

Universidad CENFOTEC

Maestría en Tecnología de Bases de Datos

Documento Final de Proyecto de Investigación Aplicada 2

Creación de una guía de infraestructura de datos espaciales para el análisis de riesgo en créditos en entidades financieras

López Marín, Allan

Fecha: agosto, 2016 y enero, 2017

Tabla de contenido

Portada……i
Resumen..... 7
Capítulo 1: Introducción..... 9
1.1 Generalidades..... 9
1.2 Antecedentes del Problema..... 9
1.3 Definición y Descripción del Problema..... 10
1.4 Justificación..... 10
1.5 Viabilidad..... 12
1.5.1 Punto de Vista Técnico..... 12
1.5.2 Punto de Vista Operativo..... 12
1.5.3 Punto de Vista Económico..... 13
1.6 Objetivos..... 13
1.6.1 Objetivo General..... 13
1.6.2 Objetivos Específicos..... 13
1.7 Alcances y Limitaciones..... 14
1.7.1 Alcances..... 14
1.7.2 Limitaciones..... 14
1.8 Marco de Referencia Organizacional y Socioeconómico..... 14
1.8.1 Historia..... 14
1.8.1 Tipo de Negocio y Mercado Meta..... 18
1.8.2 Misión, Visión y Valores..... 19
1.9 Estado de la cuestión..... 20
Capítulo 2: Marco Teórico..... 22
2.1 Base de Datos Geográfica..... 22
2.2 Bases de Datos Espaciales..... 22
2.3 El Modelo de Datos..... 22
2.4 La Información Geográfica..... 22
2.5 La Infraestructura de Datos Espaciales..... 23

2.6 Estándares en la información geográfica **23**
2.7 Sistema de Información Geográfica **23**
2.8 Open Geospatial Consortium **24**
2.9 Proyectos de Infraestructura de Datos Espaciales **24**
Capítulo 3: Metodología 26
3.1 Tipo de investigación **26**
3.2 Alcance Investigativo **27**
3.3 Enfoque **27**
3.4 Diseño **27**
3.5 Técnicas de Análisis de la Información **28**
3.6 Estrategia de Desarrollo de la Propuesta **28**
Capítulo 4: Análisis del Diagnóstico 29
4.1 Análisis del proceso actual **29**
4.1.1 Análisis del proceso de crédito **29**
4.1.2 Las garantías del crédito **29**
4.2 Cómo se analiza la información actualmente **30**
4.2.1 Herramientas utilizadas para el análisis de información **30**
Capítulo 5: Propuesta de Solución 32
5.1 Seleccionar los elementos fundamentales de una IDE **32**
5.1.1 Características que deben tener los datos **34**
5.1.2 Tareas que permiten las Infraestructuras de Datos Espaciales **36**
5.1.3 Características de los datos e información geográfica **37**
5.2 Organización de un proyecto de infraestructura de datos espaciales **38**
5.2.1 El componente político **40**
5.2.2 El componente tecnológico **40**
5.2.3 El componente geográfico **42**
5.2.4 Los datos **42**
5.2.5 Los metadatos **43**
5.2.6 Los servicios **43**
5.2.7 Organismo OCG **43**
5.2.8 El componente social **46**
5.2.9 Las comunidades IDE **47**

5.3 Recolección de datos geográficos **47**
5.4 Tratamiento de los datos geográficos **49**
5.4.1 Componentes **49**
5.4.2 Base de Datos **50**
5.4.3 Diseño de la Base de Datos **50**
5.4.4 Almacenamiento de la información geográfica **51**
5.5 Presentación y explotación de la información geográfica **55**
5.5.1 Análisis espacial **57**
5.5.2 Consultas temáticas **58**
5.5.3 Presentación de la información geográfica **58**
5.5.4 Los metadatos **60**
5.5.5 Modelos de datos para infraestructuras de datos espaciales **61**
Capítulo 6: Conclusiones y Recomendaciones 64
6.1 Conclusiones **64**
6.2 Recomendaciones **65**
Capítulo 7: Reflexiones Finales 66
Capítulo 8: Trabajos a Futuro 67
Referencias Bibliográficas 68
Anexos 71
Anexo 1: Proyectos IDE en el mundo. **71**
Anexo 2: Costo del proyecto. **74**

Esquemas

Esquema 4.2.1 Flujo de Crédito de la empresa……..……**31**

Esquema 5.1 Elementos fundamentales de una IDE **32**

Esquema 5.1.1 Características de los datos geográficos **35**

Esquema 5.1.3 Características de la información geográfica **37**

Esquema 5.3 Recolección de datos geográficos **48**

Esquema 5.4.3 Diseño de la base de datos geográfica **51**

Esquema 5.5 Análisis espacial **56**

Tablas

Tabla 3.1 Diferencias entre investigación cualitativa y cuantitativa..... **27**

Tabla 5.4.1. Formatos en que generalmente se almacena y disemina la IG **52**

Imágenes

Imagen 2.9.1: Relaciones horizontales..... **25**

Imagen 2.9.2: Relaciones Verticales **25**

Imagen 5.5.1 Proceso de identificación de patrones geoespaciales **57**

Resumen

Las nuevas tecnologías, y el avance continuo de estas, nos permiten ofrecer a las empresas y a la sociedad nuevas formas de crecer y mejorar en distintos aspectos. El análisis de la información para la toma de decisiones, administración del riesgo y mejoramiento de procesos se ha vuelto fundamental en los negocios y es la clave para éxito y la competitividad.

Con la finalidad de aportar y mejorar la forma en que se utiliza la información para identificar patrones, nuevos nichos de mercado e identificación de riesgos, entre otros, se diseñó una guía de modelo de base de datos espaciales que contiene los pasos fundamentales para poder implementar una solución de infraestructura de datos espaciales. Esta se basa en prácticas utilizadas y probadas por distintos gobiernos y empresas importantes alrededor del mundo que han incursionado en el análisis de información y la toma de decisiones proveniente de datos geoespaciales.

El diseño contiene una guía que apoyará paso a paso en la identificación de los elementos necesarios y fundamentales que se requieren para la identificación de recursos y procedimientos que servirán de base para un proyecto de esta categoría. La guía también ofrece las pautas y requisitos de nivel organizativo que van a ayudar a ordenar, regular y estructurar los componentes que interactúan como datos, metadatos, servicios, hardware, software y marco legal.

Como parte del diseño se incorpora una sección referente a la recolección de datos, donde se listan e identifican las diferentes formas y métodos para la obtención de datos geográficos que van a ser el insumo más importante para las herramientas de almacenamiento, administración, análisis y presentación de la información. También se incorpora el material necesario para el tratamiento adecuado de los datos geográficos, donde se describen componentes físicos y lógicos, así como herramientas y tecnologías que van a apoyar en el desarrollo e implementación de la solución de infraestructura de datos espaciales.

Por último se presenta una sección donde describe las opciones que podemos utilizar para la explotación de los datos, mediante la consulta, aplicación de funciones de análisis espacial y las opciones de presentación de la información geográfica.

Capítulo 1: Introducción

1.1 Generalidades

El presente proyecto se realizó para proporcionar una guía práctica para la implementación de una solución de inteligencia de negocios basada en Infraestructura de datos espaciales, bases de datos geográficas y sistemas de información geográfica.

En el desarrollo del documento se analizaron los elementos principales y fundamentales que debe tener una solución de inteligencia de negocios basada en tecnologías geoespaciales y la forma en cómo se lleva a cabo un proyecto de infraestructura de datos espaciales, tomando en cuenta diversos factores culturales, sociales, políticos, geográficos y tecnológicos. Además, la forma en que se deben recopilar los datos espaciales según la necesidad del negocio y la forma en que se relacionan los datos con la información financiera contenida en las bases de datos propias de la entidad y la forma en que se puede representar dicha información.

1.2 Antecedentes del Problema

Actualmente existe una serie de soluciones tecnológicas para el análisis de situaciones y tendencias de un negocio, sin embargo, estas tienen algunas limitaciones debido a su diseño y a las restricciones con las que cuentan las herramientas convencionales. La exactitud y precisión en la identificación de poblaciones para realizar proyecciones y tendencias siempre ha sido un problema en los sistemas convencionales para el análisis de información. Estos contienen datos generales sobre la ubicación, lo cual es poco útil para la comprensión y análisis de la información sobre activos y garantías que están relacionados a diversas variables y circunstancias debido a su propia ubicación y las relacionadas con sus alrededores.

La competitividad en las empresas es cada vez más compleja, son muchos los productos y servicios y la forma en cómo se ofrecen. Para poder ser competitivos es necesario identificar todos los posibles clientes o prospectos que pueden formar parte del negocio y los servicios o productos que le puedo ofrecer a los ya existentes.

1.3 Definición y Descripción del Problema

¿Cómo crear una guía de infraestructura de datos espaciales para el análisis de riesgo en créditos en entidades financieras?

Subproblemas del proyecto:

¿Cómo seleccionar los elementos de datos espaciales necesarios para el modelo?

¿Cómo se va a planificar el proyecto de base de datos espaciales?

¿Cómo se van a recopilar los datos geográficos?

¿Cómo se va a relacionar y consolidar la información geográfica con la base social de la entidad financiera?

¿Cómo se va a presentar la información brindada por las bases de datos geográficas?

1.4 Justificación

Las entidades financieras están en constante búsqueda de nuevos nichos para la colocación de créditos, captación de inversiones, ayudas sociales y el ofrecimiento de múltiples servicios que las mantengan activos y competitivos. El

diseño de un modelo de bases de datos espaciales para el análisis de riesgo en entidades financieras en fundamental para poder generar a futuro una solución de inteligencia de negocios basada en información geoespacial.

Una solución de inteligencia de negocios basada en tecnologías geoespaciales puede llegar a minimizar el riesgo de los créditos de la empresa gracias a una mejor comprensión, análisis y entendimiento de los factores y variables que acompañan a una garantía o activo de la empresa.

Los datos espaciales permiten la integración con soluciones de inteligencia de negocios, con lo cual se pueden identificar riesgos, oportunidades y tendencias relacionadas a las garantías de los créditos hipotecarios, tales como:

Identificación de riesgos

- Zonas de riesgo sísmico
- Zonas con mayor riesgo de inundación
- Zonas de riesgo social
- Zonas con limitadas vías de acceso
- Zonas propensas a derrumbes

Identificación de oportunidades

- Nuevos nichos de negocio
- Apertura de nuevas sucursales
- Incurrir en proyectos urbanísticos más acertados
- Mejoras en el proceso de cobros

Identificación de patrones

- Identificación de patrones de los clientes con respecto a las ubicaciones de sus viviendas y sus trabajos.
- Venta de seguros.
- Venta de productos financieros acordes a su ubicación.

1.5 Viabilidad

1.5.1 Punto de Vista Técnico

Actualmente se cuenta con grandes avances en las diferentes tecnologías que se relacionan entre sí para poder implementar soluciones de inteligencia de negocios basadas en tecnologías geoespaciales. Existen avances importantes en los motores de bases de datos que soportan, almacenan y resguardan esta información, así como los sistemas de información geográficos y los servicios web para poder publicar, acceder, actualizar y compartir este tipo de información. Los avances en cartografía, basados en ciencia cartográfica, en combinación con el arte y técnicas de representación por medio de mapas, han evolucionado a través del tiempo hasta fortalecerse con tecnologías satelitales y soluciones informáticas que pretenden recopilar y almacenar datos que puedan generar información valiosa a la sociedad y a las empresas.

El negocio cuenta con un programa de campañas de actualización de datos periódicas que están alineadas con lo exigido por la Superintendencia General de Estados Financieros (SUGEF). Dada esta situación se puede alimentar el sistema con los datos proporcionados en el proceso de actualización por parte de los clientes o asociados. También se cuenta con las visitas e inspecciones a las propiedades, fincas y lotes por parte de los peritos de la institución, que pueden formar parte del proceso de recopilación de datos geográficos para la alimentación de la base de datos.

1.5.2 Punto de Vista Operativo

Para el diseño propuesto se evaluaron e identificaron las áreas del negocio idóneas para una futura implementación del modelo de bases de datos espaciales, así como para su administración y mantenimiento.

1.5.3 Punto de Vista Económico

El valor de retorno que genere una futura implementación del modelo de bases de datos espaciales en la empresa, va a depender directamente de la forma en cómo reaccionen las distintas áreas con respecto a las decisiones tomadas a partir de la información dada por las soluciones de inteligencia de negocios alimentadas con la información geográfica.

El poder minimizar el porcentaje de riesgo de colocación de créditos en la empresa resulta muy atractivo desde el punto de vista económico y social.

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo General

Crear una guía de infraestructura de datos espaciales para el análisis de riesgo de créditos en entidades financieras.

