

MÓDULO II

Sistemas de Información Geográfica



■ **XI CURSO DE CARTOGRAFÍA DIGITAL
Y SIG**

**SISTEMAS DE INFORMACIÓN
GEOGRÁFICA**

Diciembre 2008. Santa Cruz de la Sierra

Isabel Pozo y F.Javier García

2008

Isabel Pozo Javier García

1

**XI Curso de Cartografía Digital y SIG
MÓDULO II : SIG**

- | | |
|-----------------------|-------------------------|
| 1 Introducción | 7 SIG Ráster |
| 2 Diseño | 8 MDT |
| 3 Captura | 9 Calidad |
| 4 Tratamiento | 10 Normalización |
| 5 Gestión | 11 Organización |
| 6 Explotación | 12 IDEs |

Desarrollos Futuros y Conclusiones

2008

Isabel Pozo Javier García

2

TEMA 1

Introducción a los sistemas de información geográfica

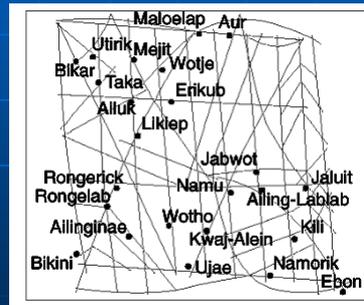
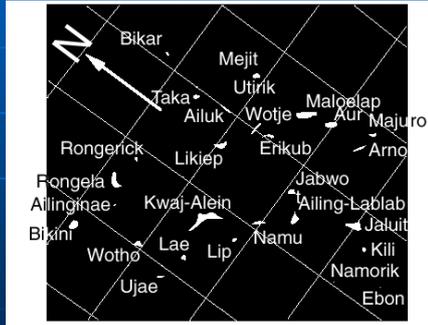
*XI CURSO DE CARTOGRAFÍA
DIGITAL Y SIG*

T1 Introducción a los SIG

- 1 Introducción
- 2 Definición de SIG
- 3 Características de la Inf. Geográfica
- 4 Componentes de la Inf. Geográfica
- 5 Componentes de un SIG
- 6 Fases de un proyecto SIG
- 7 Aplicaciones
- 8 Conclusiones

Representación del entorno

- Necesidad de obtener y transmitir información acerca del entorno.



Mapa y SIG

- *Técnicas utilizadas por el hombre para representar su entorno:*
 - 1ª Revolución
EL MAPA
 - 2ª Revolución
EL SIG
 - Avances: **IDE**

EL MAPA

- Documento analógico, abstracción, métrico, simbolizado.

- **LÍMITES:** EL PAPEL Y EL OJO

- *LOS MAPAS SE LEEN*

- Pº de legibilidad

GEOMETRÍA

0,2 mm

Límite de percepción visual

EL SIG

- Sistema informático que responde preguntas.

- **LÍMITES:** EL ORDENADOR Y EL DISEÑO.

- *LOS SIG SE CONSULTAN*

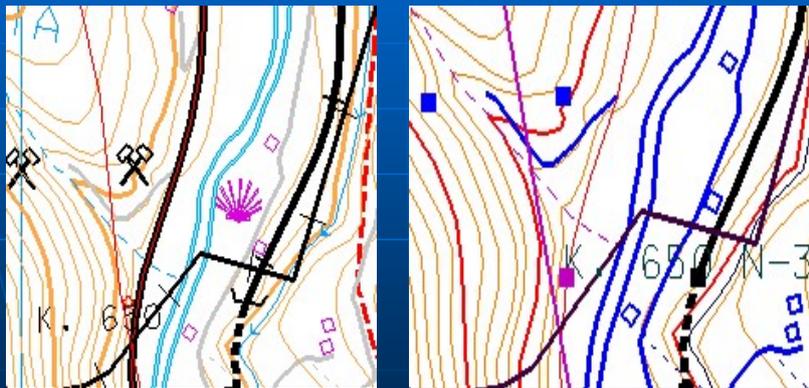
- Principio Analítico

~~0,2 mm~~

- Datos = n mapas + texto + fotos + libros + ...
- Mayores exigencias resolución

Recursos Informáticos

Mapa / SIG



Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

IGN

8

SIG y CAO

■ CAO

• Verbo implementado: HACER MAPAS

• Objeto manejado:

INFORMACIÓN
CARTOGRÁFICA

■ SIG

• Verbo implementado: CONSULTAR MAPAS

• Objeto manejado:

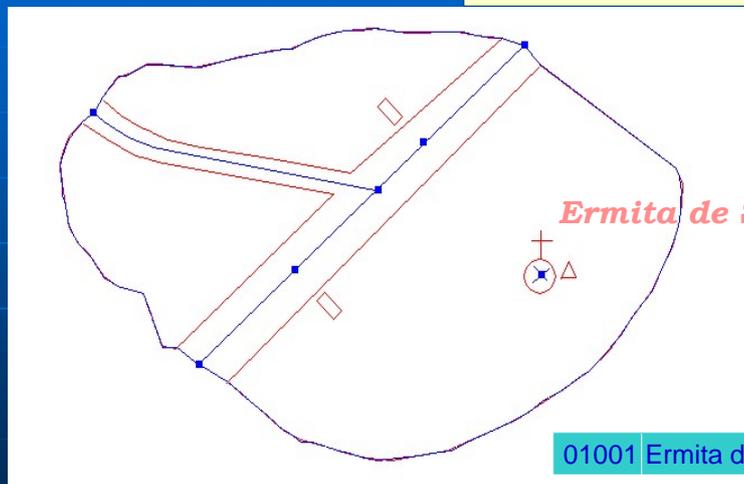
INFORMACIÓN
GEOGRÁFICA

Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

IGN

9

Información Cartográfica
Información Geográfica



2 Definición de SIG

■ Definición estándar

- *Conjunto integrado de medios y métodos informáticos, capaz de recoger, verificar, almacenar, gestionar, actualizar, manipular, recuperar, transformar, analizar, mostrar y transferir datos espacialmente referidos a la Tierra.*

EL SIG como modelo

- Bouillé
 - *Modelo informatizado del mundo real, en un sistema de referencia ligado a la Tierra, para satisfacer unas necesidades de información concretas*

¿Los SIG no tienen escala?

- Escala del modelo
- Escala sintetiza por analogía:
 - Resolución del modelo
 - La precisión de captura y tratamiento
- *Datos a distintas escalas no son homogéneos*

3 Características de la IG

- VOLUMINOSA
- FRACTAL
- BORROSA
- DINÁMICA
- MULTIFORME

La IG es voluminosa

Número de coordenadas

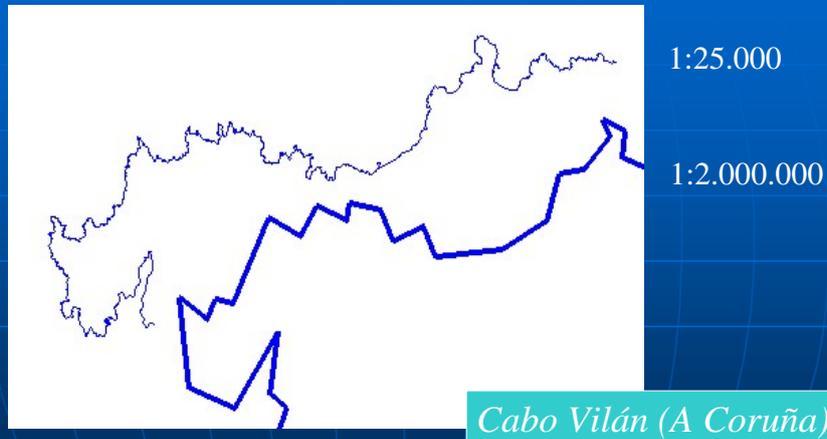
	España	1 Provincia	1Hoja
1:200.000	8.000.000	150.000	2.000
1:25.000	800.000.000	15.000.000	200.000

España tiene 50 provincias y 4133 hojas de MTN25

- Unidad de trabajo = aprox. (100.000) coordenadas
- El volumen crece con (Empírico):

$$NP1 \approx NP2 (E1/E2)^2$$

La IG es fractal



La IG es fractal

- ¿Cuánto mide la costa de Gran Bretaña?
- Aumenta con la Escala (resolución)
- Objeto fractal (Mandelbrôt)

$$\log L_1 = \log L_2 + (E_1 / E_2)^{D-1}$$

- D= Dimension fractal $2 > D > 1$

La IG es borrosa

- ¿Hasta dónde las aguas jurisdiccionales?
- ¿Qué área ocupa una cordillera?
- ¿Dónde acaba un bosque?
- ¿Dónde acaba un río y comienza el mar?
- ¿Cuál es el límite de una ciudad?

La IG es dinámica

■ Cambia continuamente (Actualización)

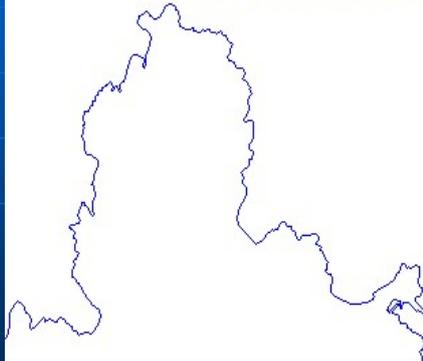
BCN200

- División Administrativa 20 cambios/año
- Obras hidráulicas
- Rotación de cultivos
- Crecimiento demográfico 6% año
- Planes de carreteras 8% año

■ Corrección de errores (Modificación)

La IG es multiforme

Punta de San Adrian



- ¿Punto?
- ¿Línea?
- ¿Superficie?
- ¿Volumen?

La IG es multiforme

- ¿Qué es un cabo?
 - ¿un punto? para calcular distancias
 - ¿una línea para dibujarlo
 - ¿una superficie? para saber si estoy en él
 - ¿un volumen? ¿o las cuatro cosas?
- Depende:
 - del objetivo
 - de las consultas a responder

Características de la IG

- VOLUMINOSA
- FRACTAL
- BORROSA
- DINÁMICA
- MULTIFORME

- La realidad no se sujeta a norma.

4 Componentes de la IG

■ SEMÁNTICA

- Información temática
 - Propia de una aplicación específica
 - Aplicación cartográfica
 - Presentación (Simbología, *Portrayal*)
- Contenida en: *Códigos, Nombres y Atributos*

■ GEOMETRÍA

- Posición, Forma, Tamaño, Orientación

■ TOPOLOGÍA

- Deducible de la geometría

Componente temática.

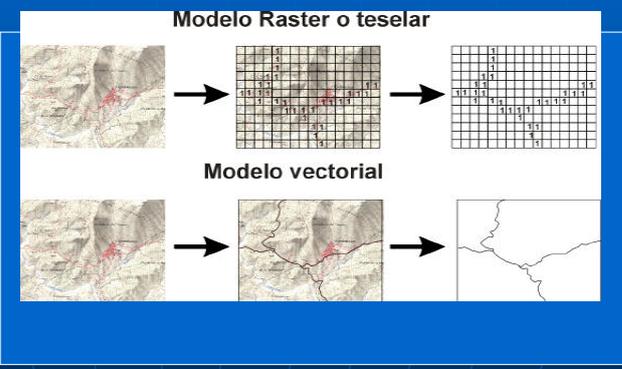
éricos

The screenshot shows a database management tool with two windows. The left window displays the 'Columnas' (Columns) tab for a table named 'ENTO.ES'. It lists various attributes such as 'ID', 'ID_ELEMENTO', 'ID_SIMPLE', 'MODIFICADO', 'ID_HOJA', 'ID_CODE', 'ID_METADATA', 'F_ALTA', 'F_BAJA', 'ETIQUETA', 'N_ETIQUETAS', 'ID_CODIGO_ETIQUETA', 'ETIQUETA_SIMPLE', 'ID_ORIGEN_ETIQUETA', 'PROYECTO', 'LONGITUD', 'PERIMETRO', 'SUPERFICIE', 'GEOMETRY', 'COMPON_10', 'ESTADO_18', 'COMPET_02', 'TIPO_42', 'CAT_FUN_02', 'SITUAC_08', and 'CON_MED'. Each column is associated with a specific data type and size.

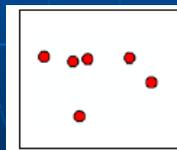
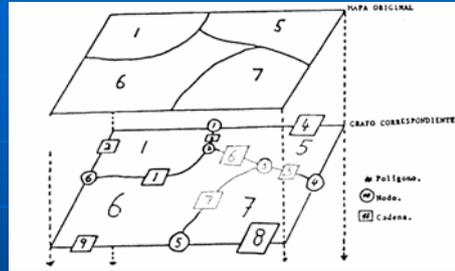
The right window shows a data view for the 'ENTO.ES' table with columns: 'PO_42', 'CAT_FUN_02', 'SITUAC_08', and 'CON_MED'. The data rows show values like '03', '02', and '02'.

Componente geométrica en un SIG.

- Tipo de representación
 - RÁSTER
 - VECTOR



Datos en un SIG vectorial



Puntos
(Tiendas)

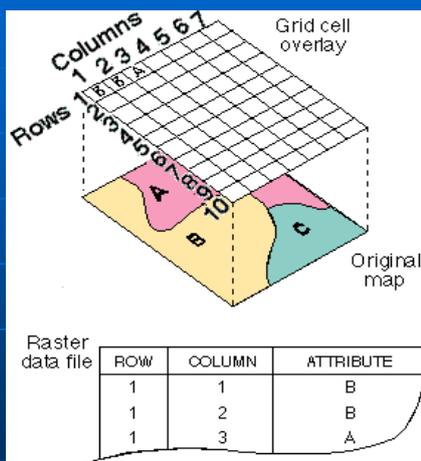


Líneas / arcos / rutas
(Calles)



Áreas / polígonos / regiones
(Usos del suelo)

Datos en un SIG Raster.



- La identificación de la superficie se consigue mediante el atributo asignado al píxel.

Componente Topológica en un SIG

- Define relaciones entre elementos:
 - **Contigüidad o similitud:** elementos que tienen características similares.
 - **Conectividad:** conexión entre unidades. Posición relativa.
- Propiedades **cualitativas** que **no varían** con la **proyección**, el **sistema de referencia** ni con las **unidades** que se tomen.

Ejemplos cotidianos

- Información puramente topológica
 - Juego de la Oca, parchís
 - Tres en raya
 - Todos los juegos de tablero
 - Un plano de Metro
 - T. del mapa de 4 colores

Ejemplo de información exclusivamente topológica: La Oca



Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

30

Juego de la Oca Estructura topológica

Pozo y Calavera



De Oca a Oca

Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

IGN

31

No necesitan topología

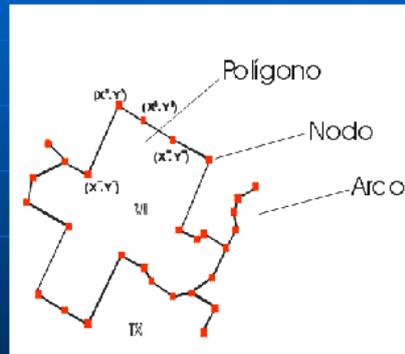
- Aplicaciones de inventario, de búsqueda y cálculos geométricos:
 - ¿Dónde está el río X?
 - ¿Qué es y cómo se llama esta línea?
 - ¿Dónde hay bosques de coníferas?
 - ¿Qué distancia hay entre A y B?
 - ¿Qué longitud/superficie tiene esta entidad?
 - ¿Dónde hay un río a menos de 1 Km. de una central nuclear?

Sí necesitan topología

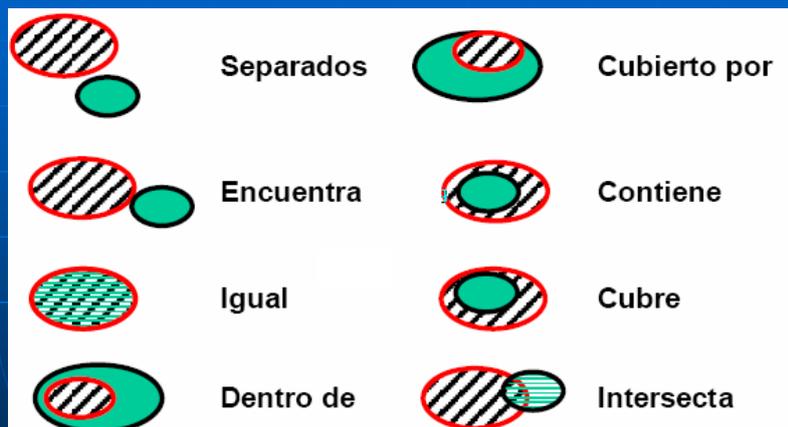
- 1) Gestión de redes
 - Camino mínimo
 - Problema del viajante
 - Rutas alternativas
 - ...
- 2) Análisis de superficies
 - Topología evita errores

Primitivas topológicas.

- Las primitivas topológicas son:
 - Nodo.
 - Arco.
 - Cara o polígono.



Ejemplo. Relaciones entre superficies

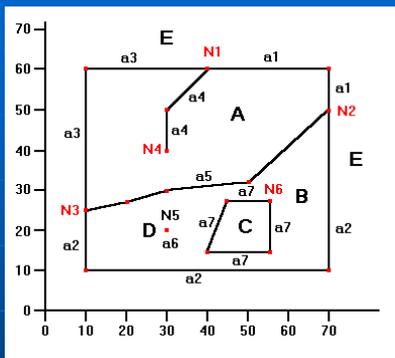


Ej: Relaciones topológicas Topología implícita.

- A y B son dos abiertos de la topología T sobre S. (T, Topología euclídea en el plano y S conjunto de todos los puntos del plano).

	$\partial A \cap \partial B$	$\overset{\circ}{A} \cap \overset{\circ}{B}$	$\partial A \cap \overset{\circ}{B}$	$\overset{\circ}{A} \cap \partial B$
• A disjuncto con B	0	0	0	0
• A toca a B	x	0	0	0
• A igual que B	x	x	x	x
• A dentro de B	0	x	x	0
• B cubre a A	x	x	x	0
• B dentro de A	0	x	0	x
• A cubre a B	x	x	0	x
• A monta a B	x	x	x	x

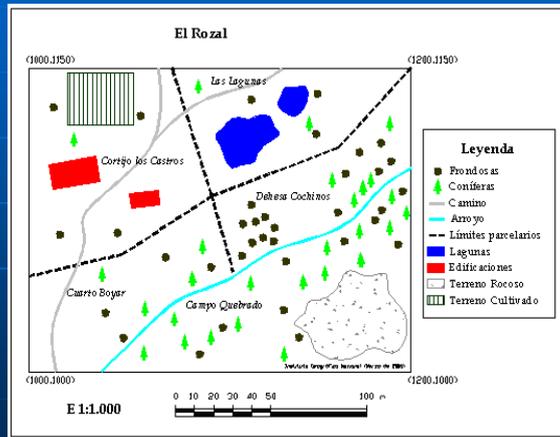
Ejemplo de Topología completa



Coordenadas de arcos			
Arco	X, Y inicial	X, Y media	X, Y final
a1	40, 60	70, 60	70, 50
a2	70, 50	70, 10; 10, 10	10, 25
a3	10, 25	10, 60	40, 60
a4	40, 60	30, 50	30, 40
a5	10, 25	20, 27; 30, 30; 50, 32	70, 50
a6	30, 20	---	30, 20
a7	55, 27	55, 15; 40, 15; 45, 27	55, 27

Topología de Polígonos		Topología de nodos		Topología de arcos				
Polígono	Arcos	Nodo	Arcos	Arcos	Nodo inicial	Nodo final	Pol. izq	Pol. der
A	a1, a5, a3	N1	a1, a3, a4	a1	N1	N2	E	A
B	a2, a5, 0, a6, 0,	N2	a1, a2, a5	a2	N2	N3	E	B
C	a7	N3	a2, a3, a5	a3	N3	N1	E	A
D	a7	N4	a4	a4	N4	N1	A	A
E	a6	N5	a6	a5	N3	N2	A	B
	Área exterior	N6	a7	a6	N5	N5	B	B
				a7	N6	N6	B	C

Ejercicio 1. Primitivas topológicas.



Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

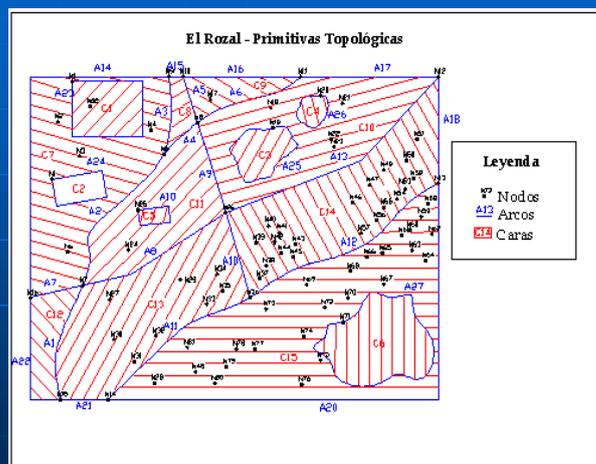
IGN

38

Solución:

Las primitivas topológicas del mapa serían las que se muestran en la siguiente imagen:

- Hay 15 caras
- Hay 27 arcos
- Hay 81 nodos
- Si, hay 64
- El río tiene dos tramos (A11 y A12) y el camino tiene 5 tramos (A1, A2, A3, A4, A6)
- El número máximo de arcos que confluyen en un nodo es 4, en los nodos N8, N26 y N7.



Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

IGN

39

5 Componentes de un SIG

- EQUIPO FÍSICO
- EQUIPO LÓGICO
- DATOS
- EQUIPO HUMANO
- ORGANIZACION



Equipo físico

- Ley del ordenador : Cuando se ha decidido adquirir un equipo determinado, quedará obsoleto en el momento de conectarlo a la red.
- Ley de Moore (Intel)
(Año - 1985)

$$\text{Potencia (Mips)} = 2$$

Equipo lógico

- Ley de programas : Cuando se ha aprendido en profundidad a utilizar una aplicación concreta, ésta habrá quedado obsoleta.
- Tiempo vida medio por versión: < 2 años
- ¿Quedarse anclado?
- **CONCLUSIÓN** : *Mantener la calma*
 - 1) RESOLVER UN PROBLEMA
 - 2) SOLUCIONES AMPLIABLES

Datos

- VECTORIALES
 - Datos caros y escasos.
- RASTER
 - Gran volumen de datos
 - Cambio de proyección costoso.
- *Actualización y calidad poco resueltas*
 - *Si cargas basura, obtendrás basura*

Equipo humano

- La Formación es el problema

- Cartografía
- Geodesia
- Topografía
- Fotogrametría
- Teledetección
- GPS
- Geografía
- ...
- Bases de Datos
- Comunicaciones
- Análisis de Sistemas
- Análisis Funcional
- Programación
- Informática gráfica
- OO, S. Expertos,
- ...

* *Equipos de trabajo mixtos*

* *Personas con capacidad de aprendizaje*

E. Humano. Formación

- *"Es imposible el uso de estos sistemas si se ven nada más que como cajas negras que producen efectos mágicos"*
- Rápida expansión de los SIG

$N^{\circ} \text{ expertos} < N^{\circ} \text{ de principiantes}$

Equipo Humano. Nuevas formas de aprender

Aprender a aprender

- Especialización
- Trabajo individual
- Organismos estancos
- Visión multidisciplinar
- Trabajo en equipo
- Sinergia
 - Empresa privada
 - Empresa pública
 - Universidades
 - ...

Organización

- *"Al comenzar un trabajo, lo último que sabemos es qué hay que hacer primero."* Blas Pascal
- Tarea compleja
 - Planificación
 - Estructura de responsabilidades clara
 - Procedimientos de decisión establecidos
 - Comportamiento organizacional
- ***Componente más importante y el peor resuelto***

Componentes de un SIG

■ COSTE

- DATOS
- PERSONAL
- E.FÍSICO
- E.LÓGICO
- ORGANIZACIÓN

■ PROBLEMÁTICA

- ORGANIZACIÓN
- PERSONAL
- DATOS
- E.LÓGICO
- E.FÍSICO

Tipos de SIG

■ Por la estructura

- 1^a Generación: Modelo dual. GBD + CAO
- 2^a Generación OO

Estructura: El Modelo Dual

Inf. alfanumérica

Inf. Gráfica



Id	MSlink	Propietario ...
1	010213	Mr Smith
2	020214	Sr González
...		

- Permite implementar la posibilidad de caracterizar los fenómenos (atributos) y gestionar dicha información.
- La parte gráfica no se beneficia de la gestión de una BD
- Problemas de integridad de inf. Geométrica con la alfanumérica.

Modelo Integrado. Oracle Spatial

- Almacenamiento integrado de atributos geométricos y alfanuméricos bajo el modelo relacional.
- Ventajas:
 - Integración. (Integridad, gestión conjunta, seguridad ...)
 - Capacidad de gestión de un sistema de GBD.

Nombre	Esquema	Tipo de Datos	Tamaño	Escala	Referencia	¿Nulos?	Valor por Defecto
ID	+Ninguno+	NUMBER		0			
ID_ELEMENTO	+Ninguno+	NUMBER		0			
ID_SIMPLE	+Ninguno+	NUMBER		0		✓	
MODIFICADO	+Ninguno+	NUMBER		0		✓	
ID_HOJA	+Ninguno+	NUMBER		0		✓	
ID_CODE	+Ninguno+	VARCHAR2	5			✓	
ID_METADATO	+Ninguno+	NUMBER		0		✓	
F_ALTA	+Ninguno+	VARCHAR2	10			✓	
F_BAJA	+Ninguno+	VARCHAR2	10			✓	
ETIQUETA	+Ninguno+	VARCHAR2	255			✓	
N_ETIQUETAS	+Ninguno+	NUMBER		0		✓	
ID_CODIGO_ETIQUETA	+Ninguno+	VARCHAR2	10			✓	
ETIQUETA_SIMPLE	+Ninguno+	VARCHAR2	250			✓	
ID_ORIGEN_ETIQUETA	+Ninguno+	NUMBER		0		✓	
PROYECTO	+Ninguno+	VARCHAR2	3			✓	
LONGITUD	+Ninguno+	FLOAT	126			✓	
PERIMETRO	+Ninguno+	FLOAT	126			✓	
SUPERFICIE	+Ninguno+	FLOAT	126			✓	
GEOMETRY	MDSYS	SDO_GEOMETRY				✓	
COMPON_10	+Ninguno+	VARCHAR2	6			✓	
ESTADO_18	+Ninguno+	VARCHAR2	6			✓	
COMPET_02	+Ninguno+	VARCHAR2	6			✓	
TIPO_42	+Ninguno+	VARCHAR2	6			✓	
CAT_FUN_02	+Ninguno+	VARCHAR2	6			✓	
SITUAC_08	+Ninguno+	VARCHAR2	6			✓	
CON_MED	+Ninguno+	VARCHAR2	6			✓	

6 Fases de un proyecto SIG

■ DISEÑO	2% a	5%
■ CAPTURA	6% a	10%
■ TRATAMIENTO	40% a	50%
■ EXPLOTACIÓN	12% a	15%
■ ACTUALIZACIÓN	30% a	40%

(*) DATOS (CAPTURA+TRATAMIENTO+ACTUALIZACIÓN) = 80-85%

7 Aplicaciones de los SIG

- 1854, Brote de cólera en el Soho (Londres)
- Propagación agua/aire
- John Snow
 - Padre de la epidemiología
 - Primer ejemplo de análisis especial
 - Distribución muertes/bomba de agua contaminada en Broad Street



Campos de aplicación

- Agricultura y usos del suelo
- Forestales y medio ambiente
- Arqueología y prospección
- Catastro
- Cartografía
- Redes de infraestructuras
 - Agua, luz, gas, teléfono
- Gestión urbana
- Planificación y análisis globales
- Tráfico
 - Control de flota
 - Envío de unidades
 - Caminos óptimos
- Negocios
- Formación y ocio
- Bélicas

** El 85% de la información que gestionan las organizaciones es Información Geográfica.*

Aplicaciones más significativas

- En España, por volumen de facturación:
 - Gestión y planificación
 - Administración central, CC.AA., Confederaciones hidrográficas,...
 - Redes de infraestructura
 - Agua, electricidad, teléfono, gas, telecomunicaciones,...
 - Tráfico y transporte
 - Gestión de flotas, industria del automóvil,...
 - Geomarketing
 - Estudios de mercado

Oficina Virtual del catastro

<http://ovc.catastro.meh.es/>

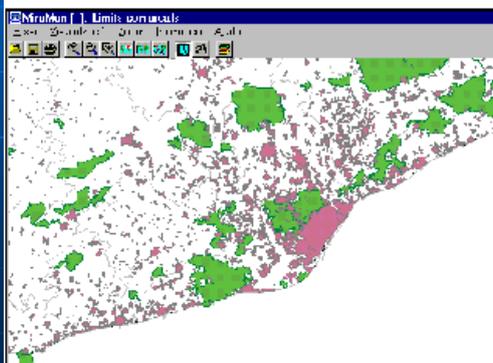
Este sistema contiene la información alfanumérica y cartográfica de todos los bienes inmuebles inscritos en el Catastro, así como de los titulares catastrales.

- Visualización y emisión de planos catastrales actualizados de rústica y urbana.
- Emisión de certificaciones catastrales descriptivas y gráficas.
- Emisión de otros documentos catastrales e información gráfica.
- Servicios WMS y Google Earth

Departamento de Medio Ambiente – Generalitat Cataluña

1. El Departamento obtiene los datos ambientales mediante redes de sensores, programas de muestreo, inventarios, control de actividades, inspecciones, estudios, etc.

3. Desde el web del Departamento www.gencat.es/mediamb&ig cualquier ciudadano puede descargar e gratuitamente el visor de SIG y cualquiera de las bases de SIG disponibles.



2. Las diferentes unidades del Departamento estructuran y validan la información obtenida mediante bases de datos alfanuméricas, aplicaciones informáticas específicas, cálculo de índices, etc.

El SIG permite integrar toda esta información.

4. El usuario que previamente haya instalado el visor en su PC puede conectarse al web del Departamento y hacer clic sobre la base de cada. Automáticamente se abrirá el visor y podrá visualizar e interrogar la cartografía ambiental escogida.

Un simple clic sobre los elementos del mapa llevará al usuario a las bases de datos, los documentos, las tablas o las páginas web que se les hayan asociado.

Por fin, existe una herramienta que permite acceder, desde un solo sitio y desde casa, a todo un mundo de información ambiental.

A través de Internet el usuario puede con el lector de SIG:

- superponer capas .
- hacer zooms y visualizar .
- personalizar la visualización
- Análisis de información asociada.
- realizar consultas por atributos.
- guardar, en el disco duro propio, el mapa creado.
- impresión profesional de los datos distribuidos.

SISTEMA DE INFORMACION TERRITORIAL DE NAVARRA (SITNA) - <http://sitna.cfnavarra.es/>



sitna
SISTEMA DE INFORMACIÓN
TERRITORIAL DE NAVARRA

► PUNTO DE ENTRADA

Presentación
¿Qué es el SITNA?
¿Cuáles son sus objetivos?
¿Qué ofrece este Web?

Enlaces de interés:

- Gobierno de Navarra
- Catastro
- Obras Públicas
- Administración Local
- Medio Ambiente
- Territorial 2000

En este Web podrá navegar por la información geográfica de Navarra: imágenes de naturaleza ráster (ortofotos, cartografía...) e información vectorial (catastro, callejero...) y alfanumérica complementaria.

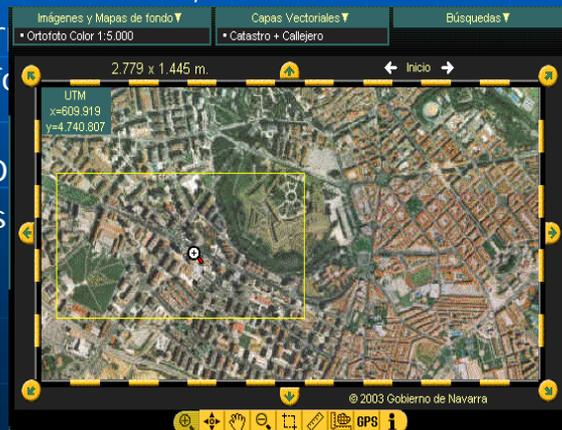
- Acceso directo en pantalla a toda la cartografía 1:5.000, ortofotografía, cartografía geológica, cartografía de suelos, catastro.

- Posibilidad e superposición de capas

- Exportación de información en formato vectorial.

