrado y analizado para la extracción de información útil para tomar decisiones en el mundo real.

Encontramos los siguientes (Huxhold) :

Georreferenciación: Es el proceso de ubicar hechos y objetos geográficos dentro de un modelo de la superficie de la tierra.

Geocodificación: Es el proceso de vincular a una referencia geográfica datos no geográficos.

Topología: Es la rama de las matemáticas que define relaciones entre rasgos geográficos.

El modelo de la realidad que conforman estas propiedades de los SIG permiten funcionalidades específicas como, por ejemplo superposición de capas, análisis de redes, clasificación, etc.

A los conceptos subrayados, debemos agregar otros que son de importancia, a veces compartidos con otro tipos de sistemas (CAD por ejemplo); el manejo de capas (layers) de información. La subdivisión de los temas geográficos en capas permite mezclar información de diferente tipo habilitando análisis de correlación de diferentes variables.

El análisis estadístico, en forma primaria, también es otro tipo de funcionalidad compartida con otros paquetes de software.

Componentes

Un sistema de información esta formado por los siguientes componentes:

- El Hardware
- El software
- Datos
- Procedimientos
- El plantel de personal (*staff*)
- La organización
- La red o sistemas de comunicaciones

Los tres primeros componentes los podemos llamar componentes “duros” o tecnológicos, los últimos tres los podemos denominar “blandos” o de dimensión humana. La problemática más difícil de solucionar, no hay reglas matemáticas, es la armonía y presencia de los últimos componentes.

El hardware consiste en computadoras y periféricos auxiliares como graficadores (*plotters*), digitalizadores, impresoras, *tapes back-ups*, etc.

El software es: un software SIG, un sistema administrador de bases de datos (DBMS), sistema operativo, software de comunicaciones, aplicaciones.

Los datos , en el caso particular del SIG, además de los tradicionales alfanuméricos, se debe agregar las características espaciales de los objetos geográficos. Tanto unos como otros, por medio de procesamiento se convertirán en información útil.

Los procedimientos son el conjunto de reglas formales y no formales existentes en la organización para llevar a cabo sus fines. Estos procedimientos en general se verán afectados y cambiados por la introducción de la nueva tecnología. En el caso particular de los SIG, se encuentran entre los procedimientos, el “saber hacer” (*know how*), métodos propios de los trabajos cartográficos que permiten adecuadamente modelar la realidad geográfica.

El plantel de personal que mantiene y opera un SIG es el aglutinante que une al sistema. Los usuarios de los productos generados por un SIG representan la fuerza mayor que debe orientar a formular los objetivos del sistema. Por último, no podemos dejar de mencionar como fundamento del sistema a los responsables jerárquicos, en cuanto a su responsabilidad para el sostenimiento del mismo.

La organización la podemos definir como un grupo de personas que persiguen un fin común; esta unidad organizativa puede ser una empresa o compañía, una entidad del estado, etc. El SIG es un recurso adicional para llevar a cabo los fines de la organización.

Por último, a los componentes tradicionales, hemos agregado la red. Queremos significar las redes de comunicación internas y externas de la organización, específicamente Internet como red externa. Internet permite ver a una computadora como parte de un ambiente global, por cierto diferente a una computadora aislada o dentro de una red local.

SEGUNDA PARTE

Elaboración de Proyectos - Adaptación del Método Ander-Egg para Proyectos SIG

Definición de Proyecto

En el lenguaje corriente se entiende por proyecto a la previsión, ordenamiento o premeditación que se hace para realizar algo o ejecutar una obra u operación. En sentido técnico se trata de la ordenación de un conjunto de actividades que, combinando recursos humanos, materiales, financieros y técnicos, se realizan con el propósito de obtener determinado objetivo o resultado. Estas actividades se articulan, se relacionan y coordinan entre sí (Ander-Egg)

Diferencias entre Plan, Programa, Proyecto, Actividad, Tarea

Toda actividad compleja puede ser subdividida o parcelada en forma más sencilla, hasta obtener tareas simples que permiten construir el edificio por partes. Se pueden distinguir los siguientes niveles de complejidad:

Niveles de complejidad	Ejemplos
Plan	▪ Plan Nacional de Salud
Programa	▪ Programa nacional de lucha contra el Chagas
Proyecto	▪ Erradicación del Chagas en la provincia de Santiago del Estero
Actividad	▪ Gestión de compra de suministros médicos
Tarea	▪ confección de un diagrama

¿Cómo elaborar un Proyecto?

Se ha observado que varios autores mencionan que, ante un hecho o situación y la necesidad de informar, hay ciertas preguntas, que si se elaboran las correspondientes respuestas, describen en forma completa el hecho o situación. Es así que los periodistas manejan las cinco W (en inglés)

Inglés	Castellano
Who	¿Quién?
What	¿Qué?
Where	¿Dónde?
When	¿Cuándo?
Why	¿Por qué?

Rabindranagth Tagore, en un verso de sabiduría oriental, escribe:

“Seis amables servidores me enseñaron cuanto sé, sus nombres son :
cómo, cuándo, dónde, qué, quién y por qué. ”

Por último Ander – Egg autor del libro que guía este capítulo menciona que las preguntas a responder para resolver un proyecto son:

- ¿Qué?
- ¿Por qué?
- ¿Para qué?
- ¿Cuanto?
- ¿Dónde?
- ¿Cómo?
- ¿Cuándo?
- ¿A quienes?
- ¿Con qué?

En el siguiente cuadro se resume preguntas y respuestas que permiten tener un acabado panorama sobre las características de un proyecto:

Pregunta	Descripción, respuesta
¿Qué se quiere hacer ?	Naturaleza Nombre, identificación Definición
¿Por qué se hace ?	Justificación, beneficios vs. inconvenientes, causa, argumentos. Alternativas de solución, porqué esta solución ante otras. Fundamentos del proyecto Relación costo beneficio, beneficios económicos cuantificables y no cuantificables, beneficios no económicos. Factibilidad
¿Para qué se hace, qué se espera obtener ?	Diagnóstico, estado de situación, propósito, finalidad, objetivos variables de entorno : económicos, sociales, desarrollo humano, ambientales, culturales. Consideraciones adicionales. Análisis de requerimientos.
¿Cuánto se quiere hacer?	Productos y servicios obtenidos, entradas, salidas, alcances y limitaciones. Precio, estima, número de individuos, cantidades, magnitudes, partes.
¿Dónde se hará?	Lugar, límites, extensión territorial, cubrimiento superficial
¿Cómo?	Metodología
¿Cuándo ocurrirá?	Plazos de entrega, oportunidad, tiempo de duración, periodicidad y actualización. Cronograma
¿Quién ?	Responsabilidades; relación del proyecto con las personas y/o instituciones.
¿Con qué?	Medios o recursos; financieros, económicos, humanos, técnicos, materiales.

Siguiendo el esquema anterior, a continuación, damos un ejemplo del problema que nos ocupa referido a un Proyecto de un Sistema de Información Geográfico.