1.6.2 Objetivos Específicos

- Seleccionar los elementos de datos espaciales necesarios para el modelo.
- Planificar el proyecto de base de datos espaciales.
- Definir la forma en que se van a recopilar los datos geográficos.
- Diseñar un modelo para relacionar y consolidar la información geográfica con la base social de la entidad financiera.
- Esquematizar la manera de presentar la información brindada por la base de datos consolidada.

1.7 Alcances y Limitaciones

1.7.1 Alcances

El diseño propuesto contendrá los elementos esenciales para poder llevar a cabo un proyecto de infraestructura de datos espaciales, así como la forma en que se van a definir y recopilar los datos geográficos para poder guiar al negocio en la forma en que se van a relacionar los datos espaciales con la información propia de la entidad financiera. Por último se definirá la forma en que se podrá representar la información geográfica.

1.7.2 Limitaciones

El diseño propuesto del modelo de bases de datos espaciales para el análisis en créditos en entidades financieras consiste en una guía con los elementos y factores principales por considerar para una implementación, y no en la implementación propiamente.

1.8 Marco de Referencia Organizacional y Socioeconómico

1.8.1 Historia

Reseña histórica de Coopeservidores R.L.

El 2 de octubre 1957 se constituyó la Cooperativa de Crédito La Unión, con 34 asociados de la Dirección General de Servicio Civil. Los principales objetivos que dieron paso a su creación son:

- *Estimular el ahorro y crédito personal y solidario.*
- *Facilitar créditos a tasas razonables.*

- *Fomentar la educación cooperativa.*

En estos objetivos estaba implícito el combate a la usura y el agiotismo del que eran víctimas los servidores públicos. Y nació la Cooperativa de Ahorro y Crédito Unión, R.L., para todos los empleados comprendidos del Régimen de Servicio Civil, y con un capital social inicial de ¢17.700°°

Los señores Edwin Richmond M., Roberto Cruz C., Salvador Moya S., Guillermo Ledesma R. y Jorge Obando V. integraron el Primer Consejo de Administración de la Cooperativa.

Los principales eventos que han marcado su accionar se resumen así:

Enero 1958	*Obtiene su primer crédito del Banco Nacional por ¢12.000.*
Agosto 1958	*Dispone de 104 asociados y un capital social de ¢18.500. Durante la primera Asamblea General, se discutió sobre la posibilidad de aceptar en la Cooperativa a otros empleados públicos, no solo los de Servicio Civil, en consideración a aquellos funcionarios que se trasladaban a otras dependencias o poderes del Estado.*
Septiembre 1958	*Se reformula su Estatuto en la Asamblea General Extraordinaria N° 1 de la Cooperativa de Ahorro y Crédito Unión para que otros empleados públicos puedan afiliarse: "Bajo la denominación de Cooperativa de Ahorro y Crédito Unión, R.L. se constituye una sociedad cooperativa de responsabilidad limitada, entre los servidores del Estado y de sus Instituciones, que se*

	regirá por los presentes estatutos y por lo que disponga la legislación en la materia".
1960	*Cuenta con una base social de 575 asociados. Se reformula de nuevo su Estatuto para que las Asambleas fueran de delegados y no de asociados.*
1965	*A medida que pasaba el tiempo, la Cooperativa Unión, R.L. fue consolidándose y su nombre no reflejaba con propiedad la organización que representaba. Fue en una sesión del Consejo de Administración que el asociado Otto Solano Alvarado, funcionario del Ministerio de Trabajo e integrante de este ente, sugirió el nombre de Cooperativa de Ahorro y Crédito de los Servidores Públicos, R.L, en forma abreviada, COOPESERVIDORES, R.L, aprobado en agosto de este año. Operaba la Cooperativa en el Ministerio de Salud y a finales de esta década, se traslada al sétimo piso del Edificio Raventós en el centro de San José.*
1975	*Inaugura sus propias instalaciones frente al antiguo cine Capitolio en marzo. Años más tarde, compra una casa y se traslada a su nuevo local sita 350 N Hospital de Niños sobre calle 20.*
1994	*Inaugura un nuevo edificio al frente del local de calle 20, esto es, el edificio que alberga actualmente, las oficinas centrales diseñado para atender la demanda de sus 12.000 asociados. Es en este mismo año que empieza a ser regulada por la SUGEF, para dar mayor confianza a su base social.*

1997	*Inaugura la primera sucursal en Limón, con lo cual inicia el proceso de desconcentrar el servicio para generar cercanía a sus asociados y familias.*
1998	*Compra una casa anexa y la convierte en oficinas para dar abasto con el crecimiento experimentado.*
2001	*Adquiere la sede anexa "La Casona" en B° México para lograr recibir a nuestra base social que crece cada día más.*
2007	*La base social conformada por más de 42.000 Asociados accesa nuestros productos y servicios a través de sus 25 sucursales distribuidas en todo el país.*
2010	*A la actualidad la base social está conformada por más de 54.000 Asociados, quienes accesan a nuestros productos y servicios a través de sus 27 sucursales distribuidas en todo el país.*

El desarrollo que ha experimentado la Cooperativa desde su fundación, se debe a la confianza que sus asociados e inversionistas han depositado, ello ha forjado sólidos cimientos que le han permitido posicionarse en el mercado financiero como una de las mejores cooperativas de ahorro y crédito, inclusive en el ámbito latinoamericano, según datos de la DGRV (Confederación Alemana de Cooperativas).

1.8.1 Tipo de Negocio y Mercado Meta

¿Quiénes son?

Hoy día, 53 años después de su fundación, Coopeservidores es una organización que tiene muy clara su responsabilidad empresarial y la gestión social que debe ejercer como parte de la propia filosofía inherente del modelo cooperativo.

Su compromiso con los que más necesitan se observa en su amplio portafolio de productos y en un esquema diferenciado para desarrollar el componente social y tener la habilidad de mejorar la calidad de vida, tanto de su gente como el de las comunidades.

Hoy día es una cooperativa que se caracteriza por:

Una sólida institución financiera de carácter social con muchos años de limpia trayectoria y con un eficaz desempeño.

Una organización competitiva de ahorro y crédito, fuente de desarrollo y bienestar al servicio de sus asociados, administrada por valores cooperativos e institucionales.

Trayectoria de responsabilidad y cumplimiento de normativas.

Satisfacción y confianza de los más de 48.000 asociados.

Claros objetivos y valores.

Liderazgo.

Es una organización que se diferencia por:

Ser una organización de gente, no de capitales.

Ser instrumento para distribuir equitativamente la riqueza generada.

Tener una red social compuesta por comités coordinadores, delegados y líderes proactivos.

Desarrollar un esquema de comunicación e información que fortalece el vínculo con su gente.

Tener productos competitivos acordes con las necesidades de su gente.

La Cooperativa de Ahorro y Crédito de los Servidores Públicos, R.L., en forma abreviada, COOPESERVIDORES, R.L., es una organización que tiene muy clara su responsabilidad empresarial y la gestión social que debe ejercer como parte de la propia filosofía inherente del modelo cooperativo, con una razón de ser "…una organización de gente comprometida que ofrece soluciones financieras para mejorar la calidad de vida de nuestra base social, sus familias y la sociedad de Costa Rica".

Coopeservidores R.L es una obra motivo de orgullo y un ejemplo de lo que es capaz de hacer el servidor público y todos aquellos que conforman esa gran familia, cuando prevalecen los principios de cooperación y solidaridad, dentro de un contexto de respeto por la persona en donde todos son iguales.

1.8.2 Misión, Visión y Valores

Visión

"Ser la institución cooperativa de ahorro y crédito de mayor impacto en Costa Rica por su capacidad de generar riqueza financiera y convertirla en riqueza social".

Misión

"Somos una organización de gente comprometida que ofrece soluciones financieras para mejorar la calidad de vida de nuestra base social, sus familias y la sociedad de Costa Rica".

Su actuar se rige por los siguientes valores:

- *Prudencia.*
- *Ética.*
- *Trabajo en equipo.*
- *Solidaridad y compromiso social.*

La eficiencia, el mejoramiento de la calidad del servicio, el posicionamiento de la marca y la proyección social, son elementos que estarán presentes en nuestro quehacer, sin dejar de ser una entidad humanista, cuya base la constituyen el asociado y sus familias."(COOPESERVIDORES R.L 2012)

1.9 Estado de la cuestión

Según Muñiz (2010), los sistemas de información geográfica son una herramienta de investigación novedosa, y cada vez más extendida en la actualidad, utilizada con éxito en el marketing comercial y político. A través de un sistema de información geográfica (SIG) podemos saber dónde situar unas nuevas oficinas bancarias, tiendas en régimen de franquicia o captación de votos hacia un determinado partido, según la renta que tienen los habitantes, la cilindrada de sus autos, su edad, el voto realizado en las últimas elecciones y cualquier otro dato disponible en las estadísticas.

Con los estudios cualitativos podemos conseguir un buen retrato de las tendencias del mercado, pero con soluciones basadas en infraestructuras de datos geográficas, los datos disponibles nos pueden facilitar su ubicación. Esto permite ofrecer una clara ventaja competitiva, ya que su forma de tratar los datos la convierte en una herramienta que no es fácilmente imitable.

Con una solución de inteligencia de negocios basada en tecnologías de infraestructuras de datos geográficos se pretende mejorar y agilizar los procesos del negocio. Vivimos un cambio radical en las orientaciones del marketing y cada vez más se requieren herramientas más flexibles, fáciles de comprender y trabajar;

aquí es donde las soluciones geoespaciales están adquiriendo un importante protagonismo por las múltiples utilidades que se pueden obtener.

Ventajas competitivas:

- Mayor precisión y eficacia en las estrategias de marketing.
- Disminución de riesgo en la toma de decisiones que conlleve la ubicación física como elemento referencial.
- Evaluación física del mercado actual.
- Evaluación física del mercado potencial.
- Colocación de un producto en un segmento elegido.
- Optimización de vendedores, puntos de venta y rutas de venta y gestión CRM.
- Nuevos mercados a través de la gestión del tráfico.

Capítulo 2: Marco Teórico

2.1 Base de Datos Geográfica

Una Base de Datos Geográfica o (BDG) por sus siglas, es un conjunto de datos geográficos organizados de tal manera que permiten la realización de análisis y la gestión del territorio dentro de aplicaciones de Sistemas de Información Geográfica (SIG). Además, una BDG se utiliza de soporte para la implantación de servicios geográficos relacionados con las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE), y su contenido es la base fundamental en los procesos de producción cartográficos.

También puede definirse como la colección lógica de Información Geográfica (IG) interrelacionada que se administra y almacena como una unidad, y que comprende antecedentes sobre la ubicación de las características del mundo real y sobre sus particularidades en relación con su entorno (ONU, 2010).

2.2 Bases de Datos Espaciales

Una colección de datos referidos a objetos de los que se conoce su localización espacial se denomina Base de Datos Espaciales. Esta Base de Datos es modelo de la realidad que se ajusta a un cierto fenómeno.

2.3 El Modelo de Datos

La espina dorsal de una BDG es el modelo de datos, que consiste en la formalización conceptual (descripción) de las entidades geográficas del mundo real con el objeto de realizar una abstracción que permita satisfacer unas necesidades de información. La implementación del modelo debe facilitar la explotación y optimizar el almacenamiento para conseguir el mejor rendimiento en las consultas.

2.4 La Información Geográfica

La captura masiva y selectiva permite clasificar la IG por temas, garantizando la continuidad de los elementos y concretando las particularidades propias de la temática a la que pertenecen. El almacenamiento de gran volumen de IG requiere la puesta en marcha

de servidores y BDG específicas para el tratamiento espacial de los datos, el cual se desarrolla en entornos de producción de SIG. El mantenimiento y la actualización son tareas destinadas a mejorar la calidad geométrica, semántica y topológica de la IG, parámetros demandados por el usuario final del producto.

2.5 La Infraestructura de Datos Espaciales

Cuando se dispone de datos georreferenciados, de cierta disponibilidad de recursos informáticos y se quiere o se tiene la necesidad de publicar la infraestructura geográfica de la manera más eficaz posible, es necesario contar con una infraestructura que permita compartir, intercambiar, combinar, analizar y acceder a los datos geográficos de forma estándar e interoperable. Esta infraestructura no es más que el conjunto de recursos cartográficos disponibles en la red, sobre la que los datos mismos serán más útiles al formar parte de un todo más completo.

2.6 Estándares en la información geográfica

Para la gestión eficaz de información geográfica, los estándares son fundamentales. Si un usuario descarga de una institución la descripción geográfica de un río en un formato y sistema de referencia determinados, lo ideal es que no encuentre problemas para cargarla y visualizarla en un sistema de información geográfico junto con el resto de sus datos. Si debe disponer de un conjunto de sistemas que gestionen la información geográfica mediante protocolos e interfaces estándares que permitan acceder a los datos de forma remota, es posible generar aplicaciones que integren esos datos y que aparezcan virtualmente frente al usuario como si fuesen un único sistema, sin necesidad de conocerlos en detalle, solo basándose en información genérica sobre los estándares que cumplen todos y cada uno de ellos.