- Representación 3D

- Diversas funciones



Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA DE LA GERENCIA DE URBANISMO DE MADRID

<http://www.urbanismo.munimadrid.es>

Acceso público a través de Internet de:

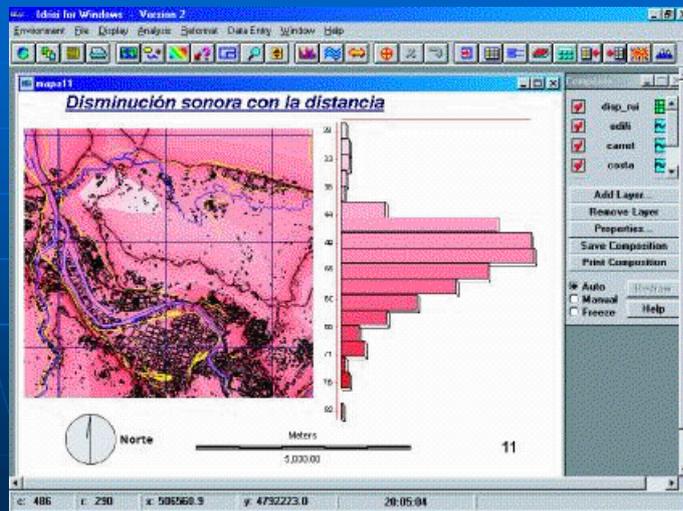
1. cartografía, ortofoto, ortoimagen de satélite, actualizados
2. planeamiento actualizado
3. callejero
4. información de actividad constructora o promotora
5. proyectos de urbanización en trámite
6. proyectos de compensación
7. incorporación de planos o documentos o sus expedientes
8. presentación de trámites (registro virtual integrado), consulta y seguimiento de expedientes
9. información de interés general

Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

IGN

61

MODELIZACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL ACÚSTICO EN LA COMARCA DEL GRAN BILBAO MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE UN S.I.G

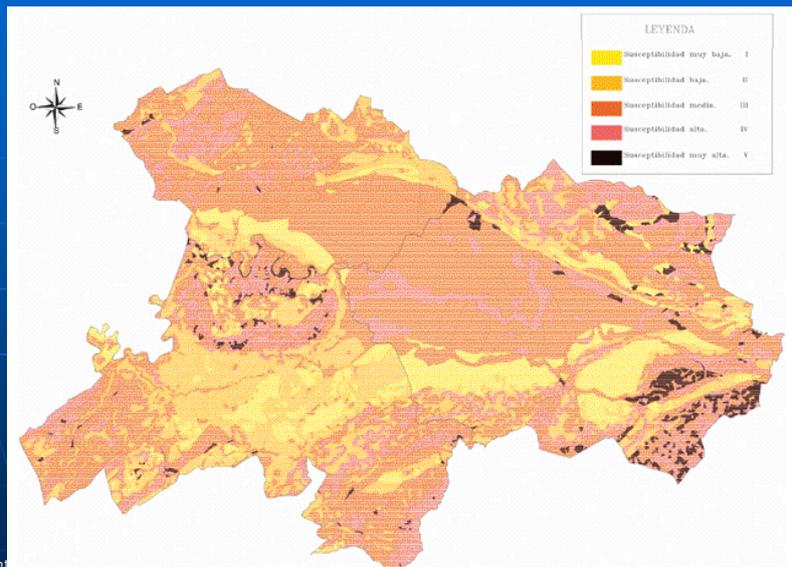


Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

IGN

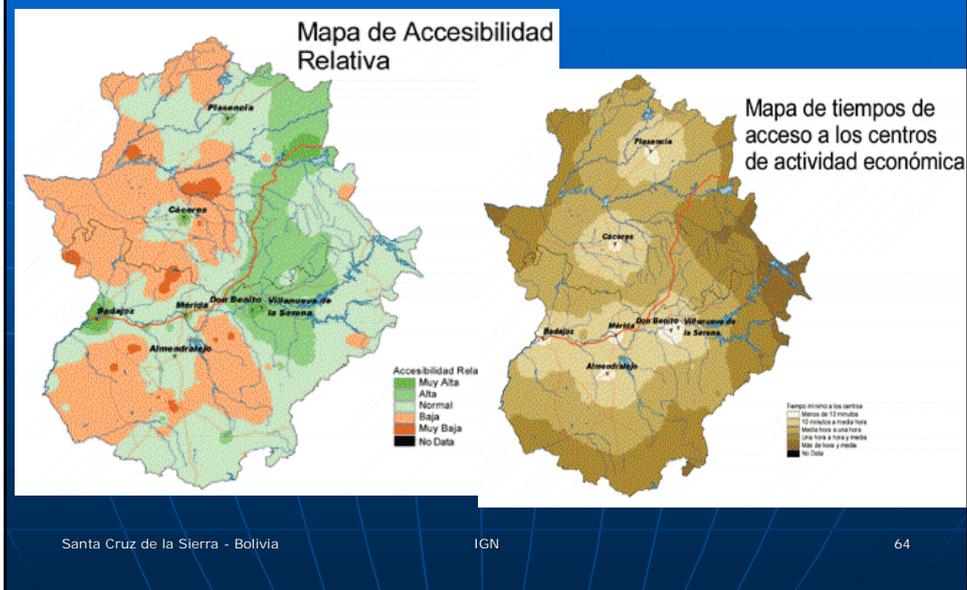
62

CARTOGRAFÍA DEL RIESGO A LOS DESLIZAMIENTOS EN LA ZONA CENTRAL DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS



63

ANÁLISIS DE ACCESIBILIDAD A LOS CENTROS DE ACTIVIDAD ECONÓMICA DE EXTREMADURA MEDIANTE TÉCNICAS SIG



SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO PARA LA GESTIÓN DEL ARBOLADO EN LA CIUDAD DE VALENCIA



8 Conclusiones

- El SIG, modelo del mundo real
 - Con criterios objetivos y homogéneos y fin orientador.
 - SIG una tecnología de moda e inmadura
 - Sólo el equipamiento físico bien resuelto
 - Problemas esenciales sin resolver
 - Motivos
 - Novedad de los SIG
 - Complejidad : disciplina de síntesis
 - Mercado inmaduro, falta de datos,...
- * Prácticamente cualquier fenómeno natural o actividad humana puede ser analizado, planificado, gestionado u optimizado a escala geográfica mediante un SIG

TEMA 1 SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Bibliografía

- 1) "Principles of Geographical Information System for Land Resources Assesment" P.A. BURROUGH 1986, 194 pág. OXFORD SCIENCE PUBLICATIONS (UK) 1ª edición.
- 2) "Fundamentals of Spatial Information Systems" ROBERT LAURINI & DEREK THOMPSON, 1992, 680 págs.ACADEMIC PRESS.
- 3) "Geographical Informations Systems : Principles and Applications" P.A.LONGLEY, D. MAGUIRE, M. GOODCHILD y D. RHIND, 1999, 2 vols., 649 y 327 pág. Jhon Wiley & SONS. 2ª edición.
- 4) "Geographical Information Systems" TOR BERNHARDSEN 1992, 317 pag. VIAK IT (Noruega).
- 5) "Principles of Geographic Information Systems" P.A.BURROUGH y R. Mc DONNELL 1998, 333 pag. OXFORD UNIVERSITY PRESS.
- 6) "Geographic Information Systems : A Guide to the Technology" JOHN C. ANTENUCCI y otros, 1991, 301 pág. VAN NOSTRAND REINHOLD (NEW YORK).
- 7) "Sistemas de Información Geográfica" Joaquín Bosque Sendra, 1992, 451 pág. RIALP.
- 8) "Geographical Information Systems and Computer Cartography" C. Jones, 1997, 319 pag., ADDISON WESLEY LONGMAN.
- 9) "Geographic Information Systems and Science" P.A. Longley, M.F. Goodchild, D.J. Maguire y D.W.Rhind, 2001, 454 pág., JOHN WILEY and SONS.
- 10) "Profiting for Geographic Information Systems" GILBERT H. CASTLE III, 394 pág., GIS World Inc., 1993.
- 11) "GIS. A Computer Perspective" Michael F.Worboys, 376 pág., TAYLOR&FRANCIS, 1995.
- 12) "Elements of Spatial Data Quality" S.C. Guptill y J.L.Morrison , 201 pag., 1995 ELSEVIER SCIENCE LTD.
- 13) "Managing Geographic Information System Projects" W.E.Huxhold y A.G.Levinsohn, 247 pág., OXFORD UNIVERSITY PRESS, 1995.

14) “NCGIA CORE CURRICULUM ON GIS” (Documento electrónico). El “National Center for Geographic Information Analysis” (NCGIA) de EEUU es un grupo de investigación con tres sedes, las Universidades de de Santa Bárbara (California), Búfalo (New York) y la de Maine que mantiene un texto educativo sobre SIG con 75 temas en la versión de 1990:

<http://www.geog.ubc.ca/courses/klink/gis.notes/ncgia/toc.html>

la versión del año 2000 está en:

<http://www.ncgia.ucsb.edu/education/curricula/giscc>

- 15) “Simbolización: Itinerario desde el SIG al mapa impreso”. Pérez Heras, Adolfo. Revista Topografía y Cartografía. Número 93. Julio-Agosto. 1999.
- 16) - “Geographic Information Systems : A Management Perspective” S.ARONOFF, WDL PUBLICATIONS, 1989.

TEMA 2

Diseño del modelo de datos

*XI CURSO DE CARTOGRAFÍA DIGITAL
Y SIG*

¿Por qué se modela?

- Simplificar el proceso de interpretación, reduciendo el número de parámetros y relaciones existentes en el fenómeno natural que se desea. (Abstracción).
 - Caracterización: Propiedades o parámetros que diferencian el fenómeno natural de otro cualquiera.
 - Definición del dominio de la definición de las propiedades.
 - Relaciones entre las propiedades que definen el fenómeno a estudiar.

Definiciones.

- Datos: Conjunto de propiedades que caracterizan un fenómeno.
- Información: Conjunto de valores que estas propiedades pueden presentar para un determinado fenómeno.
- Modelo: Es la representación abstracta y holística de un determinado fenómeno natural.
- Modelo de datos: Es una unidad de abstracción mediante la cual puede describirse un fenómeno. (conjunto de reglas de acuerdo a las cuales puede ser descrito un fenómeno)

Abstracción como proceso de simplificación

- Una serie de objetos se categorizan en uno nuevo. Función de pertenencia (Clase de objeto)

Ej: Definición clase Vehículo , Tienen la propiedad de desplazarse sobre ruedas. (Automóviles, camiones, tractores, carros...)

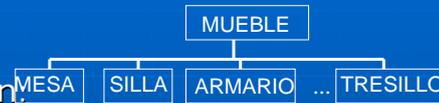
Clase Automóvil pertenece a Vehículo y lo diferencia p.ejemplo. Límite de peso.

Abstracción como proceso de simplificación

■ Abstracción:

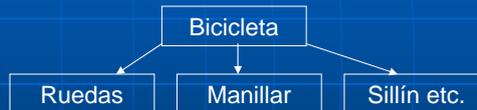
• Generalización:

- Un conjunto de clases puede ser visto como una nueva clase más general. (Especialización → proceso inverso)



■ Agregación:

- Considerar un objeto en base a los elementos que lo constituyen. (Refinamiento → proceso inverso)



• Lógicas:

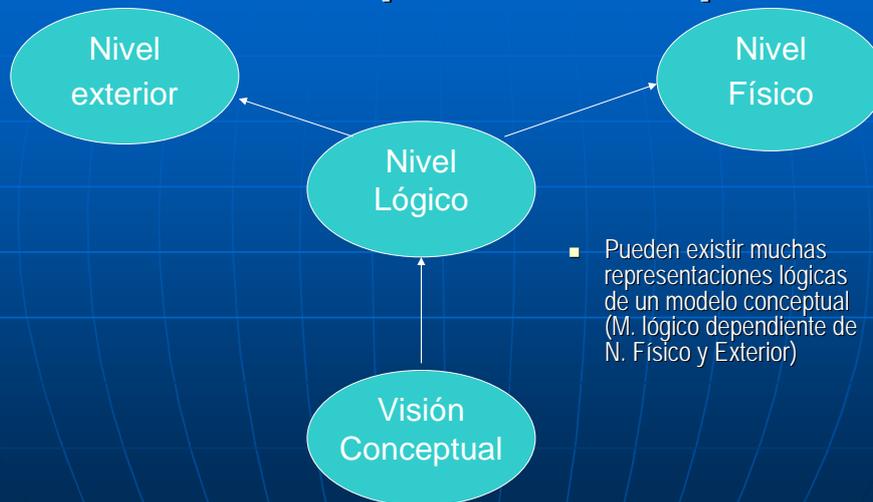
- Relaciones entre clases.



Niveles de Abstracción

- **Nivel Conceptual:** Descripción de los objetos del mundo real, de sus atributos o propiedades y de las relaciones entre los objetos. (Abstracción de la realidad sin considerar la comunicación con el ordenador).
- **Nivel lógico:** Se representa el problema bajo las limitaciones impuestas por la representación y el tratamiento de la información que se vaya a realizar. (Condicionamientos de software, hardware, dispositivos de almacén)
- **Nivel físico:** Determina las estructuras utilizadas para el almacenamiento de la información (Eficacia)

Independencia del nivel de descripción conceptual



- Pueden existir muchas representaciones lógicas de un modelo conceptual (M. lógico dependiente de N. Físico y Exterior)

Modelo Conceptual (Resolución)

- **Análisis de Sistemas:** Proceso en el que se determinan las entidades del sistema, sus dependencias (comportamiento) y las interdependencias con otros sistemas

Pasos:

1. Descripción simple y concreta del problema. (Comportamiento externo)
2. Definición de la arquitectura del problema. (Def. partes del sistema)
3. Definición de la estructura del problema. (P. Ej. Diagr. E-R)
 - a. Definición del objeto.
 - b. Medida del objeto. (Valores que puede tomar el obj.)
 - c. Relaciones entre objetos. (Abstracción)
 - d. Restricciones para el problema de estudio.
4. Definición de la dinámica del problema.
5. Estudio del comportamiento del modelo.

Modelo conceptual (Documentación)

- Consta de:
 - Diagrama entidad-relación
 - Entidades, atributos, relaciones
 - Definiciones de las entidades
 - Reglas
 - Un texto explicativo

Herramientas para representar el Modelo Conceptual

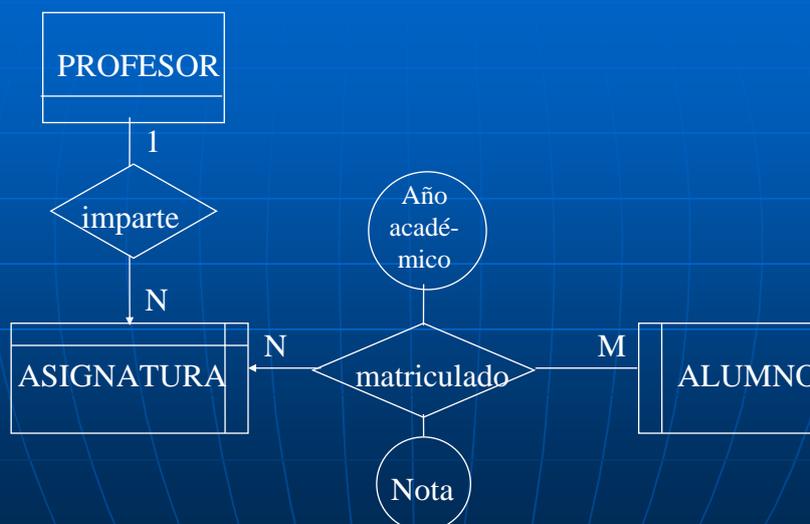
- Diagramas Entidad-Relación.
 - Peter Chen (60s)
 - Permite la representación de cualquier sistema a cualquier nivel de abstracción.
- Definiciones.
 - Entidad. Caracterización de elementos del mundo real.
 - Relación. Representa una correspondencia entre dos conjuntos.
 - Atributo. Características.
 - Cardinalidad.

Diagramas Entidad-Relación



Reglas:

Ejemplo



Modelo Lógico (Modelo de datos Relacional)

- Limitaciones:
 - Representación de la información.
 - Tratamiento de la información.
- M.Datos Relacional (Codd.IBM-San José)
- Normalización.
 - Evita comportamientos anómalos de las relaciones.
 - Evita redundancias superfluas.

Nomenclatura

- Tablas (Relación), filas (tuplas), Columnas→Dominio.
- Claves de búsqueda
- **Clave Principal** CP
 - Campo utilizado para identificar de modo único y no ambiguo un registro dentro de un fichero.
- *Clave extranjera* CE
- Clave secundaria CS

1) F. de Alumnos

NºDNI A.	Nombre	Apell.1º	Apell 2º	F. nac.	Dir.	Tel.
----------	--------	----------	----------	---------	------	------

2) Fichero de Profesores

NºDNI P.	Nombre	Apell.1º	Apell 2º	F.nac.	Dir.	Tel.	Título
Antigüedad	Categoría	Nº horas	Sueldo				

3) Fichero de Asignaturas

Nombre	Turno	NºDNI P.	Curso	Oblig.	Día	H.I.	H.F.	Horas	Aula
--------	-------	----------	-------	--------	-----	------	------	-------	------

4) Fichero de relación matriculado en

NºDNI A.	Nombre Asig.	Turno	Año académico	Nota
----------	--------------	-------	---------------	------

Normalización de ficheros

- 1 FN = Todos los campos deben tener un único valor
- 2 FN = 1FN + Los campos deben depender de toda la clave principal
- 3 FN = 2 FN + Ningún campo es deducible de otro o de una combinación de otros campos
 - *Solución: generar más ficheros*

1ª FN : Fichero de Asignaturas

Nombre	Turno	NºDNI P.	Curso	Oblig.	Horas	Aula
--------	-------	----------	-------	--------	-------	------

Nombre	Turno	Dia	Hora I.	Hora F.
--------	-------	-----	---------	---------

2ª FN : Fichero de Asignaturas

Nombre	Turno	NºDNI P.	Horas	Aula
--------	-------	----------	-------	------

Nombre	Curso	Obligatoria/no
--------	-------	----------------

3ª FN : Fichero de Profesores

NºDNI P.	Nombre	Apell.1º	Apell.2º	F.nac.	Dir.	Tel.	Título
----------	--------	----------	----------	--------	------	------	--------

Antigüedad	Categoría	Nº horas	sueldo
------------	-----------	----------	-------------------

Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

IGN

18

Diseño físico

- Se adaptan los ficheros normalizados (3FN) al sistema real que se va a utilizar
- Los ficheros se pueden desnormalizar
- Se busca la eficacia, el rendimiento
- El resultado es un SI real

Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

IGN

19

Técnicas de modelado orientadas a objeto. UML

- UML = Unified Modeling Language
- Un lenguaje de propósito general para el modelado orientado a objetos.
- Diversos métodos y técnicas OO, con muchos aspectos en común pero utilizando distintas notaciones.
- Inconvenientes para el aprendizaje, aplicación, construcción y uso de herramientas, etc.
- UML no es una metodología.
- Participación de importantes (IBM, Microsoft, HP, Oracle, ...)

Modelos y diagramas.

- Un modelo captura una vista de un sistema del mundo real. Es una abstracción de dicho sistema, considerando un cierto propósito, y un nivel de detalle apropiado.
- Diagrama: una representación gráfica de una colección de elementos de modelado, comúnmente dibujada como un grafo con nodos conectados por arcos.

Diagramas UML.

- Diagrama de casos de uso
- **Diagrama de paquetes**
- Diagramas de estructura estática
 - **Diagrama de clases**
 - Diagrama de objetos
- Diagramas de interacción
 - Diagramas de colaboración
 - Diagramas de secuencia
- Diagramas de comportamiento
 - Diagrama de estados
 - Diagrama de actividad
- Diagramas de implementación
 - Diagrama de componentes
 - Diagrama de despliegue

Diagramas UML. Diagrama de clases.

- Los diagramas de clases se aplican en las fases de análisis y diseño.
- Muestran las clases del sistema, sus interrelaciones y las operaciones y atributos de las mismas.
- Son usados para una gran variedad de propósitos, incluyendo modelado conceptual y de diseño detallado.

Diagramas UML. Diagrama de clases. Clases y Objetos

- Los objetos son personas, sitios, cosas, conceptos, eventos o informes involucrados en nuestro sistema.
- Los objetos tienen propiedades (atributos) y realizan acciones (operaciones).
- Una clase es una representación de un objeto, es decir, una plantilla a partir de la cual se describen los objetos.

Diagramas UML. Diagrama de clases. Notación.

- Ejemplo:



Diagramas UML. Diagrama de clases. Tipos

- Debe tener sentido para la persona a la que va dirigida el diagrama
- Notación de atributo
 - nombre: tipo
 - Ej: modoOperacion: tipoOperacion
- Notación de operación
 - nombre(parámetros): tipo
 - Ej: lavar([in] programa: tipoPrograma): Boolean

Diagramas UML. Diagrama de clases. Encapsulación

- La encapsulación presenta dos ventajas básicas:
 - El acoplamiento entre las clases disminuye
 - Favorece la modularidad y el mantenimiento.
- Tipos de encapsulación:
 - (-) Privado
 - (#) Protegido
 - (+) Público
 - (~) Paquete

Diagramas UML. Diagrama de clases. Encapsulación.

- Ejemplo:

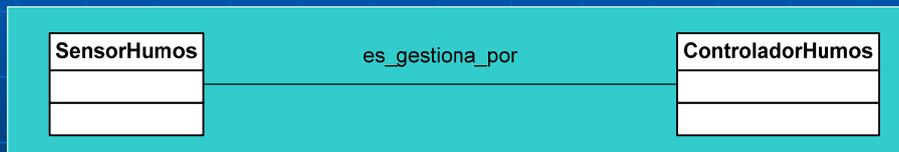


Diagramas UML. Diagrama de clases. Relaciones.

- Los objetos de un sistema se relacionan entre sí y esto se puede modelar a nivel de clase.
- Las formas de relación entre clases son:
 - Asociación
 - Agregación
 - Herencia.

Diagramas UML. Diagrama de clases. Asociación.

- La asociación expresa una relación bidireccional entre objetos.



Diagramas UML. Diagrama de clases. Asociación.

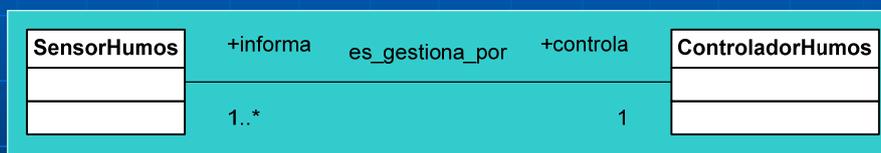
- Tipos de multiplicidad
 - 1 Uno y sólo uno
 - 0..1 Cero o uno
 - M..N Desde M hasta N
 - * Cero o muchos
 - 1..* Uno o muchos.
- La multiplicidad mínima establece una relación de existencia ≥ 1 de

Diagramas UML. Diagrama de clases. Asociación.

- Dirección de la asociación
 - Por defecto la asociación es bidireccional.
 - En las relaciones unidireccionales, sólo una de las clases conoce la relación.
- Rol
 - Expresa el modo de participación de una clase en la relación.

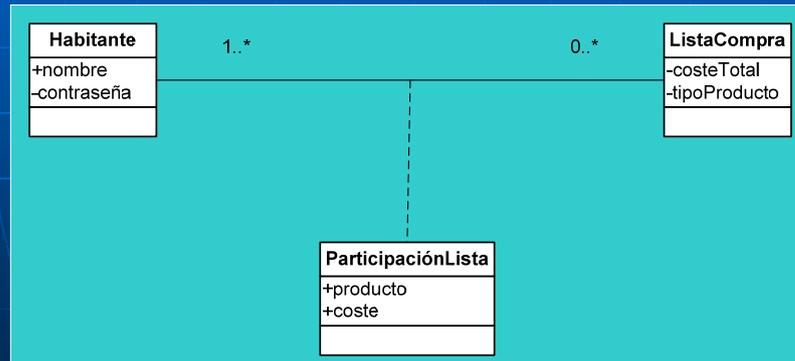
Diagramas UML. Diagrama de clases. Asociación.

- Ejemplo:



Diagramas UML. Diagrama de clases. Clase asociación.

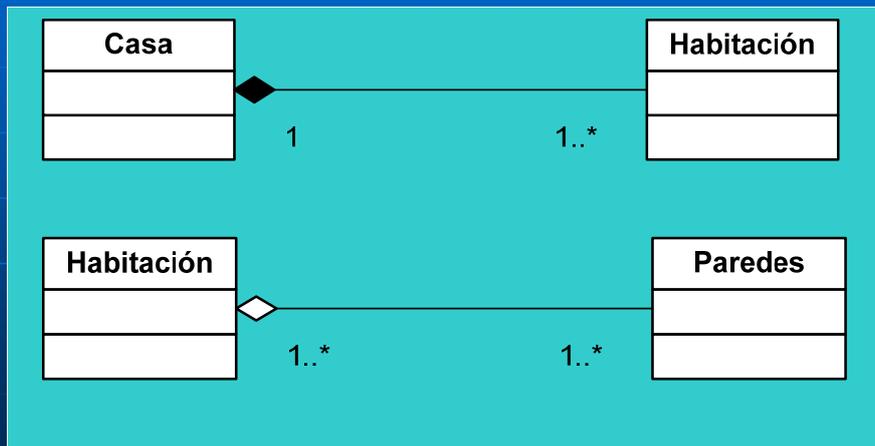
- Incluye información sobre la propia relación.
- Ejemplo:



Diagramas UML. Diagrama de clases. Agregación

- Es un tipo de asociación usada para modelar relaciones "es parte de".
- Una de las clases está subordinada de la otra, incluso su ciclo de vida puede depender de la clase agregada.

Diagramas UML. Diagrama de clases. Agregación. Ejemplos.

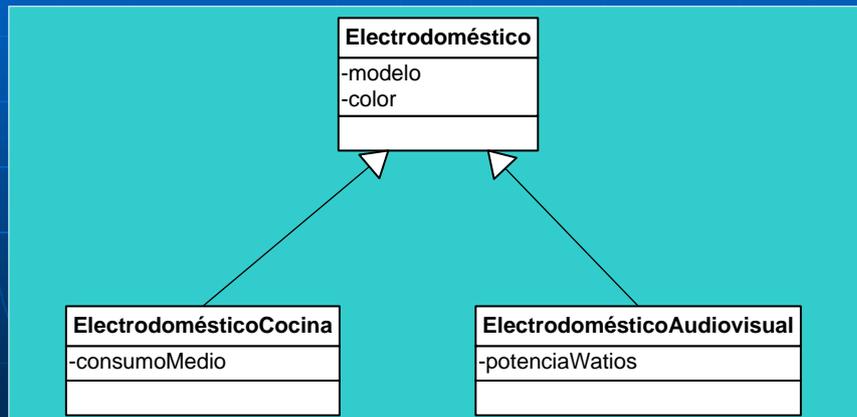


Diagramas UML. Diagrama de clases. Herencia

- La herencia se refiere a la capacidad de una clase (clase hija) de "heredar" la funcionalidad (atributos y operaciones) de otra clase (clase padre) y añadir sus propiedades.

Diagramas UML. Diagrama de clases. Herencia

- Ejemplo:



Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

IGN

38

Diagramas UML. Diagrama de clases. Herencia propiedades.

- Conjunto disjunto-no disjunto
- Conjunto total-parcial
- Clasificación estática-dinámica
- Varios discriminadores

Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

IGN

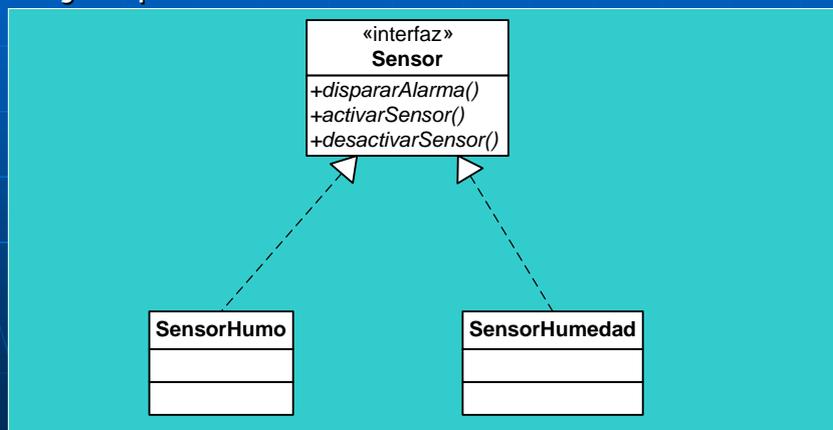
39

Diagramas UML. Diagrama de clases. Interfaces.

- Un interfaz difiere de una clase en: una clase puede tener una instancia de su tipo, mientras que un interfaz tiene al menos una clase que lo implementa.
- Una interfaz es un conjunto de operaciones y atributos que definen un comportamiento único.

Diagramas UML. Diagrama de clases. Interfaces.

- Ejemplo:



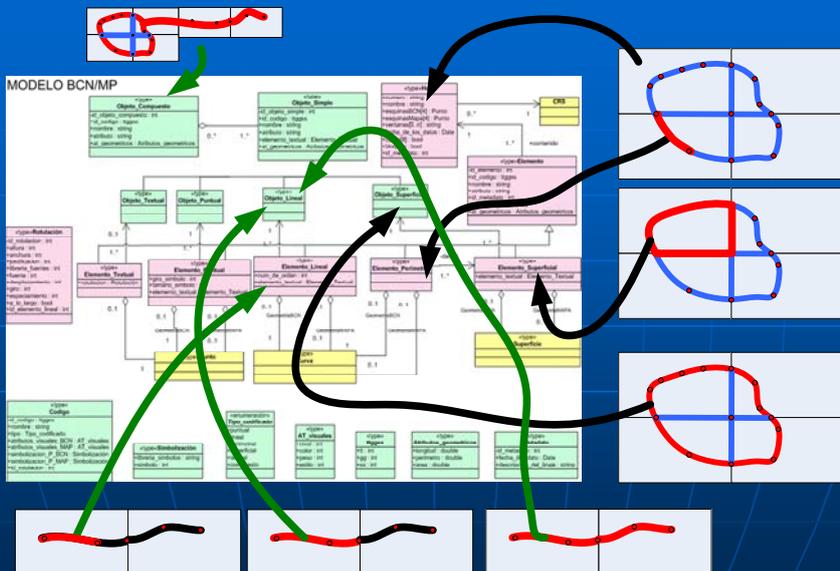
Diagramas UML. Diagrama de clases. Recomendaciones.

- La visibilidad es propia del modelo de diseño.
- Generalmente, los tipos se definen en el modelo de diseño.
- Las clases del diagrama de diseño deberían seguir las convenciones de nombres.
- Usar las clases asociación en la fase de análisis y rehacerla en la de diseño.
- Usar nombres en singular para las clases.
- Usar verbos para las operaciones.
- Cargar de semántica el modelo

Diagramas UML. Diagrama de clases. Recomendaciones.

- Incluir (...) para una lista incompleta de atributos.
- No modelar las operaciones y atributos de un interfaz en las clases.
- Considerar un interfaz como un contrato.
- Indicar siempre la multiplicidad.
- Indicar los roles en las asociaciones recursivas y múltiples.
- Realizar asociaciones bidireccionales, sólo cuando la colaboración ocurre en ambos sentidos.
- Utilizar las notas para realizar aclaraciones.

Modelo BCN/MTN

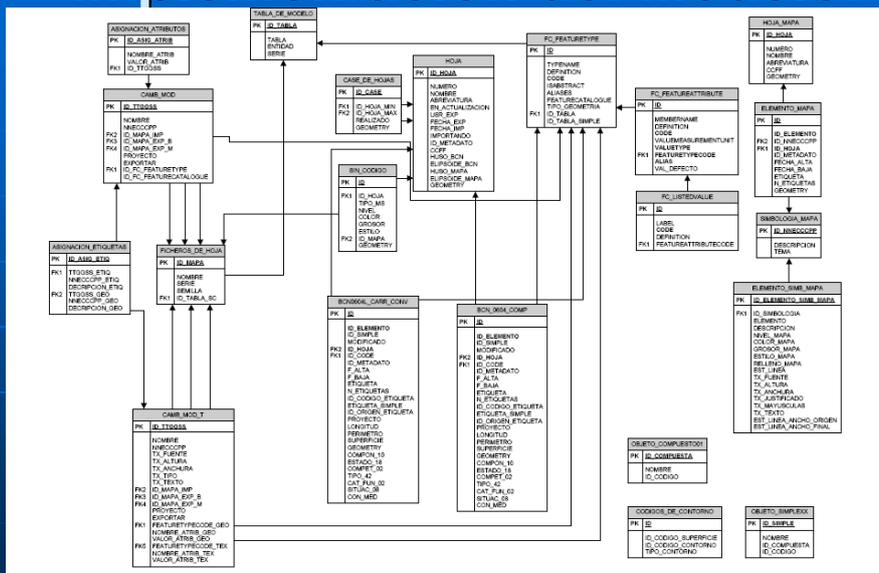


Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

IGN

44

Implementación del Modelo.



Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

IGN

45

Nuevo M

Nombre	Esquema	Tipo de Dato	Tamaño	Escala	Referencia	¿Nulos?
ID	+Ninguno	NUMBER		0		
ID_ELEMENTO	+Ninguno	NUMBER		0		
ID_SIMPLE	+Ninguno	NUMBER		0		✓
MODIFICADO	+Ninguno	NUMBER		0		✓
ID_HOJA	+Ninguno	NUMBER		0		✓
ID_CODE	+Ninguno	VARCHAR2	5			✓
ID_METADATO	+Ninguno	NUMBER		0		✓
F_ALTA	+Ninguno	VARCHAR2	10			✓
F_BAJA	+Ninguno	VARCHAR2	10			✓
ETIQUETA	+Ninguno	VARCHAR2	255			✓
N_ETIQUETAS	+Ninguno	NUMBER		0		✓
ID_CODIGO_ETIQUETA	+Ninguno	VARCHAR2	10			✓
ETIQUETA_SIMPLE	+Ninguno	VARCHAR2	250			✓
ID_ORIGEN_ETIQUETA	+Ninguno	NUMBER		0		✓
PROYECTO	+Ninguno	VARCHAR2	3			✓
LONGITUD	+Ninguno	FLOAT		126		✓
PERIMETRO	+Ninguno	FLOAT		126		✓
SUPERFICIE	+Ninguno	FLOAT		126		✓
GEOMETRY	MDYS	SDO_GEOMETRY				✓
BTUAC_14	+Ninguno	VARCHAR2	6			✓
ESTADO_22	+Ninguno	VARCHAR2	6			✓
NUM_VIA	+Ninguno	VARCHAR2	6			✓
ELECTR	+Ninguno	VARCHAR2	6			✓
ANCH_VIA	+Ninguno	VARCHAR2	6			✓

Nombre	Valor
ID_SIMPLE	0
MODIFICADO	0
ID_HOJA	293
ID_CODE	
ID_METADATO	0
F_ALTA	14/08/2007
F_BAJA	
ETIQUETA	
N_ETIQUETAS	0
ID_CODIGO_ETIQUETA	
ETIQUETA_SIMPLE	
ID_ORIGEN_ETIQUETA	0
PROYECTO	BCN
LONGITUD	0
PERIMETRO	0
SUPERFICIE	0
BTUAC_14	02
ESTADO_22	01
NUM_VIA	01
ELECTR	01
ANCH_VIA	01

Conclusiones

- Modelado. (Abstracción)
- Independencia de Modelos.
 - Vista Externa, Física, Conceptual y lógica.
- Diagramas E-R.
 - Entidades.
 - Relaciones
 - Atributos.
- Modelo lógico (Ej. Modelo lógico Relacional)
 - Formas Normales.
- UML (orientación a objeto).

El Jardín de Mr. Jones

Definición del problema:

- Mr Jones es un jardinero muy cuidadoso que tiene un **jardín** con un **invernadero** y cinco **parterres**, dónde cultiva **plantas** con flores de colores.

- Mantiene la *temperatura* del invernadero casi sin fluctuaciones, para que las plantas de interior que cultiva allí sobrevivan sin problemas. También mantiene una *acidez* diferente en el suelo de cada parterre para poder cultivar plantas de todo tipo.

- Tiene etiquetas para nombrar a cada planta con el *nombre común* y el *científico*.

Problema: Modelo Conceptual de todos los datos relevantes para Mr Jones. Se trata de hacer un SI que gestione el jardín.

El jardín de Mr.Jones.

CONDICIONES:

- El nombre latino de cada planta es único
- El ph de cada parterre está entre el ph mínimo y máximo de las plantas que contiene
- La temperatura del invernadero está entre las temp. mínima y máxima de cada planta que contiene
- Toda planta o bien es de invernadero o bien es de exterior

El Jardín de Mr. Jones. Definición de entidades I:

- 1.- Jardín. Superficie de terreno donde Mr. Jones tiene situadas sus plantas.
- 2.- Invernadero. Donde M. J. cultiva plantas que tienen posibilidad de sobrevivir a una temperatura propia de éste.
 - Atributo: Temperatura

El Jardín de Mr. Jones. Definición de entidades II:

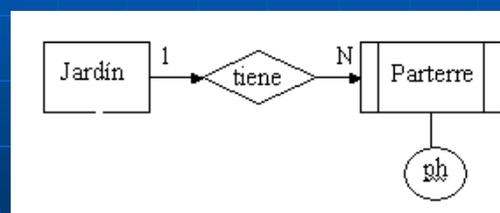
- 3.- Parterre. Terreno donde Mr. Jones cultiva sus plantas de exterior.
 - Atributo: Ph.
- 4.- Plantas. El producto que cultiva M.J.
 - Atributos: Color, nombreComun y nombreLatín.
- Por especialización tenemos dos sub-entidades:
 - PlantasInvernadero.
 - Atributos: TempMin, TempMax.
 - PlantasExterior.
 - Atributos: PhMin, PhMax

El Jardín de Mr. Jones. Subsistemas. Análisis de Relaciones

- 1.- jardín → tiene → parterre (1:N)
- 2.- jardín → tiene → invernadero (1:1)
- 3.- invernadero → tiene → plantasInvernadero (1:N)
- 4.- parterre → tiene → plantasExt (1:N)

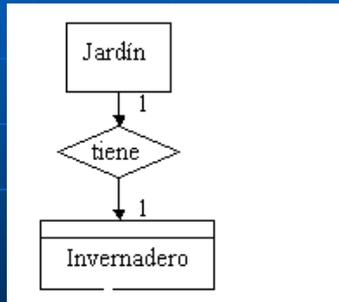
El Jardín de Mr Jones. Relaciones.

- 1.- jardín → tiene → parterre (1:N)



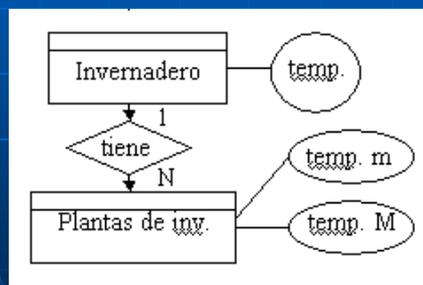
El Jardín de Mr Jones. Relaciones.

- 2.- jardín → tiene → invernadero (1:1)



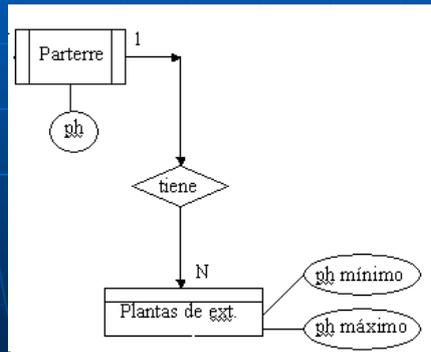
El Jardín de Mr Jones. Relaciones.

- 3.- invernadero → tiene → plantasInv (1:N)



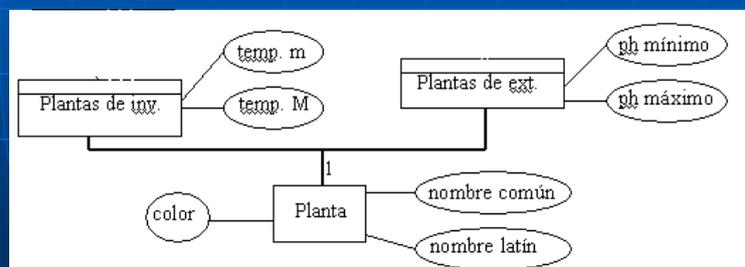
El Jardín de Mr Jones. Relaciones.