Guía para elaborar Proyectos (Método Ander-Egg)

1. Denominación del Proyecto
2. Naturaleza del Proyecto
3. Especificación operacional de las actividades y tareas a realizar
4. Métodos y técnicas a utilizar
5. Determinación de los plazos o calendario de actividades
6. Determinación de recursos necesarios
7. Cálculo de los costos de ejecución y elaboración del presupuesto
8. Estructura de organización y de gestión del proyecto
9. Indicadores de evaluación del proyecto
10. Factores externos condicionantes o pre-requisitos para el logro de los efectos e impacto del proyecto

Pregunta		Descripción	Ejemplo
¿Qué?	Denominación proyecto	La denominación identifica al proyecto. Con el nombre se trata que una persona pueda tener una idea exacta acerca de lo fundamental del mismo.	Sistema de Información Territorial para la Ciudad de Río Cuarto
¿Qué?	Naturaleza	<p>a. Descripción del Proyecto</p> <p>Idea exacta acerca de lo fundamental del mismo: tipo; clase, ámbito que abarca, contexto. Ampliación de la descripción Definición</p>	Sistema que permite recolectar, almacenar, analizar, procesar y distribuir información georreferenciada focalizado en la administración de la información parcelaria.
¿Por qué?		<p>b. Justificación</p> <p>Razón de ser, origen del Proyecto. Justificación de por qué este proyecto que se formula es la propuesta de solución mas adecuada o viable para resolver el problema</p>	<p>La Municipalidad de Río Cuarto viene manteniendo información topográfica y catastral desde sus comienzos en planos y planillas por medio de la "Dirección de Catastro". A partir de esta información otros sectores municipales como Planeamiento, Obras públicas, Obras privadas, etc. usan esta información y la modifican agregándole información propia que enriquece la existente. De esta forma en diversos sectores se mantiene información sobre la geografía de la Ciudad en forma dispersa. Así también profesionales externos y contribuyentes usan esta información.</p> <p>Se trata de producir un sistema que unifique la información geográfica y catastral de la ciudad y que tome el carácter de oficial y permita a todos los sectores internos y externos enriquecer la información geográfica mejorando el recurso y siendo útil para la planificación y todas las tareas</p>

			municipales y privadas que utilicen este tipo de información.
		c. Marco Institucional Naturaleza de la organización, su mandato, situación jurídica y administrativa, instalaciones y servicios, estructura de la organización y procedimientos administrativos Marco Institucional Identificación de la Institución Identificación de sus fines	La Municipalidad de Río Cuarto cumpliendo con su mandato, de acuerdo con la ordenanza nro. 23443 de fecha 10.03.99 aprobó la ejecución de las tareas necesarias para llevar a cabo el "Sistema de Información Territorial", proyecto realizado por el Poder ejecutivo Municipal de acuerdo con sus facultades derivadas de la carta orgánica municipal. Se aprueba además el pedido de crédito al BM para la ejecución de los trabajos.
¿Para qué?		d. Finalidad Impacto que se quiere lograr	Mejorar las herramientas de planeamiento. Mejorar la gestión. Aumentar la cantidad de información. Mejorar la capacidad de análisis. Automatizar la producción de información.
¿Para qué?		e. Objetivos Objetivos La definición de para qué se hace el proyecto ¿Etapas y/o Objetivos	Poner en funcionamiento una red de trabajo con las siguientes estaciones de trabajo: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Un servidor de datos SIG y servidor de web. ▪ Cinco estaciones de actualización gráfica. ▪ Doce estaciones de consulta y análisis SIG. ▪ Distribuir información geográfica vía Internet. ▪ Una estación de impresión de Planos. Comprende el hardware, la red de comunicaciones, el servidor de mapas para Internet, el software de base, el software DBMS, el software SIG, aplicaciones de carga y consulta. La conversión e implementación de datos. Capacitación. Integración. Soporte técnico.
		f. Metas Las metas hacen operativo el proyecto, estableciendo cuánto, cuándo y dónde se realizaran estos	Ejemplos de metas: <ul style="list-style-type: none"> • Cubrir el 50 % de la Ciudad con el censo • Instalación del hardware • Instalación de la red de comunicaciones • Terminar los trabajos de Apoyo

¿A quién?		g. Beneficiarios A quien va dirigido el proyecto (directos) y a quienes afectará (indirectos)	<ul style="list-style-type: none"> • Empleados municipales • Planificadores • El gobierno municipal • Profesionales • Contribuyentes
		h. Productos Resultados de las actividades	Productos <ul style="list-style-type: none"> • Listados • Informes • Publicación en la web • Cartografía a escala 1:5000 <ul style="list-style-type: none"> • Escala • Precisión • Fuente de la información • Causa de actualización • Frecuencia y volumen de la actualización • Tiempo utilizado en la actualización • Cubrimiento geográfico- hoja y serie <ul style="list-style-type: none"> • Formato • Planos Parcelarios • Planos de Ubicación • Listados de Calles codificadas • Padrón de contribuyentes Servicios <ul style="list-style-type: none"> ▪ Cantidad de consultas técnicas realizadas ▪ Cantidad de información telefónica atendida
¿Dónde?		i. Localización física Dónde se hará, qué abarcará	La ciudad de Río Cuarto. Entre la ruta 22 y la 56 al norte y sur respectivamente, limitando al este por el Río sexto y al sur por el cerro monte Olivo
	Actividades y tareas a realizar	Con qué acciones se generarán los productos, actividades necesarias	<ul style="list-style-type: none"> • Anteproyecto • Proyecto • Elaboración • Implementación
	Métodos y técnica a utilizar	Se describen las tecnologías que se usarán en el Proyecto	Técnica de análisis y construcción de de sistemas Técnicas cartográficas como geodesia, fotogrametría, procesamiento de

			<p>imágenes</p> <p>Técnica de administración de SIG</p>
	Calendario de Actividades	<p>Uno de los aspectos esenciales en la elaboración de un proyecto es la determinación de la duración de cada una de las actividades y la duración total. Para la confección del programa de trabajo en un calendario existen técnicas gráficas de apoyo que permiten distribuir el trabajo en el tiempo. El más simple es el cronograma o diagrama de Gantt. Es interesante poner en juego una red de precedencia para el manejo de actividades y fechas, en este caso se puede realizar el PERT (<i>Program Evaluation and Review Technique</i>) y determinar el camino crítico. Se define como camino crítico al conjuntos de actividades secuenciales en que, un atraso en una de ellas, produce un atraso en la duración total del proyecto.</p>	<p>Mencionamos la utilización de programas como el Project de Microsoft para llevar a cabo este tipo de trabajo.</p>
¿Con quién?	Determinación de recursos	<p><u>Recursos humanos</u></p> <p>Comprende hacer explícito la necesidad de personal, el tipo de especialización que debe tener, experiencia, tiempo de participación.</p> <p>Un organigrama es un gráfico de utilidad para llevar a cabo una descripción de la funcionalidad del recurso humano.</p> <p>Para la evaluación económica del recurso se debe conocer remuneración, cargas impositivas y sociales del mercado laboral de la zona del Proyecto.</p>	<p>Organigrama</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Un gerente de Proyecto <input type="checkbox"/> Un agrimensor <input type="checkbox"/> Un analista de sistema, programadores <input type="checkbox"/> Un cartógrafo <input type="checkbox"/> Un demógrafo <input type="checkbox"/> Un especialista en GIS <input type="checkbox"/> Dos Operadores <input type="checkbox"/> Tres auxiliares
¿Con qué ?		<p><u>Recursos materiales</u></p> <p>Listado de equipamiento con especificaciones técnicas necesarias para la evaluación económica del proyecto. Se debe especificar, no sólo el equipamiento básico, se</p>	<p><u>Hardware</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Computadoras • Graficadores (plotters) • Digitalizadores • Modems • Otros