2.7 Sistema de Información Geográfica

Según Burrough y McDonnell (1998), un SIG es un conjunto de herramientas destinadas a la captura, almacenamiento, tratamiento, análisis, consulta y visualización de datos espaciales extraídos del mundo real para unos fines concretos. Un SIG es un sistema informático (software y hardware) que gestiona una base de datos con información espacial georreferenciada. A diferencia de los sistemas CAD, un SIG relaciona información

geométrica (puntos, líneas, áreas, sólidos etc.), con información temática procedente de una base de datos.

2.8 Open Geospatial Consortium

El Open Geospatial Consortium (OGC) fue creado en 1994 y agrupa a 372 organizaciones públicas y privadas. Las raíces del OGC se encuentran en el software fuente libre GRASS y la subsiguiente fundación OGF (Open GIS Foundation) fundada en 1992.

Su fin es la definición de estándares abiertos e interoperables dentro de los Sistemas de Información Geográfica y de la World Wide Web. Persigue acuerdos entre las diferentes empresas del sector que posibiliten la interoperación de sus sistemas de geoprocesamiento y facilitar el intercambio de la información geográfica en beneficio de los usuarios. Anteriormente fue conocido como Open GIS Consortium. Antes de firmar como Consortium firmó como fundación.

2.9 Proyectos de Infraestructura de Datos Espaciales

Para hacer referencia a los distintos proyectos de infraestructura de datos espaciales a distintas escalas de análisis (Global, Regional, Nacional, etc.) es necesario tener en cuenta que:

- Deben construirse para fundamentar a otras que a su vez pueden ser la base para menores.
- Deben desarrollarse armónicamente de manera que cada una de garantice la sustentabilidad de las que se apoyan en ellas.

Imagen 2.9.1: Relaciones horizontales. Fuente: Ministerio de Fomento, Dirección General del Instituto Geográfico Nacional. España.

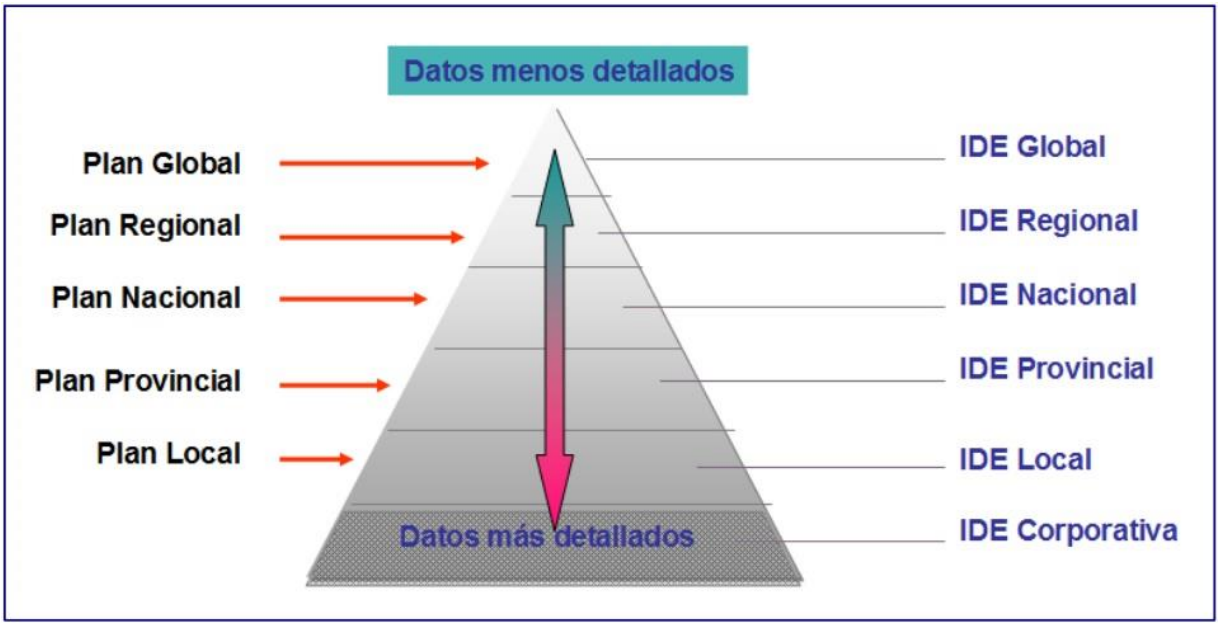
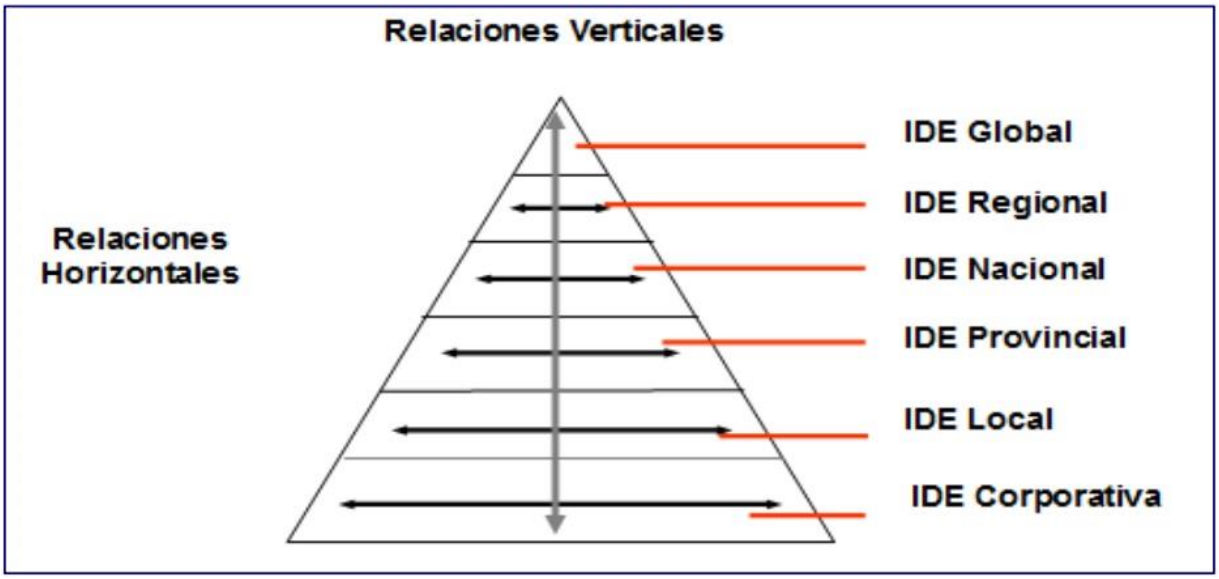


Imagen 2.9.2: Relaciones Verticales. Fuente: Ministerio de Fomento, Dirección General del Instituto Geográfico Nacional. España.



Capítulo 3: Metodología

3.1 Tipo de investigación

Existen diferentes tipos de investigación de acuerdo con el tipo de estudio que se vaya a desarrollar, el cual puede ser de carácter cuantitativo o cualitativo. En los estudios cuantitativos, el alcance de la investigación a efectuar ocurre antes de elaborar la hipótesis, definir o elegir un diseño de investigación y recolectar los datos. A diferencia de los estudios cuantitativos, en los cualitativos el alcance de la investigación por desarrollar ocurre antes o durante la recolección de datos, o en cualquier etapa del proceso de investigación.

Los tipos de investigación se pueden clasificar en: estudios exploratorios, descriptivos, correlacionales y explicativos. Esta clasificación es de gran importancia, por tanto el tipo de estudio depende de la estrategia de investigación.

Los estudios exploratorios sirven para preparar el terreno y, por lo común, anteceden a los otros tres tipos. Los estudios descriptivos, por lo general, fundamentan las investigaciones correlacionales, las cuales, a su vez, proporcionan información para llevar a cabo estudios explicativos que generan un sentido de entendimiento y son altamente estructurados (Metodología de la Investigación, 2006, p.114. y 115).

La investigación realizada, por sus características y naturaleza, se clasifica dentro de la modalidad de investigación cualitativa, ya que está basada en procesos y metodologías probadas, utilizadas y establecidas para el manejo de Infraestructura de datos espaciales. En cuanto al alcance, se ubica dentro la clasificación de descriptivo/explicativo, ya que pretende proporcionar una guía basada en el conocimiento, practicas, metodologías y modelos que han madurado a través del tiempo.

Tabla 3.1: Diferencias entre investigación cualitativa y cuantitativa

Investigación cualitativa	Investigación cuantitativa
Centrada en la fenomenología y comprensión.	Basada en la inducción probabilística del positivismo lógico.
Observación naturista sin control.	Medición penetrante y controlada.
Subjetiva.	Objetiva.
Inferencias de sus datos.	Inferencias más allá de los datos.
Exploratoria, inductiva y descriptiva.	Confirmatoria, inferencial, deductiva.
Orientada al proceso.	Orientada al resultado.
Datos "ricos y profundos".	Datos "sólidos y repetibles".
No generalizable.	Generalizable.
Holista.	Particularista.
Realidad dinámica.	Realidad estática.

Fuente: García y Martínez (1996)

3.2 Alcance Investigativo

La investigación está orientada a establecer un modelo de bases de datos geográficas basado en técnicas y tecnologías ya probadas e implementadas en otros países, que ayude a las entidades financieras a minimizar el riesgo en créditos por medio de soluciones de inteligencia de negocios basadas en información geográfica.

3.3 Enfoque

El presente estudio se ubica dentro de la modalidad de proyecto, el cual es un sistema dinámico. Tiene un ciclo de vida que se puede entender como aquel proceso o conjunto de pasos que siguen desde que inicia su planteamiento hasta la culminación de lo planteado, para así obtener resultados.

3.4 Diseño

El diseño consiste en establecer una secuencia natural para la implementación de una guía que contenga los elementos fundamentales y necesarios para un proyecto de inteligencia de negocios basado en tecnologías geoespaciales y los pasos que se deben llevar a cabo para un proyecto de esta naturaleza, así como los fundamentos para la

recopilación de los datos, la forma en que se van a relacionar con la información de la empresa y por último, la forma en que se va a presentar la información generada.

3.5 Técnicas de Análisis de la Información

La información recopilada acerca de las tecnologías de infraestructuras de datos espaciales, bases de datos geográficas y sistemas de información geográficos, se va a analizar y ordenar según la adecuación requerida para la implementación en una entidad financiera y acorde a las necesidades identificadas en el proceso de crédito para el análisis de riesgo. Se analizará la logística empleada actualmente por la entidad financiera para la colocación de créditos y su análisis de riesgo.

3.6 Estrategia de Desarrollo de la Propuesta

La investigación para el diseño del modelo de bases de datos espaciales para el análisis de riesgo de créditos en entidades financieras se basará en prácticas utilizadas y probadas que llevaran un orden natural para su desarrollo, donde se evaluarán los elementos necesarios y fundamentales, así como los principales factores por considerar para un proyecto de esta categoría. Además se considera la forma en que se van a recopilar los datos, la forma como estos se van a relacionar con la información propia de la entidad y por último la presentación de la información generada para su análisis.

Capítulo 4: Análisis del Diagnóstico

4.1 Análisis del proceso actual

4.1.1 Análisis del proceso de crédito

El proceso de crédito tiene establecidos los lineamientos generales para la adecuada colocación y administración de los créditos al amparo de las normativas internas y externas.

El otorgamiento de un crédito se debe regir por el conjunto de lo estipulado en:

- Normativa vigente de la Superintendencia General de Entidades Financieras (SUGEF).
- Normativa de otros entes supervisores.
- La política de crédito, reglamentos, manuales e instructivos establecidos por la empresa para este fin.

Según el tipo de crédito se considerarán como garantías las siguientes: fiduciarias, hipotecarias, prendarias, sobre CDP, ahorros voluntarios, sobre el capital social, facturas y pagarés que respaldan créditos en otra entidad. También existe un continuo mantenimiento y actualización de los procesos debido a la incorporación de los constantes cambios solicitados por la Superintendencia General de Estados Financieros (SUGEF).

4.1.2 Las garantías del crédito

Las garantías son todos los medios que respaldan o aseguran el pago o reembolso de los créditos otorgados. El requerimiento de garantías para respaldar los créditos que se otorgan no está basado en previsión de tener que recurrir a un procedimiento judicial para obtener el reembolso. La garantía es un colateral, no es la base sobre la cual se fundamenta el crédito.