- 4.- parterre → tiene → plantasExt(1:N)

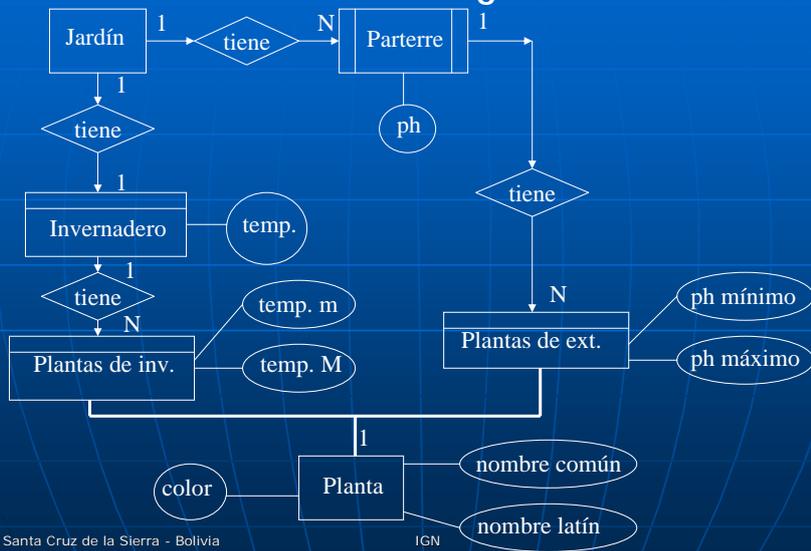


El Jardín de Mr Jones. Relaciones.

- 5.- Relación de especialización.



El jardín de Mr. Jones. Diagrama entidad-relación



Ejercicio 1.- Sistema de Información Catastral. Problema.

Definición del problema:

-Se desea considerar la información correspondiente al catastro de viviendas de un determinado municipio. En el municipio existe una serie de zonas urbanas en las cuales se han edificado un conjunto de viviendas, que pueden ser: Viviendas unifamiliares o Bloques de pisos.

- Se quiere mantener la información correspondiente a las personas que viven en cada una de las viviendas, así como el cabeza de familia de las personas que habitan . Para cada vivienda, también es necesario, almacenar la información de la persona propietaria de la misma.

Sistema de Información Catastral. Condiciones.

- 1.- Cada persona habita en una sola vivienda.
- 2.-Cada vivienda tiene un solo propietario.
- 3.- La vivienda está en un única zona urbana.
- 4.- Cada zona urbana tiene nombres diferentes.
- 5.- En cada zona urbana existen una serie de calles en las que se construyen las viviendas. (Nombre de calles único).
- 6.- Hay vivienda unifamiliares o bloques de viviendas unifamiliares.

Sistema de Información Catastral. Definición de Entidades.I

- **ZONA URBANA:** Conjunto de viviendas que se encuentran dentro de una zona geográfica. (Barrio o Distrito).
- Atributos:
 - Nombre_Zona.
 - Od_Zona.

Sistema de Información Catastral. Definición de Entidades.II

- **VIVIENDA:** Se puede especializarlo en dos subtipos de entidad:
 - CasaParticular.
 - BloqueCasas
- Atributos:
- **Generales:**
 - Código_postal, metros, od_vivienda.
- **CasaParticular:**
 - Calle, Número.
- **BloqueCasas:**
 - Escalera, planta y puerta.

Sistema de Información Catastral. Definición de Entidades.III

- **PISO:** Cada una de las viviendas de un bloque.
- Atributos:
 - Escalera.
 - Planta.
 - Puerta.

Sistema de Información Catastral. Definición de Entidades.IV

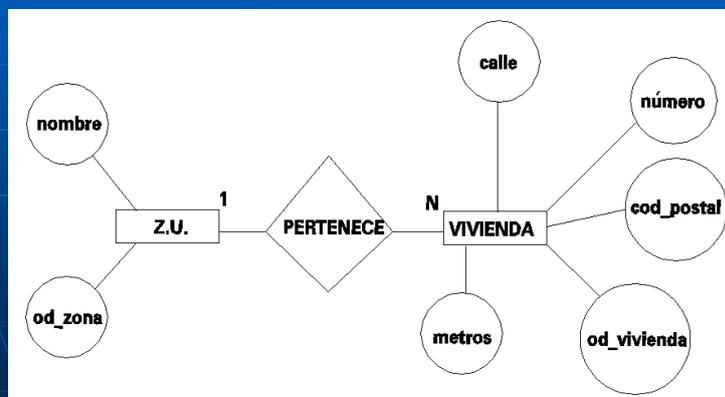
- **PERSONA:** Viven o son propietarios de una determinada vivienda.
- Atributos:
 - DNI.
 - Nombre_Persona.
 - Apellidos_persona.
 - Od_persona.

Sistema de Información Catastral. Reducir a subsistemas. Relaciones.

- 1.- Zona Urbana → Vivienda (1:N)
Pertenece
- 2.- Propietario → Vivienda (1:N)
Posee
- 3.- Vivienda → Personas (1:N)
Viven
- 4.- Piso → Bloque (N:1)
Está en
- 5.- Persona → Persona (1:N)
Es de la fam

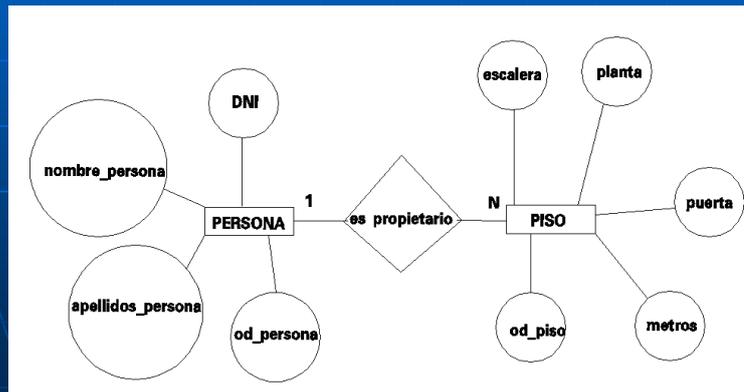
Sistema de Información Catastral. Relaciones.

- 1.- Zona Urbana → pertenece → vivienda.



Sistema de Información Catastral. Relaciones.

- 2.- Persona → es propietaria → vivienda.
2.1.

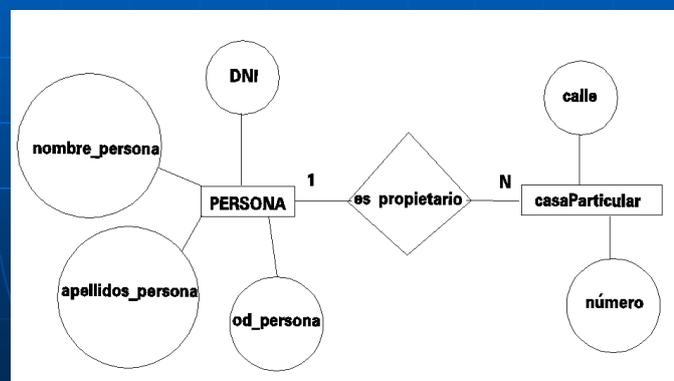


IGN

Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

Sistema de Información Catastral. Relaciones.

- 2.- Persona → es propietaria → vivienda.
2.2.



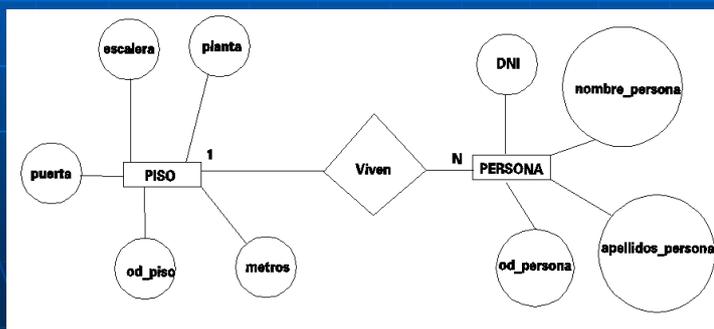
IGN

Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

10

Sistema de Información Catastral. Relaciones.

- 3.- Vivienda → viven → personas.
- 3.1.



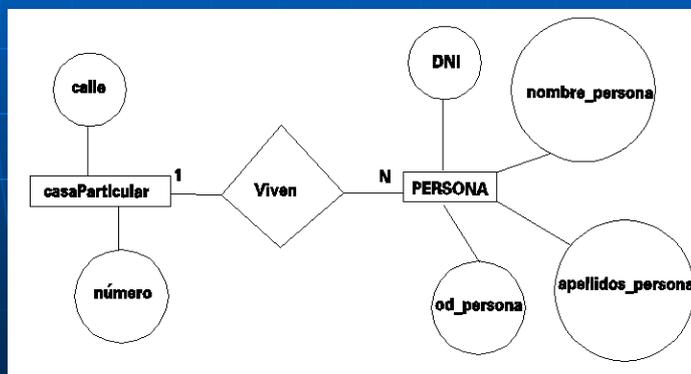
IGN

Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

11

Sistema de Información Catastral. Relaciones.

- 3.- Vivienda → viven → personas.
- 3.2.



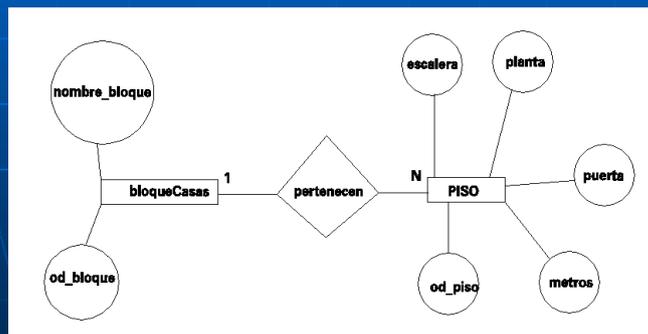
IGN

Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

12

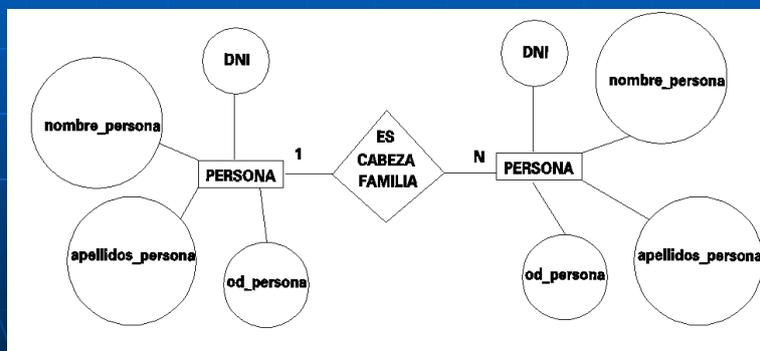
Sistema de Información Catastral. Relaciones.

■ 4.- BloqueCasas → pertenecen → Piso



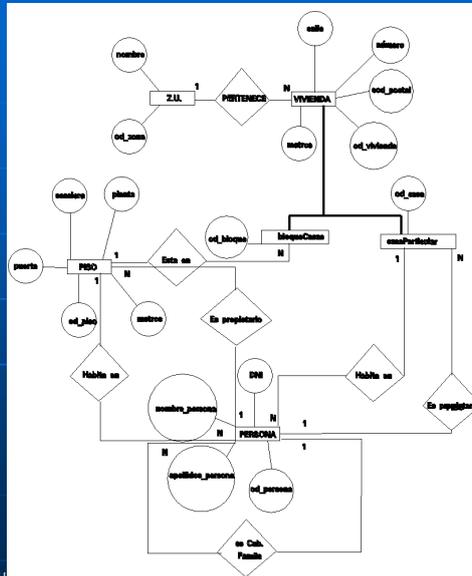
Sistema de Información Catastral. Relaciones.

■ 5.- Persona → es cabeza de familia de → Persona



Sistema de Información Catastral

Diagrama Entidad-Relación



IGN

Santa Cruz

Sistema de Información Catastral. Formación de ficheros I.

- Tabla Zona Urbana.
 - Nombre_zona, od_zona
- Tabla Vivienda.
 - Calle, numero, tipo_vivienda, metros, codigo_postal, nombre_zona, od_vivienda.
- Tabla CasaParticular
 - Calle, numero, od_casa, dni_p

IGN

Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

16

Sistema de Información Catastral. Formación de ficheros II.

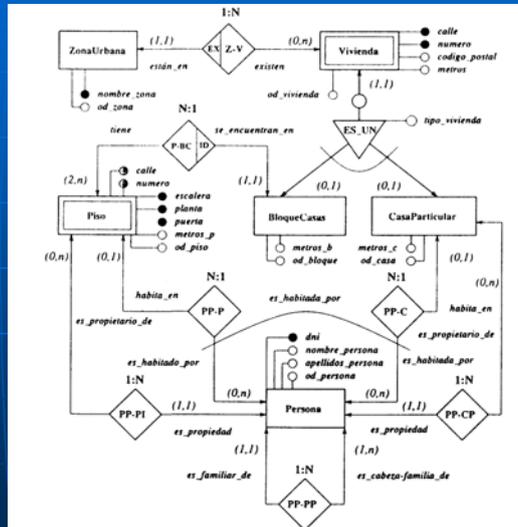
- Tabla BloqueCasas.
 - Calle, numero, od_bloque
- Tabla Piso
 - Calle, numero, escalera , planta, puerta,
metros_piso,od_piso, dni_p,
- Tabla Persona
 - dni, nombre_persona, apellidos_persona,
od_persona, **calle, numero, dni_c**

Sistema de Información Catastral. Formación de ficheros III.

- Tabla HabitaPiso
 - dni, calle, numero, escalera, planta,
puerta

Sistema de Información Catastral.

Diagrama Entidad – Relación



TEMA 2 DISEÑO

Bibliografía

- “Diseño y uso de bases de datos relacionales”, De Miguel, A.- Piattini, M.- Marcos, E., 1999, Ed. Ra-Ma
- "Introducción al diseño de bases de datos relacionales" G.A.Jackson, 1990, 203 pág. ANAYA
- "Information Modelling: The EXPRESS Way" Douglas Schenk y Peter Wilson, Oxford University Press, 1994, 388 pág..
- "Una introducción a los sistemas de Bases de Datos" C.J.Date, 5ª edición, 1993, 860 pág. ADDISON-WESLEY Interamericana.
- “Modelado de objetos con UML” Pierre-Alain Muller, Eyrolles, 1998, 381 pág.
- “UML Distilled” Martin Fowler y Kendall Scott, 183 pag., Addison-Wesley, 1998.
- “Unified Modeling Language User Guide” Grady Booch, James Rumbaugh e Ivar Jacobson, 320 pag.
- “Unified Modeling Language Reference Manual” Grady Booch, James Rumbaugh e Ivar Jacobson, 480 pag.
- “The Objectory Software Development Process” Grady Booch, James Rumbaugh e Ivar Jacobson, 352 pag.

Para conseguir una licencia de prueba de la herramienta CASE que comercializa la empresa Rational, fundada por Booch, Rumbaugh y Jacobson:

<http://www.rational.com>

TEMA 3

Captura de la información

*XI CURSO DE CARTOGRAFÍA DIGITAL
Y SIG*

T3 Captura de datos

- 1 Introducción
- 2 Digitalización
- 3 Escaneado
- 4 Fotogrametría
- 5 GPS
- 6 Teledetección
- 7 Levantamiento
- 8 Captura de atributos
- 9 Integración de datos
- 10 Transferencia de datos
- 11 Datos CAO para SIG
- 12 Conclusiones
- 13 Ej: Callejero

1 Introducción

- Problemática conocida desde los años 70
- Fase tediosa, costosa, larga y difícil de evitar
- Conseguir los datos (captura + tratamiento) supone:
 - entre el 15% y el 60% del coste de un SIG
 - hasta el 80% del coste de SIG versión 1 (sin actualización)
- Fase más sencilla técnicamente, pero es crítica
 - si los datos se capturan mal, es prácticamente imposible mejorarlos.

Calidad final < Calidad inicial

Métodos de captura

	Vectoriales	Ráster
PRIMARIOS	Levantamientos GPS Fotogrametría	Teledetección Ortofotos
SECUNDARIOS	Digitalización BD alfanuméricas Datos CAO	Escaneado

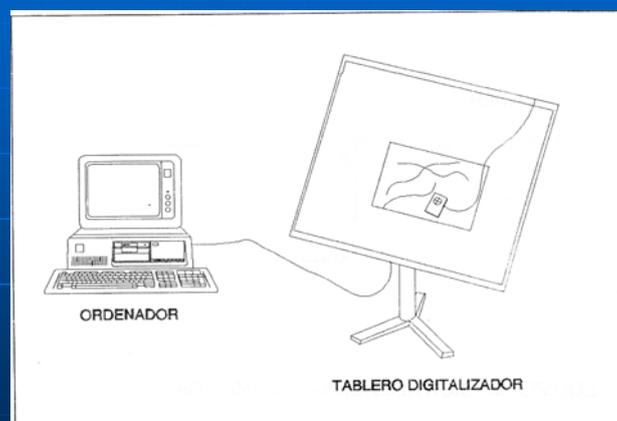
Primarios: aplicados para SIG
- Calidad más uniforme
- Mayor adecuación

Secundarios: aplicados para otra finalidad y luego aprovechados para SIG

Fases de la captura

- Diseño de especificaciones
 - ¿Qué datos necesito? ¿Para qué? ¿Porqué?
- Preparación
 - Ejemplo:
 - Es más fácil corregir datos gráficos en un mapa papel que luego en un fichero ya digitalizado
 - Ahorro 50% coste digitalización, redibujando mapas
- Captura
- Validación
 - Métodos automáticos sencillos (Elementos duplicados, lazos...)
 - Las revisiones visuales (incluso en papel) siempre son útiles

2 Digitalización



Digitalización (continuación)

- Método vectorial más simple.
- Métodos: Pto. a pto., Intervalo t, Intervalo espacio
- Tarea simple → mayor rendimiento
- Codificación incipiente
 - Capa a capa
 - 10/20 códigos/capa
- No vale la pena tratar los datos
- Son preferibles los anclajes largos
sobretrazo/ subtrazo



Inconvenientes

- Los mapas no se han hecho para ser digitalizados, sino para mostrar información:
 - Se exagera, Se resalta,...
- No son documentos estables
- Discrepancias en el case de hojas

Productividad

1 parcela/área por minuto

Precisiones: 0,075 a 0,25 mm

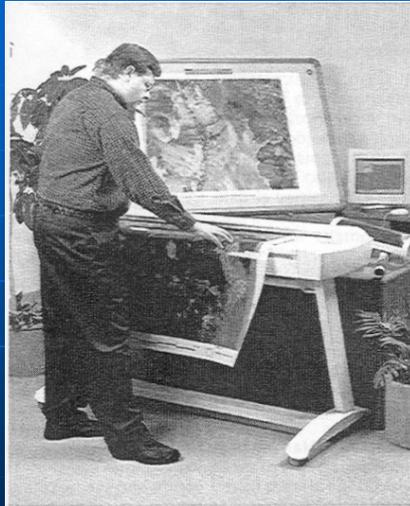
Digitalizadores expertos llegan de 0,05 a 0,06 mm

TÍPICA 0,1 mm

La experiencia del digitalizador decisiva para calidad y rendimiento

Experiencia en cartografía mejor que en informática

3 Escaneado



Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

IGN

10

Escaneado (cont.)

■ Escáneres:

- b/n (1b/pixel)
- grises (8,16,32 b/pixel) 256, 65 000, 4 000 000 000
- color (RGB 8bx3/pixel) 16 000 000

- Resolución 100 dpi (4 p/mm) a 1800 dpi (72 p/mm)
- En cartografía (400 a 1000 dpi)
- De 30 seg a 30 min por mapa

■ Finalidad

- Almacenamiento y gestión de mapas en papel
- *Background* geográfico (mapas, fotos aéreas)
- SIG ráster.
- Para vectorizar después

Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

IGN

11

Escaneado (cont.)

- *Background* (8b) 256 grises 400 dpi (16 p/mm)
- Fotos color (3x8b) 1000 dpi (40 p/mm)

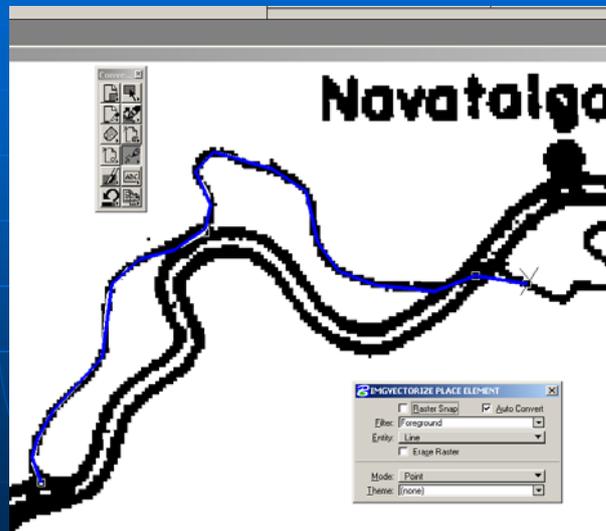
■ Resultado

- Calidad del original
 - limpieza, nitidez, ancho de línea > 0,1 mm
- Calidad del escáner
- Preparación del original
 - Retintado, borrado de marcas,...

Vectorización

- Conversión ráster - vector
 - Digitalización en pantalla (*heads-up*)
 - Aplicaciones automáticas (Ej: Curvas de nivel).
 - 1 a 100 min./fichero
 - Mucha edición posterior
 - Aplicaciones asistidas (Más efectivas).
 - Reconocimiento de caracteres (OCR), hasta 95-98% .
- Método ideal
 - Curvas de nivel
 - Mapa de usos del suelo...

Vectorización (cont.)



Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

IGN

14

Requisitos escaneado

- La limpieza del original es fundamental
 - Líneas ancho ≥ 0.1 mm
 - Más errores
 - Líneas interrumpidas
 - Muy apretadas
- * También es interesante realizar tratamiento de la imagen escaneada antes de vectorizar. (Filtros).

Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

IGN

15

4 Fotogrametría

- Restitución
 - Analítica
 - Asistida por Ordenador (FAO)
 - Completamente digital
 - Abaratamiento de costes
 - Actualización
 - FUTURO: cámaras digitales
- PRODUCTIVIDAD:
 - 2 modelos/semana-operador-turno
- Permite crear ficheros 3D

5 GPS

- Sistema de Posicionamiento Global
 - 27 satélites NAVSTAR + 5 estaciones de seguimiento
 - en todo momento hay 4 visibles al menos
 - 3 dan la posición x e y, un 4º la z
 - receptores baratos (< 120 Euros) precisión 10 m
 - problemas en bosques y zonas urbanas
 - giróscopo y distanciómetro en coches
 - sistemas de *snap* a las coordenadas de eje de vía mejoran la precisión
- Alternarivas: GLONASS (Rusia), Galileo (Europa)

GPS

- GPS absoluto y diferencial
 - 300 kms de una estación base de posición conocida
- Precisiones: metros
- Coordenadas UTM WGS84: x,y, altura elipsoidal.
- Abaratamiento de costes
- Método cinemático
- Transmisión de correcciones por radio

6 Teledetección

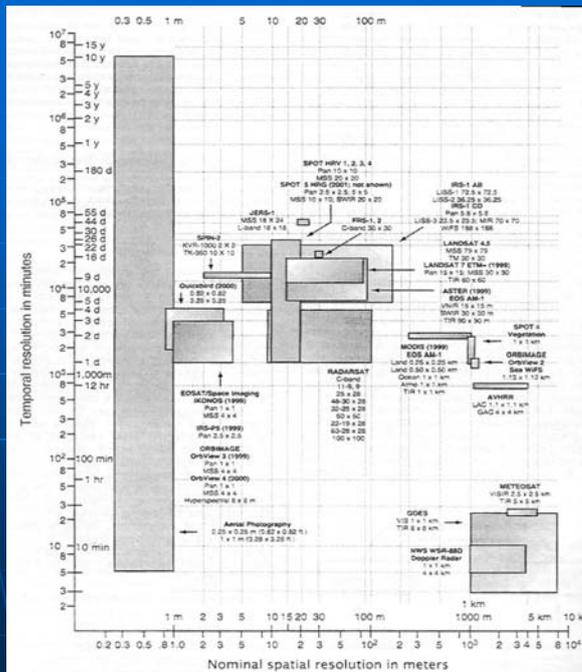
- Nº satélites en el año 2000:
 - Resolución < 30 m 31
 - Resolución < 2m 15
- **Precio considerable**
- Proyecto Terraserver (www.terraserver.com) desde Julio 98
 - Imágenes a 2 m.
 - Imágenes baja resolución gratis.
- Aplicaciones: Medio Ambiente, Usos del Suelo, vegetación
- La semántica no sale en la foto
- OS (UK) hizo un mapa 1:50.000 del Yemen restituyendo imágenes SPOT
- Google earth. (LandSat, Quick Bird)

Selección de la fuente de datos

- Sensores
 - pasivos
 - activos
- Resolución SPOT

	pancromático	multiespectral
• espacial		
■ pixel	2.5 m	10 m
■ escena	60X60 km	60X60 km
• espectral	visible	RGB, infrarrojo
• temporal	26 días	26 días

Resolución espacial y temporal de los diferentes sensores y plataforma



Teledetección: ventajas

- Homogeneidad de los datos
- Cobertura sistemática de grandes superficies
- Posibilidad de acceder a una base de datos histórica de imágenes.
- Actualización posible
- Monitorizar fenómenos
- Información multiespectral

Espectro electromagnético

- Teledetección puede sustituir a la Fotogrametría aérea
- Puede dar la forma 3d del terreno (InSAR, LIDAR)
- No puede sustituir Formación
 - Captura de códigos, nombres, datos alfanuméricos (semántica)
 - Enlace con la geometría

7 Levantamientos

- Precisión milimétrica
- Método costoso, inversión en tiempo
 - Lev. Topográfico detallado
 - Alta precisión: ptos. de control, control de calidad
- Compite con el GPS

8 Captura de atributos

Capturar primero la geometría, luego cargar atributos

Utilizar un campo de enlace = identificador

Preparar
Capturar
Validar

Tener previsto registros rechazados (5 a 15 %)

9 Integración de datos

- Integración de datos de distintas fuentes
 - Problema complejo y prolijo
 - 1) Asignar pesos en función de
 - Finalidad
 - Fiabilidad de cada fuente
 - 2) Ajustar geometría
- Comienza a haber programas:
Conflación

Ejemplo



Datos no miscibles

- S.de Ref. Geodésico
- Datum
- Proyección cartográfica
- Escala
- Modelo Conceptual
- Calidad
- Tiempo

10 Transferencia de datos

- Método secundario
- Redactar especificaciones
 - ¿Qué necesito exactamente?
- Problemas
 - Localizar los datos
 - METADATOS
 - Evaluar una fuente de datos
 - Disponibilidad
 - Actualización
 - Calidad
 - Formato de transferencia

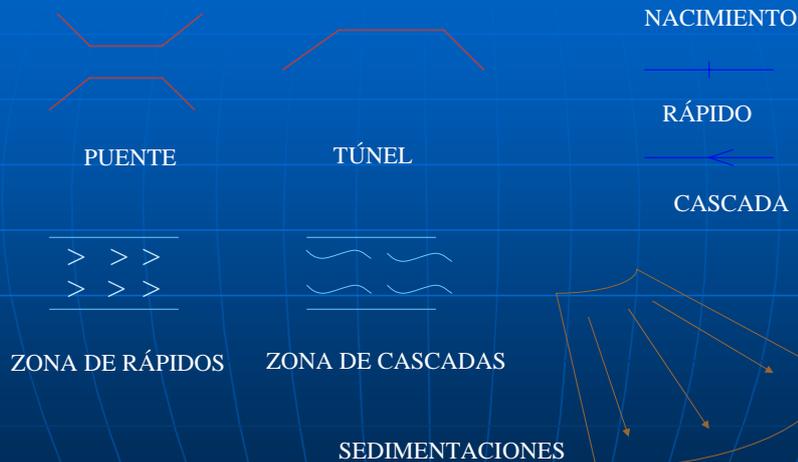
buscar en la red

11 Datos CAO para SIG

*Datos CAO + Precisión analítica =
Datos SIG + Simbolización*

- Dificultades:
 - Desplazamientos.
 - Simbolización
 - Generalización.
 - Nivel de separación
 - Separación automática de simbolización.
 - Elementos repetidos
 - Continuidad.
 - Cuasisímbolos

Cuasisímbolos

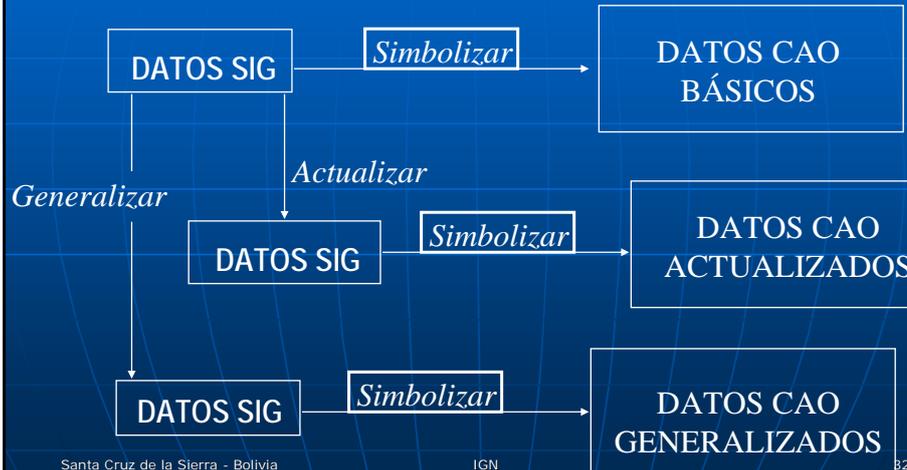


Del MAPA al SIG

- Captura
 - Digitalización
 - Escaneado
 - Producción digital
- Inconveniente
 - Diferencia conceptual
 - Más fuentes de error que confluyen

Un mundo ideal

No hay que generalizar ni actualizar la simbolización



12 Conclusiones

- Siempre:
 - Preparación
 - Captura
 - Validación
- Fase sencilla aumenta el rendimiento
- Seleccionar el método
 - Fuente de datos
 - Finalidad
 - Métodos primarios/secundarios

13 Ej: Captura de datos para un SIG

Aplicación de callejero

Captura geometría:
Restitución fotogramétrica



Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

IGN

34

Ej: Aplicación de callejero

-GEOMETRÍA:
Manzanas. Contorno.
Parcela. Contorno.
Edificio. Contorno.
Viales. Tramificados.

-ATRIBUTOS:
Se introducen
identificadores a las
manzanas, parcelas,
edificios y viales.



Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

IGN

35

Ej: Aplicación de callejero

Tratamiento interactivo

- Introducir C.Manzana.
- Introducir C.Calle a los viales.
- Asignar C.Calle a las parcelas y lado par o impar.
- Asignar n° policía mínimo y máximo en cada tramo de vial.

Se graba en atributos del elemento gráfico.

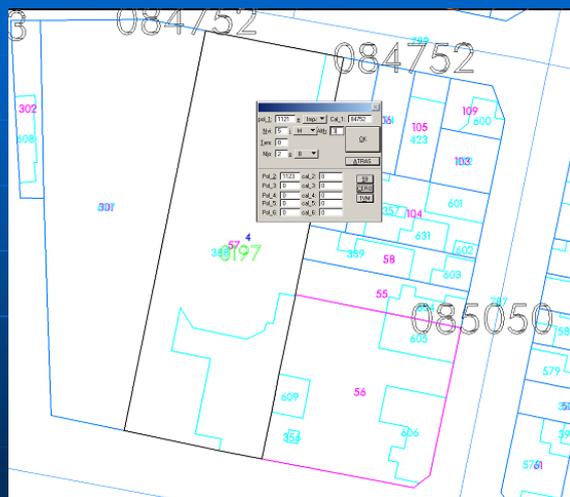
Santa Cruz de la Sierra - Bolivia



Ej.Callejero. Introducción interactiva de atributos.

Tratamiento interactivo.

Los datos de las parcelas recogidos en la formación de campo se introducen mediante un programa que recorre los elementos por manzanas.



Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

IGN

37

Ej.Callejero.Fichero de datos campo

FICHERO AUXILIAR

```
1 04 0057 01121 01123 00000 00000 084752 084752 000000 000000 05 5 02 3 00 03 2 00000 00000 000000 000000 7
2 04 0056 01121 00000 00000 00000 085050 000000 000000 000000 05 5 02 3 01 03 3 00000 00000 000000 000000
3 04 0055 01121 00000 00000 00000 085050 000000 000000 000000 05 5 02 3 01 03 3 00000 00000 000000 000000
4 04 0058 00000 00000 00000 00000 085050 000000 000000 000000 05 5 02 3 01 03 2 00000 00000 000000 000000
5 04 0104 00000 00000 00000 00000 085050 000000 000000 000000 05 5 02 3 01 03 1 00000 00000 000000 000000
6 04 0103 00000 00000 00000 00000 085050 000000 000000 000000 05 5 02 3 01 03 1 00000 00000 000000 000000
7 04 0109 00000 00000 00000 00000 085050 000000 000000 000000 05 5 02 3 01 03 1 00000 00000 000000 000000
```

Ej. Callejero. Proceso de extracción de atributos a B.D.

- Aplicación que recorre el fichero gráfico accediendo al fichero de datos de campo cuando sea necesario para crear cuatro tablas.
 - 1.- Atributos de las manzanas.
 - 2.- Atributos de las parcelas.
 - 3.- Atributos de los edificios.
 - 4.- Atributos de los viales.