		deben agregar memorias adicionales, ampliaciones, tarjetas de comunicación, accesorios, etc. De igual forma se requiere especificaciones del software.	<u>Software</u> DBMS Sistema operativo Software SIG Aplicaciones <u>Equipamiento para el relevamiento geotopocartográfico</u>
¿Con qué?		<u>Recursos técnicos</u> Consiste en la elección de las principales opciones tecnológicas. Es necesaria una experiencia adecuada para tomar este tipo de decisiones.	Tecnología GIS vector en ambiente Cliente Servidor, base de datos relacional. Sistema operativo Windows NT. Protocolo de comunicación TCP/IP.
¿Cuánto?		<u>Recursos financieros</u> Se debe, a partir de la evaluación de recursos anterior realizar el presupuesto y la necesidad de recursos financieros. Es típico la realización de un flujo de fondos (<i>cash flow</i>).	El sistema se financiará con un crédito del Banco Mundial para mejoramiento Institucional que generará el sector economía de la Municipalidad.
¿Cuanto?	Presupuesto	Comprende la elaboración de un presupuesto. Para ello se debe pedir diferentes cotizaciones y propuestas en cada uno de los rubros que componen el sistema.	Total: \$ 350.000.-
	Estructura organizativa y de gestión del proyecto	Comprende establecer el esquema jerárquico y funcional (organigrama) de plantel de personal que estará a cargo del Proyecto. En general se debe construir un grupo para decisiones de nivel gerencia, directivo y operativo.	Comité de Evaluación Gerencia de Proyecto Administrador de base de datos Analistas y Programadores Agrimensores, Cartógrafos, Geógrafo Administrador de la base espacial Auxiliares
	Indicadores	Los indicadores son parámetros para la evaluación del proyecto y su avance en el tiempo. Los indicadores deben ser claros y que no permitan dudas. Deben ser de fácil obtención.	Metas cumplidas Cantidad de parcelas mensuales censadas Cantidad de hojas dibujadas
	Factores externos	Los proyectos siempre están sujetos a factores externos que impiden o retrasan su	Se tendrán en cuenta los siguientes: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Aumento del costo de vida

		<p>ejecución. Hay factores que ponen en juego la posibilidad del proyecto. Deben ser considerados en las decisiones principales.</p>	<ul style="list-style-type: none">▪ Cambio de las autoridades políticas▪ Cambios tecnológicos▪ Integraciones de empresas
--	--	--	--

TERCERA PARTE

Según nuestra experiencia las principales etapas a cumplir para construir un Sistema de Información Geográfico que sirva a varias áreas dentro de la organización, lo que se conoce como sistemas de tipo corporativo (Ver Anexo), o sea que tiene un orden de complejidad que justifique un proyecto son las siguientes:

- Definición del Proyecto
- Proyecto
- Desarrollo del Proyecto
- Administración

Cada una de estas etapas principales se divide jerárquicamente en otras. En los siguientes párrafos se describen cada una de ellas:

Nota:

Las etapas consideradas en este modelo se han realizado para un proyecto de mediana complejidad y de tipo corporativo. Dependiendo del tamaño de la organización y de la extensión que se quiera dar a las aplicaciones, se debe fijar el nivel de detalle de la planificación previa. Para proyectos menores pueden considerarse menos etapas o considerar menos nivel de detalle en las especificaciones, es decir se puede realizar una simplificación del problema. Se ha incluido al presente modelo etapas sobre el desarrollo de la Infraestructura geotopocartográfica.

1. Definición del Proyecto

- 1.1 Estudio de Antecedentes / diagnóstico
- 1.2 Seminario - Curso nivelador preparatorio del taller de trabajo
- 1.3 Taller de trabajo
- 1.4 Definición del Proyecto

- Definición de Objetivos
- Fundamentos y/o justificación
- Marco institucional – Plan estratégico de negocios - Procedimientos
- Beneficiarios
- Localización física, cobertura espacial
- Definición de Productos

- 1.5 Estudio económico

- Confeción del Presupuesto
- Recursos humanos, definición de las necesidades de capacitación
- Recursos materiales
- Recursos técnicos
- Recursos Financieros
- Beneficios Económicos
- Análisis de Costo/beneficio

- 1.6 Confeción del Proyecto

Plan de trabajo. Cronograma
Definición de metas
Comité de conducción del proyecto
Asignación de responsabilidades
Indicadores de evaluación del Proyecto

2.Elaboración del Proyecto

2.1 Proyecto Institucional

Estudio del entorno jurídico
Estrategia - Plan empresarial
Estudio de la Organización. Manejo del cambio
Factores externos
Definición del programa de promoción
Programa de Recursos Humanos
Auditoría

2.2 Proyecto Informático

Encuestas y entrevistas
Análisis de requerimiento
Diseño conceptual
Estudio del manejo de la información histórica
Integración con otros sistemas
Entradas y salidas del sistema
Plan de adquisiciones. Alcance
Descripción de la tecnología
Diagrama de Flujo
Diagrama Entidad relación
Diseño detallado
Diccionario de datos
Definición de las capas del GIS
Listado de aplicaciones
Desarrollo de standard para intercambio de datos
Desarrollo del sistema de comunicaciones
Plan de implementación y pruebas
Confeción de las especificaciones técnicas de los trabajos informáticos

2.3 Desarrollo de la infraestructura Geotopocartográfica

Inventario y diagnostico de los recursos cartográficos existentes. Datos gráficos y alfanuméricos
Definición del sistema de Referencia
Definición del Sistema de Proyección
Definición del sistema de Apoyo
Plan cartográfico
Planificación del mantenimiento del sistema
Confeción de las especificaciones técnicas de los trabajos cartográficos
Confeción de las especificaciones técnicas de los trabajos geodésicos
Confeción de las especificaciones técnicas de los trabajos censales

3.Desarrollo del proyecto

3.1 Desarrollo del Proyecto Informático

- Programación
- Desarrollo de Aplicaciones
- Puesta a punto
- Preparación del lugar de trabajo
- Preparación del lugar
- Instalación del mobiliario
- Instalación eléctrica
- Instalación del Hardware
- Instalación del Software

3.2.Desarrollo de la infraestructura de datos cartográfica

Geodesia - Ejecución de la red de apoyo

- Reconocimiento
- Amojonamiento
- Medición
- Calculo de compensación
- Confección de monografías

Cartografía

- Relevamiento
- Plan de vuelo
- Vuelo
- Apoyo
- Aerotriangulación
- Restitución

Censo

Desarrollo de la base de datos

- Carga de la base de datos
- Digitalización parcelaria
- Geo codificación
- Ejes de calle
- Conversión de datos
- Definición de zonas

4. Administración de la operación

- 4.1 Revisión del Sistema
- 4.2 Expansión
- 4.3 Programa de actualización de datos
- 4.4 ¿Qué sigue?, Actualización del Plan estratégico
- 4.5 Plan de contingencias

1. Definición del Proyecto

Nivel 2	Nivel 3	Descripción
Estudio de Antecedentes / diagnóstico		Se trata de estudiar el estado actual antes del proyecto. Es importante describir la situación inicial para realizar comparaciones posteriores y posibilitar la medida de avances.
Seminario – Curso preparatorio del taller de trabajo		Este Seminario / Curso tiene como finalidad explicar los nuevos recursos tecnológicos a los interesados en el proyecto (<i>stake holders</i>). Es importante resaltar la funcionalidad y posibilidades de los SIG, por un lado y establecer los problemas de los usuarios por otro. Se tratará de que los participantes tengan la posibilidad de identificar los puntos de unión entre soluciones y problemas. El seminario debe servir también para lograr consenso y participación. Permite establecer un lenguaje común entre los participantes. Establece un nivel de conocimientos mínimos de los participantes.
Taller de trabajo		Es la participación de los interesados en el SIG en un ambiente de trabajo donde se pongan en funcionamiento técnicas de tormenta de ideas (<i>brain storm</i>). Los fines a lograr son: <ul style="list-style-type: none"> • Participación de la los participantes en el proyecto. • Involucrar a todos con el Proyecto. • Lograr nuevas ideas • Compartir necesidades, problemas, soluciones y experiencias.
Definición del Proyecto	Marco institucional	Se trata de describir el marco institucional del proyecto; las leyes escritas y no escritas, costumbres que restringen los procedimientos de trabajo.
	Plan de negocios	Se trata de identificar las posibilidades del SIG con respecto al plan de negocios de la organización. Para ello es primordial hacer explícito el Plan de negocios de la Organización.
	Definición de Objetivos	Definir los principales objetivos de la organización y conjugar las posibilidades del SIG en esa dirección.