Prendaria: Es cuando el prestamista adquiere el derecho sobre un bien del deudor para asegurar el cumplimiento de una obligación. En caso de que no se cumpliera, el prestamista puede apropiarse del bien para recuperar los fondos prestados. Este tipo de

operaciones son las que se llevan a cabo en casas de empeño donde no prestan la cantidad total de la prenda, sino solo un porcentaje.

Hipotecaria: Es cuando el prestamista adquiere el derecho sobre un bien inmueble que el deudor otorga como garantía, aunque también se pueden hipotecar vehículos. Este derecho termina cuando la deuda es cancelada, y en caso de incumplimiento el solicitante deberá cubrir, en primer lugar, con el valor de los bienes.

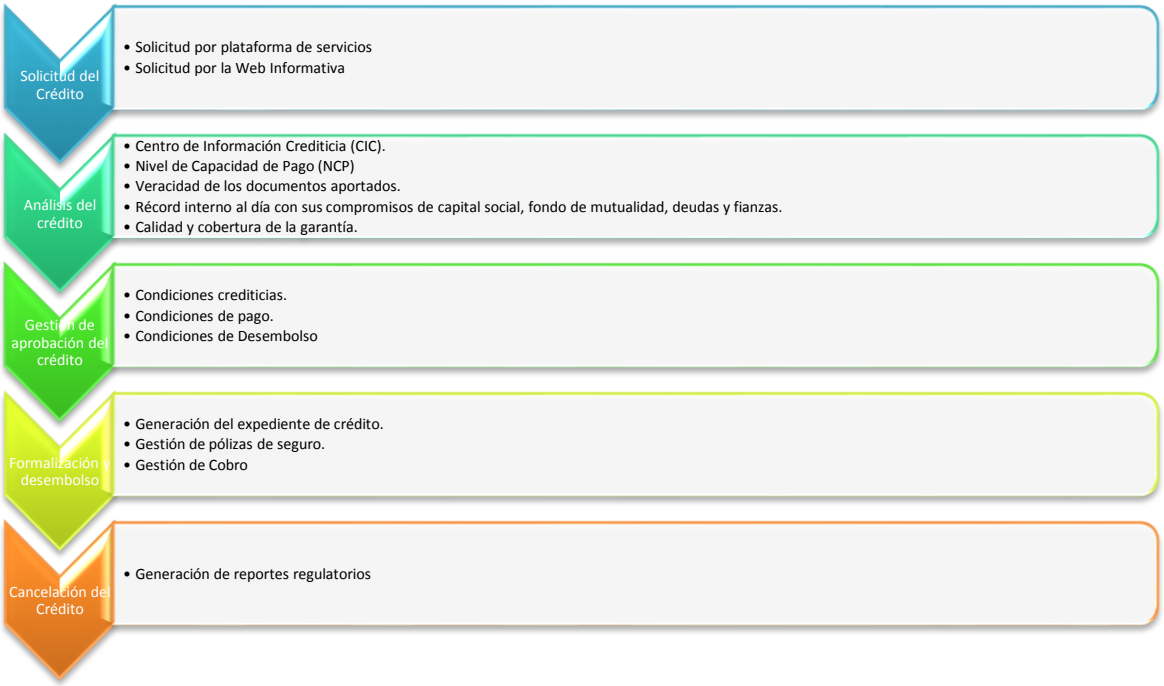
Personales: Consisten en prestar un aval o dar una garantía quirografaria (firmada). El aval puede ser un familiar o un amigo que demuestre solvencia económica para cubrir el pago del préstamo en caso de que el deudor falle y firme para aceptar su compromiso. La quirografaria es la establecida únicamente por la firma del otorgante, en este caso responde del adeudo con todo su patrimonio.

4.2 Cómo se analiza la información actualmente

4.2.1 Herramientas utilizadas para el análisis de información

Para el análisis y aprobación de los créditos hipotecarios se utilizan las herramientas convencionales como consultas de datos (Reportes) y de inteligencia de negocios, basadas en datos históricos del deudor que miden el nivel de comportamiento de pago histórico, el historial crediticio en la empresa y el historial crediticio del país, dado por la superintendencia general de estados financieros (SUGEF).

Esquema 4.2.1 Flujo de Crédito de la empresa.



Fuente: Elaboración propia

Capítulo 5: Propuesta de Solución

5.1 Seleccionar los elementos fundamentales de una IDE

Como primer paso en el diseño de un modelo de bases de datos espaciales se debe establecer e identificar los elementos fundamentales que serán la base para el diseño del modelo propuesto.

Una definición más elaborada, basada en Béjar et al., (2009) y que servirá para definir más abajo las características de cada componente de la IDE, es: una IDE es un sistema de sistemas integrado por un conjunto de recursos muy heterogéneo (datos, software, hardware, metadatos, servicios, estándares, personal, organización, marco legal, acuerdos, políticas, usuarios…), gestionado por una comunidad de actores, para compartir información geográfica en la web de la manera más eficaz posible.

Esquema 5.1 Elementos fundamentales de una IDE



Fuente: Elaboración propia

A continuación el detalle de los elementos descritos en el Esquema 5.1. Elementos fundamentales de una IDE

Los datos, que deben ponerse al alcance de los usuarios con las restricciones de uso que decida su propietario (solo verlos, conocer sus características, tener acceso a ellos, compartirlos, etc.).

El hardware y software, que sirven de base para hacer pública la información a través de Internet o de forma local en la empresa.

Los metadatos, que son las descripciones de los datos y los servicios disponibles; es la documentación que permite conocer al usuario las características de calidad, actualidad, disponibilidad, propiedad, etc. de los datos, y las capacidades técnicas de los servicios como: tipo de servicio, versión, información sobre la disponibilidad, tarifas, instrucciones de pago e incluso las restricciones.

Las tecnologías que permitan buscar, acceder y explotar los datos en remoto.

Los estándares de datos y servicios que hacen posible la interoperabilidad. En particular las normas ISO 19100, los estándares como los del OGC y las recomendaciones propias de un país o región, como el caso del Perfil de Metadatos para Latinoamérica (LAMP, 2011).

Los acuerdos entre productores de datos, tanto del sector público como particulares, de proveedores de servicios, usuarios, que crean redes de comunicación e intercambiando experiencias y buenas prácticas, y fomentan la creación de asociaciones amplias y omnipresentes, para que el desarrollo de una IDE sea potente y armonioso.

Por ejemplo, los acuerdos entre instituciones y organismos para compartir Información Geográfica, sin que se dupliquen esfuerzos ni gastos.

El personal que mantiene y hace funcionar los sitios web y los recursos informáticos que contribuyen a la IDE

El esquema organizativo que coordina la IDE en un país, reparte responsabilidades y planifica esfuerzos.

El marco legal que regula aspectos como qué información es oficial, qué ocurre con los derechos de autor y las licencias de uso, qué organismos públicos tienen la obligación de publicar una cartografía dada, en qué consiste el derecho de los ciudadanos a acceder a la información geográfica generada por los organismos públicos.

Las políticas definidas por los gobiernos para regular y fomentar el uso de la información geográfica.

Los usuarios, que gracias a la Web 2.0 tienen la posibilidad de incorporar datos y opiniones, son igualmente una parte importante del sistema.

Todos estos elementos son necesarios, y la ausencia de cualquiera de ellos, puede hacer que la IDE no esté equilibrada y no produzca los resultados esperados. Especial importancia tiene la comunidad de actores que se genera alrededor de una IDE y que la mantiene viva, entendiendo tal comunidad como el conjunto de organizaciones y personas que colaboran para conseguir un fin común, en este caso compartir información geográfica del modo más eficiente posible. Esa comunidad es el alma de una IDE, donde las decisiones importantes deben acordarse, para que se genere un proyecto realmente cooperativo, abierto y de autoría colectiva.

5.1.1 Características que deben tener los datos

La información geográfica procedente de los datos que definen los fenómenos geográficos tiene características relacionadas con la forma de ser captada de la naturaleza, de ser almacenada, tratada y visualizada que debe ser expuesta para conocer sus características y limitaciones.

Esquema 5.1.1: Características de los datos geográficos.



Fuente: Elaboración propia

Puesto que las Infraestructuras de Datos Espaciales generarán herramientas que podrán ser utilizadas en múltiples campos profesionales, es necesario que el usuario ajeno a las características de detalle de la información geográfica disponga del conocimiento necesario para evitar errores cuando la maneje y gestione.

La Información Geográfica entendida como aquella que puede relacionarse con localizaciones en la superficie de la Tierra (Chorley, 1987), goza de un importante crecimiento desde las dos últimas décadas en cuanto a volumen, exactitud y precisión. Este hecho es atribuible al desarrollo de Internet, a la evolución e innovación tecnológica, a las demandas de la sociedad y empresas, así como a los requisitos de la comunidad internacional, que intentan alcanzar el desarrollo sostenible y hacer efectivas medidas de adaptación al cambio climático.

El creciente interés por la IG está potenciado a través de la informática, por diferentes métodos y fuentes de captura de datos que provengan de imágenes satelitales, fotos aéreas, mediciones en el campo a través de GNSS (Sistema global de navegación por satélite), de la difusión de los SIG (Sistemas de Información Geográfica) y del acceso a Internet.

5.1.2 Tareas que permiten las Infraestructuras de Datos Espaciales

Buscar la información geográfica que hay disponible en una zona geográfica con descripción del formato, la manera de acceder a ella, el año en que se produjo, la calidad que ofrece, quién la ha elaborado, si existe un servicio que la publique y demás características relevantes.

Visualizar y superponer mapas, ortofotos, MDT y datos geográficos en general de diferentes organismos, con diferentes sistemas de referencia, en distintos formatos y con propiedades heterogéneas.

Buscar una entidad geográfica por su nombre y ver dónde se ubica sobre una cartografía.

Acceder a las entidades geográficas en un formato estándar, así como a sus atributos, coordenadas, topología y geometría.

Realizar operaciones de análisis básicas, como enrutamiento, cálculo de perfiles o análisis de superficies.

Realizar transformaciones de un modelo de datos a otro diferente, si ambos están descritos de forma normalizada.

Descargar los datos que se precisen para analizarlos en un SIG, si los servicios ofrecidos por la IDE no satisfacen las necesidades del usuario.

Con el establecimiento de las IDE se pretende eliminar los obstáculos que dificultan la disponibilidad y accesibilidad de la IG, que ocasionan problemas y pérdidas de tiempo, y que hacen muy difícil y costosa la reutilización de datos geográficos para un propósito diferente al original.

5.1.3 Características de los datos e información geográfica

Los términos “dato” e “IG” se utilizan como sinónimos aunque tienen significados distintos. Suele compararse la diferencia entre dato e IG con la que hay entre un conjunto de letras desorganizado y la palabra formada por dichas letras.

El dato, producto de una observación, es el hecho bruto que representa la realidad compleja y dinámica. No está exento de errores. Por su parte, la IG se define por un contenido más elaborado que tiende a reducir nuestra incertidumbre sobre el mundo que nos rodea. Los datos constituyen lo que se llama IG, cuando se almacenan sistemáticamente, se consultan, explotan, o cuando se combinan produciendo nueva información (Beguin, 1994).

La IG se crea, en última instancia, por el usuario. Robinson et al. (1987) asignan importancia a la relación espacial entre los datos geográficos y su representación, reconociendo cuatro categorías de datos: a) puntuales o de lugar, b) lineales, c) zonales y d) volumétricos.

Esquema 5.1.3: Características de la información geográfica.



Fuente: Elaboración propia

En tiempos de expansión de los SIG, Aronoff (1993) atribuye a los datos las características de: posición, atributos temáticos, tiempo y relaciones espaciales, mientras que Santos (2002) incorpora la característica de la dimensión. De lo mencionado se entiende que:

La posición es la ubicación de una entidad geográfica con respecto al sistema de coordenadas y proyección cartográfica utilizado (posición absoluta) y/o a unos puntos de referencia conocidos con relación con otros (posición relativa). Todo fenómeno tiene una localización espacial. Responde a la pregunta ¿dónde?

Los atributos temáticos o variables proporcionan las características de una entidad geográfica. Responden a las preguntas ¿qué?, ¿cómo?

El tiempo, ubica en la escala cronológica el momento del hecho geográfico, respondiendo a la pregunta ¿cuándo?

Las relaciones espaciales se refieren al tipo de conexiones resultantes entre entidades geográficas. Estas interrelaciones pueden darse por la proximidad a cierto fenómeno o por la existencia de características comunes.

La dimensión permite referirse a la variedad de objetos geográficos de acuerdo con las dimensiones consideradas, diferenciando entre objetos puntuales (sin dimensiones), objetos lineales (una dimensión), objetos superficiales planos o polígonos (dos dimensiones) y objetos superficiales o volúmenes (tres dimensiones) (Santos, 2002).