Ej. Callejero. 1.- Atributos de las manzanas.

```
fprintf(f,"%7d %4d %4d %2d %3d %4d %4d %4d ",cod_nucleo,cod_central  
_n_pagina_reg,n_linea_reg,id_hoja,id_manzana,cod_manzana,registro[x].cod_parcela);
```

```
211230270120001010029017908437404568  
211230270120001020291017908437404596  
211230270120001030291017908437404580  
211230270120001040015017908437404550  
211230270120001050015017908437404538  
211230270120001060016017908997301640  
211230270120001070039017908475204521  
211230270120001080030017908630201667  
211230270120001090296018408630201674  
211230270120001100296018408630201620  
211230270120001110296018408630201618  
211230270120001120051019108805001677  
211230270120001130023019109117001652  
211230270120001140075019108475204701  
211230270120001150299019108505001649  
211230270120001160299019108505001641  
211230270120001170045019108505001657  
211230270120001180055019208505001654
```

Ej. Callejero. 2.- Atributos de las parcelas.

```
fprintf(f,"%2d %4d %4d %4d %5s %5d %6d %2d %1d %2d %1d %2d %2d %1dn",  
registro[x].numero_edificios,registro[x].cod_edif[0],registro[x].cod_edif[1],registro[x].cod_edif[2],altura,registro[x].num  
ero_policia[0], registro[x].calle[0],registro[x].numero_vivienda,registro[x].clase_vivienda,registro[x].  
numero_local,registro[x].clase_local,registro[x].tematico,registro[x].numero_plantas,registro[x].vereda);
```

```
211230270120001010010001017900291003680371054203 660457808437401602200011  
211230270120001020010001017902910305450546055802 660169508630202701200012  
211230270120001030010001017900151003480349035006 720455208437401703200011  
211230270120001040010001017900140205380555000003 880000008997300001200011  
211230270120001050010001017900130103520000000003 110000008997301800000011  
211230270120001060010001017900160503530358053603 010165608997302800000011  
211230270120001070010001017900400103770000000006 630163008997301500000011  
211230270120001080010001017900470105960000000003 400000008997302700000011  
211230270120001090010001017900480103900000000004 200000008997301700000011  
211230270120001100010001017900380103750000000006 070000008997300000000002  
211230270120001110010001017900390103760000000005 230451908475202500000012  
211230270120001120010001017900600103910000000003 140000008997300001200011  
211230270120001130010001017900540103960000000003 880452908475203700000012  
211230270120001140010001017900530203850554000003 250453708475202701200012  
211230270120001150010001017900360205530595000003 210000008475202600000012  
211230270120001160010001017900370203740552000009 290000008475201500000022  
211230270120001170010001017900330205970599000006 460000008475202500000012  
211230270120001180010001017900350303470373057303 680000008437400000000002  
211230270120001190010001017900340203720551000003 510000008475201500025012  
211230270120001200010001017900320203700550000003 950000008475202501200012  
211230270120001210010001017902950205490610000003 440458308475201500000012  
2112302701200012200100010179029400000000000000 000000008630200000060002  
21123027012000123001000101790293010610000000004 260161108630201600000012  
21123027012000124001000101790292010548000000003 10016190863020160000012  
211230270120001250010001017900310105980000000002 860162108630201500000012  
211230270120001260010001017900300303460369054702 830162508630204601200012  
211230270120001270010002018402961703350336033705 830169008630211501257021  
211230270120001280010002018402980205690532000003 610465908475200000043002
```

Ej. Callejero. 3.- Atributos de las edificios.

```
fprintf(e,"% .7d %.4d %.4d %.2d %.3d %.4d %.4d %.4d %.2d ",cod_nucleo,cod_central,n_pagina_edi,n_linea_edi,
id_hoja,id_manzana,cod_manzana,registro[x].cod_parcela,registro[x].numero_edificios);
for(z=y;(z<(y+7)) && (z<registro[x].numero_edificios);z++) fprintf(e,"% .4d ",registro[x].cod_edif[z]);
```

```
21123027012000101001000101790029100543054405560557055905700571
21123027012000102001000101790015100351053905400541057205900594
211230270120001030010001017900160505370567000000000000000000000
21123027012000104001000201840296170338033903400341034203430344
21123027012000105001000201840296170560056105620563056405650566
2112302701200010600100030191030004062800000000000000000000000000
2112302701200010700100040197005604060900000000000000000000000000
21123027012000108001000401970104060630063106320000000000000000000000
21123027012000101002000402460642041341000000000000000000000000000000
21123027012000102002001703140604041522000000000000000000000000000000
21123027012000101003000203880078041220000000000000000000000000000000
21123027012000102003001204220270041428000000000000000000000000000000
21123027012000101004045005330066050359039400000000000000000000000000
21123027012000101005000101420567041458000000000000000000000000000000
21123027012000102005000401600421041470000000000000000000000000000000
2112302701200010300500070170061907131815181612162400000000000000000000
```

Ej. Callejero. 4.- Atributos de los viales.

```
fprintf(v,"% .7d %.4d %.4d %.2d %.3d %.4d %.6d %.5d %.5d\n" ,cod_nucleo,cod_central
,n_pagina_via,n_linea_via,id_hoja,vial->cod_vial ,vial->calles,vial->pol_min,vial->pol_max);
```

```
1 21123027012000101001078208847510475004798
2 21123027012000102001078308847510470004748
3 21123027012000103001078308847510470004748
4 21123027012000104001078408847510465004698
5 21123027012000105001078508847510460004648
6 211230270120001060010786088475105001598
7 211230270120001070010787088475106001698
8 211230270120001080010788088475107001798
9 211230270120001090010789088475108001898
10 2112302701200011000107902047450150001598
11 2112302701200011100107910911700150001598
12 2112302701200011200107920911700160001698
13 2112302701200011300107930863020150001548
14 2112302701200011400107940847520154801598
15 2112302701200011500107950863020160001698
16 2112302701200011600107960843740480004898
17 2112302701200011700107970843740470004798
18 2112302701200011800107980847520485004898
19 2112302701200011900107990847520480004848
20 211230270120001200010800847520460004698
21 2112302701200012100108010843740460004698
```

TEMA 3 CAPTURA

Bibliografía

- “Principles of Geographical Information System for Land Resources Assesment” P.A. Burrough, 1986, 194 pág. OXFORD SCIENCE PUBLICATIONS (UK)
- “Geographical Information Systems” Tör Bernhardsen, 1992, 318 pág. VIAK IT (Noruega).
- “Semantic Modelling for the Acquisition of Topographic Information from Images and Maps” W. Förstner y L. Plümer, 1997, 227 pag., BIRKHÄUSER VERLAG (Basel).
- "Fundamentos de Teledetección Espacial", Chuvieco, Emilio,1996, 568 pag, , Rialp, Madrid.

TEMA 4

Tratamiento de la información

*XI CURSO DE CARTOGRAFÍA DIGITAL
Y SIG*

T4 Tratamiento

- 1 Introducción
- 2 Tratamiento geométrico
- 3 Tratamiento semántico
- 4 Tratamiento topológico
- 5 Organización del tratamiento
- 6 Conclusiones
- 7 Ej. BCN25

1 Introducción

- Tratamiento: Fase en que se depuran los datos capturados hasta que posean las cualidades deseadas (especificaciones).
 - 1 Análisis de Requerimientos
 - 2 Metodología de Tratamiento (Diseño).
 - 3 Desarrollo de la Aplicación
 - 4 Instrucciones de Tratamiento

2 Tratamiento geométrico

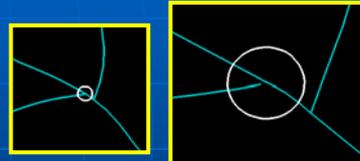
- Errores SIG, no CAO
 - geométricos < 0.2 mm
 - repeticiones y superposiciones de geometría
 - topológicos
 - código que mantengan los atributos visuales
- Errores CAO, no SIG
 - de rotulación
 - de representación
 - falta de legibilidad

Ejemplo de errores tipo.

Cierres de polígonos.



Conectividad de redes.



Control de geometrías duplicadas



Control de propiedades de elementos



Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

IGN

6

Tratamiento geométrico

■ 1 Geometría repetida

- Puntos repetidos
- Métodos de filtrado
 - Algoritmo de Jenks
 - Algoritmo de Lang
 - Algoritmo de Douglas-Peucker

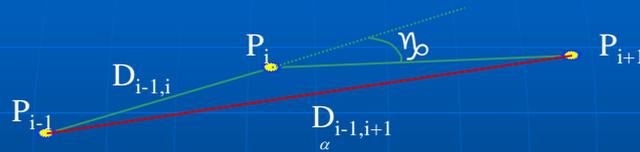
Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

IGN

7

Métodos de filtrado

Algoritmo de Jenks

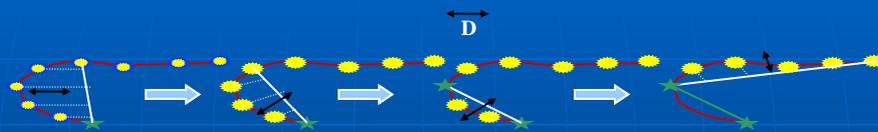


Fijamos los parámetros a , b y α , el punto P_i se suprime si se da alguna de estas condiciones :

$$\begin{aligned} D_{i-1,i} &< a \\ D_{i-1,i+1} &< b \\ \gamma_b &< \alpha \end{aligned}$$

Métodos de filtrado

Algoritmo de Lang

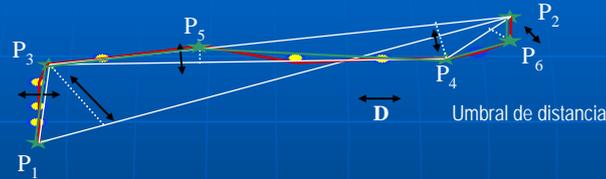


- Fijar los parámetros N y D . (N° puntos, Máxima proy.)
- Unir P_i con P_{i+N} y comprobar si en cada punto intermedio la distancia a la línea es menor que D .

En caso afirmativo, suprimir desde P_i hasta P_{i+N-1} .
En caso negativo, repetir la unión con P_i y P_{i+N-1} .

Métodos de filtrado

Algoritmo de Douglas-Peucher

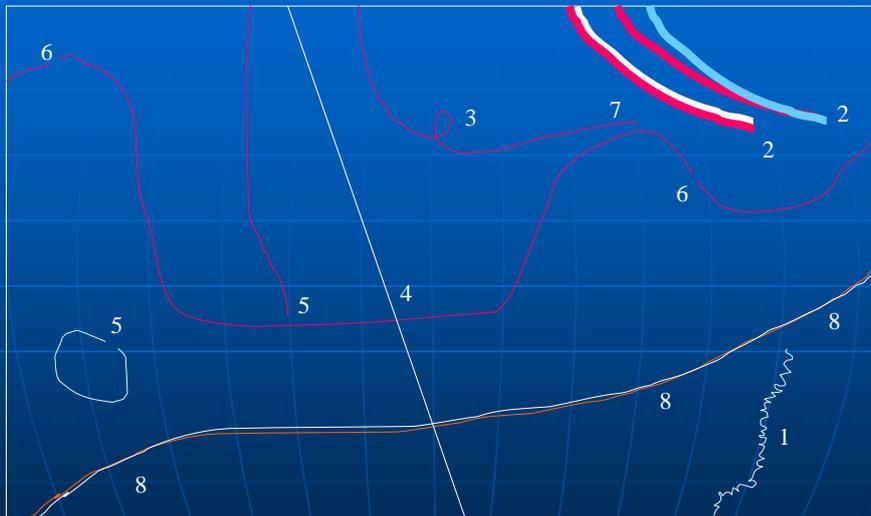


- Fijar el parámetro D de umbral de distancia mínima.
- Unir puntos primero y último y proyectar los demás sobre la línea de unión, tomando el punto N en el que el segmento proyectado sea mayor. Repetir sucesivamente con el primero y el N y, por separado, con el último y el N . Si todos son menores que D , suprimir puntos intermedios.

Tratamiento geométrico (cont.)

- 2 Líneas repetidas, solapadas e incluidas
- 3 Bucles
- 4 Intersecciones
- 5 Conexiones y cierres
- 6 Uniones
- 7 Contactos forzados
- 8 Contactos espúreos

Ejemplos



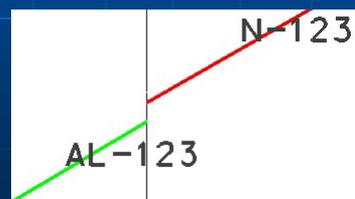
Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

IGN

12

Cases

- Casos geométricos
 - Desplazamiento al punto medio
 - Mantenimiento de formas
 - Deformación continua
- Casos semánticos
 - Código
 - Nombre
 - Revisión de errores



Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

IGN

13

3 Tratamiento semántico

- Codificación
- Asignación de nombres
- Asignación de claves y enlaces
- Tratamiento de atributos

Codificación

- Criterios objetivos y homogéneos
 - La información geográfica es borrosa

Peor que un mal criterio es no tener criterio

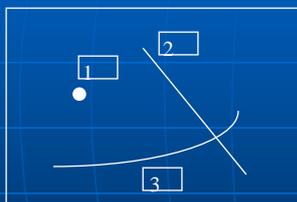
- *Instrucciones de codificación*
- *Diccionario de datos*
 - *Definiciones*

Nombres: problemática

- Convivencia de varias lenguas
 - No mezclar idiomas en un nombre
 - Entidades atraviesan zonas distintas lenguas o muy generales: en español (PIRINEOS)
 - Div.Administrativa y Poblaciones:
 - Nombre oficial: MAP e INE
 - ALICANTE/ALACANT
 - DONOSTIA-SAN SEBASTIAN
 - Catálogos de genéricos
 - Glosarios en varios idiomas

Asignación de claves y enlaces

- **Enlace:** campo que sirve para relacionar tablas alfanuméricas con ficheros gráficos
- Los mejores enlaces son las claves principales



Fichero gráfico

1				
2				
3				

Tabla de atributos

- **Clave:** campo que sirve para identificar cada registro
- Las mejores claves son las abstractas:
 - Numeración secuencial: 1,2,3...

4 Tratamiento topológico

- Primitivas

■ Geométricas

- Punto
- Línea (Curva)
- Contorno
- Superficie

■ Topológicas

- Nodo
- Tramo (Borde, arco)
- Cara

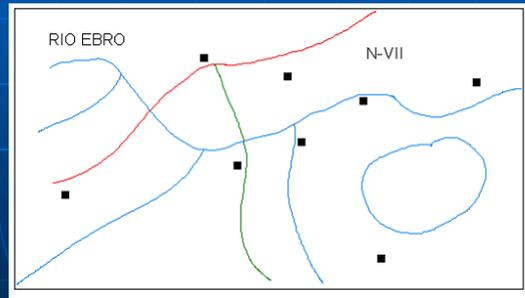
- Niveles de estructura

Niveles de estructura

- 1 ESPAGUETI
- 2 CADENA-NODO
 - Grafos planares
 - Grafos no planares
- 3 TOPOLOGIA COMPLETA
- 4 TOPOLOGIA PARCIAL

Espagueti

- Líneas y puntos codificados sin topología
- Aplicación típica : captura de datos



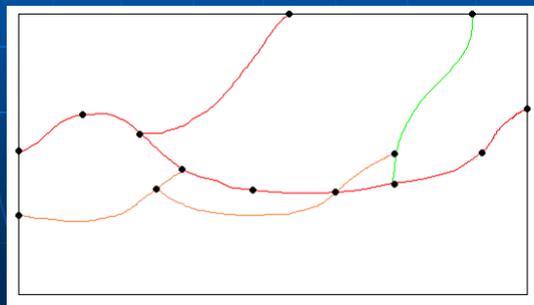
Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

IGN

20

Cadena-nodo

- Entidades lineales y puntuales en una red, codificadas, con nombres y atributos, con tramos y nodos
- Aplicación típica: análisis de redes



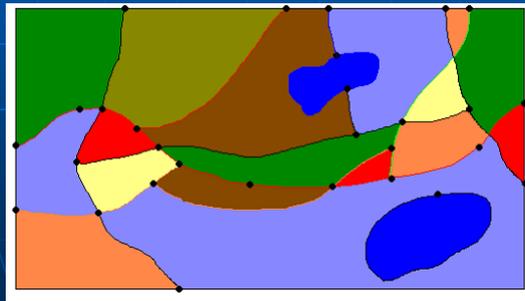
Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

IGN

21

Topología completa

- Todo el plano cubierto de Entidades superficiales sin huecos ni solapes
- Topología: caras, tramos y nodos
- Aplicación típica: Análisis de superficies



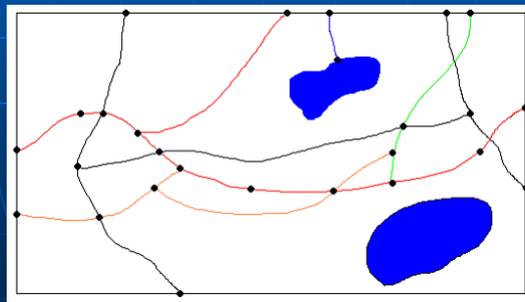
Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

IGN

22

Topología parcial

- Entidades superficiales (con huecos y solapes), lineales y puntuales
- Tramos y nodos según criterio específico
- Aplicación típica: SIG básico



Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

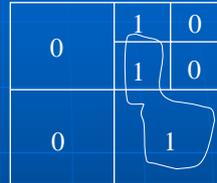
IGN

23

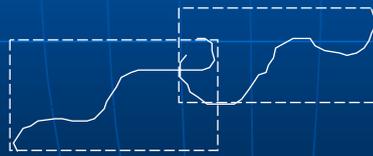
5 Organización del tratamiento(i)

■ INDEXACION ESPACIAL

- Árboles cuaternarios de valores binarios.



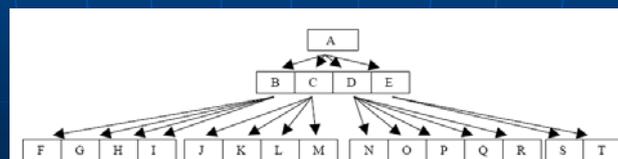
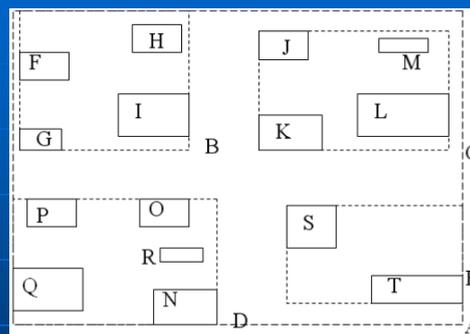
- Rangos de elemento



- Ordenación en x,y

Organización del tratamiento (ii)

■ R-TREE

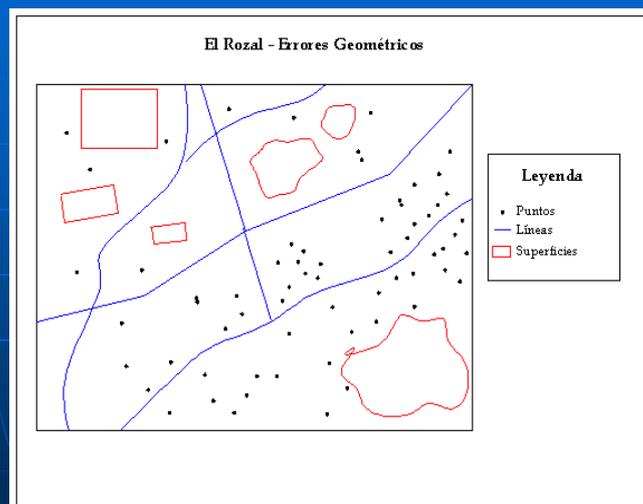


Ejercicio 2: El Rozal

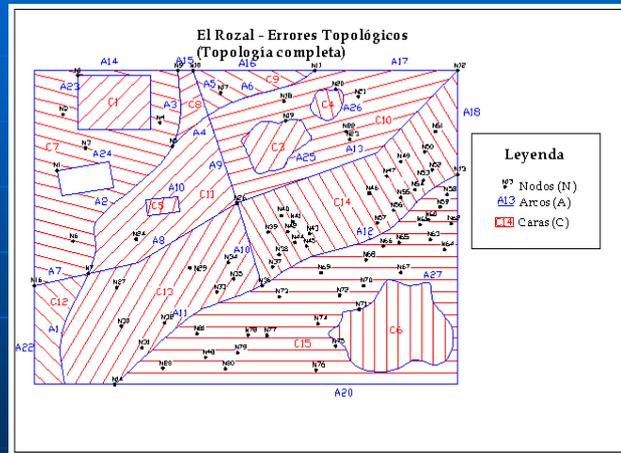
- Utilizando la finca El Rozal se pide identificar en los siguientes gráficos los errores en la captura de información.
- Estableciéndose diferentes tipos:
 - Errores Geométricos
 - Errores Topológicos
 - Errores en los atributos

TABLA DE ATRIBUTOS DE LAS ESPECIES DE CONÍFERAS		
REGISTRO	ESPECIE	ALTURA
1	pinus sylvestris	15,70
2	Pinus sylvestris	16,30
3	Pinus sylvestris	17,40
4	Abies alba	18,30
5	Abies Alba	18,00
6	Pinus sylvestris	17,40
7	Pinus sulvestris	16,30
8	Abies pinsapo	17,90
9	Abies pinsapo	18,30
10	Pinus sylvestris	320,50
11		17,45
12	Pinus sylvestris	18,20
13	Abies pinsapo	17,50
14	Pinus sylvestris	2,40
15	Pinus sylvestris	18,00

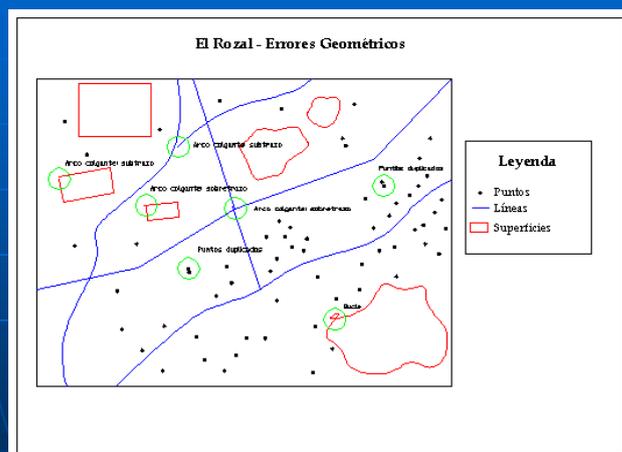
Errores geométricos



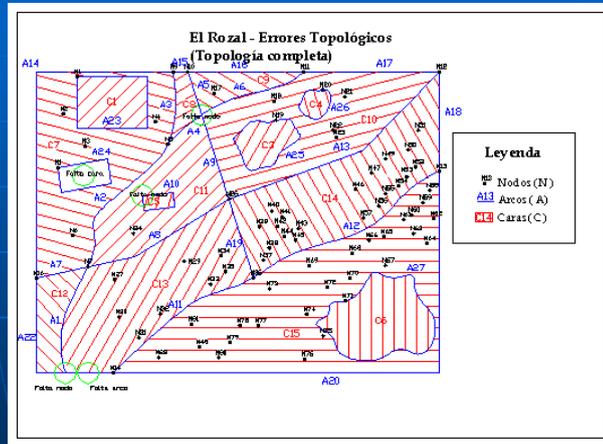
Errores topológicos



Solución: Errores geométricos



Solución: Errores topológicos.



Solución: Errores en atributos.

Registro	Estado	Posible corrección	Corrección
1	Incorrecto	Cambiar la p minúscula de pinus por P mayúscula	Pinus sylvestris
2	Correcto		
3	Correcto		
4	Correcto		
5	Incorrecto	Cambiar la A mayúscula de Alba por a minúscula	Abies alba
6	Correcto		
7	Incorrecto	Sustituir sulvestris por sylvestris	Pinus sylvestris
8	Correcto		
9	Correcto		
10	Incorrecto	Revisar la altura, desproporcionada	
11	Incorrecto	Indicar Especie, revisar datos	
12	Correcto		
13	Correcto		
14	Incorrecto	Revisar la Altura, por si es un posible error	
15	Correcto		

6 Conclusiones

- Fase costosa : tiempo, esfuerzo
- Desarrollo de aplicación de tratamiento
 - Problema de Ingeniería del *Software*
 - No cajas negras, máxima comprensión

1 Análisis de Requerimientos
2 Metodología
3 Desarrollo de aplicación
4 Instrucciones de Tratamiento

7 Ej: BCN25 MTN25 → BCN25

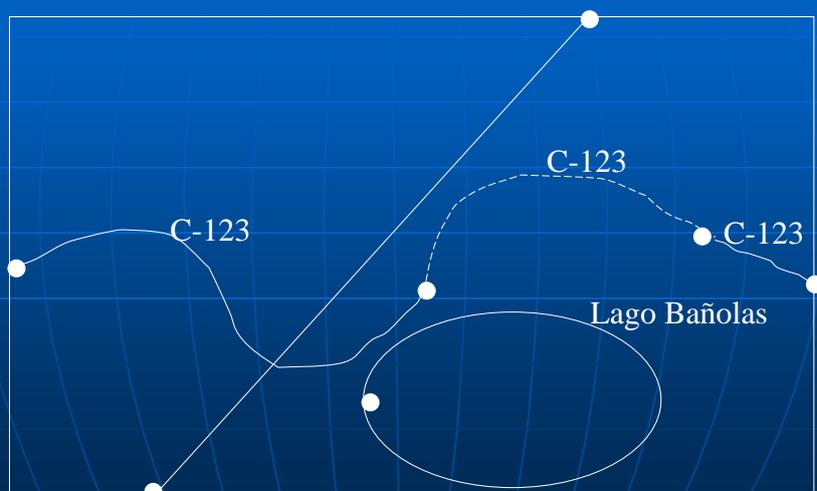
MTN25:

- Ficheros DGN (CAO).
- Elementos simbolizados.
- Elementos lineales sin continuidad.

BCN25 : El modelo

- Elementos continuos por hoja del MTN25.
- Estructura de Espagueti. Punto de cruce entre elementos como vértice en los mismos.
- Toponimia. Atributo. Anclados a una coordenada del elemento que no sea ni primera ni última.

El Elemento



Tratamiento preliminar

- Eliminación de información marginal o relacionada con la edición de la cartografía.
- Sustitución
 - Líneas límite → BDLL
 - C. de nivel → C. de nivel MDT25
 - V. geodésicos → BD de vértices
 - Células MTN → Células BCN
- Control de Calidad de MTN25.
 - *Códigos.*
 - *Geometrías base.*
 - *Control visual.*

Tratamiento geométrico

- Eliminación de puntos repetidos.
- Eliminación de bucles y vueltas atrás.
- Eliminación de líneas repetidas, incluidas y solapadas.
- Resolución de intersecciones entre elementos.
- Resolución de anclajes.
- Detección y resolución, si procede, de extremos libres.
- Unificación de elementos del mismo código y nombre dentro de tolerancia.
- Tratamiento de elementos superficiales.
- Creación de los contornos relativos a cascos de población y otros elementos perimetrales.
- Case geométrico entre hojas.

Tratamiento semántico

- Verificación de códigos erróneos.
- Textos vacíos y abreviaturas erróneas.
- Control de toponimia repetida o errónea.
- Case semántico entre hojas.
- Asignación de nombres a elementos

Control de calidad

- Codificación
- Revisión elementos conflictivos
 - Cañadas, cementerios, embalses, patios
- Revisión de geometría
 - Filtrado, elementos repetidos, bucles, extremos libres, intersecciones, anclajes,...
- Corrección de textos
- Revisión Hidrografía/Curvas de nivel
- Control visual BCN25/MTN25

TEMA 4 TRATAMIENTO

Bibliografía

- “Principles of Geographical Information System for Land Resources Assesment” P.A. Burrough, 1986, 194 pág. OXFORD SCIENCE PUBLICATIONS (UK)
- “Geographical Information Systems” Tör Bernhardsen, 1992, 318 pág. VIAK IT (Noruega).
- “Innovations in GIS 1” Michael F. Worboys, 1994, 282 pág. Taylor & Francis.
- “Innovations in GIS 2” Peter Fisher, 1995, 224 pág. Taylor & Francis.
- “GIS. A Computer Perspective” Michael F.Worboys, 376 pág., Taylor & Francis, 1995.
- “Curso de BCN25” Rodríguez A. y otros. IGN. 2001.
- “Diseño y elaboración de un procedimiento interactivo de obtención del mapa topográfico nacional a escala 1:50.000 por generalización cartográfica del mtn25” Iribas J., Tesis doctoral. 2000.

TEMA 5

Gestión de la información

*XI CURSO DE CARTOGRAFÍA DIGITAL
Y SIG*

T5 Gestión de la información

- 1 Organización de ficheros
- 2 Las BD relacionales
- 3 Las BD OO
- 4 La BD centralizada
- 5 La BD distribuida
- 6 El modelo cliente/servidor
- 7 La BD sobre la red

1 Organización de ficheros

- SECUENCIALES
- SECUENCIAL ORDENADO
- INDEXADO DIRECTO
- INDEXADO INVERSO
 - Árbol de índices
- ALEATORIO

Ficheros secuenciales

- Organización más simple y menos eficaz
- Ej.: cinta magnética, cartucho
- No hay indexación alguna

Tiempo de búsqueda medio

$$T = (N+1) t / 2$$

5 segundos

N nº de registros
t tiempo de lectura de 1 registro

100 000 registros
0.1 miliseg

Ficheros secuenciales ordenados

- Fichero ordenado por valores crecientes /decrecientes de una clave de búsqueda
- Ej.: Diccionario
- Búsqueda binaria
- Añadir 1 registro supone reordenar todo el fichero

Tiempo de búsqueda medio

$$T = t \log_2 (N+1)$$

1.7 miliseg.

N nº de registros
t tiempo de lectura de 1 registro

100 000 registros
0.1 miliseg

Ficheros indexados directos

- Se almacena en cada registro cuántos registros hay que saltar para pasar al siguiente valor de una clave de búsqueda
- Ej.: Fichero ordenado alfabéticamente:
 - nA registros comienzan por A
 - nB registros comienzan por B
 - ...
 - nZ registros comienzan por Z
- Los registros que comienzan...
 - por A registro 1
 - por B nA + 1
 - por C nA + nB + 1
 -
 - por Z nA + nB+ ...+ nY +1

Ej.: Ficheros indexados directos

- Añadir 1 registro supone reordenar todo el fichero
- Ej.: DGN

Primitiva 103	Cabecera	Words To Follow= 18
---------------	----------	---------------------

x1 y1
xn yn

Primitiva 104	Cabecera	Words To Follow= 19
---------------	----------	---------------------

x1 y1
xn yn

1 word = 16 bits

Tiempo de búsqueda medio

$$T = t [(M+1) / 2 + (N/M + 1)/2]$$

0,21 segundos

N nº de registros

100 000 registros

t tiempo de lectura de 1 registro

0,1 miliseg

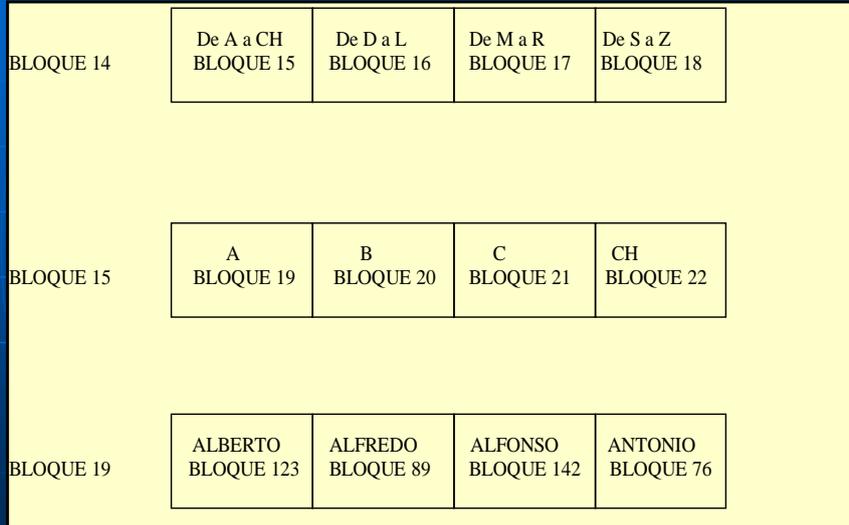
M nº de valores distintos de la clave

24

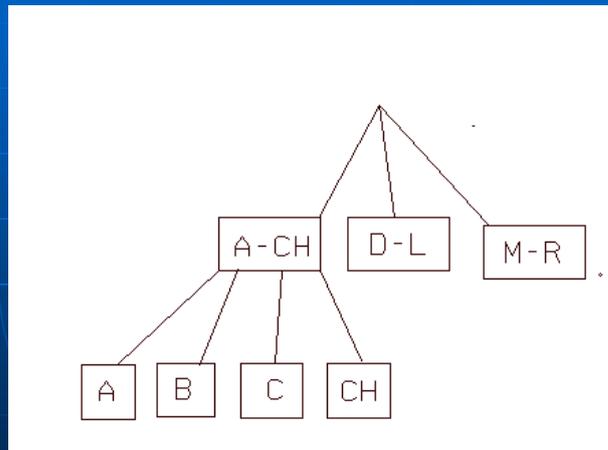
Ficheros indexados inversos

- Se extrae fuera del fichero un índice que dice dónde están los registros que tienen un valor determinado de la clave de búsqueda
- Ej.: Índice analítico de un libro
- Se puede volver a indexar el índice: árbol de índices invertidos
- Ventajas:
 - Se puede indexar por varias claves
 - Si no existe el valor buscado no hay que acceder a los datos
 - Es más rápido crear un fichero de índices que ordenar los datos.
- Inconvenientes
 - Añadir un registro supone crear de nuevo el árbol de índices
 - El tiempo de búsqueda depende de muchos factores

Árbol de índices



Árbol de índices (cont.)



Ficheros aleatorios

- De acceso directo o *hash*

$$\text{N}^\circ \text{ bloque (registro)} = F(\text{valor de la clave})$$

- Inconveniente: Corrupción del fichero

Tiempo de búsqueda medio

$$T = t + \text{tiempo CPU}$$

t tiempo de lectura de 1 registro

< 0.2 miliseg

0.1 miliseg

BASES DE DATOS

- BBDD Jerárquicas.
- BBDD En Red.
- BBDD Relacionales.
- BBDD Orientadas a Objetos.
- BBDD Mixtas

2 Las BD relacionales

- El modelo relacional (Codd 1970).
- Definido por:
 - Estructura: Ficheros, registros, campos, claves, clave principal.
 - Integridad:
 - Integridad de entidad.
 - Integridad relacional.
 - * Formas normales.
 - Manipulación. Algebra relacional. Selección, Proyección, Unión, Join...

3 Las BDOO

- Aprovechan la capacidad de gestión de un SGBD y la capacidad de proceso de los lenguajes orientados a objetos.
- Se integran en una sola estructura de datos todo lo relacionado con una entidad y se le llama objeto

OBJETO: RIO
ATRIBUTOS
MÉTODOS (programas)
MENSAJES

...

Características de la OO

- 1) ABSTRACCIÓN
 - Se opera con objetos completos (un río), más cercanos a nuestras categorías mentales, no con un conjunto de registros
- 2) ENCAPSULACIÓN
 - Todas las propiedades, algoritmos y reglas de comportamiento de un objeto se almacenan con él

Características de la OO (cont.)

- 3) HERENCIA
 - Los objetos se agrupan en clases genéricas y una clase hija hereda todas las propiedades de su clase madre
- 4) POLIMORFISMO
 - Con datos encapsulados, un objeto tiene "iniciativa" y ante un mismo proceso actúa de manera distinta : emite mensajes (una superficie no deja calcular su volumen)

Sin OO	Con OO
Programa de cálculo de S	Programa de cálculo de S
 <p>$S = L * L'$</p> <p>$S = B * H / 2$</p>	<p>Objeto rectángulo Atributo $S = L * L'$</p> <p>Objeto triángulo Atributo $S = B * H / 2$</p>
 <p>Error</p>	<p>Objeto línea Mensaje="No tengo superficie"</p>
Santa Cruz de la Sierra - Bolivia	IGN
	18

Ventajas BDOO

- Representación directa de los fenómenos, más lógica que física
- Mayor inteligencia en el modelo
- Seguridad, acceso, integridad siempre a nivel de objeto

Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

IGN

19

Inconvenientes BDOO

- Tecnología novedosa
- Precipitación en la política comercial de las casas productoras e inercia del mercado
- Análisis espectacular, pero captura de datos costosa
- Tendencia clara de futuro

BBDD Mixtas

- Utiliza el modelo relacional para tratar información alfanumérica.
 - Orientación a objeto para la componente espacial.
- Ej: Oracle (integración en Oracle Spatial).

4 La BD centralizada

- VENTAJAS:
 - Mayor control
 - Seguridad, integridad aseguradas
 - Análisis global posible
- INCONVENIENTES
 - Posibilidad de colapso de la CPU
 - Poca flexibilidad

5 La BD distribuida

- Los datos se distribuyen en ordenadores conectados en red mediante:
 - Reparto de los datos
 - Repetición de los datos
- Ha de haber un GESTOR (GBDD) para gestionar las transacciones o las versiones

Ventajas BDD

■ VENTAJAS

- El mundo de los negocios es distribuido
- Arquitectura flexible: abierta a todo "hardware" "software" y SO

■ INCONVENIENTES

- Proceso extra: gestión de la red
- Seguridad e integridad deben mejorar

6 El modelo cliente/servidor

- El ordenador servidor almacena los datos
- Un ordenador cliente, las aplicaciones de un usuario
- El servidor atiende las peticiones de datos de los clientes
- Se distribuye el proceso, no los datos
- La seguridad y las transacciones son controladas por el servidor

Ventajas C/S

■ VENTAJAS

- Control centralizado, fácil y seguro
- Flexibilidad e integración de equipos dispares

■ INCONVENIENTES

- Los datos se transmiten y en SIG su volumen es enorme
- El servidor ha de gestionar los datos + la red

7 La BD sobre la red

■ Se distribuye todo:

- Servidores de datos
- Servidores de aplicaciones
- Cliente ligero

Especificaciones de interoperabilidad

OGC

■ Documento inteligente

■ Datos + módulos de aplicación

■ Transparencia total

- ORACLE SDO, ARC/INFO SDE
- Geomedia, ARC/VIEW, Autodesk Map Guide, Smallworld,...

TEMA 5 GESTIÓN

Bibliografía

- "Principles of Geographical Information System for Land Resources Assesment" P.A. Burrough, 194 pág., OXFORD SCIENCE PUBLICATIONS (UK), 1986.