	Fundamentos y/o justificación	Se trata de encontrar justificativos convincentes para realizar el proyecto. Estas ventajas pueden ser de tipo económico o razones que sin un justificativo económico tengan valor para la organización.
	Beneficiarios	Se trata de identificar los beneficiarios de la implantación de esta tecnología dentro y fuera de la organización.
	Localización física, cobertura espacial	Se trata de logra una descripción acabada, sin dudas y/o ambigüedades que permita definir la zona de trabajo. Se usa un polígono que circunscriba la zona con coordenadas geográficas de cada uno de los vértices.
	Definición de Productos	De un SIG se pueden obtener los siguientes productos básicos: <ul style="list-style-type: none"> • Informes • Gráficos • Cartografía Para cada carta geográfica se necesita determinar: <ul style="list-style-type: none"> • Escala • Precisión • Fuente de la información • Causa de actualización • Frecuencia y volumen de la actualización • Tiempo utilizado en la actualización • Cubrimiento geográfico - hoja y serie - • Formato
Estudio económico	Recursos humanos, Definición de las necesidades de capacitación	Consiste en la evaluación de los recursos humanos a poner en juego. Los recursos humanos en el caso de un SIG es conveniente que se contemple que sean multi-disciplinarios. <p>Profesiones claves son: informáticos, geógrafos, estadistas, agrimensores, cartógrafos, etc.</p> <p>Otro punto de vista podría contemplar la posición de los mismos ante el sistema, por ejemplo:</p> <p>Usuarios, Personal de sistemas, Gerentes</p> <p>En este punto se trata de evaluar el costo de</p>

		los recursos.
	Recursos materiales	Los recursos materiales principales, son en un sistema de información el hardware y el software.
	Recursos técnicos	Se refiere este punto al tipo de tecnología a usar. Dentro de la informática existe grupos o tendencias –arquitectura de sistemas – que presentan ventajas y desventajas. IC, client – server, net computing, son variantes tecnológicas que se deben considerar.
	Recursos Financieros	La posibilidad de solventar económicamente un proyecto en forma total con fondos propios a veces no es posible, esto genera la necesidad de recursos financieros. Estos recursos en general tienen un costo que es conveniente considerar. En algunos casos el mismo sistema es fuente de recursos en alguna de las etapas, en este caso es conveniente realizar un flujo de fondos (<i>cash flow</i>) que permita costear los fondos faltantes.
	Confección del Presupuesto	El presupuesto trata de describir detalladamente los costos de implantación del sistema.
	Análisis de Costo/beneficio	<p>El análisis costo/beneficio es la relación entre los costos del sistema y los resultados económicos cuantificables.</p> <p>La fórmula es:</p> $\text{Ratio} = \text{Beneficio} / \text{Costo}$ <p>Este cociente puede ser positivo en el cual queda perfectamente definida la conveniencia de llevar a cabo el proyecto o viceversa.</p> <p>Es común en estos proyectos que haya beneficios económicos no cuantificables y/o beneficios que no son de índole económico.</p>
Confección del Proyecto	Plan de trabajo. Organigrama	Es hacer explícito las tareas a realizar – inventario - en tiempo y secuencia. Se debería especificar fecha de inicio y finalización de cada tarea, su duración, el orden de precedencia, a partir de estos parámetros se puede computar camino crítico.

	Definición de metas	Las metas, ha diferencia de los objetivos, deben ser formas definidas para que un observador pueda establecer el estado del proyecto en forma indubitable.
	Asignación de responsabilidades	Se trata de que a cada persona, o grupo de trabajo definirle su responsabilidad. Se asignaran tareas, metas a cumplir, tiempo estimado para cada tarea, y recursos para cumplir la obligación.
	Indicadores de evaluación del Proyecto	Los indicadores de evaluación son los instrumentos que permiten comprobar empíricamente y con cierta objetividad la progresión a las metas propuestas.

2. Elaboración del Proyecto

Nivel 2	Nivel 3	Descripción
2.1 Proyecto Institucional	Estudio del entorno jurídico	Comprende el estudio de la leyes formales y no formales, incluso tradiciones que sean de aplicación al proyecto. En algunos casos es importante incluir en el proyecto, la modificación de las normativas que se necesita cambiar a partir de implantación del sistema. Singular atención merecen las cuestiones a seguridad jurídica de los datos, problemas de responsabilidad y valor documental de los productos informáticos.
	Estrategia – Plan empresarial	Comprende la descripción de la organización, la definición de la misión, productos y servicios, el plan de operaciones, plan de marketing, organización, funciones, Estructura de capital y plan financiero. Análisis FODA. Fuerzas, Oportunidades, Debilidades, Amenazas.
	Estudio de la Organización	Se trata de analizar el impacto que produce en la organización la implantación del SIG. En algunos casos se debe proceder a una ingeniería de procesos. Pensemos que la aplicación de la tecnología genera cambios profundos en la organización y su funcionamiento, de acuerdo a ello es dable pensar en re-pensar la organización y su estructura.
	Manejo del cambio	Uno de los problemas más comunes y que merece especial atención son los cambios que se producen en la organización por el establecimiento de la nueva tecnología. Naturalmente hay una inercia o resistencia al cambio. La gente ve amenazada su estabilidad.
	Factores externos	Existe un sin número de factores que pueden afectar la implementación de un SIG y no son de control de la organización, pero resultan esenciales para el éxito del proyecto.. Un buen diseño de proyecto no deberá incluir factores externos poco realistas (el proyecto fracasaría). Enumeramos algunos de ellos que se deben

		<p>considerar, por ejemplo:</p> <p>Cuestiones de política, insumos de otros proyectos, proveedores de hardware y software de la zona, asistencia técnica son algunos tipos de factores de este tipo.</p>
	Definición del programa de promoción	<p>Se trata de establecer el marketing del proyecto. Estas actividades deben ser dirigidas puertas adentro de la organización para sostener el proyecto y puertas afuera, en este caso, alineadas con la política de marketing de la organización.</p>
	Definición del programa de capacitación	<p>Como hemos relatado anteriormente el recurso humano es parte crítica del desarrollo del proyecto. De acuerdo con este criterio debe ser realizado un proyecto de capacitación que sustente esta la política.</p> <p>La finalidad de la capacitación es asegurar que todo el personal adquiera el conocimiento y habilidad necesaria para la implementación del nuevo sistema. Todas aquellas personas que tengan uso primario o secundario del sistema deben ser capacitadas. Esto incluye a cualquier persona, desde el que captura los datos hasta quienes utilizarán la salida para la toma de decisiones.</p> <p>Los cursos de capacitación deben abarcar sistemas operativos, bases de datos, software SIG, etc. En algunos casos se requiere un cambio cultural que es preciso transformar, a los temas de capacitación técnica mencionados se deben agregar seminarios, talleres de trabajo para lograr el cambio de comportamiento.</p>
	Auditoría	<p>Comprende las tareas de control. Se debe planificar un sistema de muestreo de todas las etapas del proyecto para asegurar la calidad.</p>
Desarrollo del Proyecto Informático	Encuestas y entrevistas	<p>Para identificar los requerimientos de información dentro de la organización pueden utilizarse diversos instrumentos. Uno de las principales herramientas es la realización de encuestas y entrevistas. En esta etapa el analista trata de identificar la información que requiere el usuario para desempeñar sus tareas.</p>
	Análisis de requerimiento	<p>Ver anexo I</p>