5.2 Organización de un proyecto de infraestructura de datos espaciales

La organización en un proyecto de infraestructura de datos espaciales es fundamental. Esta es responsable de ordenar, regular, estructurar y armonizar los componentes que interactúan como datos, metadatos, servicios, hardware, software, marco legal, etc.

La organización incluye un componente político que permita:

- La creación de un organismo colectivo, compuesto por el conjunto de actores implicados en las IDE y donde todos tengan voz y voto, que sirva como entidad responsable y dirigente de la IDE.
- La aprobación de un marco legal adecuado que promueva y regule la implantación de una IDE en el ámbito en cuestión.
- La definición de los convenios, alianzas y acuerdos de colaboración necesarios para aumentar la disponibilidad de datos y servicios espaciales, intercambiar experiencia y buenas prácticas, y compartir los desarrollos tecnológicos.
- Los acuerdos entre los productores de IG, principalmente entre los productores oficiales, para coordinar la generación y mantenimiento de la IG, sin huecos ni solapes, componente básico y esencial para generar el resto de recursos que componen la infraestructura.

Debe preverse en la organización un componente tecnológico capaz de:

- Establecer los estándares y normas necesarios para que los sistemas y servicios de datos espaciales puedan ser interoperables.
- Realizar la coordinación del conjunto de herramientas y mecanismos informáticos (hardware, software, comunicaciones) que permiten que la red sea operativa y se pueda buscar, consultar, acceder, obtener y usar datos geográficos.
- El componente social o conjunto de actores que intervienen en una IDE (productores de datos, proveedores de servicios, desarrolladores, intermediarios, usuarios) cada uno de ellos con unas competencias, un rol y unas capacidades particulares e integrados en una comunidad colaborativa.

5.2.1 El componente político

Una IDE es un proyecto colectivo en el que participan una gran diversidad de actores, y necesita iniciativas y actuaciones legales que establezcan y regulen su desarrollo.

Necesidad de un organismo colectivo

En un proyecto IDE intervienen la Administración, la empresa privada, la universidad y los usuarios, cada uno con intereses y necesidades bien diferentes. Parece muy importante que sus iniciativas y actuaciones estén coordinadas, armonizadas e integradas en un contexto más amplio, con pleno reconocimiento ante terceros interesados y con efectos jurídicos y técnicos de conformidad con la normativa aplicable en el ámbito territorial.

La importancia de la existencia de un marco legal

El establecimiento de un marco común, y la necesidad de coordinación entre todos los agentes implicados, son las circunstancias que hacen necesario el marco legal para sostener el proyecto IDE dentro de una comunidad. Por un lado, al ser una IDE una infraestructura básica, es lógico que la Administración lidere su implementación, y para coordinar las distintas iniciativas gubernamentales, lo más eficaz es una norma legal.

El marco legal establece las competencias, el régimen jurídico, los requisitos de colaboración entre organismos públicos, la política de datos general a adoptar, en el ámbito de la cartografía y de la IG de los organismos implicados.

5.2.2 El componente tecnológico

En los proyectos IDE, la arquitectura por excelencia es la denominada arquitectura cliente-servidor, en la que una serie de clientes (navegadores web)

solicitan una serie de servicios a ordenadores-servidores remotos. Estos últimos procesan las peticiones de los navegadores (realizadas según el protocolo HTTP) y devuelven respuestas que se ven en páginas HTML.

Lenguajes de transferencia y comunicación

La estructura principal de las páginas que se muestran a través de Internet es una estructura de etiquetas, en la que a cada una se le asigna un valor. Dentro de los lenguajes de etiquetas en el ámbito de las IDE es importante destacar dos lenguajes:

- XML: Es un metalenguaje extensible de etiquetas desarrollado por el W3C. La puesta en práctica de este lenguaje se puede encontrar, por ejemplo, en los registros de metadatos.
- GML: Es un dialecto de XML para el modelado, transporte y almacenamiento de la IG. Un ejemplo práctico de uso de este lenguaje se encuentra en la descarga de datos de un WFS.

Concepto de interoperabilidad. Normas y estándares

Uno de los objetivos de las IDE es que se pueda compartir la IG procedente de diversas fuentes a través de Internet. Para eso, técnicamente es necesario que los sistemas se entiendan entre sí y, además, que los datos que se compartan sean inteligibles y comparables por cada uno de los sistemas que los usan. Para lograrlo, se establecen los estándares que facilitan la interoperabilidad necesaria para que los datos, servicios y recursos de una IDE puedan utilizarse combinados y compartidos.

Los propósitos de los estándares en el campo de la IG son:

- Proporcionar una buena especificación semántica (tener bien definido el significado de los datos que se quieren intercambiar).
- Proporcionar formatos definidos. Se reducirán costes y no se perderá la calidad al no tener que convertir formatos para que sean interoperables.
- Reducir costes en la implementación y mantenimiento del software.

- Reducir costes al evitar duplicaciones. Cada productor de datos se encarga de mantener sus datos actualizados.
- Mejorar la colaboración entre instituciones y clientes entre sí.

5.2.3 El componente geográfico

La descripción geográfica de un territorio, y de los fenómenos que sobre ella ocurren, exige la existencia de conjuntos de datos de los que además se conozcan sus características de calidad, actualidad, procedencia, etc. Con esos datos se puede pensar en la elaboración de servicios para en su publicación en Internet.

5.2.4 Los datos

Los datos geográficos que se utilizan en las IDE pueden clasificarse, según el tipo de información que representan, en:

Datos de referencia: Son los datos fundamentales que sirven de base para construir o referenciar cualquier otro conjunto de datos temáticos. Cumplen la misma función que la cartografía básica y son de propósito general. Ejemplos de este tipo de datos son: el sistema de coordenadas, las unidades administrativas, las redes de transporte, hidrografía, relieve, ortofotos, etc.

Datos temáticos: Son los elaborados a partir de datos de referencia, a los que se añade otras informaciones, que describen determinados temas concretos que ocurren sobre el territorio, como por ejemplo la hidrografía, la geología, el medioambiente, la climatología, etc.

Los datos digitales también pueden clasificarse según su estructura de una manera más general como datos raster o vectoriales. Por ejemplo, una ortofoto o un modelo digital de elevación pueden clasificarse como raster, mientras que una red de carreteras sería vectorial.

5.2.5 Los metadatos

Los metadatos informan a los usuarios sobre las características de los datos y de los servicios geográficos:

Metadatos de datos, son los que describen las características de conjuntos de datos geográficos. Así, en un mapa topográfico, producido por un organismo cartográfico, su registro de metadatos incluiría: la escala, el sistema de referencia por coordenadas, la fecha de creación, la fecha en que la información fue recogida, su autor, el ámbito espacial que cubren, etc.

Metadatos de servicio, que describen las características del servicio. En este caso, un servicio de visualización de una organización (WMS) incluiría la siguiente información en su registro de metadatos: su dirección URL, la organización que lo proporciona, el ámbito espacial que cubre, el tiempo de respuesta, etc.

5.2.6 Los servicios

Una IDE se basa en un conjunto de servicios web que ofrecen una serie de funcionalidades útiles para la comunidad de usuarios. Este conjunto de funcionalidades resultan accesibles desde un simple navegador a través de Internet y consisten principalmente en la visualización, consulta, análisis y descarga de datos geográficos. En las IDE, el concepto fundamental alrededor del que gira toda la concepción del sistema es el servicio y no los datos, como ocurre en un SIG. Quien mejor ha dado una lección en ese sentido ha sido Google Earth, seguido de otros Globos Virtuales que, con datos de fecha desconocida, problemas de resolución, errores de cientos de metros en ocasiones y otros problemas, han tenido un éxito espectacular debido a que la calidad del servicio es excelente.

5.2.7 Organismo OCG

El organismo encargado de elaborar los documentos técnicos de cada uno de los servicios web que se pueden implementar en una IDE es OGC. A continuación

se describe brevemente las características principales de los servicios más importantes especificados por este consorcio.

a) Servicio Web de Mapas (WMS)

Su principal objetivo es visualizar la IG almacenada en los servidores de datos de las organizaciones que integran la IDE. Esta especificación define mapa como una representación de la IG en forma de imagen digital, adaptada para la visualización en una pantalla de ordenador. El mapa es una imagen de los datos almacenados en los servidores.

Este servicio se solicita a través del navegador web del usuario que envía una petición en forma de URL. Esta petición se recibe y procesa por el servidor WMS que, como respuesta, devuelve al usuario una imagen en formato JPEG, GIF, PNG, etc. La definición de un formato u otro garantiza la transparencia de las capas de información, permitiendo la combinación de capas procedentes de diferentes servicio WMS. Este servicio permite también opcionalmente consultar los atributos alfanuméricos de la información que se visualiza.

Los mapas generados por los WMS pueden visualizarse a través de un navegador web (también llamados clientes ligeros), como Internet Explorer, Mozilla Firefox, Opera, Google Chrome, etc., o a través de algún software (llamados clientes pesados) que debe instalarse en el ordenador del usuario. En ambos tipos de clientes los visualizadores incluyen operaciones sencillas de visualización como: activar y desactivar capas, cambiar el orden y transparencia de las capas, acercar y alejar, desplazarse sobre el mapa, vuelo panorámico, etc.

b) Descriptor de Estilos de Capa (SLD)

Es una extensión de la especificación WMS que permite a los usuarios utilizar estilos de simbolización propios, y definir cómo se va a representar la IG a través de la web. OGC define las características del lenguaje necesario para crear cada uno de los estilos de simbolización particulares que se definan.

c) Servicio Web de Fenómenos, entidades u objetos (WFS)

Este servicio permite acceder y consultar los atributos de un objeto (feature) geográfico como un río, una ciudad o un lago, representado en modo vectorial. Un WFS permite no solo visualizar la información tal y como lo permite un WMS, sino que también permite acceder a la información y descargarla.

Este servicio dispone de operaciones obligatorias y optativas. Entre las primeras se encuentra la que permite descargar los datos geográficos y entre las segundas se encuentra la que permite manipular (editar, borrar, crear) la información almacenada en la base de datos (solo a los actores autorizados).

d) Servicio de Nomenclátor (WFS-G)

Es un caso específico del servicio WFS ya que ofrece la posibilidad de localizar un objeto geográfico de nombre dado y consultar los atributos que tenga asociados. Es un servicio web muy importante, ya que es el modo más natural de seleccionar la zona que el usuario quiere ver o consultar.

e) Servicio Web de Coberturas (WCS)

Es el servicio análogo al WFS pero en lugar de trabajar con datos en formato vectorial, lo hace con datos raster. Permite no solo visualizar información raster, como lo permite un WMS, sino además permite consultar el valor del o los atributos almacenados en cada píxel.

f) Servicio de Catálogo para la Web (CSW)

Permite la publicación y búsqueda de información que describe datos, servicios, aplicaciones y en general, todo tipo de recursos de la IDE. Los servicios de catálogo, que están basados en el acceso a los metadatos de los datos y los servicios, son necesarios para proporcionar capacidades de búsqueda y solicitud de los recursos existentes dentro de una IDE.

g) Otros estándares en las IDE

Además de las ya citadas, existen otras organizaciones que han definido estándares que se aplican y utilizan en una IDE. Tal es el caso del W3C que ha definido entre otros el estándar SOAP, que es una forma general de definir servicios en la Red mediante una petición y una respuesta estandarizadas, el estándar FTP para la descarga de ficheros, o el estándar RDF para la descripción semántica de recursos.

5.2.8 El componente social

La parte humana de las IDE se compone de actores interesados en su puesta en marcha, ya sea por el hecho de producir datos, pertenecer a la cadena de distribución, ser usuarios o simplemente pertenecer a comunidades de difusión y apoyo.

Los actores de una IDE

Productores de datos: Son organismos y organizaciones públicas y privadas que se encargan de producir datos. En la mayoría de los proyectos IDE, este papel lo desempeñan inicialmente organismos públicos.

Proveedores de servicio: Son organizaciones que asumen la implementación, puesta en producción y mantenimiento de servicios web. Lo más natural y eficaz es que el organismo que ha producido unos datos sea el que se encargue de proporcionar el servicio web correspondiente, garantizando así que la información que muestre el servicio esté actualizada.

Desarrolladores de software: Son individuos, organismos y organizaciones públicas o privadas que crean las aplicaciones que intervienen en una IDE, ya sean las aplicaciones que proporcionan los servicios, las aplicaciones cliente que los explotan, o los geoportales que son la puerta de entrada a una IDE y que presentan toda la información.

Colaboradores en la definición de estándares y normas: Son organismos públicos, universidades y empresas privadas que colaboran en el desarrollo de los borradores y contribuyen a la creación de las versiones finales de estos documentos.