- "Una introducción a los sistemas de Bases de Datos" C.J.Date, 860 pág. ADDISON-WESLEY Interamericana, 1993, 5ª edición.

Un libro muy recomendable, muy completo, pedagógico y fácil de entender. Es la biblia sobre Base de Datos.

- "Fundamentals of Spatial Information Systems" Robert Laurini y Derek Thompson, 680 pág., ACADEMIC PRESS, 1992.

En muchos aspectos relativos a la informática, éste libro sirve cómo puesta al día del Burrough. En cualquier caso, es un texto riguroso y con alto contenido informático.

TEMA 6. Explotación

*XI CURSO DE CARTOGRAFÍA
DIGITAL Y SIG*

T6 Explotación

- 1 Explotación de SIG
- 2 Análisis en un SIG
- 3 Algoritmos geométricos
- 4 Análisis de Redes
- 5 Análisis Superficial
- 6 Simulación
- 7 La interfaz de usuario
- 8 Conclusión
- 9 Ej. Localización de instalaciones no deseables.

1 Explotación de un SIG

- Responder a necesidades concretas de información
 - Consulta y recuperación
 - Análisis de la información
 - Simulación
 - Producir respuestas: dato en papel, pantalla, dibujos, fichero, transacción bancaria, acción,...

2 ANÁLISIS EN UN SIG. Operadores (Aronoff 1989)

- **Operaciones elementales.**
 - Selección, acceso, informes y consulta de datos.
 - Clasificación (Reclasificación).
 - Mediciones.
- **Operaciones de sobreposición**
- **Operaciones de vecindad**
- **Operaciones de conectividad**

2.1A Selección, acceso y consulta de datos.

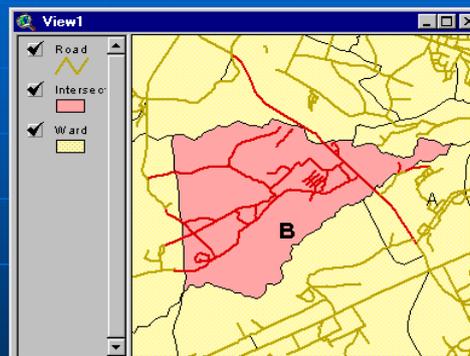
- Basados en atributos, características geométricas y espaciales

DONDE ESTA?

- Salida:
 - Listado.
 - Visualización.
 - Informe.
- Se consultan de manera conjunta datos espaciales y atributos.
- No hay cambios en la localización de los elementos espaciales.
- No se crean nuevos elementos espaciales

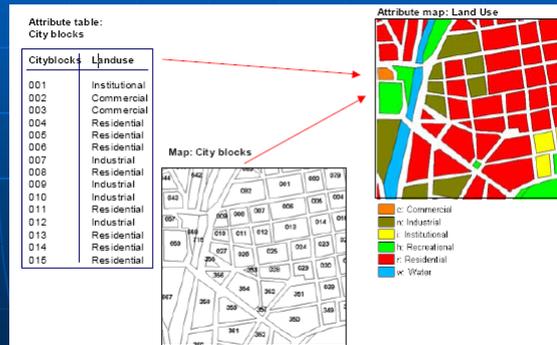
Selección.

- Ej1: Rutas que atraviesen el distrito B.
- Ej2: Ferrocarriles electrificados.



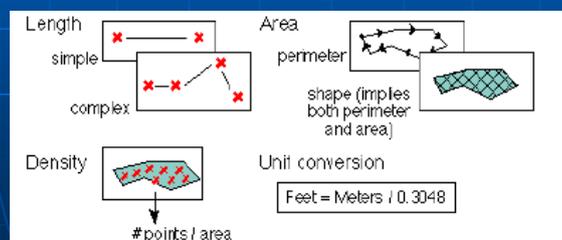
2.1b Reclasificación

- Clasificación incluye la selección y presentación de un objeto utilizando las clases o valores de uno de sus atributos en específico.



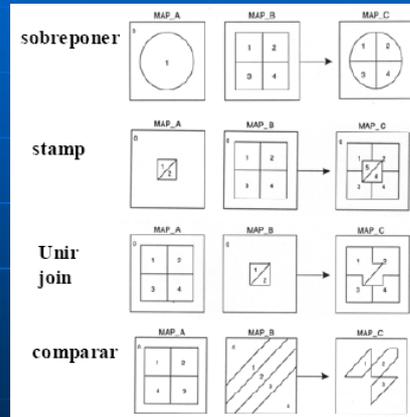
2.1c Mediciones

- Se usan los valores de las coordenadas y las relaciones topológicas.

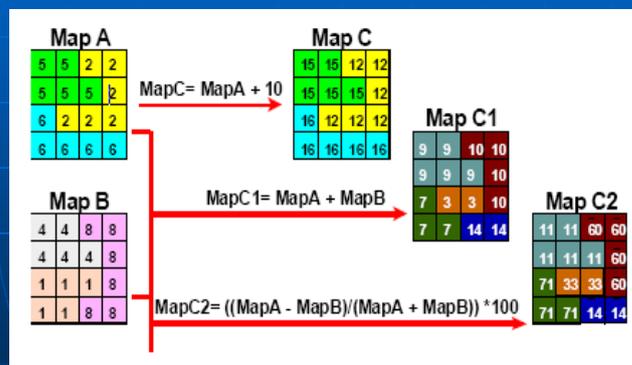


2.2 Operaciones de sobreposición (overlay)

- Superponer mapas que coinciden espacialmente.
 - SIG Vectorial: complicado.
 - SIG Ráster: Operación celda a celda. (Sencilla).



Ej: Overlay (Ráster).



2.3 Operaciones de vecindad

- Evalúa las características de un área alrededor de un lugar específico.
 - Ejemplo: Funciones de interpolación.
 - Cálculo de valores no conocidos en lugares no muestreados utilizando valores conocidos de las observaciones existentes.
 - Cálculo de Pendientes, orientaciones, valores medios...

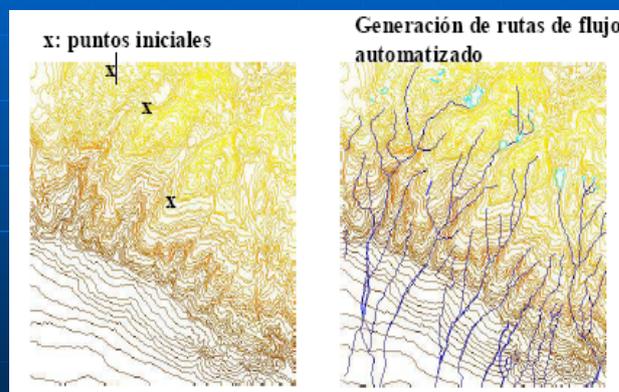
4 Conectividad

- Para caracterizar unidades espaciales que están interconectadas
 - Contigüidad
 - Proximidad
 - Zonas "buffer"
 - polígonos Thiessen
 - Identificación del objeto mas cercano
 - Funciones para analizar, modelar Dispersión (propagación)
 - Funciones de Búsqueda. (Ubicación de infraestructuras...)
 - Funciones para analizar Redes (Camino mínimo, problema del viajante)

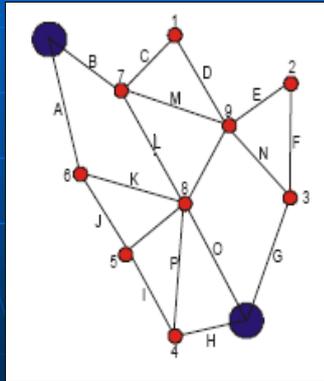
Proximidad (Ej. Buffer)



Busqueda.



Análisis de redes.



- Camino mínimo
- Problema del viajante

3 Algoritmos geométricos



Algoritmo: procedimiento abstracto ideado para realizar una determinada funcionalidad

Algoritmos básicos

■ Cálculo vectorial



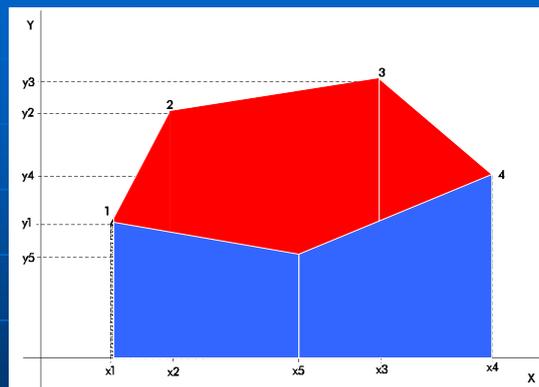
- Distancia entre puntos

$$p_1 = (x_1, y_1) \quad p_2 = (x_2, y_2) \quad d = |p_1 - p_2|$$

- Área de una superficie: p_1, p_2, \dots, p_n

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n (x_{i+1} - x_i)(y_{i+1} + y_i)}{2}$$

FÓRMULA DE SIMPSON

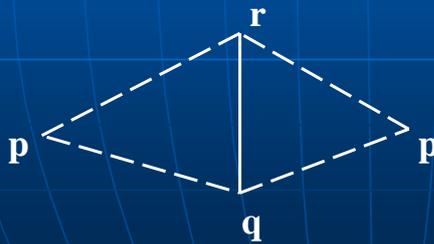


$$S = \frac{\sum_{i=1}^n (x_{i+1} - x_i)(y_{i+1} + y_i)}{2}$$

Algoritmos básicos: lado

- ¿A qué lado está p de un segmento qr ?

$$\text{Área}(p,r,q) \begin{cases} >0 & p \text{ a la izquierda de } qr \\ =0 & p \text{ sobre } qr \\ <0 & p \text{ a la derecha de } qr \end{cases}$$



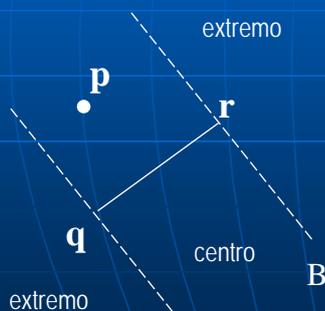
Algoritmos básicos: distancia

- Distancia punto-línea: $p=(X,Y)$ $ax + by + c = 0$

- $d = |aX + bY + c| / \sqrt{a^2 + b^2}$

- Distancia punto p a un segmento qr

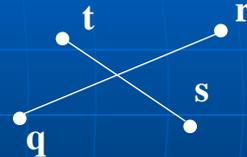
- 1) Centro: Distancia punto-línea
- 2) Extremo: Menor D. punto-punto



A, B líneas \perp qr que pasan por q, r

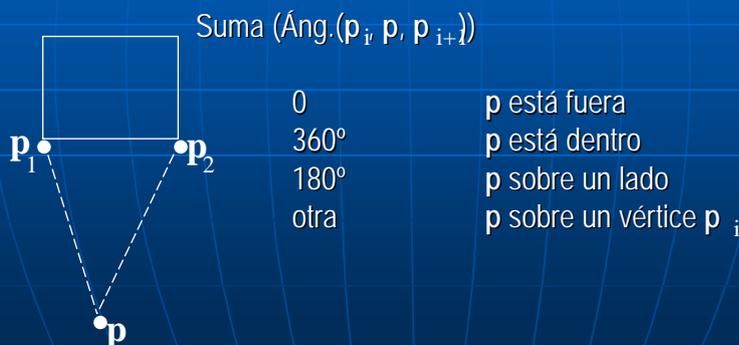
Algoritmos básicos: intersección

- P. alineados $A(p, r, q)=0$ alineados
- Pto. p sobre segmento qr
 - 1) alineados 2) $\min(X) \leq x \leq \max(X)$
- Intersección de segmentos qr ts
- Ecuaciones paramétricas
 - $hq + (1-h)r$ para $0 \leq h < 1$
 - $kt + (1-k)s$ para $0 \leq k < 1$
- Pto. intersección
 - $p = hq + (1-h)r = kt + (1-k)s$
 - $h(q-r) - k(t-s) = s-r$
 - 2 ecuaciones con 2 incógnitas (h,k), basta hallar h
 - $h, k > 1$ ó $h, k < 0$ No hay intersección.



Algoritmos básicos: dentro/fuera

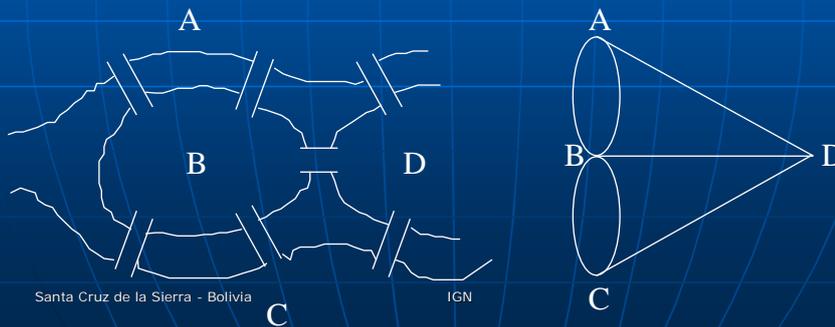
- Pto. p dentro de superficie p_1, p_2, \dots, p_N
- Ángulo
 - $\text{sen}(\angle p_1, p, p_2) = \frac{(p_1 - p) \times (p_2 - p)}{|p_1 - p| |p_2 - p|}$



4 Análisis de Redes

- T^a de Grafos (Euler, 1736)
 - Problema de los 7 puentes de Königsberg:

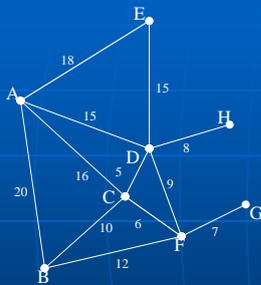
¿es posible pasar por los 7 puentes 1 sola vez?



Problemas en redes

- Camino más corto
 - Camino mínimo entre dos nodos
 - Con impedancias
 - Con condiciones
- Entidad más cercana (Ej. Hospital más cercano)
 - Entidad más cercana a un nodo dado
- Problema del viajante
 - Camino mínimo que pasa por n nodos

Grafo



- Grafo (red): conjunto de n nodos (nudos, vértices) conectados por t tramos (cadenas, arcos, aristas, enlaces)
- n = grado del grafo
- Peso (impedancia, coste)
- Camino (Secuencia de vértices).
- Ciclo

•Grafos:

- Dirigidos
- No dirigidos

- Planares
- No planares

- Conexos
- No conexos

Representación. Matriz de Adyacencia

Matriz de Adyacencia

	A	B	C	D	E	F	G	H
A	0	1	1	1	1	0	0	0
B	1	0	1	0	0	1	0	0
C	1	1	0	1	0	1	0	0
D	1	0	1	0	1	1	0	1
E	1	0	0	1	0	0	0	0
F	0	1	1	1	0	0	1	0
G	0	0	0	0	0	1	0	0
H	0	0	0	1	0	0	0	0

Matriz de Costes

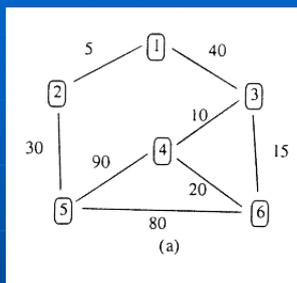
	A	B	C	D	E	F	G	H
A	∞	20	16	15	18	∞	∞	∞
B	20	∞	10	∞	∞	12	∞	∞
C	16	10	∞	5	∞	6	∞	∞
D	15	∞	5	∞	15	9	∞	8
E	18	∞	∞	15	∞	∞	∞	∞
F	∞	12	6	9	∞	∞	7	∞
G	∞	∞	∞	∞	∞	7	∞	∞
H	∞	∞	∞	8	∞	∞	∞	∞

Representación. Lista de adyacencia

- Consiste en una estructura de lista, donde cada vértice va a tener asociado todos los que son adyacentes a él.



Árbol expandido de coste mínimo

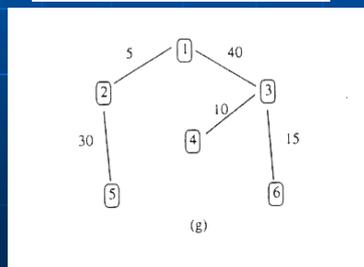


Árbol expandido de un grafo conexo, es cualquier grafo que incluya todos sus vértices.

El árbol expandido de coste mínimo, es aquel que la suma de los pesos de todos sus arcos es mínima.

Para hallarlo tenemos dos algoritmos:

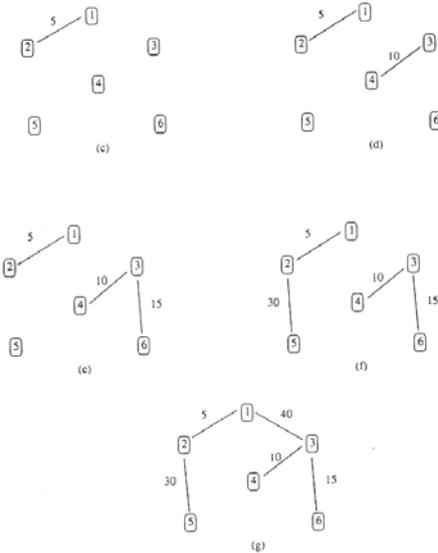
Algoritmo de Kruskal
Algoritmo de Prim



Algoritmo de Kruskal

* Un grafo conexo de n nodos debe tener como mínimo $n-1$ arcos.

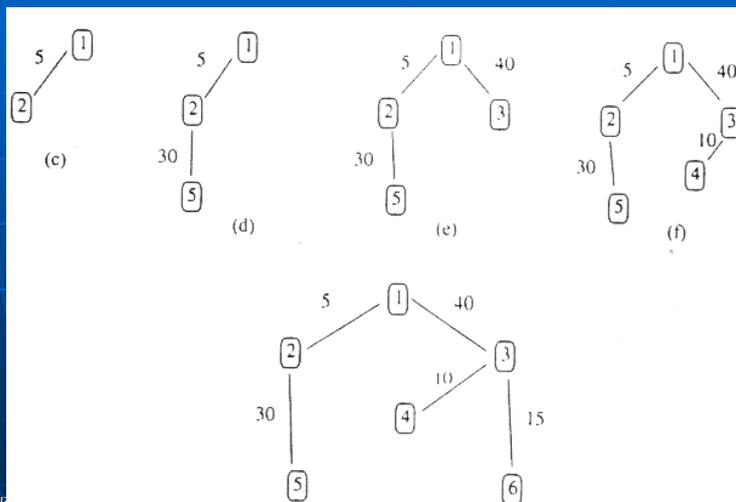
- 1) Se ordenan los arcos del grafo por menor coste.
- 2) Se van incluyendo en nuestro árbol en orden de menor coste, siempre que no forme bucle.
- 3) Cuando tengamos $n-1$ arcos habremos conseguido nuestro objetivo.



Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

Algoritmo de Prim

- 1) Se crea un árbol T con un Nodo (1).
- 2) Se incluye el arco de menor coste a T hasta que tengamos $n-1$ arcos.



Santa Cruz

31

Algoritmo de Dijkstra

• Halla el camino mínimo de A al nodo N, para eso hay que hallar los caminos mínimos a todos los nodos.

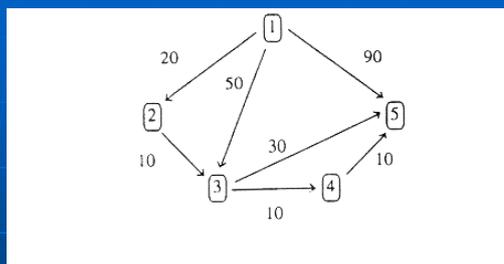
- 1.- Partimos del nodo origen y actualizamos el vector $D[x]$ con los valores para $S=\{1\}$.
- 2.- Cogemos el de coste menor, integrando i en S , actualizando P .
- 3.- $D[x]=\min(d(1,x),d(i,x))$ y cogemos el vértice que tenga menor $D[x]$ en ese momento, integrándolo en S y actualizando P . Esto se hace hasta que tengamos integrados en S todos los vértices.

$D[x]$ que nos da en cada momento el coste del vértice origen al Vértice x .

S es el conjunto de vértices de distancia al origen conocida.

$P[x]$ que indica el vértice anterior a X .

Ej: Algoritmo de Dijkstra



Iteración	S	w	D[2]	P[2]	D[3]	P[3]	D[4]	P[4]	D[5]	P[5]
inicial	{1}	-	20	1	50	1	∞	1	90	1
1	{1,2}	2	20	1	30	2	∞	1	90	1
2	{1,2,3}	3	20	1	30	2	40	3	60	3
3	{1,2,3,4}	4	20	1	30	2	40	3	50	4
4	{1,2,3,4,5}	5	20	1	30	2	40	3	50	4

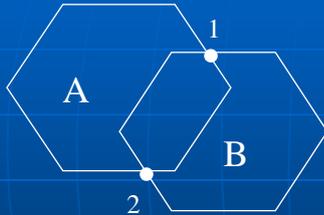
Algoritmo de Floyd

- Es un algoritmo que partiendo de un grafo dirigido y etiquetado consigue encontrar el camino de longitud más corta entre dos vértices cualesquiera del grafo.

5 Análisis Superficial

- Superposición
 - Operaciones entre superficies
 - Álgebra de Boole : $A \cup B$, $A \cap B$, $A _$
 - P. conmutativa, asociativa, distributiva
 - Leyes de Morgan : $(A \cup B) _ = A \cap B _$
 $(A \cap B) _ = A \cup B _$

Intersección de Superficies



- Intersección de segmentos
- Inclusión de 1 y 2 en A y B
- Formación Sup. de intersección
- Puntos(B) dentro de A
- Punto 1 de intersección (A y B)
- Puntos (A) dentro de B
- Punto 2 de intersección (A y B)

6 Simulación

- Modelo matemático de comportamiento de la realidad ante una situación hipotética
- Catástrofes naturales (riadas, difusión de contaminantes, etcétera)
- Simuladores de vuelo
- Soluciones *software* muy específicas

7 La interfaz de usuario

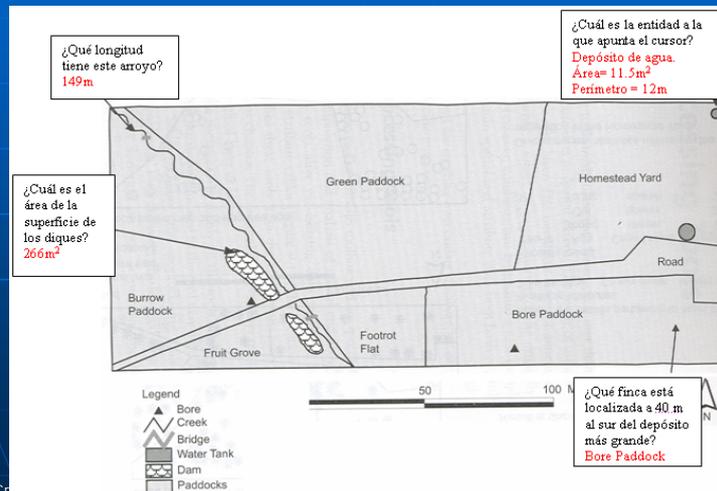
- Es la imagen del Sistema
- No es frívolo diseñar una buena interfaz
- Clara, eficaz, cómoda, atractiva, expresiva
- Cerebro procesa mucho mejor
 - Imágenes/texto
- WIMP (Window, Icone, Mouse, Printer)
- Retorno del Pº de legibilidad

8 Conclusiones

- Objetivo principal de un SIG: Explotación y Análisis
- Tipos de operadores de análisis. (Aronoff)
 - **Operaciones elementales.**
 - Selección, acceso, informes y consulta de datos.
 - Clasificación (Reclasificación).
 - Mediciones.
 - **Operaciones de sobreposición**
 - **Operaciones de vecindad**
 - **Operaciones de conectividad**
- Personalización: Desarrollo de aplicaciones a medida (Algoritmos geométricos).

Ejercicio. Herramientas de análisis en Jarrahea

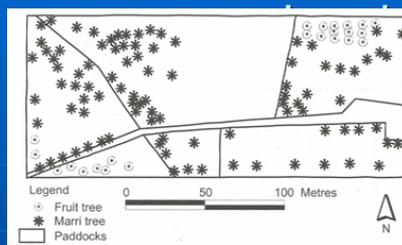
- Cuales de las herramientas elementales de un SIG se utilizan en la finca Jarrahea.



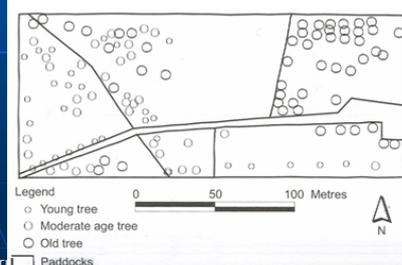
Santa Cr

40

Ejercicio. Herramientas de análisis en



Resultado b:



Santa Cr

A. ¿Puedo alterar los árboles frutales y los ornamentales para visualizar la distribución de éstos según su edad? **Mapa b**

E. Proporcionar la información concerniente a los árboles ornamentales para los siguientes atributos:

Id_árbol edad %cobertura altura

Id_árbol	edad	% Cob.	Altura
1	Joven	Denso	6
2	Viejo	Disperso	32
3	Joven	Disperso	2

C. Dar estadísticas de la vegetación de **Homestead Yard**.

33 de 33 (100%) Árboles son viejos.
 14 de 33 (42%) Son árboles frutales.
 19 de 33 (58%) Son árboles ornamentales.
 14 de 14 (100%) Son frutales viejos.
 19 de 19 (100%) Son ornamentales viejos.

41

Ejercicio. Soluciones (I).

Solución 1:

- *¿Qué longitud tiene el arroyo?*
Es un ejemplo del uso de una herramienta de medida. Está usada para medir la longitud de un elemento lineal.
- *¿Qué superficie tienen los dos diques?*
Es otro ejemplo de medida. En este caso la medición se realiza sobre el área de dos entidades separadas espacialmente.
- *¿Qué fincas esta localizada a 40 metros al sur del mayor depósito de agua?*
Esta consulta se realiza usando datos espaciales y atributos. La consulta identifica una entidad superficial en base a un atributo.
- *¿Cuál es el fenómeno que indica el puntero?*
Es una consulta, están solamente basados en su localización espacial. La respuesta es una lista de atributos relativos a dicha entidad.
- El mapa es una herramienta de visualización de las fincas, sus nombres, la localización de los diques, arroyos, puentes, depósitos y pozos.

Ejercicio. Soluciones (II)

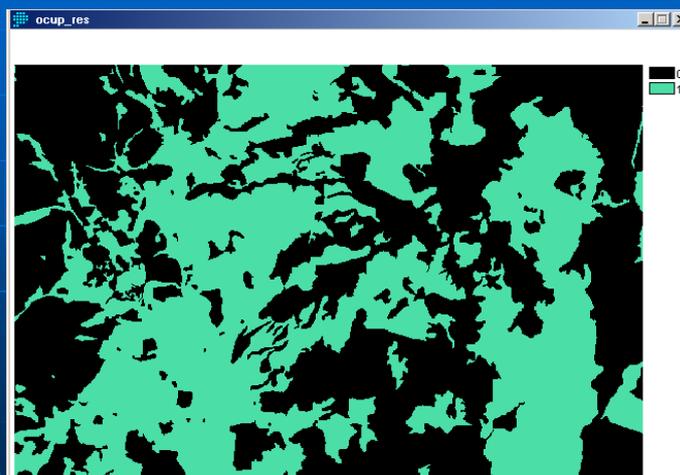
Solución 2:

- *¿Puedo alterar los árboles frutales y los ornamentales para visualizar la distribución de éstos según su edad?*
Es un ejemplo de reclasificación. Dos capas con atributos similares se visualizan utilizando el mismo esquema, en este caso con círculos de diferente tamaño.
- *Proporcionar la información concerniente a los árboles*
Es un ejemplo de herramienta de listado de atributos. Son atributos asociados con la entidad relacionada. De esta manera se conocen los valores de los atributos correspondientes a una instancia determinada.
- *Dar estadísticas de la vegetación de Hormestead Yard*
Es un ejemplo de la herramienta de informe. En este caso el resultado es dado como un listado de número de árboles, porcentajes sobre el total de árboles y de cada uno de las clases de entidad.

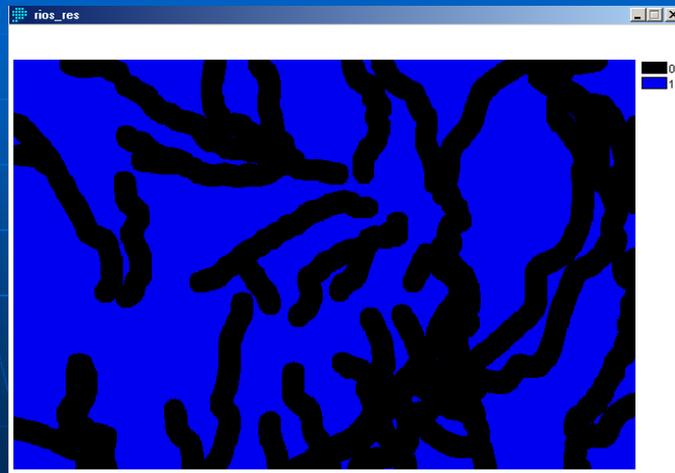
9 Ej. Localización de instalaciones no deseables. Zona Torrelaguna (Comunidad de Madrid).

1. Restricciones absolutas:
 - a. No localizarse en zonas de gran importancia económica o medio ambiental.
 - b. Restricción por proximidad de 500 m a los ríos .
 - c. Mapa de restricciones por proximidad de 500 m a vías de comunicación.
2. Factores de adecuación:
 - a. Protección de mantos acuíferos (litología)
 - b. Mayor adecuación cuanto más lejos esté de la población.
 - c. Mayor adecuación cuanto más lejos esté de instalaciones no deseables (equidad espacial)
 - d. Minimizar el costo de transporte.

Restricción 1.a. Reclasificación de usos del suelo.



Restricción 1.b. Distancia a los ríos.



Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

IGN

46

Restricción 1.c. Distancia a las vías de comunicación



Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

IGN

47

2.a Por vulnerabilidad de mantos acuíferos.

Imagen normalizada

■ Peso

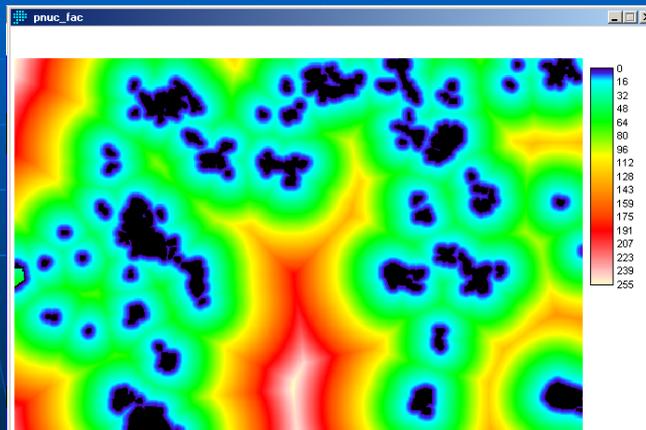
- Formaciones aluviales 1
- Calizas 2
- Acuíferos en arenas 4
- Formaciones de permeabilidad variable 6
- Terrenos antiguos, plegados y metamorizados 9
- Terrenos graníticos 8
- Embalses 1



2.b Factor de adecuación por proximidad a la población

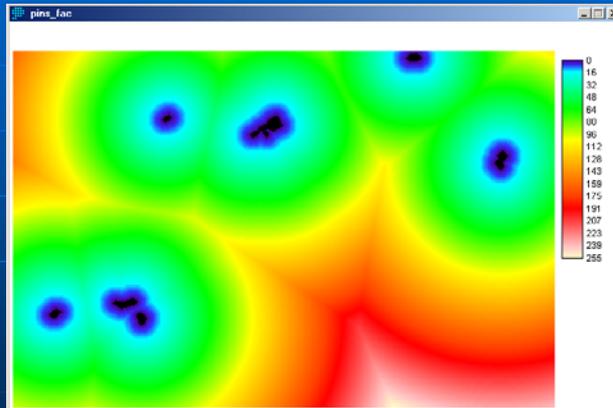
Imagen normalizada

- Mapa de núcleos.
- Distancia
- Normalización.



2.c Factor de adecuación por proximidad a instalaciones no deseables.

- Mapa de instalaciones no deseables.
- Distancia
- Normalización.



Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

IGN

50

2.d Factores de adecuación por costo de transporte.

1	Nacional de doble carril	1
2	Nacional de único carril	3
3	Carretera principal (doble carril)	2
4	Carretera principal (único carril)	3
6	Carretera secundaria (único carril)	5
7	Red local	7
8	Caminos	100
9	Travesías urbanas	100
10	Calles, urbanizaciones, etc.	100

Coste por transporte por carretera

Coste por transporte por carretera.

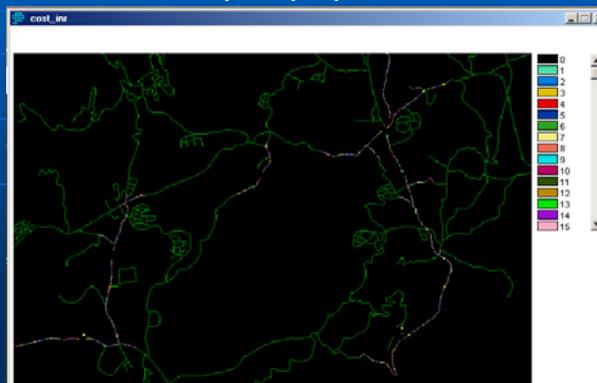
+

Coste para acceder a la carreteras.

Coste por transporte por carretera=

Coste por tipo de vía

+ Coste acumulado desde polígonos industriales (productores de residuos).



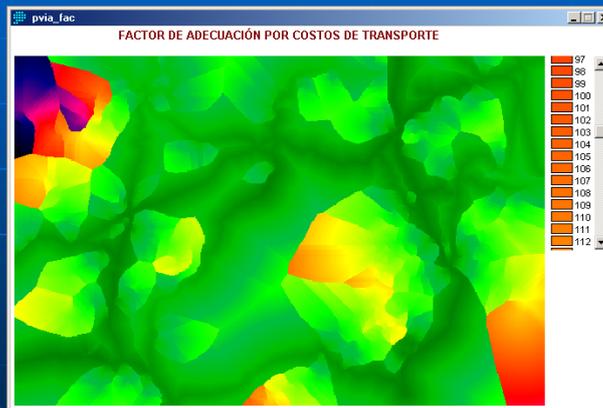
Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

IGN

51

2.d Factores de adecuación por costo de transporte.

Coste por transporte por carretera. + Coste para acceder a la carreteras.(Normalizada)



Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

IGN

52

3. Obtención del nivel de adecuación por píxel

Suma ponderada de los factores:

1.a.- 2/9

1.b.- 1/3

1.c.- 1/9

1.d.- 1/3

Aplicación de restricciones:

2.a.

2.b.

2.c.



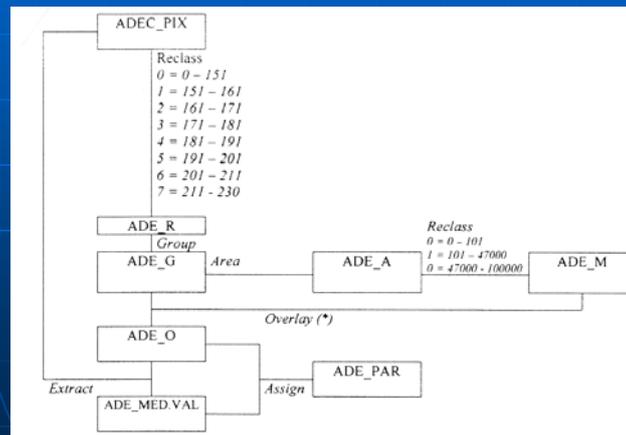
Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

IGN

53

4. Obtención de parcelas con nivel medio de adecuación

1. Reclassificar el mapa de adecuación (7 tramos)
2. Agrupar los valores reclasificado.
3. Hallar áreas y eliminar las más pequeñas.
4. Hallar valor medio de adecuación.