	Diseño conceptual	Ver anexo I
	Estudio del manejo de la información histórica	<p>No es conveniente mantener toda la información en línea. La información debe ser actual, esto provoca un compromiso de actualización. Sin embargo, es importante guardar aquella información que no es actual pero que permite recrear una historia. De acuerdo a este criterio, es conveniente manejar un sistema dedicado a la conservación y la recuperación de la información histórica.</p> <p>Las características de este sistema en comparación al de la información en línea puede ser de características más lento, más barato.</p>
	Integración con otros sistemas	Los sistemas de información geográfica no pueden verse en forma aislada. Normalmente toman datos de otros sistemas o son fuente de datos para otros sistemas. En esta tarea se trata de planificar las interfaces y formatos de transferencia de datos entre los mismos.
	<ul style="list-style-type: none"> • Diagrama de Flujo • Diagrama Entidad relación • Diseño detallado • Diccionario de datos 	<p>Existen herramientas para diseño de sistemas. Las principales cuestiones a modelar son datos y procesos. Herramientas claves de modelado de datos son el modelo Entidad-Relación (ER) y el diccionario de datos.</p> <p>En cuanto a procesos los diagramas de flujo.</p>
	Listado de aplicaciones	Un listado de aplicaciones es un producto del análisis de sistemas que describe en forma exhaustiva toda la funcionalidad que debe tener el sistema. La confección de este listado tiene una importancia adicional en el caso de contratar en forma externa el trabajo de programación, permite la evaluación de las líneas de código necesarias para la confección del correspondiente presupuesto.
	Desarrollo de standard para intercambio de datos	<p>No puede verse un sistema sin considerar su entorno. Este precepto nos indica que nuestro sistema debe tomar y derivar información. Esta interrelación con otros sistemas es posible si ambos, propio y ajenos, se adhieren a estándares de intercambio de información. Existen estándares de facto y estándares provistos por grupos o instituciones dedicadas.</p> <p>En el primer grupo tenemos por ejemplo;</p>

		<p>DBF, DXF, DWG, SHP, COVER, etc.</p> <p>En el segundo; ASCII, ANSI,</p> <p>En SIG merece una mención especial el Consorcio OPEN GIS que se ocupa del intercambio de datos entre software SIG.</p>
	Desarrollo del sistema de comunicaciones	<p>En una empresa con diferentes sedes se debe considerar el sistema que permite la integración del sistema a través de toda la empresa. Se debe pensar en una LAN , en WAN , Intranet o directamente el uso de Internet como medio de enlace. El avance de la Internet permite la publicación de datos geográficos en forma masiva, agregando un nueva herramienta y consecuente forma de trabajo.</p>
	Plan de implementación y pruebas	<p>Es difícil pensar en la implantación de un SIG llave en mano. Normalmente existen diferentes contratos para diferentes tareas (hardware, software, datos, censo, redes, etc.). Para adecuar el trabajo y las entregas de los contratistas a la secuencia de trabajo del proyecto es necesario realizar un cronograma de entregas y para cada rubro fijar pruebas de aceptación de productos y servicios provistos por terceros. Este plan debe fijar los parámetros de aceptación, pruebas de funcionalidad, plazos, muestras, etc.</p>
	Confección de las especificaciones técnicas de los trabajos informáticos	<p>Se incluyen en estas especificaciones las condiciones mínimas de funcionalidad que deberán ser tomadas en cuenta en la implementación del software de aplicación. Los condicionamientos a especificar se dividen en dos clases: internos y externos. Los internos refieren al código fuente: la codificación y la eficiencia. Las externos se refieren a condiciones para con el usuario.</p> <p>Los puntos principales que se deben tocar son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Performance <input type="checkbox"/> Interface de usuario <input type="checkbox"/> Ayudas <p>La performance es la velocidad de respuesta del sistema a consultas e interrogaciones.</p> <p>La interfaz con el usuario es el mecanismo a través del cual se establece un diálogo entre el usuario y el programa. Si este factor es ignorado el sistema será visto como "poco amigable".</p>

		<p>El medio visual se compone especialmente a través de texto, o representaciones gráficas. Existe una tendencia predominante hacia la comunicación gráfica en el diseño de la interfaces, aunque todavía se presenta mucha información visual en forma de texto. La actividad de lectura es muy importante en algunas interfaces. El tamaño del texto, el tipo de lectura, la longitud de la línea, la mayúscula, el sitio y el color influyen en la extracción de información.</p> <p>Las interfaces muestran una imagen de sistema, esta imagen debe acercarse a la percepción del usuario del sistema, la cual es la imagen mental del usuario que se forma el usuario final.</p> <p>Todo sistema interactivo requiere de facilidades de ayuda. Existen dos tipos de ayuda diferente: integrada, añadida. La ayuda integrada es sensible al contexto, permitiendo al usuario seleccionar aquellos temas sobre las acciones que está ejecutando en ese momento. La ayuda añadida es un manual de usuario interactivo con un conjunto limitado de tipos de pregunta.</p>
Desarrollo de la infraestructura cartográfica	Inventario y diagnóstico de los recursos cartográficos existentes	Es difícil, hoy en día, encontrar zonas sin cartografía. Es probable que no se encuentre cartografía a escalas grande o de detalle, sin embargo siempre existe antecedentes cartográficos. Investigar sobre la cartografía existente permite esbozar las necesidades y se puede extraer información útil para concebir las especificaciones de cartografía futura. Un ejemplo es la equidistancia de curvas de nivel adecuada a la zona.
	Definición del sistema de Referencia	Por sistema de referencia se entiende la adopción de un modelo geométrico de la tierra que permita referir nuestro trabajo. Podría elegirse una plano para zonas de poca extensión, o una esfera o un elipsoide de revolución para zonas donde la curvatura de la tierra tenga incidencia. La posición del elipsoide puede ser ubicado en el centro de la tierra o en forma local (tangente en un punto).
	Definición del Sistema de Proyección	Se trata de definir el modo de cómo proyectar el modelo de tierra sobre un plano. Se usan proyecciones cartográficas; las mas comunes en nuestro país son la proyección de Gauss, Gauss-Kruger, Mercator, y proyecciones

		azimutales.
	Definición del sistema de Apoyo	<p>La estructura básica para apoyar los rasgos geográficos de un SIG debe ser la red de referencia espacial o red de apoyo.</p> <p>La red de referencia, esta formada por una malla de puntos de control geodésicos amojonados, de los cuales se conoce su posición muy precisamente en un todo de acuerdo con estándares y especificaciones prefijadas.</p> <p>Este concepto puede considerarse en la actualidad de distinta forma. La facilidad en la determinación de puntos con los receptores GPS limita la cantidad de puntos de apoyo necesarios.</p> <p>La red de referencia, sobre la cual se desarrolla la base de datos, puede ser de orden local, parte de una red nacional, o estar dentro de un sistema global.</p>
	Plan cartográfico	Entendemos por plan cartográfico a la subdivisión del espacio geográfico en cartas a distintas escalas. Un ejemplo de plan cartográfico típico es la división realizada por el IGM para nuestro país.
	Planificación del mantenimiento del sistema	<p>Es importante, con miras a mantener el sistema con información actualizada, prever un sistema de mantenimiento de la información. Para ello es importante establecer canales de comunicación entre las fuentes de datos y el sistema.</p> <p>A nivel de diseño del sistema, a partir de la observación de los recursos para el mantenimiento actualizado, podría fijarse límites válidos para cuantificar la cantidad de información a ingresar al sistema. Un criterio interesante sería "Todo dato se puede guardar en el sistema siempre y cuando se pueda mantener".</p>
	Confección de las especificaciones técnicas de los trabajos cartográficos	Los trabajos de cartografía se deben especificar en cuanto a distintas variables que hacen a la calidad de los productos cartográficos. El parámetro básico que define los trabajos cartográficos es la escala de representación. A partir de la escala se puede definir la fuente y metodología de obtención de datos que permite elaborar dicha cartografía. Por ejemplo se podría seleccionar entre métodos aerofotogramétricos, procesamiento de imágenes o levantamiento con taquímetro.