Intermediarios: Normalmente son empresas y organizaciones que aprovechando los recursos básicos que hay disponibles en una IDE (servicios, software compartido, datos, metadatos), los integran, adaptan y generan servicios de valor añadido.

Usuarios finales: Son ciudadanos, organismos públicos o privados, empresas, universidades y cualquier otra persona física o jurídica que definen las necesidades de la IDE. Colectivamente son el actor más importante para el desarrollo de un proyecto IDE, y suelen organizarse en comunidades.

5.2.9 Las comunidades IDE

Para que una IDE sea un proyecto con éxito, que permanezca y se consolide con el paso del tiempo, es necesario llevar a cabo un conjunto de actividades de difusión y formación de la filosofía de las IDE en la sociedad. Como consecuencia se genera y consolida una comunidad IDE, formada por una variedad de actores de todo tipo que colaboran y cooperan en las IDE. En algunas ocasiones surgen de un modo natural, pero en la mayoría de los casos son las instituciones públicas las que las promueven y en ocasiones las patrocinan, como parte de su papel de liderazgo.

5.3 Recolección de datos geográficos

Existen diferentes formas o métodos para obtener datos geográficos, tales como: topografía, geodesia, GNSS, teledetección, fotogrametría, altimetría, LIDAR, digitalización o escaneo de documentos analógicos, entre otros. Estos han evolucionado de acuerdo con la necesidad de dar solución a una gran cantidad de problemas territoriales y al desarrollo de las TIG.

Esquema 5.3: Recolección de datos geográficos



Fuente: Elaboración propia

Esta información, levantada directamente en campo con métodos topográficos y geodésicos, arroja un archivo o lista de coordenadas (x, y, z) con que se procede a realizar el dibujo directamente en formato digital. A partir de dicha información, y bajo una serie de procesos cartográficos, se obtienen planos o mapas topográficos o temáticos con atributos planimétricos y/o altimétricos.

En el pasado, la información cartográfica se representaba en formato analógico (mapas y planos en papel), en trabajos de gran valor de representación y exactitud. En ocasiones no hay información digital equivalente, por lo que es necesario transformarla a formato digital, escaneándola o digitalizándola.

En la actualidad, el desarrollo de las IDE representa un medio de gran utilidad para difundir y acceder a información territorial, así como un reto en la producción de una nueva generación de información cartográfica o geográfica. Dicha herramienta se presenta como una oportunidad para la estandarización de cartografía digital a nivel global, nacional y regional, aprovechando al máximo los

insumos digitales que se pueden generar con las nuevas tecnologías y recuperando la gran cantidad de información analógica que actualmente existe en diferentes dependencias e instituciones.

5.4 Tratamiento de los datos geográficos

La captura de la información es la fase inicial en la creación de un SIG. El éxito del sistema dependerá de la calidad de los datos espaciales. Conviene conocer exhaustivamente las fuentes de datos empleadas. Generalmente se combina información procedente de diversas fuentes, que puedan ser vectoriales o raster.

El tratamiento de la información capturada sirve para estructurarla y uniformarla, según el modelo de datos relacional diseñado para su posterior explotación. La consulta y el análisis, apoyándose en los datos, sirven para la toma de decisiones. La difusión de los resultados es la finalidad del SIG. Las primeras difusiones se centraban en la producción cartográfica impresa, pero los avances tecnológicos actuales facilitan la creación de servicios de IG y funcionalidad SIG en la Red.

5.4.1 Componentes

Al tratarse de un sistema informático, un SIG está compuesto de herramientas software y datos alojados en un hardware o componente físico, este último conformado por:

- El equipo informático, PC o estación de trabajo.
- Las unidades de almacenamiento masivo que guarden la IG.
- Los sistemas para la salida y representación de los datos (pantallas, impresoras o trazadoras).
- Las redes informáticas que permitan la comunicación y el intercambio de información con otros sistemas.
- El software o componente lógico de un SIG está compuesto generalmente por dos tipos de aplicaciones que trabajan conjuntamente: la base de datos y el software SIG.

5.4.2 Base de Datos

La base de datos es la fuente que suministra IG vectorial y/o raster al sistema. Almacena y combina datos alfanuméricos y gráficos según un modelo relacional.

Toda base de datos lleva asociada el Sistema Gestor de la Base de Datos (SGBD). Este sistema se emplea para realizar las labores de administración y mantenimiento de la propia base, tales como la creación de tablas, índices espaciales, gestión de usuarios y permisos, o la creación de copias de seguridad. También permite realizar determinadas consultas temáticas y espaciales, creación y mantenimiento de relaciones topológicas o la gestión de sistemas lineales de referencia.

Un SIG puede conectarse a diferentes bases de datos a la vez a través de redes informáticas.

Las nuevas tecnologías permiten disponer de bases de datos a través de servicios cartográficos publicados en Internet, siguiendo los estándares WMS (raster) o WFS (vectorial). La mayoría de los SIG aceptan conexiones a otras fuentes no estructuradas de base de datos como ficheros CAD.

5.4.3 Diseño de la Base de Datos

El diseño de una base de datos es complejo y se requiere al menos documentar los siguientes pasos para su configuración y administración:

- Definir el propósito
- Establecer quiénes serán sus usuarios
- Identificar las fuentes de datos disponibles
- Definir la estructura o modelo de organización de datos
- Especificar el método de ingreso de datos
- Prever procesos para el análisis y explotación de la información
- Especificar procedimientos para la actualización permanente.

Esquema 5.4.3: Diseño de la base de datos geográfica.



Fuente: Elaboración propia

5.4.4 Almacenamiento de la información geográfica

El almacenamiento de información es una de las actividades básicas de los sistemas informáticos. La IG suele almacenarse en estructuras simples de información denominadas archivos o en otras más complejas como base de datos. Estas se alojan en dispositivos especiales o unidades de almacenamiento de datos como son los discos magnéticos o discos duros, los discos compactos (CD, DVD), memorias USB, memorias flash, etc. Desde la década de los sesenta, con el desarrollo de la tecnología de la información, se marca el comienzo de la automatización de la cartografía. Las tendencias fueron hacia el mantenimiento de la calidad del dibujo cartográfico, donde surgen los CAD, y la otra hacia la producción de IG mediante el análisis espacial, en detrimento de la calidad del dibujo, donde emergen los SIG. Ambas tendencias se complementan y potencian.

Dadas las grandes capacidades de almacenamiento y procesamiento que otorgan las plataformas de hardware y software de SIG disponibles actualmente, ambos formatos se pueden emplear de forma combinada. Se ha comprobado que son complementarios entre sí, de modo que es posible aprovechar las ventajas que ambos ofrecen para el tratamiento de la IG.

Tabla 5.4.1. Formatos en que generalmente se almacena y disemina la IG

MODELO DE CUADRÍCULA O RASTER	MODELO VECTORIAL
Imágenes satelitales	Cartografía censal
Fotografías aéreas	Cartografía catastral
Ortofotos	Mapas digitalizados
Mapas escaneados	Cartografía regular
Modelos digitales de elevación del terreno	Archivos de curvas de nivel

Información geográfica vectorial

La IG vectorial representa características del mundo real utilizando conjuntos de «primitivas geométricas»: puntos, líneas y polígonos (ONU, 2010). En una base de datos informática, un punto se representa con un par de coordenadas (x, y). Una línea es una secuencia de coordenadas (x, y); los puntos extremos se denominan generalmente nodos y los puntos intermedios se denominan vértices. Los polígonos o superficies se representan con un conjunto cerrado de líneas, de manera que el primer punto es el mismo que el último. Por ejemplo, y dependiendo de la escala de representación, los puntos pueden usarse para representar casas, pozos o puntos de control geodésico; las líneas describen, por ejemplo, caminos y ríos; y las zonas como por ejemplo distritos de empadronamiento censal, masas de agua, etc., se representan con polígonos.

Desde el momento en que se decide la adopción de un formato vectorial, implícitamente se están considerando los aspectos geométricos y topológicos de los datos. Debe señalarse que la geometría cambia cuando se transforma desde un sistema de referencia a otro, mientras que la topología permanece constante. La representación vectorial se aplica principalmente a aquellos modelos que para sus

objetivos particulares han abstraído del mundo real objetos geográficos discretos cuyos límites están claramente definidos.

Los vectores pueden enriquecerse con la incorporación de identificadores y/o códigos, atributos, relaciones y dependencias, entre otros datos. Por ejemplo, a una carretera se le puede dar atributos por su próximo mantenimiento, ancho, profundidad de su basamento, etc., así como un vínculo con la copia del último contrato de mantenimiento.

Los formatos vectoriales CAD

Según la ONU (2010), este tipo de formatos se utilizan principalmente por programas informáticos que proporcionan las herramientas para el dibujo y el diseño, específicamente en aplicaciones de ingeniería y arquitectura. Los CAD utilizan sistemas de coordenadas gráficas como los SIG, por lo cual también tienen aplicaciones en este ámbito. Sin embargo, no cuentan con todas las capacidades de análisis espacial de un SIG, entre otros aspectos, debido a que están principalmente orientados a la representación gráfica. Los formatos de este tipo podrían no considerar aspectos tales como el sistema de referencia geodésico y la topología, que constituyen aspectos relevantes en los formatos SIG.

En principio, este tipo de formatos permiten que se asocien atributos gráficos a los objetos, tales como color, estilo de línea, etc., y otros relacionados con el objetivo del dibujo, como podría ser el tipo de material y los factores de productividad, entre otros.

Algunos ejemplos de los formatos CAD de uso común en la actualidad son los siguientes:

- DFW (Design Web Format), DWG (Drawing) y DXF (Drawing Exchange Format), todos de Autodesk Inc.
- DGN (Microstation Design Files), de Bentley Systems Inc.
- CDR (Corel Draw) de Corel Corporation.

Los formatos vectoriales SIG

Este tipo de formatos se generan por un amplio rango de programas informáticos de SIG, comerciales y de código abierto. Por ello, la variedad de formatos de ese tipo disponibles en el mercado también es amplia. En pro de lograr la interoperabilidad necesaria para sustentar a la IDE, la comunidad internacional está realizando esfuerzos para reducir al mínimo el número de formatos de datos geográficos y converger hacia un conjunto reducido. Dicho esfuerzo persigue establecer estándares para el modelado, transporte y almacenamiento de IG.

De acuerdo con lo establecido por ONU (2010), los modelos de datos vectoriales orientados a SIG más sencillos almacenan datos sin establecer relaciones entre las características geográficas, lo que a veces se denomina el "modelo espagueti", ya que las líneas se superponen pero no se intersecan, como los espaguetis en un plato.

Algunos ejemplos de formatos vectoriales orientados a SIG, lo constituyen:

- SHP (Shape!le) desarrollado por la compañía ESRI
- MIF/MID (MapInfo Data Transfer Files), de la compañía PitneyBowes Business Insight (antes Mapinfo)
- VPF (Vector ProductFormat), formato binario creado por la Agencia Cartográfica de Defensa de los EE.UU.

Información geográfica raster o de cuadrícula

En este formato la IG se organiza en una malla regular, formando celdas que almacenan implícitamente las coordenadas de la localización y explícitamente su valor temático. Las áreas que contienen idéntico atributo temático se reconocen como tales, aunque las estructuras raster no identifican los límites de esas áreas como polígonos en sí. El sistema puede utilizar esta información para registrar la cuadrícula de forma coherente con respecto a otras capas de datos, por ejemplo para trazar vectores que representan características sobre la cuadrícula.

En este formato, el espacio se divide en unidades discretas a través de celdas, lo que lo convierte en especialmente indicado para ciertas operaciones espaciales como, por ejemplo, las superposiciones de mapas o el cálculo de superficies.

El almacenamiento de datos en formato raster requiere de plataformas de hardware mucho más robustas que en el formato vectorial, y esto se debe a que almacenan absolutamente todas las celdas que componen la matriz, sin discriminar si se trata de una entidad o simplemente de un espacio vacío sin información.

Una de las principales características de este formato radica en que su estructura es muy similar a la que emplean los procesadores de los ordenadores, que puedan realizar de forma rápida diversas combinaciones matemáticas para estudiar modelos medioambientales como la erosión del suelo, manejo y sostenibilidad del medio forestal, etc.

5.5 Presentación y explotación de la información geográfica

Un aspecto importante en una IDE es la explotación de la IG y su interacción con ella, mediante la consulta y aplicación de funciones de análisis espacial. Esto permite responder a las preguntas que el usuario plantea, extrayendo solo lo que es relevante y útil para sus propósitos específicos.

Por explorar se entiende el proceso de examinar, ubicar y determinar el contenido de cada dato o rasgo espacial, de cómo se puede gestionar y representar la IG y establecer las preguntas que pueden formularse. La importancia de la exploración radica en que permite optimizar las capacidades analíticas de la información de los usuarios (Longley et al., 1999).