4. Obtención de parcelas con nivel medio de adecuación (cont.)

Áreas
seleccionadas
(tamaño mínimo)



4. Obtención de parcelas con nivel medio de adecuación (cont.)

Resultado final



Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

IGN

56

TEMA 6 EXPLOTACIÓN

Bibliografía

- “Modern Structured Analysis” Edward Jourdon, 672 pág. YOURDON PRESS, 1989.
El libro clásico sobre Análisis Funcional.
- “Programación en lenguajes estructurados” Miguel A.Sutil y Antonio Garrido.
Editorial SÍNTESIS.
- “Fundamentals of Spatial Information System” R.LAURINI and D.THOMPSON,
1992, 680 pág. Academic Press.
- “GIS. A Computing Perspective” M.F. Worboys, 376 pág., TAYLOR & FRANCIS,
1995.
- “Estructuras de Datos” Malpica Velasco J.A. , UAH, 1997.
- “Sistemas de Información Geográfica” Joaquín Bosque Sendra, 1992, 451 pág.
RIALP.
- "Modelos de Localización-Asignación y Evaluación Multicriterio para la localización
de instalaciones no deseables". Bosque, S. J.y Franco, M. S. (1995), *Serie Geográfica*,
No. 5. Departamento de Geografía, Univ. de Alcalá, Alcalá de Henares, pp. 97-112.

TEMA 7.

Sistemas de información geográfica ráster

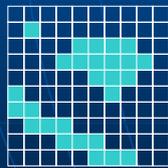
*XI CURSO DE CARTOGRAFÍA
DIGITAL Y SIG*

T7 SIG ráster

1. El modelo físico ráster
2. Modelos ráster
3. Métodos de compresión
4. Operaciones ráster
5. Ráster versus vector
6. Ej. Captura de datos mediante técnicas de teledetección para un SIG ráster.

1 Modelo físico ráster

- Se almacenan datos asociados a píxeles unitarios que recubren todo el plano
- Modelo esencialmente 2D
- Cercano a imágenes de registro
- Nivel de abstracción bajo, riqueza de datos
 - Píxel (picture element)



Todo se representa como una región

Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

IGN

4

Ejemplo de datos ráster



Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

IGN

5

2 Modelos ráster

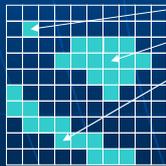
- 1) SIG compuesto de capas, en cada una hay un valor asociado a cada píxel. Capa en forma de matriz de atributos
- 2) Hay una sola capa; a cada píxel se le asocia un vector de atributos (GRID, LUNR, MAGI, 70s)



(atributo 1, atributo 2, ..., atributo n)

capa de identificadores de píxel

- 3) SIG compuesto de objetos (puntuales, lineales y superficiales); a cada uno se le asocia un conjunto de píxeles (Map Analysis Package, 80s)



ENTIDAD	10 001	P	NOMBRE	TIPO	...
ENTIDAD	10 002	S	NOMBRE	TIPO	...
ENTIDAD	10 003	L	NOMBRE	TIPO	...

Un problema de volumen

- Matriz bidimensional de atributos (array); cada píxel tiene un valor que corresponde con el atributo que se está reflejando.
- S.Referencia: origen, tamaño del píxel, n de filas y columnas
 - n bits /píxel 2^n valores posibles
 - 8 bits 256 valores distintos
- Aumentar la resolución → volumen se dispara
 - Imagen de 16b, área 100x100 km, escala 1:100 000, píxel 0.1 mm
- Tamaño píxel $\leq 1/2 \cdot$ resolución (Th. del muestreo)

25Gb

3 Métodos de compresión

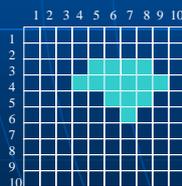
- Se pueden aplicar cuando hay regiones, grupos continuos de píxeles con el mismo valor del atributo
- 1 *Chain codes* Códigos en cadena
- 2 *Run-length codes* Códigos de fila
- 3 *Block codes* Códigos de bloque
- 4 *Quadtree* Árboles cuaternarios
- 5 *Basados en wavelet* MrSID, ECW

Métodos de compresión 1

- **Chain codes.** Una región se describe por su frontera y ésta parte de un píxel origen y emplea vectores unitarios en las direcciones cardinales : E, 0; N, 1; O, 2; S, 3. Se recorre el centro de los píxeles.



- Origen píxel (3,5), región (0³, 3, 0, 2, 3, 2, 3, 1, 2, 1, 2², 0, 1)

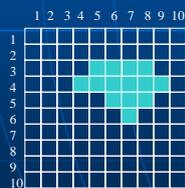


- Permite calcular perímetros y áreas fácilmente
- El *overlay* (superposición) se complica
 - Unión, intersección, negación
- Hay redundancias en regiones vecinas (Coincidencia de fronteras).

Métodos de compresión 2

- **Run-length codes.** Se almacenan por filas, el píxel inicial y el final.

- Fila 3 (5,8)
- Fila 4 (4,9)
- Fila 5 (6,8)
- Fila 6 (7,7)

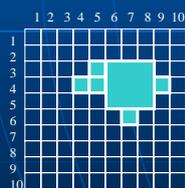


- Reduce mucho el volumen
- Mayor compresión implica mayor tiempo de proceso para ciertas operaciones

Métodos de compresión 3

- **Block codes.** La región se descompone en bloques cuadrados tan grandes como sea posible y de cada bloque se almacenan el origen y el tamaño.

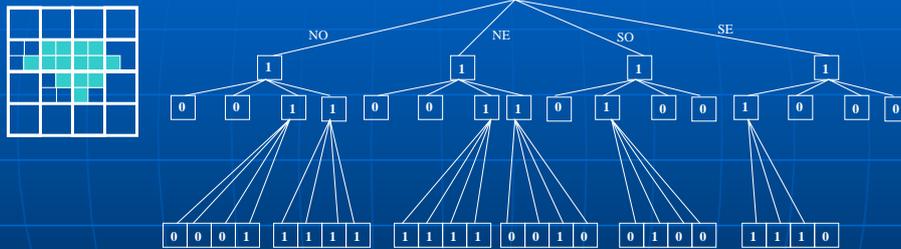
- (fila origen, columna origen, tamaño)
- Región: (5,6,3), (6,7,1), (4,9,1), (4,4,1), (4,5,1), (3,5,1)



- Las operaciones de *overlay* (superposición) se hacen mejor
- En run-length y block codes es necesario a veces volver a ráster descomprimido

Métodos de compresión 4

- **Quadrees.** Árboles cuaternarios (Klinger y Dyer, 1976). Se divide el plano en cuadrantes, de modo recursivo, hasta llegar al píxel. En cada nivel se almacena si cada cuadrante contiene algo (1) o no (0).



- Son como matrices de resolución variable, adaptan el espacio de almacenamiento a los datos
- Es ineficaz para imágenes dinámicas. (Rotación supone un remuestreo).

Métodos de compresión basados en Wavelet

- Transf. Wavelet: Formas de representación en tiempo-frecuencia.
- ECW (Enhanced Compressed Wavelet):
 - Ratio aprox 10/1
 - Transformada Discreta de Wavelet. + cuantización.

Métodos de compresión basados en Wavelet (II)

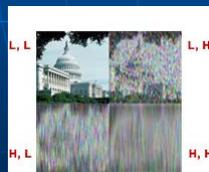
- **MrSid** (Multi-resolution Seamless Image Database)

- Ratio aprox 22/1
- Se divide la imagen en;

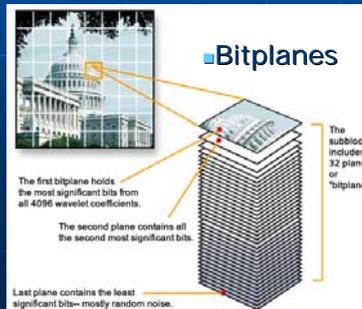


Niveles de zoom

Subbandas



■ Subbloques



Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

IGN

4 Operaciones ráster: Reclasificación

- Agregación



- Discretización

- Definición de intervalos en una variable continua. Paso de una v. continua a discreta

1	1	7	8
2	3	5	2
5	1	2	6
9	1	9	8

1 - 5
6 - 9



Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

IGN

15

Operaciones ráster: pto. a pto.

- Aplicación de una función matemática al valor de cada píxel

- Umbral $f = 1$ si $f_{n,m} > t$
 0 si no



- Suelo $f = c$ si $f_{n,m} < t$



- Techo $f = c$ si $f_{n,m} > t$



- Intervalo: suelo y techo



- Aumento del brillo $f = f + A$



- Aumento del contraste $f = f \times A$



Operaciones ráster: superposición

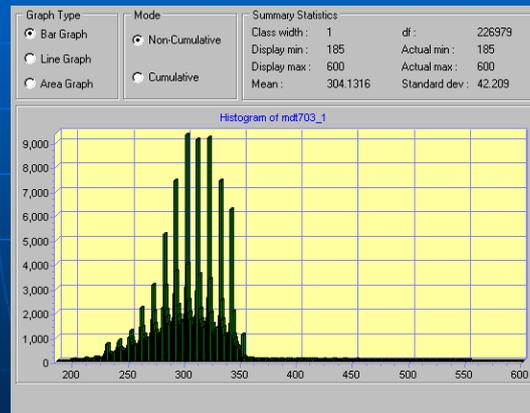
- Overlay o superposición
- Con dos capas binarias : Álgebra de Boole
- Operadores

AND	intersección
OR	unión
NOR	unión exclusiva
NO	complementario
- También permite con capas con atributos numéricos, realizar operaciones aritméticas (+, -, * y /) .

Histograma

- Distribución de valores de un atributo (continuo)

Nº pixels



Valor del atributo

Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

IGN

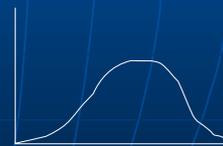
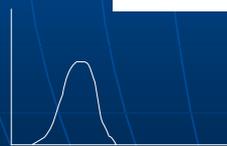
18

Modificación del Histograma

- Si tenemos:
 - Rango de grises en los datos menor que el virtualmente posible (ej. 255)

$$(NDM - NDm) < 255$$
 - Para aumentar el contraste:
 - Estiramiento lineal

$$NDn = 255 \frac{(ND - NDm)}{(NDM - NDm)}$$



Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

IGN

19

Clasificación supervisada

Método más empleado para análisis cualitativo de imágenes

■ Pasos:

- Definir las clases (agua, zonas urbanas, zonas de cultivo,...)
- Elegir píxeles representativos de cada clase como ejemplo (datos de entrenamiento)
- Usar los datos de entrenamiento para estimar las firmas espectrales de cada clase .
- Aplicar el algoritmo elegido

Modelos de clasificación

■ Clasificación de Máxima Verosimilitud.

- Teoría Bayesiana. Lento pero más riguroso
- Se asigna a una clase A si: $P(w_i \setminus A) > P(w_i \setminus B)...$

■ Clasificación de mínima distancia.

- Distancia al centroide de la clase.
- Asigna todo píxel a una clase aunque esté a gran distancia espectral.

■ Clasificación del paralelepípedo.

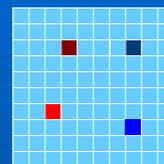
- Rápido.
- No es exhaustivo.

Filtrado espacial

- Operación matemática aplicada a capas ráster para mejorar, atenuar, resaltar detalles para mejorar la interpretación de los datos.
- Se varía el valor de un píxel teniendo en cuenta el de los vecinos con ciertos pesos
- Pasear una ventana de 3 X 3 normalmente.
- Frecuencia espacial: frecuencia de cambio del atributo de la capa ráster
 - Zona grande de valor uniforme (embalse) frec. baja
 - Zona pequeña con grandes variaciones (casco urbano) frec. alta

Filtros de eliminación de ruido

- Para evitar la existencia de píxeles sueltos
- Efecto "sal y pimienta"



Filtro modal

El valor de un píxel se cambia por el más frecuente (moda) de los 8 vecinos
Se suavizan los bordes

Filtro de mayoría

El valor de un píxel se cambia por el valor (sólo si lo hay) de la mitad + 1 de los 8 vecinos



Filtros de paso bajo

1/9	1/9	1/9
1/9	1/9	1/9
1/9	1/9	1/9

- Refuerzan las bajas frecuencias espaciales (uniformidad)
- Suavizan la imagen, suprimen ruidos y producen bordes borrosos

Filtros de paso alto

Refuerzan las altas frecuencias espaciales (contraste)
Afilan bordes y líneas: carreteras, ríos,...

0	-1	0
-1	5	-1
0	-1	0

-1	-1	-1
-1	9	-1
-1	-1	-1

Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

IGN

24

Filtros detectores de bordes

- Realzan los bordes de los objetos (regiones con el mismo valor)
- Filtro Roberts
 - $g(x,y) = |f(x,y) - f(x+1,y+1)| + |f(x,y+1) - f(x+1,y)|$
- Filtro Sobel

$$g(x,y) = \sqrt{\alpha^2 + \beta^2}$$

$$\alpha = (A_2 + 2A_3 + A_4) - (A_0 + 2A_7 + A_6)$$

$$\beta = (A_0 + 2A_1 + A_2) - (A_6 + 2A_5 + A_4)$$

A_0	A_1	A_2
A_7	$g(x,y)$	A_3
A_6	A_5	A_4

- Filtro Laplaciano

0	1	0
1	-4	1
0	1	0

Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

IGN

25

6 SIG ráster versus vector

■ VENTAJAS

- Estructura de datos simple
- *Overlay* más sencillo
- Análisis de superficies más eficaz

■ INCONVENIENTES

- Volumen de datos enorme
- Gestión de redes complicada
- Cambios de proyección y S. de Ref. pesados

Ráster versus vector (cont)

■ SIG ráster se han desarrollado menos (menos I + D)

- Proximidad CAD SIG vectoriales
- Limitaciones de *hardware* SIG vectoriales

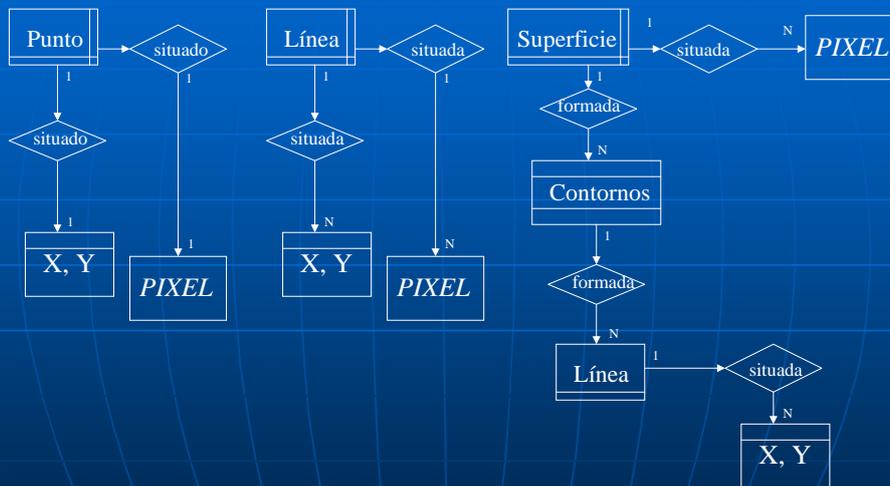
■ Volumen de datos

- Ráster: Capa 16b, 100x100 km, 1:100 000, pixel 0.1 mm, 50% compresión **26 Gb**
- Vector: Capa 100x100 km, 400 000 puntos, 25b/pto. **9 Mb**

■ Sistemas híbridos

- Ráster + vector

Ráster + vector



Elección ráster/vector

Fuente de datos

TELEDETECCIÓN
ESCÁNER
ORTOFOTOS
FICHEROS RÁSTER

DIGITALIZACIÓN
GPS
LEVANTAMIENTOS
FOTOGRAMETRÍA
FICHEROS VECTOR

RÁSTER
VECTOR

Aplicación

Análisis de superficies

Análisis de redes

Ej: Captura de datos mediante técnicas de teledetección para un SIG ráster.

Queremos hacer un análisis multitemporal con un SIG Ráster (Idrissi).

Para ello contamos con una cobertura de usos del suelo en 1996 y una imagen TM de la misma zona en 1984.

Fases de la captura

- I. Corrección Geométrica.
- II. Corrección topográfica.
- III. Clasificación.
- IV. Filtrado.
- V. Conversión de Formato.
- VI. Explotación.

Imagen Original

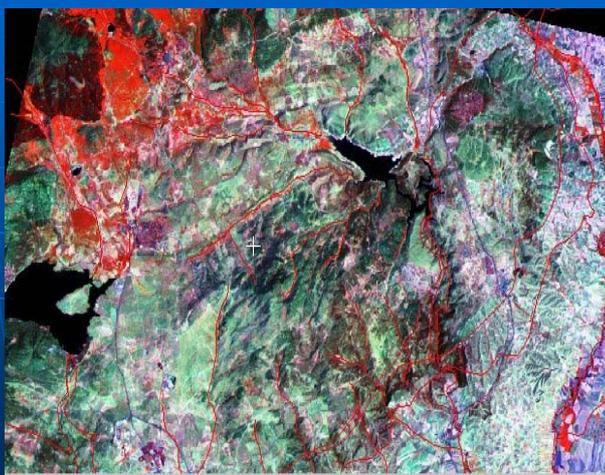


Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

IGN

32

Imagen Corregida Geométricamente



Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

IGN

33

Corrección Topográfica



Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

IGN

34

Clasificación Supervisada (Áreas de entrenamiento).

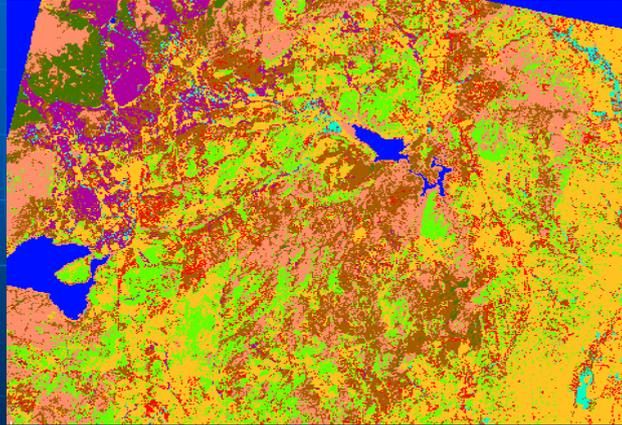


Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

IGN

35

Clasificación Supervisada



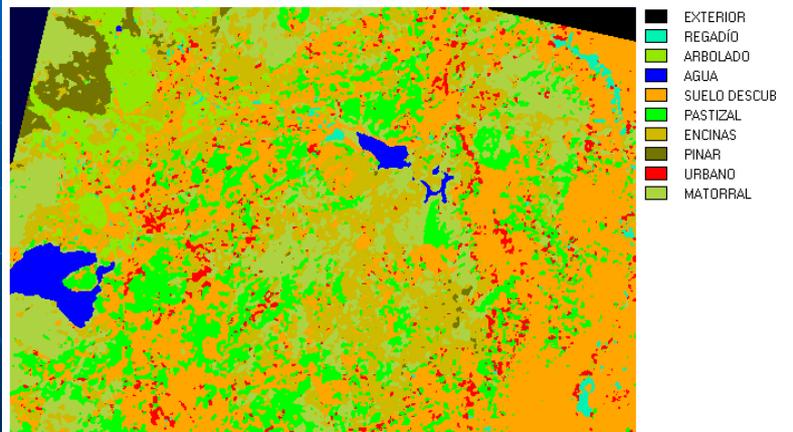
Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

IGN

36

Paso de filtro de moda

CLASIFICACIÓN (FILTRO DE MODA).

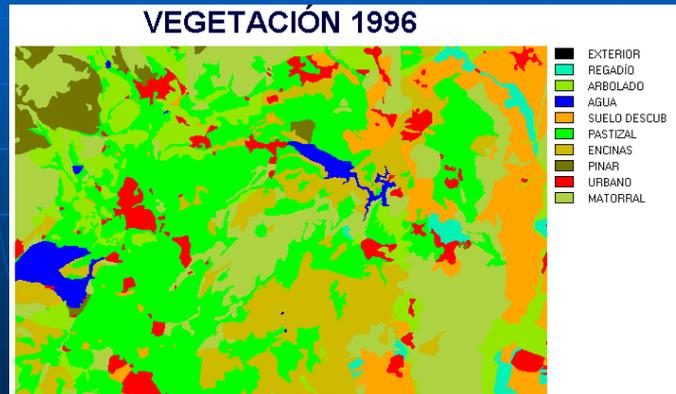


Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

IGN

37

Cobertura original en Idrissi

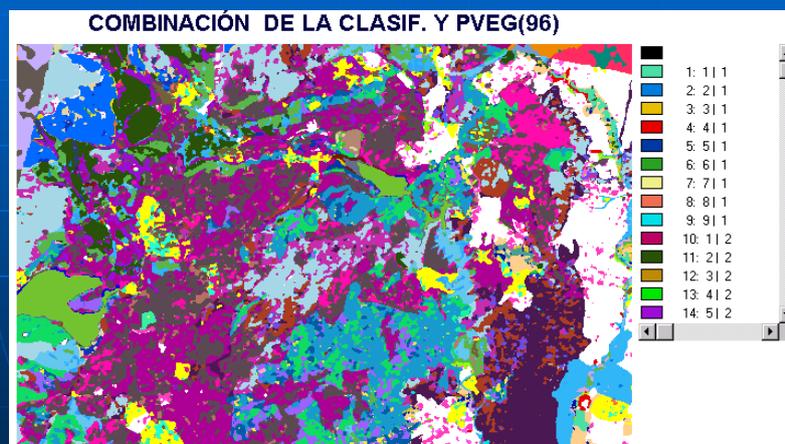


Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

IGN

38

Tabla de Cruces



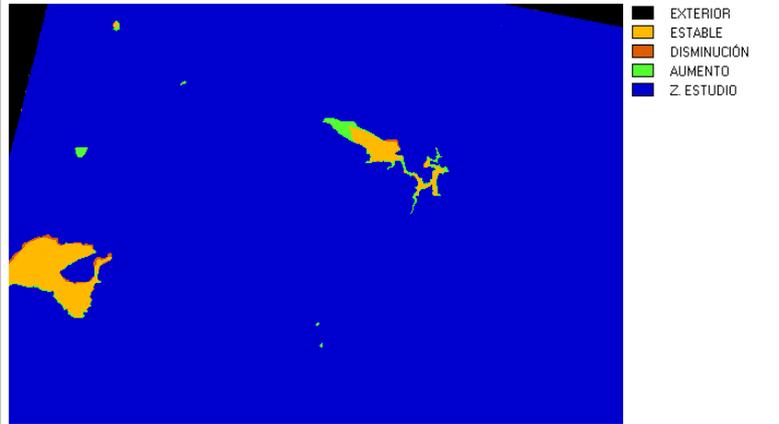
Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

IGN

39

Comparación Multitemporal(1)

LÁMINAS DE AGUA



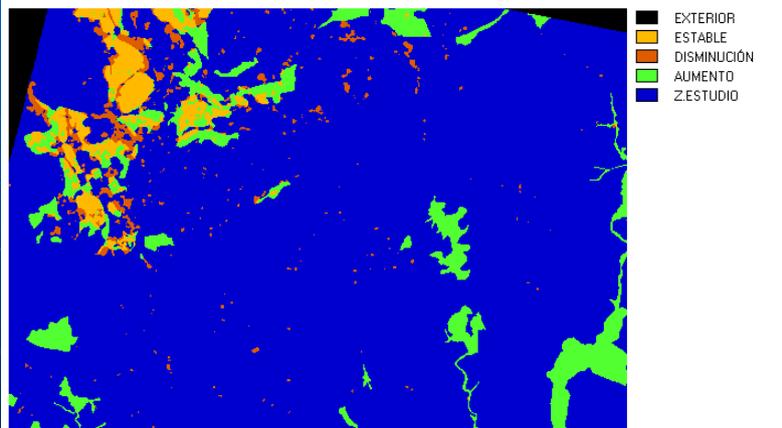
Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

IGN

40

Comparación Multitemporal(2)

ARBOLADO



Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

IGN

41

TEMA 7 SIG RÁSTER

Bibliografía

- “Principles of Geographical Information System for Land Resources Assesment” P.A. BURROUGH 1986, 194 pág. OXFORD SCIENCE PUBLICATIONS (UK) 1ª edición.
- “Geographic Information Systems” J. STAR y J. ESTES, 1990, PRENTICE HALL, 301 pág.
- “Sistemas de Información Geográfica” Joaquín Bosque Sendra, 1992, 451 pág. RIALP.
- “Geographical Information Systems an Introduction” Delaney J., 1999, 199 pág. OXFORD UNIVERSITY PRESS.

TEMA 8

Modelos digitales del terreno (MDT)

*XI CURSO DE CARTOGRAFÍA
DIGITAL Y SIG*

T8 MDT

- Introducción
- Aplicaciones
- Modelos de representación
 - Líneas
 - Malla regular
 - Malla irregular
 - TIN
- Captura
- Muestreo
- Interpolación
 - Kriging
 - Máxima pendiente
- Paso de malla
- Algoritmos
 - Pendiente
 - Aspecto
- Miscelánea
- Conclusiones

Introducción

- Mapa documento 2d: problema de z
- Representaciones analógicas del relieve
 - Perfiles abatidos, Normales, Sombreado, Curvas de nivel
- SIG: problema diferente
 - Encontrar el modelo y la estructura de datos óptimos
 - Almacenamiento, gestión y análisis

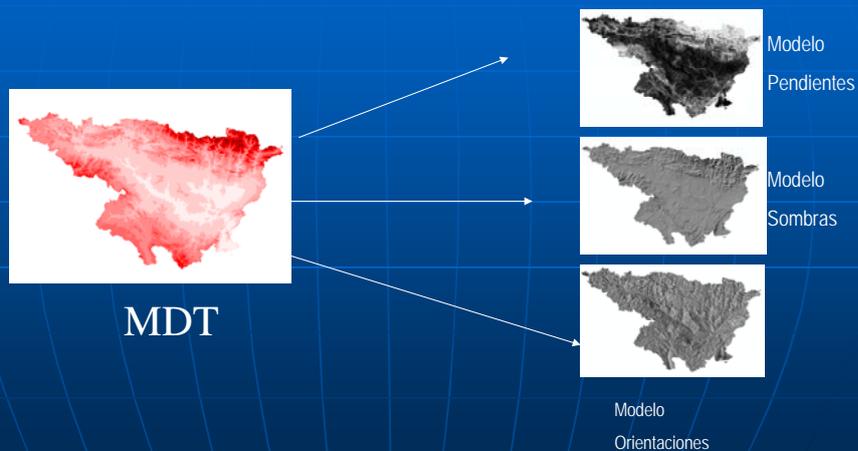
MDT. Definición

- MDT (Miller y Laflamme. 1958) "Una representación estadística de la superficie continua del terreno, mediante un número elevado de puntos selectos con coordenadas (x,y,z) conocidas, en un sistema de coordenadas arbitrario"

Aplicaciones

- MDT: modelo de una variable continua $f(x,y)=z \forall (x,y) \in D$.
 - Mapas: C. de nivel, sombreados
 - Cálculo/mapas de pendientes, aspectos, altitudes medias
 - Cálculo de perfiles
 - Intervisibilidad y cuencas visuales.
 - Simulación
 - Vuelo, inundaciones, erosión,...
 - Diseño de vías de comunicación
 - Cálculo de movimiento de tierras
 - Otras variables: población, riqueza, contaminación, ruido,...

Ej. Productos derivados de un MDT



Modelos de representación

* Función discreta(En la práctica). Generalización → +error.

■ Modelos vectoriales.

1.- **Contornos.** Líneas de altitud constante con n vértices. (n=1, punto de cota). Poco apto para la explotación y análisis.

2.- **TIN.** (Peucker. 1978). Red de triángulos irregulares.

- Cálculo de pendientes y aspectos más eficaz
- Evita la redundancia y es flexible.
- Almacenamiento y otros análisis complicados
- Triangulación de Delauny
- Topología completa 3d triangular sin agujeros

■ Modelos raster.

1.- **Matriz regular**

- Más utilizado, se adapta mejor al ordenador:
 - Fácil almacenamiento, indexación, explotación, análisis.

Inconvenientes:

- Alta redundancia en zonas uniformes (llanas, pendiente=cte.)
- Poca flexibilidad en zonas complejas
- Se pierden:
 - Ptos. singulares (depresiones, pozos, picos, collados)
 - Líneas singulares (vertientes, vaguadas, acantilados, fallas, escalones)
 - Sup. singulares (laderas abancaladas, mesetas)

2.- **Matriz irregular (matrices jerárquicas. Quadtree)**

- Muestreo progresivo adaptado al terreno
- Sigue habiendo redundancia
- Poco utilizado

3.- Otras estructuras.

Perfiles. (Yoeli.1983).

Series de Fourier

Ecuaciones polinómicas(Miller y Laflamme.1958)

Segmentos de Bézier (Walton.1989).

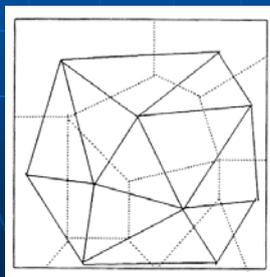
Polígonos irregulares adosados(Moore.1988).

Redes regulares hexagonales (Roessel.1988).

* En la práctica los SIG utilizan casi en su totalidad las matrices regulares y los TIN.

Triangulación de Delaunay

- Se une un conjunto de puntos con triángulos lo más cercanos posible a equiláteros (ángulos cercanos a 60°)
- Formación:
 - 1) Se forman polígonos de Thiessen (Voronoi) alrededor de cada punto
 - Conjunto de puntos más cercanos al punto que a cualquier otro punto
 - 2) Líneas perpendiculares a los lados polígonos de Th.



Propiedades

Triangulación única

Círculo que circunscribe a un triángulo no contiene ningún otro punto.

Métodos de Captura

1.- Métodos directos.

- Altimetros (Radar o Laser)
- Fotogrametría
- Interferometría SAR
 - Precisiones
 - 2.5 m relieve suave
 - 5m relieve abrupto
- LIDAR.
- Levantamientos (Topografía clásica o GPS)

2.- Métodos indirectos.

- Digitalización

Digitalización / Fotogrametría

Exactitud	MDT25 (D)	5 metros	1/2 equidistancia
	MDT25 (F)	3 metros	1/3 equidistancia



Verde Fotogrametría
Rojo Digitalización

Muestreo

- MDT mejor introduciendo ptos. y líneas de ruptura
 - Se demuestra (Doytsher y Shmutter, 1982) mejor que disminuir el paso de malla en un 35%
- Muestreo progresivo (Makarovic, 1973)
 - Paso de malla progresivo: $\text{paso}(n+1) = \text{paso}(n)/2$
 - Comienza con un paso de malla grande
 - Cada 9 ptos. se calculan los Δz (pendiente) e $\Delta^2 z$ (curvatura)
 - Si $\Delta^2 z > \text{tolerancia}$ => se disminuye el paso de malla
- Muestreo compuesto (Makarovic, 1977)
 - Apropiado para terrenos muy abruptos
 - Se seleccionan interactivamente gran cantidad ptos. singulares y líneas de ruptura
 - Muestreo progresivo

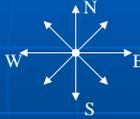
Interpolación

- Graz Terrain Model
- Interpolación lineal
- Máxima pendiente
- Interpolación polinomial
- Kriging

Interpolación 1

■ Graz Terrain Model

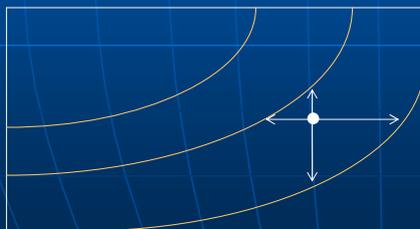
- Parte de curvas de nivel, ptos., y líneas de ruptura.
- Se superpone una malla
 - Al centro de las celdillas que tocan un dato fuente se le da esa cota
 - Al resto -1
- Se interpola en un área de cálculo
- Se busca la máxima pendiente entre las cotas ya asignadas en las direcciones N-S, E-W, NE-SW y NW-SE
- Se ordenan de mayor a menor pendiente
- Se interpola linealmente de mayor a menor pendiente



Interpolación 2

■ Interpolación entre curvas

- Se parte de curvas de nivel
- Interpolación lineal siguiendo líneas preestablecidas (2 N-S, E-W, 4 p; 4 N-S, E-W, NE-SW, NW-SE, 8 p)

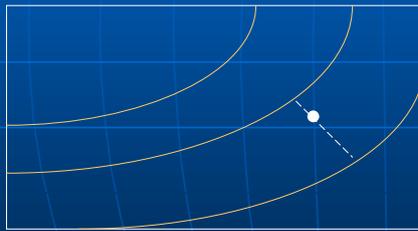


- Se halla el promedio
- A veces se emplean polinomios de 2º ò 3º grado

Interpolación 3

■ Máxima pendiente

- Se parte de curvas de nivel
- Interpolación lineal siguiendo la línea de máxima pendiente que pasa por el punto



- Línea perpendicular
- Distancia más corta a 2 C.de N. más cercanas
- Método mejor resultados

Interpolación 4

■ Kriging

- Krige y Matheron, 1971
- Una $f(x,y)$ no puede ser modelada por una función suave y continua. Hay una componente estructural $m(x)$ y una estocástica al azar $e(x)$.

$$z(x) = m(x) + e(x)$$

Se trata de tener en cuenta e : concepto de autocorrelación espacial.

- Autocorrelación en función de la distancia h se describe con el variograma $\gamma(h)$, función descriptiva de la variabilidad de $z(x)$

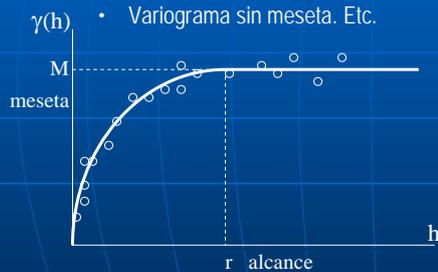
$$\gamma(h) = (1/2n) \sum_{i=1}^n [z(x_i) - z(x_i + h)]^2$$

variograma o semivariograma

- Se construye con una nube de puntos

Variograma. Modelo de Matheron

- Normalmente se ajusta al modelo esférico de Matheron, aunque existen otros modelos de ajuste:
 - Aleatorio $\gamma(h) = C$
 - Exponencia $\gamma(h) = C(1 - e^{-h/r})$
 - Variograma sin meseta. Etc.



Hay influencia mutua, autocorrelación para distancias < alcance. Más lejos, no hay dependencia.