		Cada una de estas técnicas tiene sus <i>know how</i> .
	Confección de las especificaciones técnicas de los trabajos geodésicos	Los trabajos geodésicos merecen especificarse en cuanto a que no todos los tipos de metodología proveen las mismas precisiones. La medición de puntos con receptores GPS no está exenta de variantes que permiten obtener más o menos precisión. El estudio de la duración de sesiones, la medición de más de una frecuencia, o distintos tipos de observable.
	Confección de las especificaciones técnicas de los trabajos censales	<p>Los trabajos censales cumplen dos funciones principales:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> La actualización de los datos alfanuméricos. <input type="checkbox"/> Ser complemento de la información gráfica y /o corrección de la gráfica. <p>En el primer caso el uso principal es para completar las tablas alfanuméricas.</p> <p>En el segundo para detallar datos gráficos y o caracterizarlos correctamente.</p>

3.Desarrollo del Proyecto

Nivel 2	Nivel 3	Descripción
	Desarrollo de Aplicaciones. Programación	Ver anexo I
	Preparación del lugar de trabajo	Preparación del lugar Instalación del mobiliario Instalación eléctrica Instalación del Hardware Instalación del Software
	Puesta a punto	Los sistemas informáticos, luego de ser instalados permiten su optimización, este proceso es conocido como <i>tuning</i> o puesta a punto. Estas operaciones tienden a mejorar performance y solucionar detalles que hagan a la funcionalidad del sistema.
Geodesia - Ejecución de la red de apoyo	Reconocimiento Amojonamiento Medición Cálculo de compensación Confección de monografías	<p>Los puntos de control geodésicos son la base para las mediciones que determinan la ubicación de los demás rasgos geográficos.</p> <p>Estos mojones se usan posteriormente en el proceso fotogramétrico para controlar los modelos fotográficos, y las medidas para ubicación de los rasgos geográficos.</p> <p>Los puntos de control, deben entrarse a la base de datos en forma gráfica y en forma de atributos. La ubicación de los mojones puede ser representada como símbolos y las relaciones entre puntos pueden ser marcadas por líneas para mostrar el diagrama de la red de control. Las descripciones de cada punto ingresan en la base de datos como atributos vinculados a los símbolos gráficos .</p> <p>Cada punto de control debe ser amojonado de forma permanente y tiene que ser documentado convenientemente. La descripción mencionada puede estar contenida en el SIG.</p> <p>La documentación referida debe permitir identificar el punto y describir su ubicación, el medio para llegar, su calidad (orden), los puntos con los cuales el mojón está relacionado, y los datos de levantamiento del punto.</p> <p>El levantamiento puede ser realizado con equipos y metodología convencionales como triangulación, trilateración, poligonación y métodos combinados o más recientemente por</p>

		medio de GPS (Sistema de Posicionamiento Global-Global Positioning System).
Cartografía	Relevamiento Plan de vuelo Vuelo Apoyo Aerotriangulación Restitución	Una vez realizada la red de referencia, se debe proceder a relevar el detalle cartográfico (objetos y hechos naturales y artificiales). Dos métodos principales se usan para el relevamiento: La medición directa utilizando métodos de topografía (taquimetría tradicional y electrónica) o métodos de medición indirecta realizados con sensores remotos. Dentro de los sensores remotos encontramos dos tecnologías diferentes. Primero la fotogrametría y segundo el procesamiento de imágenes provenientes de satélites. El uso de cada uno de estos métodos depende de la extensión y el relieve a cubrir, la escala de representación, y la precisión de la posición y dimensión de los rasgos cartográficos. Una variante a tomar en cuenta es que el levantamiento incluya altimetría. En ese caso la tercera coordenada (z) y su representación (curvas de nivel) juegan un papel decisivo para elegir la metodología adecuada.

4. Administración de la Operación. Uso

Nivel 2	Nivel 3	Descripción
4.1 Revisión del Sistema		La revisión del sistema consiste en el perfeccionamiento del código de las aplicaciones. El objetivo perseguido es la búsqueda de calidad. Siempre se puede lograr mejor velocidad de respuesta de las aplicaciones, mejor expresividad de informes y gráficos y optimizar los productos cartográficos.
4.2 Expansión		A medida que se usa el sistema, se reciben de los usuarios recomendaciones sobre nuevas posibilidades, sobre modificaciones de funciones ya existentes y sobre mejoras en general. Esta actividad debe satisfacer estas necesidades.
4.3 Programa de actualización de datos		Una vez concluida la etapa de construcción del proyecto se debe prever la actualización de datos. Un sistema de información geográfica no es una foto en un tiempo dado, es un sistema que permanentemente debe sufrir modificaciones correspondientemente con la realidad que modela.

Conclusiones. Causas de éxitos y fracasos

A continuación se describen en el cuadro las causas de los posibles éxitos y fracasos de los SIG :

<u>Causas de Éxito</u>	Variables para el éxito o el fracaso	<u>Causas de Fracaso</u>
Rigurosa	Planificación	Sin planificación, muy rápida
Focalizados, definidos	Requerimientos	Difusos, poco claros
Realista	Valorización del Esfuerzo	Irreal
Dedicado, motivado	Staff	Personal transitorio, cambiante
Considerados con previsión	Tiempos y Plazos	A los apurones, prolongado
Plan de financiación	Financiación	Inadecuada, conjeturada
Justas, adecuadas	Expectativas	Exageradas

❑ *Planificación.*

Como se puede observar rápidamente la improvisación en este tipo de sistemas, tomando la semejanza anterior, sería similar a construir una casa sin planos. Se debe realizar una rigurosa planificación para llegar a buen término

❑ *Requerimientos .*

Probablemente uno de los puntos más claves de todo el sistema, la definición de los requerimientos de los usuarios y su satisfacción es la clave del éxito. Muchas veces nos interesamos en responder la pregunta "cómo" y no nos preguntamos el "para qué" y el "porqué".

Un SIT - como cualquier sistema de información - no es un fin en sí mismo. El valor de la información, las respuestas a preguntas específicas, su acceso y utilización es lo que le otorga valor al sistema.

❑ *Valorización del esfuerzo.*

Una subestimación de los esfuerzos es común en la fase inicial de los proyectos de sistemas. Al respecto hay una regla de oro que dice :

....."Para valorar los tiempos de trabajo reales en sistemas, luego de realizar una estimación inicial, hay que cambiar el valor hallado a la unidad superior y luego multiplicar por diez."

Esto es, sí una tarea es evaluada en 1 semana de duración, al cambiar de unidad se pasaría al mes, y para hallar el tiempo real hay que multiplicarla por diez . Nos llevaría a los 10 meses.

Si bien hoy esta aseveración puede resultar exagerada con las herramientas de trabajo actuales, no merece descartarse en algunos casos .

en el mismo sentido Brooks menciona :

"Como regla de tontos Yo estimo que los costos de programación son al menos tres veces mas que el mismo programa corregido con la misma función"
(Brooks,1974)

"Un componente dentro de un sistema cuesta al menos tres veces más que ese mismo componente solo o aislado realizando la misma función." (Brooks,1974)

❑ *Staff.*

El plantel de trabajo que trabaja en GIS debe estar motivado, no se cree en general que se puede sostener una actividad con personal transitorio o mal pagado.

❑ *Financiación.*

El sistema debe estar justificado económicamente. Debe realizarse un estudio del tipo Costo/beneficio inicial para justificar el Proyecto. De igual forma justificado desde el punto de vista económico se debe proveer una financiación adecuada que permita manejar el flujo de fondos y permitir la continuidad del proyecto

❑ *Tiempos y plazos.*

Los tiempos para ser adecuados deben ser planificados con exactitud. Menos tiempo de lo necesario produce inexactitudes. Más tiempo del esperado produce que la información no sea adecuada. No hay nada mas viejo que el diario de ayer.

❑ *Expectativas.*

Probablemente influenciados por vendedores, fantásticas demostraciones, se crean imágenes maravillosas en cuanto a las posibilidades de los sistemas informáticos. La generación de estas expectativas luego se tornan perjudiciales, no en cuanto a las posibilidades, si no en cuanto a los trabajos necesarios para llegar a esas maravillas.