Esquema 5.5: Análisis espacial.



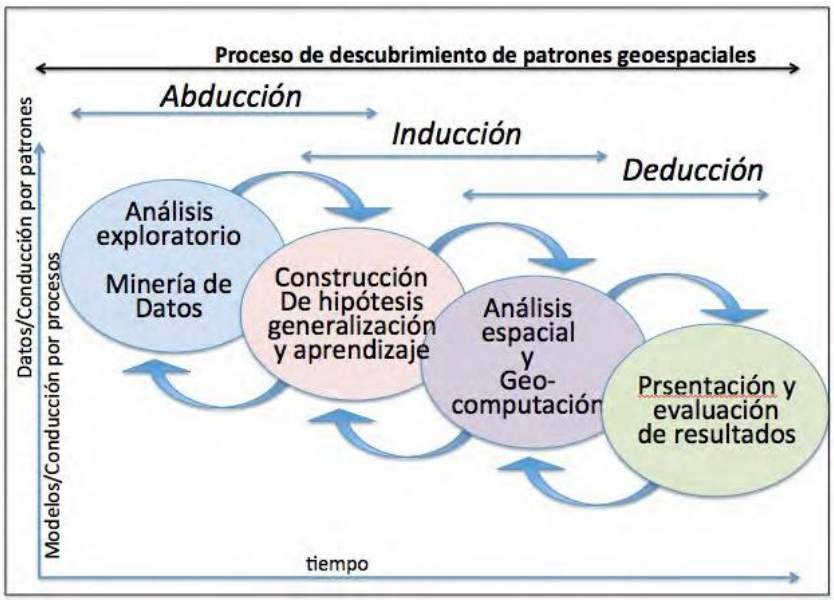
Fuente: Elaboración propia

Analizar y explotar la IG implica interactuar con los datos, realizar preguntas y procesarlas. El éxito o fracaso en la resolución de un problema identificado dependerá de la disponibilidad de información, del conocimiento previo que el usuario tenga sobre el problema y de la aplicabilidad de las herramientas de análisis disponibles. El aprovechamiento de la IG en una IDE favorece el análisis de los fenómenos que acontecen en el espacio geográfico para la toma de decisiones a diferentes niveles, tales como determinar la localización de un puesto de auxilio a lo largo de un corredor de transporte, o elegir una ruta para llegar a destino considerando el tráfico, la hora y las movilizaciones en ese momento.

5.5.1 Análisis espacial

Para poder aprovechar o explotar al máximo los atributos de la IG es importante realizar un análisis espacial. Esta disciplina consiste en la aplicación y generación de modelos, métodos y herramientas para descubrir relaciones y patrones en datos geográficos, y explicar así el comportamiento de los fenómenos geográficos (Longley et al., 1999; Fotheringham et al., 2002).

Imagen 5.5.1 Proceso de identificación de patrones geoespaciales (Fuente: Modificado de Gahegan et al, 2001)



5.5.2 Consultas temáticas

La consulta temática se refiere a preguntas relativas a los atributos en los datos espaciales.

Puede referirse a un rasgo en particular, a una muestra del conjunto de datos o a su totalidad. La consulta espacial se refiere a la ubicación de rasgos en función de una combinación de variables espaciales como la distancia, contigüidad, álgebra de mapas, o bien se emplean funciones de análisis espacial de mayor complejidad (análisis de redes, geocodificación, etc.). Como los atributos están ligados directamente con la referencia espacial, la consulta temática despliega el resultado como un realce en el mapa y en la tabla. No obstante, la consulta temática se realiza directamente sobre los atributos.

Dependiendo de la naturaleza de los atributos se pueden distinguir dos tipos de variables: cuantitativas y cualitativas. Las variables cuantitativas se expresan con valores numéricos y es posible hacer operaciones con ellas: ingresos, peso, afluencia vehicular, cantidad de asistentes a un evento, etc. Las variables cualitativas se refieren a rangos de valores o clases resultantes de un esquema de clasificación establecido previamente,

5.5.3 Presentación de la información geográfica

La forma más efectiva para representar este tipo de información es a través de mapas. La norma ISO 19117, que trata de la representación de la información geográfica, proporciona una metodología aplicable a cualquier base de datos, para crear, de forma general, representaciones gráficas para cada una de las apariciones de objetos geográficos (río, montaña, lago) descritos en las base de datos.

Esto se hace por medio de la vinculación de variables gráficas (tonos, tamaños, valores, texturas, etc.) a los atributos espaciales (punto, línea, área) propios de los objetos geográficos descritos en un catálogo. Sin embargo, la norma no concreta

ningún tipo de estandarización gráfica ni proporciona la descripción geométrica de una simbología.

Aunque los globos terrestres pueden ser considerados como mapas, para simplificar se denominará como mapa a una representación bidimensional que muestra las propiedades y características de la realidad geográfica de la totalidad o de una parte de la Tierra. Esta simbolización de la realidad puede realizarse sobre cualquier superficie plana: un papel, la arena de una playa o la pantalla de un ordenador; en todos los casos, pretende ser un resumen de las características de un territorio o de lo que sobre él ocurre (Monmonier, 1996).

Un dibujo de la realidad a escala

Modifica el tamaño de su representación por medio de la aplicación de una proporción que afecta a sus medidas. Si la escala es de reducción, los elementos representados serán menores que en el original. Tal es el caso de las escalas aplicadas en cartografía. Esta aplicación conlleva un proceso de filtrado y otro de generalización de la información que desemboca en una reducción de la información mostrada. De los tres tipos de escalas habituales en el mapa encontramos la numérica (1:50.000), la textual (un centímetro equivale a quinientos metros) y la gráfica (una barra horizontal con un 0 en un extremo, y un 500m en el otro). Solo esta última es aplicable a las representaciones en la pantalla de un ordenador, ya que constituiría un error mostrar una escala numérica en pantallas de ordenador de diferente tamaño.

Proyectando la esfericidad de la Tierra sobre un plano

Por medio de las proyecciones cartográficas que son correspondencias biunívocas entre un punto de la esfera y otro del plano sobre el que se proyecta. Este sistema no está exento de deformaciones que, dependiendo de los parámetros que se elijan, afectarán a las distancias, a los ángulos, a las superficies o a la forma de los objetos representados.

Utilizando distintos mapas

Para mostrar la diversidad de circunstancias que ocurren sobre un mismo punto de la superficie del Planeta. El tipo de suelo, la temperatura, las precipitaciones, la población, el uso del suelo, las leyes que le afectan, etc. Son fenómenos cuya representación conjunta sería ilegible sobre una misma imagen (Monmonier, 1993). Se opta por realizar distintos mapas especializados o mapas temáticos, que muestran la diversidad de aspectos que ocurren sobre el mismo territorio (Anson y Ormeling, 1996). También hay que hacer notar que algunos sectores de aplicación de la simbología, como pueden ser las cartas marinas oficiales o las cartas aeronáuticas, disponen de su propia simbología estandarizada.

5.5.4 Los metadatos

Los metadatos contribuyen al conocimiento de los datos existentes y a evitar la duplicación de esfuerzos en los procesos de producción. Potencian la explotación de los datos fundamentales de la IDE y reducen el riesgo de que los datos se desconozcan por la falta de mecanismos de gestión de información adecuados.

Con el fin de lograr la organización, búsqueda y localización de la información de manera más precisa, se desarrolló el concepto de metadatos. Su importancia radica en que los metadatos son fichas técnicas que proporcionan mecanismos de descripción, selección y análisis del uso de la información, a partir de diversos criterios. Este conjunto de elementos y procesos garantiza el fin fundamental de las IDE: facilitar el acceso universal a la información.

Pero incluso en situaciones en la que este no es el objetivo primario (empresas, organizaciones militares o de seguridad nacional, por ejemplo) la existencia de metadatos se justifica ampliamente para preservar las inversiones realizadas en IG.

Un registro de metadatos es un archivo que contiene la información mínima necesaria para identificar un recurso. Describe los atributos y contenidos de un producto principal (Albertoni et al., 2003), para lo cual es necesario responder diferentes preguntas, como: ¿cuál es el nombre del recurso?, ¿de dónde proviene?,

¿quién es el responsable de la información?, ¿qué extensión geográfica incluye?, ¿a qué fecha corresponde? (GSDI, 2009).

Reducción de Datos duplicados:

Para determinar la pertinencia de un conjunto de datos geográficos en un campo de aplicación específico, los usuarios necesitan conocer quién lo creó, quién lo mantiene, y su escala y exactitud, entre otros. Dicho conocimiento contribuye en última instancia a determinar la interoperabilidad de los datos y su capacidad de compartirse e integrarse en diversos sistemas (Rajabifard et al., 2009).

En este sentido, el uso de los metadatos reduce considerablemente la producción de datos duplicados y permite mantener actualizada la información referente a dichos datos; gracias a ellos, los datos se encuentran disponibles para cualquier tipo de aplicación (Ahonen-Rainio, 2005).

5.5.5 Modelos de datos para infraestructuras de datos espaciales

Dado que un modelo es una representación simplificada de la realidad en función de algunos de sus atributos, los modelos de datos son herramientas fundamentales para describir los datos que deben gestionar las aplicaciones. Junto con las propuestas para representar modelos de datos, surgieron también diversos lenguajes para generar modelos a distintos niveles y traducir los que representan la realidad, a fin de ser utilizados por las bases de datos de las aplicaciones.

Un modelo es una representación simplificada de la realidad, en función de algún atributo de esa realidad. Por ejemplo, un mapamundi que muestre únicamente la línea de costa de los continentes, es un modelo de la Tierra (realidad) en función de uno de sus atributos (línea de costa). Un modelo de datos es el conjunto de información que define una representación simplificada de la realidad. Por ejemplo: un modelo de datos de la red de transporte puede quedar definido mediante los siguientes atributos (entre otros):

- Nombre de la vía
- Longitud de la medida por el eje
- Número de carriles en cada dirección
- Tipo de pavimento

Modelos:

El modelo final que gestionará una aplicación, se divide en: modelo conceptual, modelo lógico y modelo físico.

Modelo conceptual

Se utiliza para representar la realidad a un alto nivel de abstracción, pero de fácil comprensión. Debe poseer las siguientes cualidades (Khatri et al., 2004):

- Expresividad: Debe contar con suficientes elementos (Conceptos, atributos y relaciones) a fin de expresar perfectamente la realidad.
- Simplicidad: Debe ser simple para facilitar su comprensión.
- Minimalidad: Cada elemento debe tener un significado único y diferente.
- Formalidad: Debe proporcionar la interpretación única, precisa y bien definida de los conceptos.

Para modelar conceptualmente un hecho de la realidad es necesario encontrar entidades, definir sus atributos y las relaciones entre ellas.

Modelo lógico

Es una descripción de la estructura de una base de datos considerando algún tipo de representación de los datos para elaborar un modelo lógico a partir de un modelo conceptual, es necesario comenzar a tomar ciertas decisiones de diseño. Por ejemplo, seleccionar el tipo de representación para los datos geográficos. La existencia de un atributo «geometría» para ellos, indica que el tipo de representación es vectorial.

Modelo físico

Es una descripción de la implementación de una base de datos, es decir, las estructuras de almacenamiento y los métodos utilizados para acceder a ellos de forma eficiente. Este modelo depende de la tecnología seleccionada.

De forma general, según Cascasés y Pereda (2004), se pueden identificar dos etapas en el proceso de creación de un sistema de información o aplicación donde se van a gestionar datos geográficos: la etapa de diseño del SIG y la etapa de implementación en una computadora. En la primera etapa, se parte del conocimiento de la realidad para elaborar los modelos conceptual y lógico de la base de datos que van a operar en el SIG. El modelo físico es la implementación de los modelos anteriores en el programa o software seleccionado, y los equipos en los que vaya a funcionar el SIG. Por ello, se realiza de acuerdo con ciertas especificaciones.

Capítulo 6: Conclusiones y Recomendaciones

6.1 Conclusiones

Se generó un modelo de bases de datos espaciales que contiene recomendaciones técnicas y logísticas dadas por expertos en las distintas áreas, para poder implementar un proyecto de esta categoría.

Se realizó una guía para la identificación y manejo de los elementos indispensables para el modelo, así como las características que deben tener cada uno de estos elementos según la necesidad.

Se identificaron y expusieron los componentes políticos, tecnológicos, geográficos y sociales necesarios para poner en marcha el proyecto.

El modelo contiene recomendaciones dadas por expertos en las distintas áreas, sobre la forma en que se pueden recopilar, almacenar y tratar los datos geográficos, según el requerimiento.

Se definieron los componentes técnicos necesarios para la integración, tratamiento y manipulación de los datos, así como las pautas para el diseño de la base de datos geográfica que va a almacenar la información recopilada.