Ej.: Precios pisos en Madrid $r = 2$ km "zona de contagio" de 2 km.

$$\text{Modelo esférico: } \gamma(h) = M \left[\frac{3h}{2r} - \frac{h^3}{2r^3} \right] \text{ si } h < r ; M \text{ si } h > r$$

Volvemos al Kriging

- Con una nube de puntos (C. de N.)
- Se halla el variograma en un área de cálculo y se ajusta el modelo esférico: se hallan M y r
- Para hallar $z(x)$, se ponderan las cotas dentro del área de cálculo con pesos que se obtienen formando una matriz para cada punto x

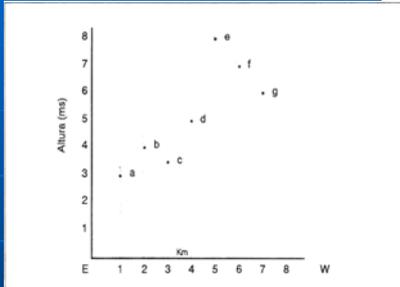
$$z(x) = \sum_{j=1}^n W_{xj} Z_j$$

$$W_{xj} = \frac{\gamma(h_{xi})}{\sum_{i=1}^n \gamma(h_{ij})}$$

- Cálculo muy costoso

Calculamos el variograma con la siguiente expresión

$$\gamma(h) = \frac{\sum_{i,j} (X_i - X_j)^2}{2 * N}$$



• Con los resultados de la tabla C se realiza un ajuste en el modelo elegido. Por ejemplo, M. Esférico.

$$\gamma(h) = M [3h/2r - h^3/2r^3]$$

Tabla X.4
A) VALORES INICIALES

Punto	Altura
a	3
b	4
c	3,5
d	5
e	8
f	7
g	6

B) CÁLCULO DEL VARIOGRAMA

h = 1			h = 2		
X _i	X _j	(X _i - X _j) ²	X _i	X _j	(X _i - X _j) ²
a: 3	b: 4	1	a: 3	c: 3,5	0,25
b: 4	c: 3,5	0,25	b: 4	d: 5	1
c: 3,5	d: 5	2,25	c: 3,5	e: 8	20,25
d: 5	e: 8	9	d: 5	f: 7	4
e: 8	f: 7	1	e: 8	g: 6	4
f: 7	g: 6	1			
		14,5			29,45
h = 3			h = 4		
X _i	X _j	(X _i - X _j) ²	X _i	X _j	(X _i - X _j) ²
a: 3	d: 5	4	a: 3	e: 8	25
b: 4	e: 8	16	b: 4	f: 7	9
c: 3,5	f: 7	12,25	c: 3,5	g: 6	6,25
d: 5	g: 6	1			
		33,2			40,25
h = 5			h = 5		
X _i	X _j	(X _i - X _j) ²	X _i	X _j	(X _i - X _j) ²
a: 3	f: 7	16			
b: 4	g: 6	4			
		20			

C) RESULTADOS

h	γ(h)
1	14,5 / 2*6 = 1,2
2	29,45 / 2*5 = 2,9
3	33,2 / 2*4 = 4,2
4	40,25 / 2*3 = 6,6
5	20 / 2*2 = 5

Paso de malla

- ¿Cómo elegir paso de malla óptimo?
- Depende: escala, fuente de datos, interpolación, terreno,...
- Método empírico
 - Se calculan MDT con pasos de malla decrecientes y se comparan con uno de p << : Exactitud MDT (P) frente MDT (p)
 - Paso = mínimo (paso) que da un resultado estable
- Experiencia: paso = millares de la escala 1 mm
 - 1:25 000 (MDT25), 1:200 000 (MDT200)
 - Permite exactitud (MDT) < 1/3 equidistancia
 - Optimiza t (CPU) frente (resultado)

Pendiente y aspecto

■ Pendiente

- Ángulo α
- Razón o porcentaje:
 - A) Elevación/distancia real recorrida: E/Dg
 - B) Elevación/distancia horizontal recorrida: E/Dr



■ Aspecto, orientación

- Azimut (desde el norte, sentido agujas de reloj) de la dirección de máxima pendiente

Cálculo de pendientes (Malla regular)

■ Algoritmo

- $b = \text{tg}(\text{pend.}X) = (z_3 + 2z_6 + z_9 - z_1 - 2z_4 - z_7)/8D$
- $c = \text{tg}(\text{pend.}Y) = (z_1 + 2z_2 + z_3 - z_7 - 2z_8 - z_9)/8D$
- $\text{tg}(\text{pend.}) = \sqrt{b^2 + c^2}$
- $\text{tg}(\text{aspecto}) = b/c$



■ aspecto = ángulo de orientación desde el N sentido horario

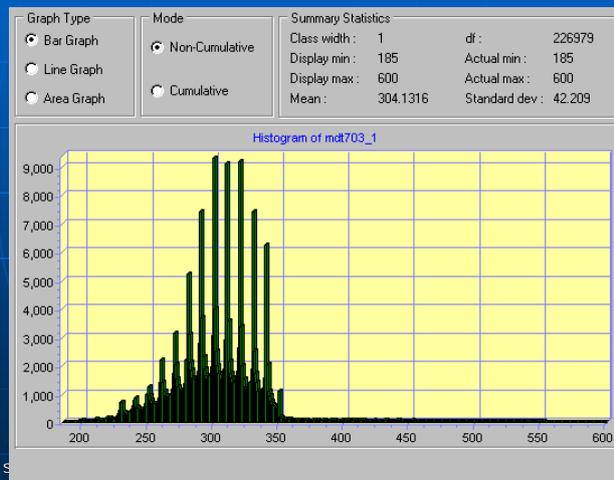
■ $\text{Peso}(1,3,7,9) = 1/2 \text{Peso}(2,4,6,8)$

Cambio de coordenadas

- MDT como matriz regular
- Cambio de S. de Ref. o de proyección:
 - 1) Paso de matriz de cotas a conjunto (x,y,z)
 - 2) Transformación de coordenadas
 - 3) Interpolación nueva: nueva malla regular
- MDT TIN
 - Transformación de coordenadas

Calidad de un MDT

- MDT25 $ECM(z) = 3.01 \text{ m}$ (C. de N. 10 m)
- Histograma valores z frente a frecuencia de aparición



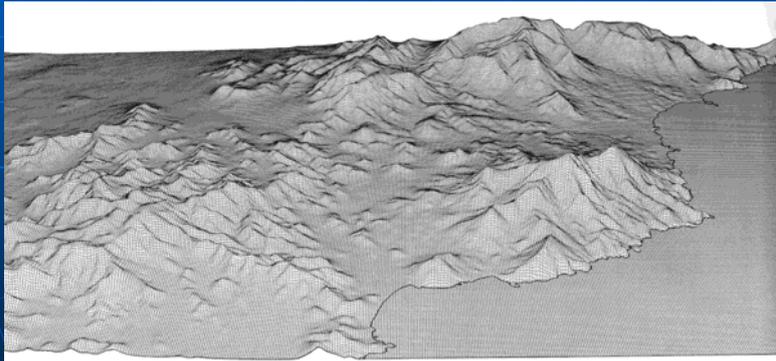
- Se ven favorecidos los valores de cota múltiplo de 10 m

7 000/2 000

- Huella de las curvas de nivel

Calidad de un MDT

- En terrenos de relieve intermedio, laderas poco abruptas, aparecen mesetas o terrazas artificiales, que no permiten calcular ni pendientes ni aspectos ni perfiles correctos. (interpolación lineal).
- En caso de interpolación polinómica, puede haber efectos más peligrosos.
- La Calidad de un MDT debe medirse en z, pendiente, aspecto



Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

IGN

28

Conclusiones

- Problema técnicamente bien resuelto
- Calidad de un MDT
 - Datos de entrada
 - Interpolación
 - Paso de malla
- Introducir ptos. y líneas de ruptura
- Fotogrametría/digitalización
- Métodos primarios/secundarios
- Kriging y Máx. pendiente
- Determinar Calidad (MDT): z, pendiente, aspecto

Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

IGN

29

TEMA 8 MDT

Bibliografía

- “Principles of Geographical Information System for Land Resources Assesment” P.A. BURROUGH 1986, 194 pág. OXFORD SCIENCE PUBLICATIONS (UK) 1ª edición.

- “Curso de doctorado de Modelos Digitales del Terreno”
<http://www.etsimo.uniovi.es/%7Efeli/CursoMDT/CursoMDT.html>.

- “Sistemas de Información Geográfica” Joaquín Bosque Sendra, 1992, 451 pág. RIALP.

- “Principles of Geographic Information Systems” P.A.BURROUGH y R. Mc DONNELL 1998, 333 pag. OXFORD UNIVERSITY PRESS.

.

TEMA 9

Calidad

*XI CURSO DE CARTOGRAFÍA
DIGITAL Y SIG*

T9 Calidad

- 1 ¿Qué es la Calidad?
- 2 Control de calidad de la IG.
- 3 Descriptores de la Calidad
- 4 Las normas ISO9000
- 5 Conclusiones

1 ¿Qué es la Calidad?

- Def: "Totalidad de las características y aspectos de un producto o servicio en los que se basa su aptitud para satisfacer una necesidad dada".
- Es necesaria la información sobre errores para que el usuario final pueda juzgar si los datos son útiles para sus objetivos. (metadatos de calidad)

DATOS + CALIDAD = MEDIDAS

2 Control de calidad de información geográfica

- IS 19113 Principios de Calidad.
- IS 19114 Procedimientos de evaluación de calidad.
- TS 19138 Parámetros de calidad.
- * 19115 Metadatos (item de calidad).

3 Descriptores de la Calidad

- Cuantitativos.
 - Exactitud posicional
 - Exactitud semántica
 - Exactitud temporal
 - Compleción
 - Coherencia
 - Definidos por el usuario
- Cualitativos.
 - Propósito
 - Genealogía
 - Homogeneidad
 - Uso
 - Definidos por el usuario

Descriptores de un subelemento de calidad de datos

- Nivel de medición de la calidad
- Indicador de la calidad
- Método de evaluación de la calidad
- Resultado de evaluación de la calidad
- Tipo de valor de calidad
- Fecha de evaluación de la calidad

Datos indicadores de la calidad

- Conformidad
- Grado de inconsistencia
- Estadísticas de error:
 - Desviación Típica
 - Emc
 - Nivel de confianza
 - Proporción
- Dimensión del error
 - Unidimensional
 - Bidimensional
 - Tridimensional

Exactitud posicional

- Exactitud absoluto o externa
- Exactitud relativa o interna
- Exactitud de posición de datos de celda (Ráster)

Indicador de la calidad. Exactitud posicional

- Conformidad
- Estadística de error
 - Desviación estándar
 - Emc
 - Nivel de confianza
- Dimensión del error

Exactitud semántica

- Exactitud de la clasificación
- Exactitud de un atributo cualitativo
- Exactitud del valor dado a un atributo cuantitativo.
- Definidos por el usuario.

Exactitud temporal (I)

- Exactitud en el tiempo de medición
 - Veracidad de la referencias temporales.
 - Ind: Conformidad, Desv. Tip, Emc, nivel de confianza.
- Consistencia temporal
 - Ej. Entre geometrías y atributos.
 - Ind: Conformidad, Desv. Tip, Emc, nivel de confianza. Grado de inconsistencia.
- Validez temporal de los datos.
 - Ind: Conformidad, Desv. Tip, Emc, nivel de confianza. Grado de inconsistencia.

Exactitud temporal (II)

- Tasa de cambios
 - N° de unidades que cambia por unidad de tiempo.
- Lapso temporal
 - Tiempo medio desde que se produce cambio en el terreno hasta que su representación en el SIG
- Última actualización.

Compleción

- Omisión.
 - Ausencia en un conjunto de datos.
 - Ind: Conformidad (booleano, número o proporción)
- Comisión:
 - Exceso de datos en un conjunto de datos.
 - Ind: Conformidad (booleano, número o proporción)

Consistencia lógica

- Geométrica
 - No hay vértices repetidos. 100%
 - Las superficies > 10 Ha. 100%
- Topológica:
 - Cada tramo comienza y acaba en un nodo. 100%
 - En los cruces de entidades hay nodo. 99%
 - Las superficies están cerradas. 97%
- Semántica:
 - Por los puentes pasa una vía de comunicación 100%
 - No hay ciudades incomunicadas por carretera 95%
 - Los puertos están en el mar 100%

Genealogía (linaje)

- Descripción textual de la historia de los datos:
 - Fuentes de datos
 - Procesos
 - En tantas etapas como sea razonable
 - Algoritmos, "software" empleado, métodos, técnicas, procedimientos, comentarios...

Otros parámetros

- Uso
 - Descripción textual de aplicaciones en los que los datos se han utilizado y han resultado adecuados
- Homogeneidad
 - Descripción textual de faltas de homogeneidad en los datos que se conocen por experiencia o comprobaciones:
 - los datos son menos fiables cerca de la costa
 - la coordenada z tiene más errores en zonas escarpadas

Calidad: determinación estadística

- Normas aplicables: ISO3534, ISO5725, ISO5479
- Métodos de muestreo

- Inspección completa 100% (ej: *consistencia*)
- Muestra de unidades (hojas), entidades (ríos)
- Muestreo aleatorio

estratificado

MDT	zonas relieve suave, medio, abrupto
hidrografía	valle, meseta, cordillera
poblaciones	zona metropolitana, densa, diseminado
vegetación	españa seca, húmeda

mixto

- Normas para el tamaño de la muestra: ISO2859, ISO3951

- Tamaño habitual: 4% a 6%

Algunos datos

- Geological Survey (USA)
 - Exactitud x,y teórica $\sigma = 0,51$ mm
- National Land Survey (Finlandia)
 - BDTopográfica 1:5.000
 - Exactitud x,y medida
 - Clase A $\sigma = 0,375$ mm
 - Clase B $\sigma = 1,56$ mm
 - Exactitud semántica $e < 4\%$
 - Compleción $e < 4\%$

Algunos datos más

- IGN Francia
- BDTOPO 1:5.000 (25%, fin: 2007)
 - Exactitud x,y medida $\sigma = 0,348$
mm
 - Exactitud z medida $\sigma = 0,372$
mm
 - Exactitud semántica 0 a 6% (por clases)
 - Compleción 0 a 8% (por clases)

Datos de IGN España

- Exactitud geométrica
 - MDT200 (m 10%) $\sigma = 30$ m **(medido)**/MDT25
 - MDT25 (m 3,8 %) $\sigma = 3$ m **(medido)**/Niv.
 - BCN200 (muestra 5%)
 - Carreteras $\sigma = 20$ m (0,1 mm) **(medido)** /BCN25
 - Hidrografía $\sigma = 100$ m (0,5 mm) **(medido)** /BCN25
 - BCN25 $\sigma = 2,5 - 7,5$ m (0,1- 0,3 mm)
- Exactitud semántica
 - BCN200 4% (estimación)
- Actualidad 1 versión /año 31-12-97
Tasa de variación 4 - 8%

4 Las normas ISO9000

- Dos aspectos de la Calidad:
 - Calidad del producto final
 - Calidad del proceso de producción
- Calidad total
 - *Todos los miembros de una organización buscan la perfección*
- Sistema de Gestión de la Calidad (QMS)
 - Control de Calidad clásico: artesanal, poco reglado y normalizado

Evolución histórica



NORMAS ISO 9000. Objetivos

Objetivos de ISO 9000:

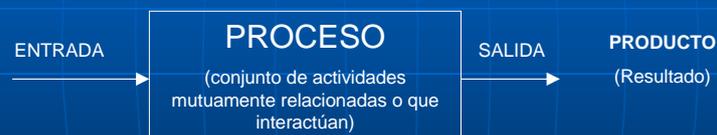
- Proporcionar una **guía para la gestión de la calidad**: diseño e implantación de sistemas de calidad.
(ISO 9000 no normaliza el sistema de gestión de calidad, ya que esto depende del tipo de sector, tamaño de la empresa, organización interna, etc, sino que normaliza las verificaciones que se han de realizar sobre el sistema de calidad)
- Describir los **requerimientos generales para garantizar la calidad** (demostrar la idoneidad del sistema de calidad).

NORMAS ISO 9000.

■ ENFOQUE BASADO EN PROCESOS

PROCEDIMIENTO.

Forma específica de llevar a cabo una actividad o un proceso



SEGUIMIENTO Y MEDICIÓN

EFICACIA DEL PROCESO.

Capacidad para alcanzar los resultados deseados.

EFICIENCIA DEL PROCESO.

Resultado alcanzado con los recurso utilizados.

NORMAS ISO 9000.

■ PROCESOS ENCADENADOS



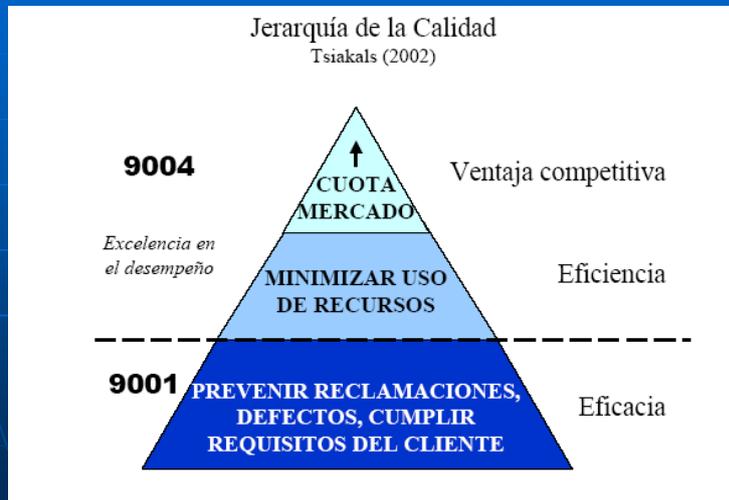
- El Sistema de Gestión de Calidad también está integrado por procesos.



Familia ISO 9000.

- **UNE-EN ISO 9000:2000** Sistemas de gestión de la calidad. Fundamentos y vocabulario (ISO 9000:2000)
- **UNE-EN ISO 9001:2000** Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos (ISO 9001:2000)
- **UNE-EN ISO 9004:2000** Sistemas de gestión de la calidad. Directrices para la mejora del desempeño (ISO 9004:2000)

ISO 9000:2000



ISO 9000 Aspectos positivos

- Es un **factor competitivo** para las empresas
- Proporciona **confianza** a los clientes
- **Ahorra tiempo y dinero**, evitando recertificar la calidad según los estándares locales o particulares de una empresa.
- Se ha **adaptado a más de 90 países** e implantado a todo tipo de organizaciones industriales y de servicios, tanto sector privado como público
- Proporciona una cierta garantía de que **las cosas se hacen tal como se han dicho que se han de hacer**

ISO 9000 Aspectos negativos

- Es **costoso**
- Muchas veces se hace por **obligación**.
- Es cuestión de tiempo que **deje de ser un factor competitivo**
- Hay **diferencias de interpretación** de las cláusulas del estándar
- **No es indicativa de la calidad de los productos, procesos o servicio.**
- Hay mucha publicidad engañosa.

7 Conclusiones

- La calidad, vital para productores y usuarios

Datos + Calidad = Medidas

- Demanda de usuarios:
 - 1 ¿Hay datos?
 - 2 ¿De qué fecha?
 - 3 ¿Qué errores tienen?
- Es costosa.
- Comenzar:
 - Determinar Calidad
 - ISO9000

TEMA 9 CALIDAD

Bibliografía

- “Principles of Geographical Information System for Land Resources Assesment” P.A. Burrough, 1986, 194 pág. OXFORD SCIENCE PUBLICATIONS (UK)
- “Elements of Spatial Data Quality” S.C. Guptill y J.L.Morrison , 201 pag., 1995 ELSEVIER SCIENCE LTD.
- “How to lie with maps” Mark Monmonier,176 pág., THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS, 1991.
- “Data Quality in Geographic Information. From Error to Uncertainty” R.Jeansoulin y M.Goodchild, 192 pág., Editorial HERMES (París), 1998.
- “Error Propagation in Environmental Modelling with GIS” Gerard B.M. Heuvelink, 127 pag., TAYLOR&FRANCIS, 1998.
- ENV 12656: 1998 “Geographic Information- Data Description - Quality”, Norma Europea experimental (revisable en 2 años) elaborada y publicada por el Comité Europeo de Normalización (CEN), sobre Calidad de la Información Geográfica. Centrada en la determinación y descripción de la calidad de ficheros de datos ya producidos.
- Normas ISO (disponibles en 2001) sobre calidad de datos geográficos, centradas en determinación y descripción de la calidad de datos geográficos ya producidos:
 - IS 19113 “Geographic Information. Quality principles”
 - IS 19114 “Geographic Information. Quality evaluation procedures”
- Familia de normas ISO9000 versión 2000, centrada en el control de la calidad a lo largo de un proceso de producción cualquiera:
 - ISO FDIS 9000: 2000 “Sistemas de Gestión de la Calidad. Fundamentos y Vocabulario.”
 - ISO FDIS 9001: 2000 “Sistemas de Gestión de la Calidad. Requisitos.”
 - ISO FDIS 9004: 2000 “Sistemas de Gestión de la Calidad. Recomendaciones para la Mejora del Desempeño.”
- “Gestión de la Calidad. ISO9000 Guía y Comentarios.” Poul Buch Jensen, 252 pág., publicado por AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación), 1996, 2ª edición.
- “ISO9000 en la pequeña y mediana empresa” James L.Lamprecht, 209 pág., publicado por AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación), 1996.

- “ISO9000 para directivos” Jack E. Small, 193 pag., publicado por AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación), 1998.
- Calidad en la Producción Cartográfica, Ariza López, F. J. , Madrid, 2002, 424 páginas, Ra-Ma

TEMA 10

Normativa

*XI CURSO DE CARTOGRAFÍA
DIGITAL Y SIG*

ÍNDICE

- Introducción.
- Normas de Información Geográfica.
- ISO/TC211. ISO 19100.
- CEN/TC287.
- AEN/CTN147.
- Conclusiones.

Una historia de interoperabilidad

Puedo obtener a un determinado precio datos para este sistema...



Claude Luzet (Eurogeographics)

Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

IGN

4

Una historia ...

Puedo obtener a un determinado precio datos para este sistema...



... Pero solo puedo leer en este formato ...

Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

IGN

5

Una historia ...

Como soy muy astuto (Soy un desarrollador) Implemento un kit de desarrollo ...



Una historia ...

- Como soy muy astuto (Soy un desarrollador) Implemento un kit de desarrollo ...



- ... Y he conseguido tener datos en mi sistema pero tengo una considerable perdida de información.

Una historia ...

- Entonces voy a un consultor profesional y me vende sofisticadas herramientas ...



Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

IGN

8

Una historia ...

Entonces voy a un consultor profesional y me vende sofisticadas herramientas ...



... también me vende lo necesario para solucionar las necesidades del sistema y el servicio de mantenimiento...

Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

IGN

9

Una historia ...

Ahora tengo un buen flujo de datos en un entorno seguro y profesional...



Una historia ...

Ahora tengo un buen flujo de datos en un entorno seguro y profesional...



... Pero a un coste elevado y no es reutilizable en diferentes entornos.

Una historia...

Lo que necesito es un interface interoperable...



...A buen precio y reutilizable en diferentes plataformas

Una historia ...

- Lo que necesito es un interface interoperable...



Solución: Normativa

Ventajas de la normativa

- Abarata adquisición de datos
- Facilita la medida de la calidad
- Libera a los cautivos de sistemas
- Permite el reciclaje de los datos



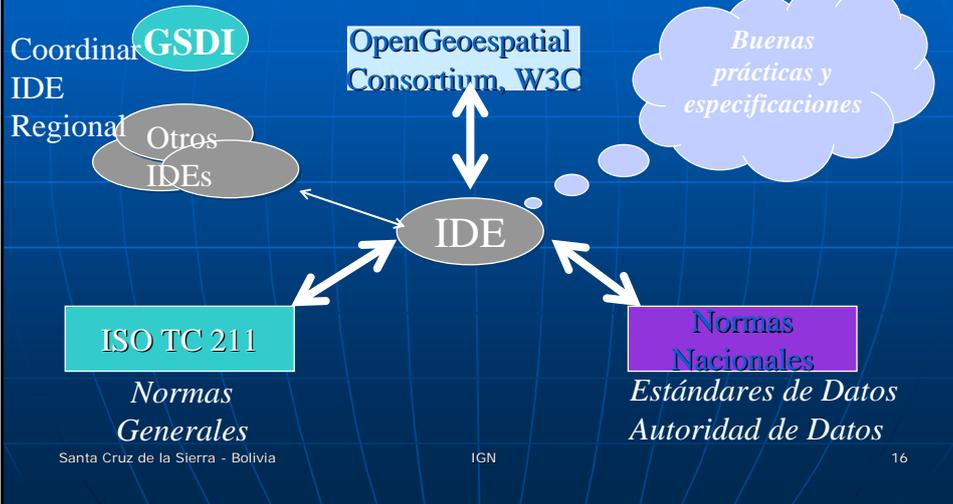
Aumenta el beneficio global

Organizaciones de estandarización

- Existen diferentes organismos que tienen competencias de normalización en, las muy diferentes tareas que se necesitan realizar para poner en marcha los nuevos servicios para la información geográfica (Infraestructuras de Datos Espaciales):
 - Organización Internacional de Estándares (ISO TC 211, TC 204, JTC-1)
 - World Wide Web Consortium (W3C)
 - Open Geospatial Consortium (OGC)
 - Normas de Organizaciones nacionales

Estandarización en el ámbito geoespacial

Especificaciones de Implementación



Normas de Información Geográfica

- **Normas:**
 - Internacionales
 - Organismo responsable: ISO/TC211
 - Europeas
 - Organismo responsable: CEN/TC287
 - Nacionales.
 - Organismo responsable: AENOR/CTN148
- **Normas Funcionales.**
 - Especificaciones OGC
 - Digest (DGIWG)

ISO/TC211

... tiene el objetivo de **desarrollar una familia de normas internacionales** para:

- apoyar la **comprensión y uso** de información geográfica
- aumentar la **disponibilidad, accesibilidad, integración, compartir la información geográfica**, posibilite la interoperabilidad de sistemas geográficos
- contribuir a una **aproximación unificada para resolver** problemas ecológicos y humanos globales
- simplificar el establecimiento de **infraestructuras de datos espaciales** a nivel local, regional y global
- contribuir al **desarrollo sostenible**



Santa Cruz de la Sierra - Bolivia



IGN



18

Propósito del ISO/TC 211

- Normalizar en el campo de la información geográfica.
- Este trabajo aspira a establecer un **conjunto estructurado** de normas para la información relacionada con **objetos o fenómenos que están directa o indirectamente asociados con una situación relativa a la Tierra**
- Estas normas pueden **especificar**, para la información geográfica, métodos, herramientas y servicios relacionados con la gestión de datos (incluyendo definición y descripción), adquisición, procesamiento, análisis, acceso, presentación y transferencia de tales datos en forma digital/electrónica entre diferentes usuarios, sistemas y localizaciones.
- El trabajo se **vinculará a las normas apropiadas para la tecnología y datos de información** siempre que sea posible, y proveerá un marco para el desarrollo de aplicaciones específicas del sector, usando datos geográficos.

Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

IGN

19

Miembros Principales de TC 211

Australia	Holanda	Federación Rusa
Austria	Italia	Arabia Saudita
Bélgica	Japón	Serbia
Canadá	Republica de Corea	Sudáfrica
China	Malasia	España
Rep. Checa	Marruecos	Suecia
Dinamarca	Nueva Zelanda	Suiza
Ecuador	Noruega	Tailandia
Finlandia	Portugal	Turquía
Alemania	Perú	Reino Unido
		Estados Unidos



Países observadores TC211

Argentina	Hungría	Pakistán
Bahrain	Islandia	Filipinas
Brunei	India	Polonia
Colombia	Indonesia	Eslovaquia
Croacia	Rep. Isl. de Irán	Eslovenia
Cuba	Irlanda	Tanzania
Estonia	Jamaica	Turquía
Francia	Kenia	Ucrania
Grecia	Mauritius	Uruguay
Hong Kong	Omán	Zimbabwe



Alianzas con otras organizaciones (I)

- **CEOS**, Committee on Earth Observation Satellites
- **DGIWG**, Digital Geographic Information Working Group
- **EuroSDR**, European Commission Joint Research Centre
- **FAO/UN**, Food & Agriculture Organization of the United Nations
- **FIG**, International Federation of Surveyors
- **GSDI**, Global Spatial Data Infrastructure
- **IAG**, International Association of Geodesy
- **ICA**, International Cartographic Association
- **ICAO**, International Civil Aviation Organization
- **IEEE** Geoscience and Remote Sensing Society
- **IHB**, International Hydrographic Bureau
- **ISCGM**, International Steering Committee for Global Mapping
- **ISPRS**, International Society for Photogrammetry and Remote Sensing
- **JRC**, Joint Research Centre, European Commission
- **OGC**, Open Geospatial Consortium, Inc.
- **OGP**, International Association of Oil and Gas Producers



Alianzas con otras organizaciones (II)

- **PAIGH**, Panamerican Institute of Geography and History
- **PCGIAP**, The Permanent Committee on GIS Infrastructure for Asia and the Pacific
- **PC IDEA**, Permanent Committee on Spatial Data Infrastructure for the Americas
- **SCAR**, Scientific Committee on Antarctic Research
- UN Economic Commission for Africa
- UN Economic Commission for Europe, Statistical Division
- **UNGEGN**, United Nations Group of Experts on Geographic Names
- **UNGIWG**, United Nations Geographic Information Working Group
- **WMO**, World Meteorological Organization
- **CEN/TC 287**, Geographic information
- **CEN/ISSS** Workshop on Metadata for Multimedia Information - Dublin Core
- **CEN/TC 278**, Road Transport and Traffic Telematics



Alianzas con otros comités

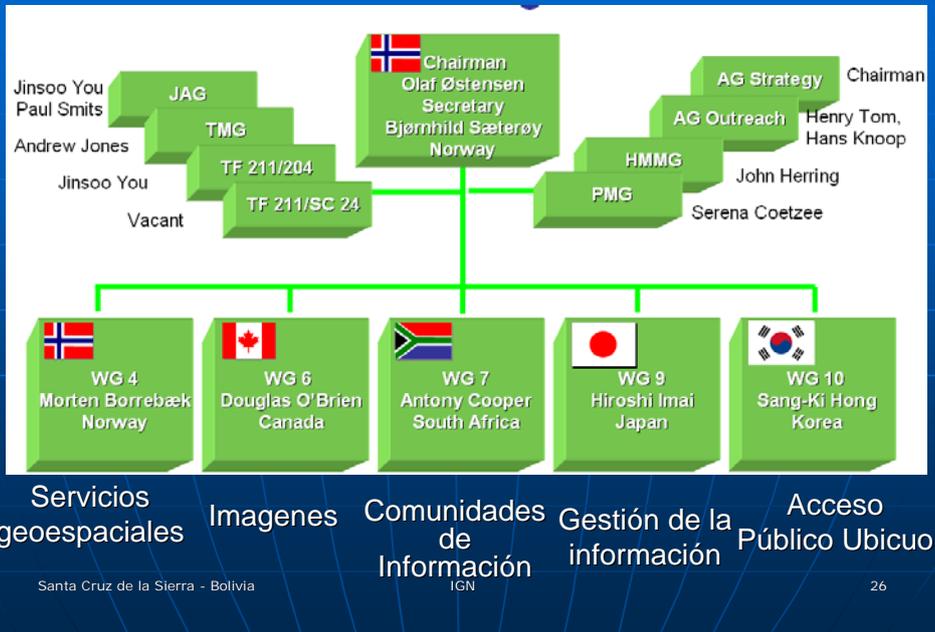
- ISO/IEC JTC 1/SC 2 Coded character sets
- ISO/IEC JTC 1/SC 24 Computer graphics and image processing
- ISO/IEC JTC 1/SC 31 Automatic identification and data capture techniques
- ISO/IEC JTC 1/SC 32 Data Management and Interchange
- ISO/IEC JTC 1/SC 35 User interfaces
- ISO/TC 20 /SC 13 Space data and information transfer systems
- ISO/TC 23/SC 19 Agricultural electronics
- ISO/TC 46/WG 2 - Coding of country names and related entities
- ISO/TC 69 – Applications of statistical methods
- ISO/TC 82 Mining (Stand by)
- ISO/TC 130 Graphic Technology
- ISO/TC 154 Processes, data elements and documents in commerce, industry and administration
- ISO/TC 184/SC 4 Industrial data and global manufacturing languages
- ISO/TC 204 Transport Information and Control Systems
- SCIT, The ISO Steering Committee for Image Technology

Estructura organizativa ISO

ISO: INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARIZATION



Organización de ISO/TC 211



Proyectos del ISO/TC 211

Color legend: DIS DTS FDIS IS (3-7-2008)

- ISO 6709:1983 - Standard representation of latitude, longitude and altitude for geographic point locations
- ISO 6709 - Revision
- ISO 19101 - Reference model
- ISO 19101-2 - Reference Model - Part 2: Imagery
- ISO/TS 19103 - Conceptual schema language
- ISO 19104 - Terminology
- ISO 19105 - Conformance and testing
- ISO 19106 - Profiles
- ISO 19107 - Spatial schema
- ISO 19108 - Temporal schema
- ISO 19109 - Rules for application schema
- ISO 19110 - Feature cataloguing methodology
- ISO 19111Rev - Spatial referencing by coordinates
- ISO 19111-2 - S.R.C. Ext. For parametric value
- ISO 19112 - Spatial referencing by geographic identifiers
- ISO 19113 - Quality principles
- ISO 19114 - Quality evaluation procedures
- ISO 19115 - Metadata
- ISO 19115-2 - Metadata - Part 2: Extensions for imagery and gridded data
- ISO 19116 - Positioning services
- ISO 19117 - Portrayal
- ISO 19118 - Encoding
- ISO 19119 - Services
- ISO/TR 19120 - Functional standards
- ISO/TR 19121 - Imagery and gridded data
- ISO/TR 19122 - Qualifications and certification of personnel
- ISO 19123 - Schema for coverage geometry and functions
- ISO/RS 19124 - Imagery and gridded data components
- ISO 19125 - Simple feature access - Part 1-2
- ISO 19126 - Feature concept dictionaries and registers

Proyectos (2) ISO/TC 211

- ISO 19127 - Geodetic codes and parameters
- ISO 19128 - Web Map Server Interface
- ISO 19129 - Imagery, gridded and coverage data framework
- ISO 19130 - Sensor and data model for imagery and gridded data.
- ISO 19131 - Data product specification
- ISO 19132 - Location based services possible standards
- ISO 19133 - Location based services tracking and navigation
- ISO 19134 - Multimodal location based services for routing and navigation
- ISO 19135 - Procedures for item registration
- ISO 19136 - Geography Markup Language (GML)
- ISO 19137 - Generally used profiles of the spatial schema and of similar important other schemas
- ISO/TR 19138 - Data quality measures
- ISO/TS 19139 - Metadata – Implementation specification
- ISO 19141 - Schema for moving features
- ISO 19142 - Web Feature Service
- ISO 19143 - Filter encoding
- ISO 19144-1 - Classification System. Part 1: Classification system structure
- ISO 19144-2 - Classification System. Land Cover Classification System LCCS
- ISO 19145 - Registry of representations of geographic point location
- ISO 19146 Cross domain vocabularies.
- ISO 19147 Location Based Services. Transfer Nodes.
- ISO 19148 Location Based Services. Linear Referencing System.
- ISO 19149 Rights expression language for geographic information.
- ISO 19150 Ontology.
- ISO 19151 Dynamic Position Identification Scheme for Ubiquitous Space.
- ISO 19152 Geographic information. Land Administration Domain Model.
- ISO 19153 Geospatial Digital Rights Management Reference Model.

Color legend: DIS, DTS, FDIS IS

Normas relevantes ISO 19100 (IDE)

- 19109 Reglas para los modelos de aplicación.
- 19110 Metodología para catalogar fenómenos.
- 19112 Identificación por nombres geográficos.
- 19115 Metadatos para datos.
- 19119 Metadatos para servicios.
- 19128 Servicios de Mapas para Web (WMS).
- 19136 GML.
- 19142 Web Feature Service.