Se trata de realizar un SIG posible y sustentable en el tiempo, puede esta concepción distar del mejor SIG que se pueda imaginar.

Este SIG que denominamos "posible" no es una cesión de principios, en cambio, es un paso hacia realizaciones superiores.

Ciclo de vida de un sistema de Información

Un sistema de información nace, se desarrolla y caduca en el tiempo, este proceso permite hablar de que tiene un "ciclo de vida". Diversos autores explican y clasifican las tareas de diferente forma. Son discutibles los criterios adoptados por unos y otros. En este caso, lo que se pretende mostrar el proceso, señalando principalmente la necesidad de una planificación previa. Se crearon pocas divisiones para ilustrar claramente el problema. Si bien las etapas se exponen en un orden secuencial, no deben interpretarse que una fase comienza exactamente con la terminación de la anterior, por el contrario, algunas fases se superponen. Es muy importante que exista una retro alimentación entre etapas sucesivas.

- Análisis de requerimientos

Este proceso consiste en identificar los productos finales que den respuesta a las necesidades de los futuros usuarios por medio de un listado de requerimientos y su periodicidad consecuente. Se identificarán las entradas y salidas más importantes del sistema, incluyendo una estimación de sus volúmenes. Se clasificará la información para las decisiones de orden estratégico, táctico y operativo para su correspondiente satisfacción.

- Diseño Conceptual

Este proceso comprende en tomar una realidad existente y llevarla a un modelo, el cual mediante estructura y funciones, refleja con cierto grado de fidelidad los eventos de la misma que se quieren modelar. Consiste en definir las entidades y las relaciones existentes en el sistema objeto para elaborar un modelo independiente de la implementación física del sistema de información. Tomará en cuenta la descripción funcional.

- Diseño detallado

Consiste en la elaboración del análisis del sistema para la programación y codificación en ordenadores. Para ello se determinará el equipamiento necesario adecuado para los fines mencionados. Se especificarán condiciones de seguridad, programación, diccionario de datos, procesamiento, etc.

- Desarrollo y programación

Comprende la codificación de los programas de computación orientado a la conversión de las especificaciones, en un sistema operativo listo para su implementación en un medio de producción.

- Implementación

Abarca la instalación, pruebas de funcionamiento, rendimiento y seguridad del sistema proyectado

Puede ser muy útil la comparación de la construcción de un sistema de información con la construcción de un edificio. En la tabla siguiente se puede observar los términos de la comparación.

Etapa en el área de informática	Homólogo en arquitectura		
Análisis de requerimiento	Análisis de necesidades del cliente		
Diseño conceptual	Partido o bosquejo inicial realizado por el arquitecto/proyectista		
Diseño detallado	Elaboración de planos para la futura construcción.		
Desarrollo y programación	Construcción de la Obra de acuerdo a planos.		
Implementación	Detalles de terminación, cambios de último momento. Cambios prácticos determinados por el uso.		

Bibliografía específica recomendada:

Yourdon, "Análisis Estructurado Moderno", Prentice Hall Sudamericana, México, 1992.

Conceptos sobre base de datos

¡Error! Marcador no definido.Base de Datos

Para comprender el nacimiento y evolución de los sistemas de bases de datos, es necesario conocer el medio informático de los últimos años. Las aplicaciones, que necesitaban de la utilización de archivos de datos, operaban directamente con sus propios archivos. Es decir, un archivo siempre tenía una aplicación dueña y, como mucho, los archivos eran "prestados" a otras aplicaciones que tan solo podían accederlo para operación de consulta y sin modificar su contenido.

Por otro lado, los sistemas operativos no disponían de multiprogramación, es decir, el ordenador sólo podía ejecutar en un instante dado un único programa y por lo tanto, la seguridad de un archivo estaba garantizada.

A medida que los sistemas de información se complicaron y se necesitaban que varias aplicaciones funcionaran juntas, las operaciones que ejecutaban sobre los archivos solían ser incompatibles. La situación llegó a un punto insostenible; si se optaba por mantener archivos independientes para cada aplicación, resultaba que ciertos datos debían ser repetidos en muchos archivos. Esto provocaba que al tener copias del mismo dato en más de un archivo, suponía la necesidad de efectuar múltiples actualizaciones cada vez que se quisiera modificar. Si se unificaban todos los archivos similares de las distintas aplicaciones en un único archivo, se llegaba a conflictos irresolubles.

Ante estas dificultades aparecen los "Sistemas de bases de datos"

Definición de "Sistemas de base de datos"

Se llama base de datos, a un conjunto de datos relacionados entre sí que se encuentran almacenados en una única colección, sin redundancia innecesarias y que cumplen las siguientes condiciones :

- 1) Los datos están almacenados en diversos soportes de información de tal forma que son independientes de los programas que los manejan.
- 2) Su utilización no está restringida a una sola aplicación, siendo posible su acceso por varias aplicaciones, incluso simultáneamente.
- 3) Para gestionar la información en la base de datos, es decir: incluir nuevos datos, borrar ya existentes o modificarlos se emplean procedimientos especiales. Estos programas permiten la obtención de datos para su utilización.

La conclusión de estos razonamientos es obvia: si desde el primer momento se diseña una base de datos capaz de almacenar todos los datos relacionados, el sistema será útil no sólo para las aplicaciones existentes o proyectadas, sino también para las que en un futuro se puedan precisar.

Por último tomaremos la siguiente definición debida a Martin :

"Base de datos es una colección de datos almacenados inter-relacionados con redundancia controlada para servir a una o más aplicaciones en una manera eficiente; los datos almacenados son independientes de los programas que los usan; una aproximación común y controlada se usa para agregar nuevos datos, modificar y recuperar los existentes dentro de la base de datos".

Modificación de los datos

Debido a que las poblaciones (conjunto de datos) sufren continuas modificaciones es necesario realizar siempre en los archivos tres operaciones:

Recuperación: Es examinar uno o más registros para extraer información de algunos de sus datos, sin afectar de modo alguno al registro en el archivo.

Actualización: Resulta de alterar alguno de los registros por modificaciones en alguno de los datos del individuo.

Mantenimiento: Es la modificación de la población debido a la incorporación o eliminación de alguno o varios individuos. Esta operación altera el archivo para reflejar la alteración de la población.

Por último, definimos como "aplicación" a la oportunidad en la que se utilizan uno o más archivos, este uso puede consistir en la recuperación, actualización, mantenimiento o generación, requiriendo la presencia de un programa que provea las instrucciones para todas las acciones que tengan lugar sobre los datos requeridos.

¡Error! Marcador no definido.

Arquitectura de base de datos

Se denomina así a las distintas maneras de organizar y ver los datos. Es el medio previsto para representar dentro de una BD las relaciones que existen entre y dentro de las poblaciones y que son de interés para una, o más de una aplicación. El tipo de arquitectura elegido para trabajar debe ser apto para representar las relaciones más complicadas.

Hay distintos tipos de arquitectura, siendo la diferencia entre ellas el poder estar asociadas a distintos tipos de acceso, sistemas de división de los archivos, relación con archivos auxiliares, etc.

Los tipos de arquitectura de base de datos son:

"Base de Datos Relacional" : los principios descansan fundamentalmente sobre tablas y su equivalente matemático, las matrices.

"Base de Datos en Red": los individuos de las poblaciones están relacionados entre sí por punteros, formando redes de relaciones.

"Base de Datos Jerárquica": son estructuras que presentan los individuos en distintos niveles, relacionándose un individuo con uno o más de un nivel inferior.

Antes de describir más complejamente los tipos de arquitectura, debemos conocer que son las "relaciones". Una relación incluyen a tres entidades, dos sujetos y una relación. La relación es la forma en que los individuos se afectan entre sí.