Se generaron una serie de propuestas para la presentación de la información, el análisis espacial y las distintas formas de manipulación que se tienen actualmente para poder sacar el máximo provecho de los datos y realizar inteligencia de negocios.

El proceso de explotación de datos geográficos permite comprender más acerca de un problema dado, incorporando su contexto espacial y temporal, estableciendo el papel de este contexto en el propio comportamiento de los fenómenos observados y en general desarrollando en el analista un mayor conocimiento espacial, ya que de forma intuitiva se posee cierto manejo del espacio.

Lograr la efectividad en la creación y publicación de metadatos implica llevar a cabo un proceso de estandarización para la documentación, procesamiento e intercambio de datos y metadatos.

Los modelos de datos y su representación a través del uso de lenguajes de modelado permiten generar descripciones simples y expresivas, lo cual facilita el entendimiento de la realidad modelada por parte de todos los participantes en un proyecto de desarrollo de software.

6.2 Recomendaciones

Los elementos de calidad se deben aplicar desde el punto de vista del usuario, que consulta el sistema de metadatos, y del proveedor, que debe garantizar que la información de los metadatos permita recuperar la información con los criterios utilizados por el usuario de consulta.

El apoyo continuo en las distintas áreas relacionadas que trabajan en conjunto en un proyecto de infraestructura de datos geográfico es indispensable para el éxito, así como su mantenimiento continuo y actualización interna.

Es importante tomar en cuenta los cambios tecnológicos y las nuevas demandas relacionadas a estándares y normas de seguridad que se pueden ir presentando a través del mercado, o de normativas o estándares dados por las organizaciones reguladores nacionales e internacionales.

La implementación de soluciones de infraestructura de datos espaciales representa un medio de gran utilidad para difundir y acceder información territorial, así como un reto en la producción de una nueva generación de información cartográfica.

Capítulo 7: Reflexiones Finales

En el mundo de las tecnologías de información, es importante notar que la información espacial es un elemento que trasciende las fronteras. Actualmente y gracias a las facilidades proporcionadas por internet para compartir datos espaciales, el uso de la información se extiende a nuevas áreas y usuarios. Sin embargo, al ser Internet una plataforma abierta que conecta diferentes proveedores y receptores de datos distribuidos geográficamente, se requiere el establecimiento de normas que faciliten la comunicación e intercambio de estos datos espaciales.

Las normas pueden expresarse en forma de protocolos refiriéndose a diferentes aspectos, como la comunicación entre participantes, formato de datos, métodos de solicitud de datos o formas de representación, entre otros. Basándose en estos protocolos, se crea un sistema interoperable, donde el usuario puede solicitar los datos espaciales en forma de servicios definidos, y expuestos al entorno de Internet por los proveedores de datos espaciales.

Además, para asegurar esta interoperabilidad, los datos espaciales deben estar representados en los formatos abiertos, independientes de plataformas de software o hardware usadas.

La manera más común de intercambiar datos convencionales sobre Internet es por medio de documentos XML. Debido a que estos últimos no permiten la inclusión de datos espaciales, se extendió su sintaxis y semántica creando otros lenguajes de mercados especializados para intercambio de datos espaciales: GML y KML. De esta forma, se asegura el intercambio proactivo de datos entre diferentes partes involucradas en tecnologías de información espacial.

Capítulo 8: Trabajos a Futuro

La implementación de una solución de inteligencia de negocios basada en información geográfica se puede dividir en fases. El proyecto presentado nos guía en el desarrollo de la primera fase donde se definen los componentes fundamentales para poder diseñar el modelo, la forma en cómo se van a planificar cada una de las tareas esenciales dependiendo del requerimiento y de las tecnologías disponibles y accesibles para el negocio y para las etapas de recopilación de información, así como la administración y manipulación de los datos.

Las siguientes fases consisten en la integración de la información geográfica con la información del negocio, la logística de actualización y mantenimiento de la información geográfica y las propuestas para el análisis de la información generada. El uso de esta información para la toma de decisiones pude motivar a muchas áreas de negocio donde se requiere tener información precisa y confiable con respecto a las ubicaciones donde se presentan acontecimientos o tendencias.

Referencias Bibliográficas

Rosales, Ramón (2005). La formulación y evaluación de proyectos con énfasis en el sector agrícola. San José, Costa Rica: EUNED.

Ariza López, F.J. y Rodríguez Pascual, A. F. (eds.) (2008). Introducción a la Normalización en Información Geográfica: la familia ISO 19100. (230 pp.). Grupo de Investigación en Ingeniería Cartográfica. Universidad de Jaén.

Canas Torres, J.A. (2001). La cartografía como infraestructura de las infraestructuras. En El campo de las ciencias y las artes. 138, 23-46

Ferrán, A. (2008). Las promociones gratuitas y de venta opcional en la prensa: el caso del Periódico de Catalunya y ADN. (49 pp.). Trabajo de fin de carrera. Departament de Ciències de la Comunicació,Universitat Abat Oliba CEU.

Friedman, T.H. (2005). "e World Is Flat: A Brief History of the Twenty-First Century. (488 pp.). Farrar,Straus and Giroux.

Garret, L. (2007). "e challenge of global health. Foreign A#airs, 86, 1, 14-38

Gore, A. (1998). "e Digital Earth: Understanding our planet in the 21st century. Conferencia en el California Science Center (Los Angeles). (4 pp.).

Gutiérrez Puebla, J., Gould, M. (1994). SIG: Sistemas de Información Geográfica. (251 pp.). Madrid:Síntesis.

Himmanen, P. (2002). La ética del hacker y el espíritu de la era de la información. (257 pp.). Madrid:Destino.

Manso, M.A., Wachowicz, M., Bernabé, M.A. (2009). Towards an integrated Model of Interoperability for Spatial Data Infrastructures. Transactions in GIS, 13, 1, 43- 67.

Melle Hernández, M. (2007). La responsabilidad social dentro del sector público. Ekonomiaz. Revista vasca de economía. 65, 84-107

Moreira Madueño, J. M. (2006). El sistema de información geográfica-ambiental de Andalucía. Del SINAMBA a la Red de Información Ambiental de Andalucía, GeoFocus (Recursos), 6, 4-10

Muñoz, J., Felicísimo, A. M., Cabezas, F., Burgaz, A. R. y Martínez, I. (2004). Wind as a Long-Distance Dispersal Vehicle in the Southern Hemisphere, Science. 304, 5674, 1144-1147

Pratt, M.L. (2007). Globalización, desmodernización y el retorno de los monstruos. Revista de Historia, 156, 13-29

Roldán, C., Vázquez, A. y Rivarosa, A. (2009). Las representaciones gráficas en tareas académicas universitarias. Enseñanza de las Ciencias, Número Extra. VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, 1932-1936

Rovira, A. y Trías de Bes, F. (2004). La buena suerte. (125 pp.). Empresa Alcira.

Béjar, R., Latre, M. A., Nogueras-Iso, J., Muro-Medrano, P. y Zarazaga-Soria, J. (2009). Systems of Systems as a Conceptual Framework for Spatial Data Infrastructures. International Journal of SDI Research. 4, 201-217.

GINIE. (2003). GI in the Wider Europe. Cap. 7. Lessons learned. (145 pp.). Proyecto Geographic Information Network in Europe (GINIE).

GSDI. (2009). GSDI Cookbook. (150 pp.). Edición wiki y pdf.

Gutiérrez Puebla, J. (2010). Las tecnologías de la información geográfica en la planificación urbana y la ordenación del territorio: viejos retos, nuevas direcciones. Ciudad y Territorios. Estudios Territoriales, XLII., 165-166, 431-444

Anexos

Anexo 1: Proyectos IDE en el mundo.

Globales:

Existen asociaciones a nivel mundial que dan soporte a las iniciativas que se pongan en marcha a nivel nacional. Estas Asociaciones no son realmente IDE en el sentido estricto de la palabra, sino que son fuerzas que desarrollan iniciativas sobre las que construir las IDE. Entre este tipo de Asociaciones se encuentran las tres más importantes por la repercusión que tienen:

1. Global Spatial Data Infrastructure (GSDI)

2. Open Geospatial Consortium (OGC)

3. ISO TC/211.

Supranacionales

- ANZLIC – Australia y Nueva Zelanda http://www.ANZLIC.ORG.au/
- SIG del Ártico http://www.arcus.org/gis/forum.html
- SIG del Caribe http://www.caribbeanGIS.com/
- Proyecto Centro Americano de IG. (PROCIG) http://www.PROCIG.org/
- Mapa Digital de la Región del mar Báltico http://www.MAPBSR.NLS.fi/
- Sistemas de información AmbientalAfrica (EIS Africa) http://www.EISAfrica.org/
- Agencias cartográficas nacionales de Europa (EuroGeoGraphics) http://www.eurogeoraphics.org/eng/01_about.asp
- Portal Europeo del suelo http://eusoils.jrc.it/
- Infraestructura de Gestión de la Información Territorial en Europa. http://www.ec-gis.org/etemii/
- Organización paraguas para la IG en Europa (EUROGI) http://www.EUROGI.org/

- Geo Información. Comisión Económica de las UN África. Servicios de
- Información http://www.uneca.org/disd/geoinfo/
- IG para el desarrollo sostenible de África http://www.state.gov/g/oes/rls/fs/2002/15618.htm
- Red de Información Geográfica en Europa (GINIE) http://www.ec-gis.org/ginie/
- ICIMOD's: Intento de una IDE regional en el Hindu-Kush http://www.gisdevelopment.net/policy/gii/gii0008.htm
- IDE de Europa (INSPIRE) http://www.ec-gis.org/inspire/
- Comité permanente sobre el SIG y las IDE para Asia y el Pacífico.
- (PCGIAP) http://www.PCGIAP.org/
- Comité permanente de las IDEs para Américas (PC IDEA)
- http://www.CPIDEA.org/
- Proyecto de integración de Datos Geográficos de la Antártida. http://www.geoscience.scar.org/geog/agdi/intro.htm
- UN Comisión Económica para África http://www.uneca.org/disd/ict/index.htm
- Mapa Global de las Américas http://www.mgdelasamericas.org/ Fuente: http://www.gsdi.org/SDILinks.asp

Nacionales en América

- Argentina El Instituto Geográfico Militar de la República Argentina

  Proyecto Sistema de Información Geográfica (PROSIGA)

- Brasil Brazilian Institute of Geography and Statistics
- Canadá Canadian Geospatial Data Infraestructura (CGDI)
- Centro-América Proyecto Centroamericano de Información Geográfica
- Chile Sistema Nacional de Coordinación de Información Territorial
- Colombia Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales(ICDE) Sistema de Información Geográfica para el Ordenamiento Territorial Nacional

- Cuba Spatial Data Infrastructure of the Cuban Republic (IDERC)
- Ecuador IGM de Ecuador
- EE.UU. Federal Geographic Data Committee (FGDC) New York GIS Clearinghouse
- El Salvador Clearinghouse de datos Geográficos de El Salvador
- México Atlas Nacional Interactivo de México Instituto Nacional de Estadística, Geografia e Informática
- Nicaragua Clearinghouse de datos Geográficos de Nicaragua
- Perú Instituto Geográfico Nacional
- Región de Las Américas Comité Permanente para La Infraestructura de Datos Espaciales de las Américas
- Sudamérica SIRGAS Project
- Uruguay Clearinghouse Servicio Geográfico Militar Mapa de la República Oriental de Uruguay

Asia

- China The National Fundamental Geographic Information System of China
- India National Spatial Data Infrastructure (NSDI)Strategy and action plan
- Japón National Spatial Data Infrastructure Promotion Association (NSDIPA)
- Singapur Integrated Land Information System (INLIS)

África

- National Spatial Information Framework (NSIF) Environmental Information Systems in Sub-Saharan Africa Data Exchange Platform for the Horn of Africa

Oceanía

- Australia/Nueva Zelanda
- Australia & New Zealand Spatial Information Council (ANZLIC)

Fuente: http://www.idee.es/show.do?to=pideep_otrasIDEs.ES

Anexo 2: Costo del proyecto.

Tabla Anexo 2. Resumen del costo de la investigación realizada.

Rubros	**Horas**	**Costo/Hora**	**Subtotal**
Análisis y Recopilación de Información de la empresa	6	8,250.00	49,500.00
Análisis y Recopilación de Información del Proceso de Crédito	20	8,250.00	165,000.00
Análisis y recopilación de Información sobre BDG	20	8,250.00	165,000.00
Análisis y recopilación de Información sobre SIG	40	8,250.00	330,000.00
Análisis y recopilación de Información sobre el tema en Costa Rica	20	8,250.00	165,000.00
Análisis y recopilación de Información de IDE	80	8,250.00	660,000.00
Generación de la propuesta y documentación	60	8,250.00	495,000.00
		Total:	**2,029,500.00**