ISO/TC211. ISO 19100

Normas generales

6709	Representación de latitud, longitud y altura.
19101	Modelo de Referencia
19101-2	Modelo de Referencia para imágenes
19103	Lenguaje Conceptual
19104	Terminología
19105	Conformance and Testing
19106	Perfiles

Normas de datos

19107	Modelo espacial	19113	Principios de Calidad
19108	Modelo temporal	19114	Evaluación de la Calidad
19109	Reglas para aplicación	19115	Metadatos
19110	Métodos de catalogación	19118	Encoding
19111	SR con coordenadas	19136	GML
19112	SR con id. Geográficos	19137	Core Profile of S. Schema
		19138	Data quality measures
		19141	Schema for Moving Features

ISO/TC211. ISO 19100

Normas de servicios

19116	Serv. de posicionamiento
19117	“Portrayal”
19119	Servicios para coberturas
19125-1	“Simple Feature Access (SFA) ”
19125-2	“SFA – SQL Option”
19128	“Web Map Server Interface”
19132	Posibles servicios de localización
19133	Servicios de localización para seguimiento y navegación
19134	“Multimodal location based services for routing and navigation”
19142	Web Feature Service
19143	Filter encoding
19147	Location based services. Transfer Nodes.
19148	Location based services. Linear Referencing System

ISO/TC211. ISO 19100

Normas ráster y malla

- 19115-2 Metadatos para datos ráster y malla
- 19121 “Imagery and gridded data”
- 19123 Modelo para coberturas
- 19124 Componentes “imagery and grid.”
- 19129 “Imagery and coverage data”
- 19130 “Sensor and data models” (deleted)

ISO/TC211. ISO 19100

Normas complementarias

- 19120 Normas Funcionales
- 19122 Cualif. y certif. del personal
- 19126 Diccionario de datos FACC
- 19127 Parámetros y códigos geodésicos
- 19131 “Data Product Specifications”
- 19135 Registration of GI items
- 19139 Geographic information - Metadata - Implementation specifications
- 19140 Technical Amendment to the ISO 191**
- 19144-1 Sist. de Clasificación – P1: Estructura del sistema de clasificación.
- 19144-2 Sist. de Clasificación – P2: “Land Cover Classification Syst”
- 19145 “Registry of representations of geographic point locations”
- 19146 “Cross-domain vocabularios”
- 19149 “Rights expression language for geographic information” - GeoREL
- 19150 Ontología

Proyectos por WG

WG 4 – Servicios Geospaciales

- ISO 19128 – Web map server interface
- ISO 19136 – Geography Markup Language (GML)
- ISO 19142 – Web Map Server
- ISO 19143 – Filter encoding

WG 6 - Imágenes

- ISO 19101-2 – Reference model – Part 2: Imagery
- ISO 19115-2 – Metadata – Part 2: Extensions for imagery and gridded data
- ISO 19129 - Imagery, gridded and coverage data framework
- ISO 19130 - Sensor and data model for imagery and gridded data

Proyectos por WG

WG 7 – Comunidades de información

- ISO 19137 – Generally used profiles of the spatial schema and of similar important other schemas
- ISO 19139 – Metadata – Implementation specification

WG 8 – Location based services

- ISO 19132 - Location based services possible standards
- ISO 19134 - Multimodal location based services for routing and navigation

WG 9 – Gestión de la información

- ISO 6709 Standard representation of latitude, longitude and altitude for geographic point locations
- ISO 19131 - Data product specifications
- ISO 19138 – Data quality measures
- Amendment to ISO 19113 and 19115 (stage 0)

Grupos especiales

- Advisory group on strategy
- Advisory group on strategy
- Planning team (AGS-PT)
- HMMG – Harmonized Model Maintenance Group
- harmonization of UML models
- Advisory group on outreach
- **JAG - ISO/TC211 / OGC Joint Advisory Group**
- TMG - Terminology maintenance group
- Task force to support convergence between relevant ISO/TC 204 and ISO/TC 211 projects
- Task force to support convergence between relevant JTC 1/SC 24 and ISO/TC 211 projects
- Focus group on data producer use of geographic information standards



Joint Advisory Group (JAG)

- Colaboración ISO/TC211 OGC.
 - Objetivos comunes
 - Similares programas de trabajo.
 - Aproximación complementaria.
 - Juntando recursos aumenta la implantación.
 - Eliminar las normas funcionales...
- OGC (Open Geospacial Consortium) Consorcio internacional de empresas, universidades, etc. que define **especificaciones orientadas a la interoperabilidad**

ESPECIFICACIONES



NORMAS

- Ya existen especificaciones de interoperabilidad y productos que gestionan datos en formatos nativos:
 - Geomedia, MapObjects, Autodesk Mapguide, Smallworld web, ORACLE SDO, ARC/GIS SDE, ...
 - www.opengis.org especificaciones disponibles

Problemas de armonización

- HMMG – Harmonized Model Maintenance Group – Armonización de los modelos UML.
- Proyecto 19140. Consistencia, referencias cruzadas, terminología, modelo de datos, presentación. (Technical amendments)
- ISO 19114 Quality evaluation procedures - Corrigendum
- ISO 19115 Metadata - Corrigendum
- ISO 19119 Services – Amendment
- ISO 19113 Quality principles (Estado 0)
- ISO 19110 Methodology for feature cataloguing - Amendment
- ISO 19111 Spatial referencing by coordinates.
- NWIP ISO 19118 Encoding
- **Planificadas:** 19107, 19108, 19109, 19110, 19112, 19117, 19118, 19125.

Normas Europeas

- CEN/TC287 activo hasta 1999.
- Familia de 11 N.experimentales de intercambio.1999 (2004. Derogadas).

NORMATIVA EXPERIMENTAL (Derogada)

- Introducción
- Modelo de Referencia
- Leng.de Mod.Concep. EXPRESS(JS 10303-11)
- Definiciones
- Modelo Espacial
- Metadatos
- Calidad
- Formato de transferencia
- S.de Ref.Geodésicos
- Id. Geográficos
- Reglas para Aplicación

- **Reactivación en 2004 con el objetivo de aportar un marco normativo a INSPIRE sobre la familia de normas ISO 19100.**

Normas Europeas

Proceso de aceptación de normativa fundamental de ISO 19100.

Normas publicadas

EN ISO 19101: 2005	EN ISO 19105: 2005	EN ISO 19106: 2006
EN ISO 19107: 2005	EN ISO 19108: 2005	EN ISO 19109: 2006
EN ISO 19110: 2006	EN ISO 19111: 2005	EN ISO 19112: 2005
EN ISO 19113: 2005	EN ISO 19114: 2005	EN ISO 19115: 2005
EN ISO 19116: 2006	EN ISO 19117: 2006	EN ISO 19118: 2006
EN ISO 19119: 2006	EN ISO 19123: 2007	EN ISO 19125-1: 2006
EN ISO 19125-2: 2006	EN ISO 19128: 2008	EN ISO 19131: 2008
EN ISO 19133: 2007	EN ISO 19135: 2007	EN ISO 19137: 2008

Wg5 Líneas de trabajo:

- **Implementación Web Map Server en la IDE Europea)**
- **Perfil de metadatos de ISO 19115**
- **Identificación de normativa, informes técnicos y guías para confeccionar una IDE.**

TR 15449 Geographic information - Standards, specifications, technical reports and guidelines, required to implement Spatial Data Infrastructure

Normas Nacionales.

- **UNE 148001 EXP MIGRA**
 - *(Mecanismo de Intercambio de Información Geográfica Relacional formado por Agregación) Febrero 98 (Derogada 2004)*
- Normativa CEN es de obligado cumplimiento en España. Adopción automática de las normas (UNE EN ISO 19100)
- **Normas traducidas y publicadas (Junio 08):**

EN ISO 19101:	EN ISO 19112:	EN ISO 19116
EN ISO 19105:	EN ISO 19113:	EN ISO 19119
EN ISO 19108:	EN ISO 19114	EN ISO 19123
EN ISO 19111:	EN ISO 19115:	
- **Normas en periodo de traducción.** Resto de la normativa europea.
- **Proyecto Normativo de Metodología de Evaluación de Exactitud Posicional.**

Normas funcionales y sectoriales

- Son especificaciones e informes que no tienen categoría de norma pero que son **altamente difundidas**.
 - Especificaciones **OGC**. (Industria) Son directrices enfocadas a la interoperabilidad.
 - **Digest** (Digital Geographic Information Exchange Standard). **DGIWG** (Digital Geospatial Information Working Group) Transferencia en la OTAN
- (*) Ambas organizaciones tiene acuerdos con ISO/TC211.

Conclusiones

- **Normativa en información geográfica.**
 - Posibilita el desarrollo de IDE.
 - Ventajas para el sector.
- **ISO/TC 211 → ISO 19100** (N. de Ref.en Inf. G).
 - No es fácil de implementar directamente → Perfiles.
 - nacionales
 - sectoriales (DIGEST, S-57, GDF).
 - <http://www.isotc211.org/>
- **Normativa española:**
 - Normativa europea (UNE EN ISO 19100).
 - Normativa propia: MEEP.

TEMA 10 NORMALIZACIÓN

Bibliografía:

- “Spatial Database Standards 2: Characteristics for Assessing Standards and Full Descriptions of the National and International Standards in the World” Harold Moellering, 373 pág., publicado por ELSEVIER SCIENCE en nombre de la Asociación Cartográfica Internacional, 1996.
- “Spatial Database Standards: International Status” Harold Moellering, 373 pág., publicado por ELSEVIER SCIENCE en nombre de la Asociación Cartográfica Internacional, 1986.
- Familia de normas experimentales (revisables en 2 años), disponibles en 1998 y 1999, definidas por CEN/TC 287 “Geographic Information”.
- Familia de normas definidas por ISO/TC 211 “Geomática” orientadas al intercambio e interoperabilidad de información geográfica. Estarán disponibles en breve, la identificación es IS 19100 y se compone de más de 30 partes:
 - ISO 6709:1983 - Standard representation of latitude, longitude and altitude for geographic point locations
 - ISO 6709 - Revision
 - ISO 19101 - Reference model
 - ISO 19101-2 – Reference Model – Part 2: Imagery
 - ISO/TS 19103 - Conceptual schema language
 - ISO 19104 - Terminology
 - ISO 19105 - Conformance and testing
 - ISO 19106 - Profiles
 - ISO 19107 - Spatial schema
 - ISO 19108 - Temporal schema
 - ISO 19109 - Rules for application schema
 - ISO 19110 - Feature cataloguing methodology
 - ISO 19111Rev - Spatial referencing by coordinates
 - ISO 19111-2 – S.R.C- Ext. For parametric value
 - ISO 19112 - Spatial referencing by geographic identifiers
 - ISO 19113 - Quality principles
 - ISO 19114 - Quality evaluation procederes
 - ISO 19115 – Metadata
 - ISO 19115-2 – Metadata – Part 2: Extensions for imagery and gridded data
 - ISO 19116 - Positioning services
 - ISO 19117 – Portrayal
 - ISO 19118 – Encoding
 - ISO 19119 – Services
 - ISO/TR 19120 - Functional standards
 - ISO/TR 19121 - Imagery and gridded data
 - ISO/TR 19122 - Qualifications and certification of personnel
 - ISO 19123 - Schema for coverage geometry and functions
 - ISO/RS 19124 - Imagery and gridded data components

- ISO 19125 - Simple feature access – Part 1-2
 - ISO 19126 – Feature concept dictionaries and registers
 - ISO 19127 - Geodetic codes and parameters
 - ISO 19128 - Web Map Server Interface
 - ISO 19129 - Imagery, gridded and coverage data framework
 - ISO 19130 - Sensor and data model for imagery and gridded data.
 - ISO 19131 - Data product specification
 - ISO 19132 - Location based services possible standards
 - ISO 19133 - Location based services tracking and navigation
 - ISO 19134 - Multimodal location based services for routing and navigation
 - ISO 19135 - Procedures for item registration
 - ISO 19136 - Geography Markup Language (GML)
 - ISO 19137 - Generally used profiles of the spatial schema and of similar important other schemas
 - ISO/TR 19138 - Data quality measures
 - ISO/TS 19139 - Metadata – Implementation specification
 - ISO 19141 - Schema for moving features
 - ISO 19142 - Web Feature Service
 - ISO 19143 - Filter encoding
 - ISO 19144-1 - Classification System. Part 1: Classification system structure
 - ISO 19144-2 - Classification System. Land Cover Classification System LCCS
 - ISO 19145 - Registry of representations of geographic point location
 - ISO 19146 Cross.domain vocabularies.
 - ISO 19147 Location Based Services. Transfer Nodes.
 - ISO 19148 Location Based Services. Linear Referencing System.
 - ISO 19149 Rights expression language for geographic information.
 - ISO 19150 Ontology.
 - ISO 19151 Dynamic Position Identification Scheme for Ubiquitous Space.
 - ISO 19152 Geographic information. Land Administration Domain Model.
 - ISO 19153 Geospatial Digital Rights Management Reference Model.
- UNE 148001:1998 EXP “MIGRA (Mecanismo de Intercambio de Información Geográfica Relacional formado por Agregación)” norma española experimental (revisable en 2 años) publicada por AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación).

- Disponible en :

AENOR

Asociación Española de Normalización y Certificación

Departamento de Comercialización

Calle Génova nº6

28004 Madrid

Tel. +34 1 432 60 29 / 33 / 36

Fax. +34 1 310 36 95

Información general +34 902 102 201

<http://www.aenor.es>

TEMA 11

Organización

*XI CURSO DE CARTOGRAFÍA
DIGITAL Y SIG*

T11 Organización

- 1 Introducción
- 2 Organización
- 3 La decisión
- 4 Planificación
- 5 La visión
- 6 Selección de un programa
- 7 El factor humano
- 8 El personal SIG
- 9 Conclusiones

1 Introducción

- Los proyectos SIG son complejos
 - Proyectos a largo plazo 4-6 años
 - Grandes inversiones
 - Tecnología SIG es todavía "inmadura"
 - Formación, Escasez de datos, Selección de software

■ Mayor fuente de fracasos

=

Fallos de organización

2 Organización: las bases

- Estructura clara de responsabilidad
 - Jerarquía (nº mínimo de niveles)
- Proceso de decisión bien establecido
- Planificación
 - *Fallar en la planificación es planificar los fallos...y el fracaso*
- Buen flujo de la información
- **Sentido común**

3 La decisión

- Procedimiento establecido a cada nivel
- Buscar consensos es importante
- Solicitar opiniones
 - Planificación de decisiones a tomar
 - Análisis
 - Debate
 - Decisión

4 Planificación

- **Planes estratégicos** 4 a 6 años
 - POLÍTICA DE LA ORGANIZACIÓN
 - Fines, Directrices y Prioridades
- **Planes tácticos** 1 año
 - GESTIÓN DE PROYECTOS
 - Objetivos, Proyectos y Planes de Trabajo
- **Planes operacionales** meses
 - REALIZACIÓN DE ACTIVIDADES
 - Tareas, Instrucciones de Trabajo

Previsión de todos los supuestos

5 La visión

- Suele partir de un Líder del SIG
- Debe ser **compartida** por todo el personal
- Equipo de trabajo integrado
- La imagen es importante:
 - Para el personal del proyecto
 - Para los usuarios
 - Ante el gestor de recursos (fondos, equipos,...)
 - Hablar su idioma
 - Ofrecer resultados parciales tangibles

6 Selección de un programa SIG

- Fase crítica
- Métodos de prospección
 - Banco de pruebas
 - Demostración con datos reales
 - Visitar instalaciones similares
 - Probar una licencia temporal
 - Proyecto piloto
- ***Criterios ponderados de selección***

Criterios ponderados

- Requerimientos H+S
- Almacenamiento
- Modo de trabajo
- Filosofía del sistema
- Estabilidad
- Funcionalidad
- Cumpl. requerimientos
- Interfaz de usuario
- Entorno de desarrollo
- Formación
- Servicio postventa
- Tecnología del sistema
- Adherencia a normas
- Solvencia del fabricante
- Coste

7 El factor humano

- El trabajo en equipo
- La integración en el proyecto
- La toma de decisiones (consenso, consulta)
- El flujo de información
- La satisfacción del personal
 - Tareas rutinarias/ rotación de personal
- *Comportamiento organizacional*

8 El personal en un SIG

- | | |
|-----------------------------|----------------|
| ■ Jefe de Proyecto | DIRECC/ORGAN |
| ■ Analista de Sistemas | DISEÑO |
| ■ Administrador del Sistema | MANT.SISTEMA |
| ■ Administrador de BD | GESTION |
| ■ Cartógrafo | COMPIL/CALID |
| ■ Analista Funcional | EXPLOTT./TRAT. |
| ■ Programador | EXPLOTT./TRAT. |
| ■ Jefe de Explotación | TRAT./CAPTURA |
| ■ Operador | TRAT./CAPTURA |
| ■ Usuario final | INTROD./APLIC. |

Jefe de Proyecto

- Dirección y organización de recursos humanos, hardware y software relacionados con el proyecto.
- Establecimiento de los trabajos a realizar y el personal responsable de ellos.
- Organización relacionada con temas financieros y administrativos.
- Organización relativa al soporte técnico y prestación de servicios a usuarios finales.
- Organización de estudios de mercado.

9 Conclusiones

- La organización es **el factor** del éxito/fracaso
- Integrar componentes organizativos y técnicos
- Estructura, decisión y planificación
- Metodología:
 - Atender siempre al fin perseguido
 - Aplicar criterios objetivos y homogéneos
- *Sentido común*
- *Previsión de todos los supuestos*

TEMA 11 ORGANIZACIÓN

Bibliografía

- “Managing Geographic Information System Projects” W.E.Huxhold y A.G.Levinsohn, 247 pág., OXFORD UNIVERSITY PRESS, 1995.
- “Comportamiento Organizacional” Stephen P.Robbins, 780 pág. , PRENTICE HALL, 1994, 6ª edición.
- “Geographic Information Systems: A Buyer’s Guide” CCTA (The Government Centre for Information Systems), 90 pág., publicado por HMSO (Reino Unido), 1993.

TEMA 12

Infraestructuras de datos espaciales (IDE)

*XI CURSO DE CARTOGRAFÍA
DIGITAL Y SIG*

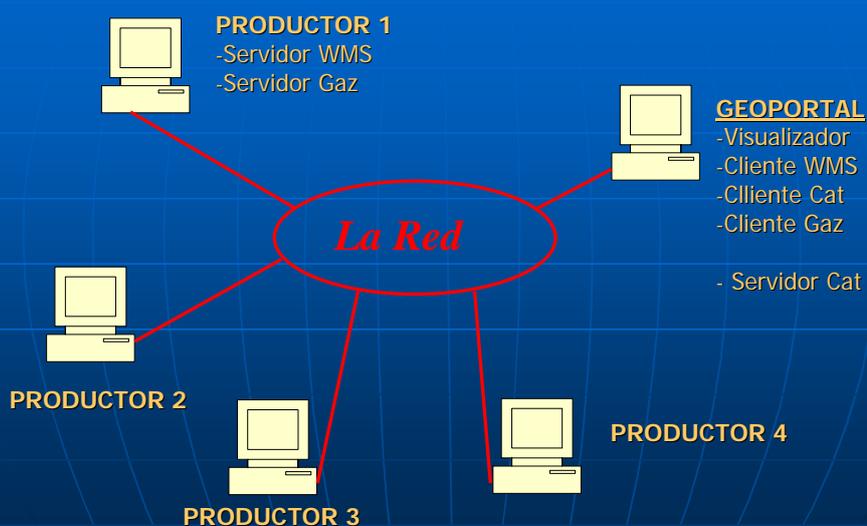
TEMA 12 IDE

- Introducción
- Componentes
 - Datos de referencia
 - Datos temáticos fundamentales
 - Metadatos
 - Normas.
 - Tecnología
 - Políticas de alianzas
- GSDI
- INSPIRE
- IDEE
- Datos a Nivel CC. AA
- Datos a Nivel Local

Infraestructura de Datos Espaciales (IDEs)

- Son BD sobre la red con condiciones concretas de interoperabilidad.
 - Portal IDE
 - Compartir datos GIS
 - Buscar datos GIS
 - Acceso a servicios.
 - Servidores de datos (WMS)
 - Servicio de localización de metadatos.

Arquitectura básica



Un nuevo objetivo.

- Interoperabilidad.
 - Especificaciones:
 - OGC
 - ISO 19100
- Transparencia.
- Sinergia

Definición de IDE.

- *“Una IDE es un marco de políticas, disposiciones institucionales, tecnologías, datos y personal que hacen posible el compartir y utilizar la IG de modo eficaz, cómodo y sencillo.”*

Grupo GINIE

Componentes de las IDE

- Datos fundamentales:
 - Datos de referencia
 - Datos temáticos fundamentales
- Metadatos
- Normas:
 - Información Geográfica
 - Intercambio datos y modelos
 - Interoperación sistemas
- Tecnología: Red (Internet) y mecanismos Informáticos: Catálogo metadatos (Buscar, consultar, encontrar), Catálogo servicios (Acceder, suministrar y usar datos geográficos).
- Políticas, alianzas, acuerdos para aumentar la disponibilidad y accesibilidad de datos geográficos.

Datos de Referencia

- Conjunto de ficheros que todos los implicados con IG utilizan para referenciar sus datos.
- Proporcionan un enlace común entre aplicaciones (mecanismo para compartir conocimiento).
- Requerimientos funcionales:
 - Proporcionar una situación no ambigua
 - Posibilitar la mezcla de datos de varias fuentes
 - Proporcionar a los otros datos un contexto
- Los datos de referencia deben plantearse a nivel: Europeo, nacional, regional y local

METADATOS

- **Metadatos** son los datos sobre los datos, por tanto es información y documentación que hace a los datos identificables, comprensibles y compatibles por los usuarios a lo largo del tiempo.

Niveles del desarrollo de Infraestructuras de Datos Espaciales

Global:	GSDI (Global Spatial Data Infrastructure)
Europeo:	INSPIRE (INfraestructure for SPatial InfoRmation in Europe)
Nacional:	IDEE (Infraestructura de Datos Espaciales de España)
Regional:	IDEC (Infraestructura de Datos Espaciales de Catalunya),
Local:	?

Global Spatial Data Infrastructure. GSDI

- Independiente de países y organizaciones
- SUBGRUPOS:
 - AMÉRICA
 - Canada (CGDI)
 - EE.UU. (NSDI/FGDC)
 - Sudamérica (PC-IDEA)
 - EUROPA (INSPIRE)
 - ASIA Y PACIFICO (PC-Giap)
 - ÁFRICA (PC-Africa)

INSPIRE. PRINCIPIOS

- Datos recogidos una vez y mantenidos en el nivel donde se logra máxima efectividad.
- Debe ser posible combinar IG con total continuidad para toda Europa desde fuentes diversas, y compartirla entre usuarios y aplicaciones.
- Debe ser posible que la información recogida en un nivel sea compartida por otros niveles.
- La IG debe ser abundante y disponible bajo condiciones que no inhiban su uso extensivo.
- Debe ser fácil descubrir la IG disponible, y en que condiciones puede conseguirse y usarse.
- Datos geográficos fáciles de entender e interpretar, y seleccionables amigablemente.

INSPIRE. OBJETIVOS.

- Poner a disposición de órganos responsables de toma de decisiones o aplicación de políticas comunitarias (**esencialmente de Medio Ambiente**) datos espaciales abundantes y fiables.
- Establecimiento de servicios integrados de IG, basados en una red distribuida de bases de datos, enlazadas por normas comunes y protocolos que aseguren la interoperabilidad.
- Optimización de datos disponibles mediante documentación de información espacial.
- Lograr coherencia de la información espacial entre diferentes niveles y temas. (**Coherencia Global**)
- Creación de servicios destinados a mejorar accesibilidad e interoperabilidad de los datos y eliminación de obstáculos para su utilización.

Capítulos Directiva INSPIRE

1. Disposiciones generales
2. Metadatos
3. Interoperabilidad de los conjuntos, descritos en los Anexos I, II y III, y servicios de datos espaciales
4. Servicios de red
5. Armonización y reutilización de datos (Acuerdos de compartición, acceso y reutilización de datos)
6. Coordinación y medidas complementarias (mecanismos de monitorización)
7. Disposiciones finales

Disposiciones Generales

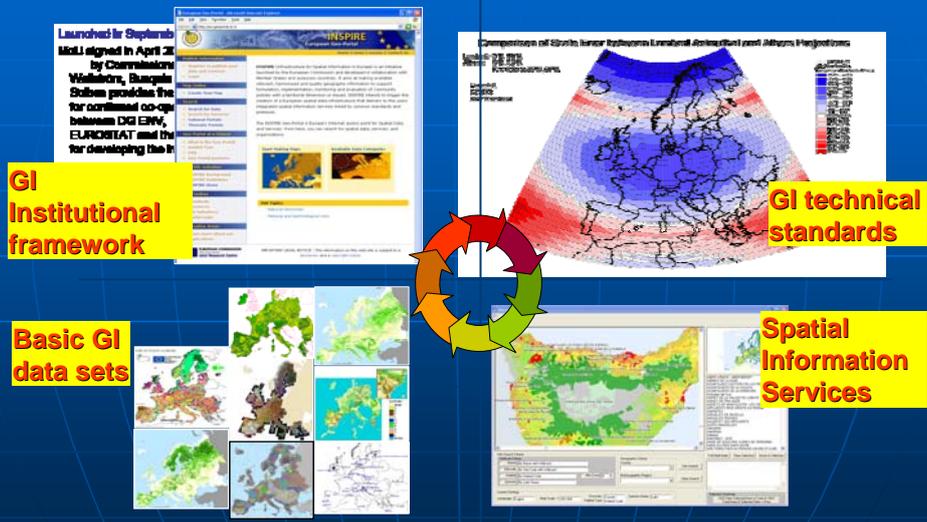
- **Establece Infraestructura de Información Espacial en la UE para dar soporte a:**
 - Políticas medioambientales y
 - Políticas que directa o indirectamente afecten al medioambiente,
- **Basada en infraestructuras de los Estados Miembros que incluyan:**
 - Metadatos, Conjuntos de datos espaciales y servicios, Red de servicios, Acuerdos para compartir, acceder y utilizar y Mecanismos, procesos y procedimientos de coordinación y monitorización.

Disposiciones Generales (Continuación)

¿Qué comprende?

- **Datos espaciales (IG) y sus Metadatos**
 - Referentes al territorio UE, en formato digital, del sector público, comprendidos en los temas especificados en los Anexos I, II y III.
 - Disposiciones para datos aportados por terceros – siempre sujetos al consentimiento de ellos.
- **Servicios sobre los datos espaciales anteriores**

IDE Europea



Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

IGN

18

Datos Espaciales (IG)

Datos de Referencia

Anexo I (INSPIRE)

- Sistema de Ref. de Coordenadas
- Cuadrículas geográficas
- Nombres Geográficos
- Unidades Administrativas
- Redes de Transporte
- Hidrografía
- Lugares protegidos

- Modelos de Elevación
- Direcciones y Áreas Postales
- Parcelas Catastrales
- Ocupación del suelo
- Ortofotos

Anexo II (INSPIRE)

Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

IGN

19

Datos Espaciales

ANEXO III (Datos temáticos)

Unidades estadísticas
Edificaciones
Edafología
Geología
Uso del suelo
Salud y seguridad humana
Instalaciones de servicios
Instalaciones industriales y productivos
Instalaciones Agrícolas y Acuicultura
Demografía y distribución de la población
Áreas restringidas o reguladas
Zonas de riesgos naturales
Condiciones Atmosféricas
Características meteorológicas
Características oceanográficas
Regiones Marinas
Regiones biogeográficas
Habitats y biotopos
Distribución de especies

Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

INSPIRE. Datos referencia

- **Sistema Geodésico de Referencia**
 - ETRS89
 - EVRF2000
- **Sistemas de proyección**
 - ETRS89 Lambert Azimutal Equiárea, análisis y presentación estadística
 - ETRS89 Cónica Conforme Lambert, cartografía conforme pan-europea escala $\leq 1:500.000$
 - ETRS89 Transversa Mercator, cartografía conforme pan-europea escala $> 1:500.000$

Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

IGN

21

Metadatos

- Estados miembros son encargados de la creación de *metadatos* para los conjuntos y servicios de datos espaciales y de su actualización
- Los metadatos incluirán información sobre:
 - Conformidad de los conjuntos de datos.
 - Derechos de utilización.
 - Calidad y validez de los datos.
 - Autoridades públicas responsables.
 - Conjuntos de datos espaciales limitados al acceso público y las razones.
- Deben establecerse catálogos de datos espaciales y servicios.
- Deben seguir ISO 19115

Servicios de Red para Datos Espaciales

- Servicios de catálogo que den **acceso a los metadatos y a los conjuntos de datos y servicios de datos.**
- **Además,**
 - a) Servicios de localización (Gratis)
 - b) Servicios de visualización (Gratis)
 - c) Servicios de descarga
 - d) Servicios de transformación de los datos espaciales
 - e) Servicios de "acceso a servicios de datos espaciales"

Normas

- Componentes:
 - Uso Internet y navegadores (IP, TCP, HTTP, ...)
 - Protocolos búsqueda (ISO 239.50, OGC especificaciones)
 - Contenido metadatos (ISO 19115, subconjunto Dublín Core)
 - Nombres geográficos/diccionarios (WFS, Proyecto ISO 19142)
- Visualización datos (ISO 19128 "Web map server internet", OGC WMS)
- Transferencia datos (GML 3.1. ISO 19136)

Recomendaciones AST

- INSPIRE debe construirse sobre las SDI nacionales
- Cada Estado Miembro responsable de instalar y operar SDI nacional
- Arquitectura:
 - Adoptar modelo expuesto
 - Prioridades aplicaciones usuario: **encontrar, visualizar, acceder, traducción peticiones y resultados, e-commerce.**
 - Al menos un **servidor de catálogo** por país
- Diseño técnico: Modelos de datos y componentes documentados en UML
- **Certificación:**
 - Cada país servicio autorizado transf. Coord.
 - Certif. servicios transf. Sistemas referencia
 - Certif. servicios cálculo proyec. Cartográficas

IDEE Datos a nivel nacional. (www.idee.es)

- Sistema Geodésico de Referencia: IGN
- Unidades Administrativas:
 - Líneas límite de CC.AA., Provincias, Municipios: IGN
 - Distritos y Secciones Censales: INE
 - Distritos Postales: Correos
- Unidades de Derechos de Propiedad:
 - Parcelas Catastrales (D.G. Catastro (parcelas con nombres de titulares catastrales))
 - Parcelas Registrales (Colegio de Registradores (parcelas con nombres de propietarios))
- Direcciones Postales: INE / Correos
- Datos Topográficos: IGN (BCN25 (3M), BCN200 (30m))
- Ortoimágenes/Ortofotos: IGN / D.G. Catastro / Agricultura
- Nombres Geográficos: IGN
- Datos Temáticos Fundamentales: Medio Ambiente / Agricultura / Catastro / INE

Datos a Nivel Comunidades Autonomas

- Para toda la Comunidad Autónoma:
 - Temáticas topográficas consideradas como datos referencia en escalas 1/5.000 y/o 1/10.000: Andalucía, Asturias, Canarias, Cataluña, La Rioja, Madrid, Navarra, Valencia
 - Ortofotos: Andalucía, Asturias, Canarias, Cataluña, La Rioja, Navarra, Valencia
 - SIG's generales como almacenes de datos: Navarra, Galicia, Asturias, Illes Balears, Andalucía.
 - Nombres Geográficos: Institutos/Servicios Cartográficos de las CC.AA.
 - Datos temáticos fundamentales: Consejerías/Departamentos de Medio Ambiente o Agricultura.

Datos a Nivel Local

- Los Ayuntamientos de las principales ciudades de España generan datos topográficos y temáticos, considerados entre los datos de referencia por INSPIRE, en las escalas:

- 1: 500
- 1: 1.000
- 1: 2.000

Conclusiones

- Bases de datos sobre la red
- Condiciones de interoperabilidad(OGC, ISO 19100).
- Componentes. Recetario www.opengis.org
- Mínimos recomendados
 - Datos: Anexos I, II y III
 - Metadatos y Criterios de búsqueda
 - Servicios gratuitos: Localización y visualización
- Datos a diferentes niveles:
 - GSDI
 - INSPIRE
 - IDEE
 - Datos a Nivel CC. AA
 - Datos a Nivel Local

TEMA 12 IDEs

Bibliografía

- “IDEE: Infraestructura de Datos Espaciales de España”. Mas Mayoral S. Conferencia. Cáceres 2003.
- “IDEE: la infraestructura de datos española. Rodríguez A., Luján A., Mezcuca J. Revista Mapping.
- “SDI Cookbook”, www.gsdi.org/docs2004/Cookbook/cookbookV2.0.pdf.

DESARROLLOS FUTUROS Y CONCLUSIONES.

*XI CURSO DE CARTOGRAFÍA
DIGITAL Y SIG*

DESARROLLOS FUTUROS Y CONCLUSIONES.

- 1 Problemas abiertos y tendencias
- 2 Sumario
- 3 Curso de introducción

1 Problemas abiertos

- Formación
- Evaluación de la Calidad
- Actualización
- Generalización
- Derechos de autor
- Cálculo de costes/beneficios

Generalización

- Transformación:
 - Reducción de la escala del modelo
- Labor artesanal
 - La información se simplifica, esquematiza, aligera
 - Se armoniza el resultado.
- Problema de solución no única

Generalización Asistida por Ordenador

- MAP GENERALIZER (Intergraph)
 - Se actúa sobre una zona y una capa (ríos)
 - Se eligen unos parámetros
 - Se retoca el resultado.
- Sistemas desarrollados por instituciones cartográficas (Ej.OSGEN. Ordinance Survey)
- Dynagen (Intergraph)
- Radius Clarity (1Spatial)

GAO. Resultados

- Problemas:
 - Proceso automático lento
 - Gran trabajo de preparación y armonización
- Eficacia real : 60 - 65 %
- Mejores resultados a escalas grandes y próximas:
1:1.000 - 1:10.000
- ¿Muy pronto GAO será realidad?
 - Proyecto de investigación bajo ESPRIT(1997-99)
<http://agent.ign.fr/summary.html>
 - IGN Francia, Laser Scan (GOTHIC), Univ. Europeas
 - Aplicar OO a la GAO
 - Comisión de Generalización de la ICA.(Desde 1997)
 - <http://www.geo.unizh.ch/ICA/docs/mainlevel/home.html>

Derechos de autor

- USA, Australia, ...
 - IG **PÚBLICA DISPOSICIÓN**
- Europa
 - IG **DISTRIBUCIÓN COMERCIAL**
- Ventajas:
 - Relación suministrador-cliente
 - Garantía, Calidad especificada, Reclamación
 - Actualizaciones
 - La IG no se deteriora fácilmente
 - La IG costeadas empresas/toda la sociedad

Derechos de autor en Europa

- Marco legal
 - En UK, Irlanda, Holanda y países nórdicos
 - UK jurisprudencia
 - Directiva Unión Europea **2 años**
- Práctica
 - Se digitalizan mapas
 - El fraude existe
- ¿Cómo perseguir el fraude?
 - Firma de errores (UK)
- Futuro
 - Libre disposición (IDEE)
 - Pago por transformación del producto.

Cálculo de costes/beneficios

- Directiva de una organización ha de tener
 - Intuición del beneficio del SIG
 - Cuantificación costes/beneficios
- Costes son cuantificables
- Beneficios son difíciles de evaluar
- Argumento

¿Nos podemos permitir no tener un SIG?

Ejemplos costes/beneficios

- 1968: Texas Electronic Service Company ahorró 1 millón \$ en 4 años con un SIG de Gestión de Transformadores
- Costes de gestión de una gran ciudad (Antenucci):



Tendencias

- La red
 - Interoperabilidad
- Calidad
 - Determinación
 - Calidad cartográfica. ISO 19100.
 - ISO9000
- Directorios de datos y servicios (IDEs)
 - Metadatos
 - Comercio electrónico /seguridad
- Acceso ubicuo (Ubiquitous space)

2 Sumario

- El SIG, un modelo para un fin
- Aplicable a todo, ¿es rentable?
- La normativa está consiguiendo la madurez de la tecnología SIG.
- La ORGANIZACIÓN es la clave
- No hay recetas pero existen experiencias totalmente operativas.

3 Curso de introducción

- Conceptos básicos
- Más preguntas que certidumbres

- Proporcionar:
 - Mapa disciplinar
 - Brújula
 - Ideas sobre cómo elegir meta y camino
 - Ejemplos de aplicaciones reales.

F. Javier García
Instituto Geográfico
Nacional
Tfno.: +34 91 597 97 47
Fax.: +34 91 597 97 65
fjgarcia@fomento.es

DESARROLLOS FUTUROS Y CONCLUSIONES.

Bibliografía.

- “Towards consensus on a European GIS curriculum: the international post-graduate course on GIS” K.K. Kemp y A.U. Frank, 20 pág., artículo publicado en International Journal GIS, 1996, vol.10, nº 4, páginas 477-497.
- “GIS and Generalization” J.C. Müller, J.P. Lagrange y otros, TAYLOR & FRANCIS, 1996.
- “Map Generalization: Making Rules for Knowledge Representataion” B.P. Buttenfield y R.B. MacMaster, LONGMAN HOUSE (UK), 1991.
- “Innovations in GIS 1” Michael F. Worboys, 282 pág., TAYLOR & FRANCIS, 1994.
- “Innovations in GIS 2” Peter Fisher, 224 pág., Taylor & Francis, 1995.
- “Geographic Information Systems : A Guide to the Technology” JOHN C. ANTENUCCI y otros, 1991, 301 pág. VAN NOSTRAND REINHOLD (NEW YORK).
- “Les SIG et le droit” Alain Bensoussan, 256 pág., Editorial HERMES (París), 1995, 2ª edición.
- “Geographic Information Systems and the Law. Mapping the Legal Frontiers” G. Cho, 337 pag., John Wiley & Sons, 1998.
- “Profiting for Geographic Information Systems” Gilbert H. Castle III, 394 pág., GIS World Inc., 1993.
- “Auditoría Informática” Gonzalo Alonso Rivas, 187 pág., Ediciones Diaz de Santos, 1988.
- “Auditoría informática. Un enfoque práctico” Mario G. Piattini y Emilio del Peso, 609 pag., Editorial Ra-Ma, 1998.
- “Time in Geographic Information System” Gail Langran, 189 pág., TAYLOR & FRANCIS, 1992.
- “Geocomputation” P.A. Longley y otros, 278 pag., JOHN WILEY & SONS, 1998.
- “Diseño y elaboración de un procedimiento interactivo de obtención del mapa topográfico nacional a escala 1:50.000 por generalización cartográfica del mtn25” Iribas J., Tesis doctoral. 2000.