Las entidades mencionadas son:

Sujeto: es un individuo del cual parte la relación, pertenece al dominio, que es el conjunto de partida,

Relación: se caracteriza por uno de los verbos activos o pasivos que muestran como actúan los individuos entre sí.

Objeto: es el individuo que recibe la acción de la relación, es el conjunto de llegada.

Un modo de expresar las relaciones, es por medio de un "grafo". Un grafo se compone de las siguientes figuras geométricas: vértices y arcos, donde los vértices representan los individuos de la relación, y los arcos la relación.

Las relaciones se clasifican en:

Relaciones Simples:

- simétrica
- reflexiva
- transitiva

Relaciones Múltiples:

UNO - UNO : Cuando queda establecida una relación unívoca entre dos individuos, por ejemplo si tomamos como dominio de una relación el conjunto de las parcelas y como alcance el conjunto de propietarios, la relación "es propiedad de", cada parcela pertenece a un solo propietario y cada propietario es dueño de una sola parcela.

UNO - MUCHOS : Cuando un individuo del dominio se relaciona con dos o más individuos del conjunto alcance, si se toma como ejemplo la relación inversa anterior, siendo los propietarios el dominio y las parcelas el alcance, la relación "es propietario de" un propietario es dueño de una o más parcelas, pero todas las parcelas tienen un solo propietario.

MUCHOS - MUCHOS: Cuando varios individuos del conjunto de dominio se relacionan con varios individuos del alcance, por ejemplo los estudiantes de la facultad pueden cursar distintas materias y a su vez cada materia tiene distintos alumnos.

Bibliografía específica recomendada:

Ivan Flores, "Arquitectura de Base de Datos", City University, New York.

Laudon y Laudon, "Administración de los Sistemas de Información", Prentice hall

Sudamericana, 1996, México.

ANEXO 3

SIG departamental vs. SIG corporativo

Los sistemas de Información Geográfica pueden estar orientados a dos objetivos distintos, el primero como herramienta de trabajo de un proyecto en particular usado en un departamento de una organización. El segundo esquema es un SIG corporativo donde la información geográfica fluye en toda la organización.

Tor Bernharsen distingue, en forma similar, dos tipos de impacto de un SIG en una organización. A partir de ello distingue dos categorías :

Mínimo impacto. Los SIG son vistos como una herramienta útil para adquirir, tal como una nueva computadora o una central telefónica. Típicamente los usuarios del SIG pueden estar dentro de una gran empresa o una oficina de una repartición de gobierno.

Mayor Impacto. Cuando un SIG cambia la manera en la cual la organización opera. Consecuentemente, los problemas a solucionar afectan virtualmente todas las jerarquías de la organización y el paradigma operacional. Organizaciones de este tipo incluyen municipios, empresas de servicios públicos y entidades cartográficas.

SIG Departamental	SIG Corporativo
El resultado esperado es un producto	El SIG soporta las decisiones estratégicas del negocio
Esfuerzo por única vez – La mejor herramienta para el trabajo	
El proyecto tiene una fecha de finalización	El SIG cumple con el ciclo de vida de los SI
El Proyecto paga los costos de adquisición del SIG	
No se puede esperar un soporte de largo término	Múltiples departamentos requieren soporte
Al menos una aplicación es importante para la función del negocio	
El SIG es administrado por un departamento responsable de la actividad del negocio	
El soporte corporativo es importante pero no esencial	El soporte corporativo es esencial

Estrategia de implementación. In house. Out source

Existen dos formas o estrategias de implementación de una solución SIG. La primera es realizar toda la solución con recursos propios de la organización (*in house*). La segunda es con recursos contratados externos. Ambas soluciones tienen ventajas y desventajas. En el siguiente cuadro observamos la diferencia. Se puede pensar, dividiendo los servicios en soluciones mixtas.

Parámetros de evaluación	In house	Out sourcing
Seguridad de Datos	Segura	Menos segura
Tecnología	Adecuada, sujeta a presupuestación.	Posibilidades de mejor tecnología por factores de escala de trabajo del contratista.
Costos	Altos	Dependiendo de la posibilidades de contratación.
Recursos humanos	Necesidad de especialización	Especializados

ANEXO 4

Manejo del Cambio

Ejemplo de estado actual y una visión de futuro

Estado actual (sin GIS)	Estado futuro o visión (con GIS)
Descontrol en la utilización de datos. Numerables fuentes de datos con distinta información y grado de actualización.	Eliminación de problemas de redundancia de datos
Servicio a los contribuyentes deficiente o pobre. Burocrático.	Mejor servicio a los contribuyentes: reducción de colas, atención de consultas, mejoramiento de informes. Uso de la WEB como medio de información alternativo.
Pobre información para la gestión gerencial	Mejora la información gerencial para la toma de decisiones
Mucho espacio para planos e informes	Reducción de los espacios para planos e informes
La calidad de dibujo de planos y cartografía es dependiente de la calidad del dibujante.	Calidad de los planos - en procesos automáticos- independiente del dibujante
Lentitud en los trabajos de dibujo y confección de informes.	Rapidez en la elaboración de planos e informes. Búsqueda de datos espaciales más rápidos.
	Aumento de la capacidad de cálculo
Poca capacidad de análisis	Aumento de la capacidad de análisis.
Producción dependiente –directamente proporcional- de la cantidad de recursos.	Producción con mayor grado de independencia de la cantidad de recursos
Mayor cantidad de trabajos manual y físico	Automatización de los trabajos repetitivos. Eliminación de los trabajos en los que se necesiten un esfuerzo físico.
	Integración de la cartografía en las herramientas de gestión de la Organización
Deterioro de la cartografía en soporte papel con el transcurso del tiempo. Gran cantidad de recursos necesarios para mantener en forma ordenada cartas y planos	Cartografía mas segura y mejor organizada
Casi no existe posibilidad de cruzar información.	Posibilita en forma rápida y eficiente el manejo multivariado de la información.
Necesidad de recursos humanos numerosos para el mantenimiento de datos.	Facilidad para actualizar datos.
Mala o pobre imagen del empleado. Imagen burocrática y antigua.	Buena imagen del empleado. Imagen de servicio y moderna.
Estabilidad laboral producida por falta de	Inestabilidad laboral producida por cambios en

<p>cambios en los perfiles necesarios para ejecutar el trabajo.</p>	<p>los perfiles necesarios para ejecutar los nuevos trabajos. Algunos perfiles no se utilizan. Otros, distintos, se necesitan. Movilidad en el personal.</p>
<p>Insatisfacción en el proyecto personal y profesional por falta de movilidad y excesiva burocracia.</p>	<p>Se presenta como solución al futuro personal y profesional por el desafío y cambio que representa la solución SIG.</p>
<p>Necesidad de personal experto en las funciones técnicas y administrativas que hacen a la operación diaria del sistema.</p>	<p>Poca necesidad de recursos humanos calificados para las operaciones diarias.</p>

Bibliografía

E. Ander-Egg, M.J.Aguilar Idañes, "Cómo elaborar un Proyecto", 13 edición, Editorial Lumen/Hvmanitas,Buenos Aires, 1996

W. Huxhold, A. G. Levinshon, "Managing Geographic Information System Projects", Oxford University Press, New York,1995

Richard Y. Chang "El dominio del Management para el Cambio", Ediciones Granica, Buenos Aires,1999

The European Commission , "Best Gis", ESPRIT Programme, 1999

J. Harrison, J. Dangermond, "Five Tracks to Gis Development and Implementation", ESRI, Redlands, CA

J. J. Rakos, "Software Project Management", Prentice Hall, 1990, New Jersey

J.C.Antenucci y otros, "Geographic Information Systems", Van Nostrand Reinhold, New York, 1991.

James Martin, "Organización de las Bases de Datos", Prentice Hall, México, 1977.

Tor Bernhardsen, "Geographic Information Systems", Viak IT,Norway,1992