

Istituto Universitario di Architettura di Venezia
Corso di Laurea in Pianificazione Territoriale e Urbanistica
Anno Accademico 1994–1995

Tesi di Laurea (Sintesi)

Il Sistema Informativo Territoriale del Comune di
Venezia

*Questioni di metodologia nell'analisi dei requisiti
informativi e di gestione informatica degli strumenti
urbanistici*

Markus M. Hedorfer

Relatore: Prof. Francesco Gosen
Correlatore: Dr. Alberto Giordano

14 marzo 1996

Indice

Prefazione	3
L'Oggetto della Tesi	4
La Struttura della Tesi	5
I Ringraziamenti	7
L'Analisi	7
Le Richieste dell'Amministrazione Comunale	7
I Caratteri Generali del Sistema	8
L'Analisi dei Requisiti Informativi	8
L'Implementazione	11
Qualche Considerazione Preliminare sul Software	11
Il Piano di Inserimento dei Dati	11
La Cartografia di Base	11
Gli Strumenti Urbanistici	14
Il Modello Logico	19
Le Applicazioni	20
Riferimenti bibliografici	22
Opere	22
Saggi	23
Articoli	24
Riviste	27

Prefazione

Negli ultimi due anni, come è facile dedurre dal titolo di questa tesi di laurea, sono stato a stretto contatto con computer e programmi. Ho avuto la possibilità di conoscere molti tipi diversi sia dei primi, come quello che ho a casa o quelli del centro di calcolo dell'università, che dei secondi, come quelli per la videoscrittura o il calcolo tabellare, di larga diffusione o quelli altamente specializzati nel disegno assistito da computer e nella manipolazione di dati geografici. Tutti però hanno, secondo quanto ho appreso, una cosa in comune che spesso viene ignorata o comunque non presa in dovuta considerazione: sia le macchine (hardware) che gli applicativi (software) vengono progettati e costruiti da noi esseri umani e non sono perciò mai in grado di fare più di quello che, in via teorica, sarebbe in grado di fare lo specifico ingegnere o analista.

Soprattutto durante la stesura materiale di questo testo — seduto quindi davanti ad un personal computer — mi è capitato molto spesso di perdere quasi la pazienza quando questa o quella operazione di impaginazione o di correzione ortografica automatica (alla quale ho poi anche rinunciato) non voleva nella maniera più assoluta fare ciò che avevo in mente io. Si arriva così quasi inevitabilmente a considerare la macchina che si ha davanti come un interlocutore che — si tende a pensare — quando non 'obbedisce' va insultato sperando che in questo modo si possano raggiungere gli obiettivi stabiliti. Ovviamente non è così. Ma ciò che in questo contesto fa riflettere è che si compie un'operazione mentale molto pericolosa: l'oggetto (il computer) viene soggettivizzato ed il soggetto (l'utente) diventa, come una sorta di pezzo di ricambio, dipendente dalle azioni per le quali la macchina è stata concepita, ossia viene oggettivizzato. Il problema di questo dilemma non sta però, a mio avviso, in un rapporto malsano che l'utente instaura con la macchina, ma nel modo di trattare l'intera vicenda delle *informatizzazioni* e quindi in questioni di struttura e di impostazione alla radice.

Due sono gli aspetti fondamentali. Da un lato è forte la pressione che esercita il mercato sulle scelte di come porsi di fronte agli utenti reali e potenziali. Spesso viene in questo contesto sacrificata la funzionalità di un processore o di un programma per arrivare il prima possibile alla sua introduzione, almeno per quanto concerne i prodotti di più largo uso. Dall'altro lato invece — ed è ciò che qui mi interessa di più — non ci si pone, durante la fase di sviluppo dei software, con sufficienza alcuni quesiti che non riguardano tanto l'approccio *informatico* ad un determinato argomento, bensì quello *informativo*, la capacità cioè di tradurre le conoscenze e le tecniche specifiche di un settore in un linguaggio comprensibile al calcolatore per agevolare le attività dei potenziali fruitori. Se così fosse, allora anche il «sillabatore» installato sul mio personal computer riuscirebbe a spezzare tra due righe di testo anche quelle parole che sono collegate ad un'altra con un apostrofo. Ora invece posso soltanto adeguarmi: o rinuncio alla sillabazione di una parola come «l'amministrazione» oppure modifico le mie abitudini in funzione delle esigenze della macchina scrivendo «la amministrazione».

Trasferendo questi concetti nell'ambito del trattamento dell'informazione

geografica — dei *Sistemi Informativi Geografici* — le conseguenze di un eventuale adeguamento alle esigenze della macchina sarebbero ovviamente molto più gravi. Scrivendo una parola che inizia con una vocale staccata dal suo articolo definito, si produce al massimo una spiacevole cacofonia, ma se nella normativa di un piano urbanistico occorre rinunciare a definire l'altezza massima consentita di un edificio in funzione di una determinata sezione stradale solo perché il software in uso non è in grado di stabilire i rapporti di vicinanza, allora direi che l'informatizzazione degli strumenti urbanistici è clamorosamente fallita.

Questa è, in sintesi, la *ragione* per cui ho voluto affrontare questa tematica. E la *tecnica* che ho poi cercato di adottare con maggiore rigore possibile è quella di ripercorrere tutte le singole azioni che si eseguono — spesso anche in modo inconscio — quando si compie un'attività che può essere definita con la parola «processo». La pianificazione territoriale o urbanistica è, come non sarà difficile concordare, un tale processo. Ma lo sono anche le modalità con cui una determinata norma di piano interviene sulle trasformazioni del territorio o i ragionamenti che conducono un pianificatore o una pianificatrice a compiere delle precise scelte decisionali.

L'Oggetto della Tesi

L'individuazione dell'oggetto preciso di questo studio non è classificabile come una *decisione* presa congiuntamente, o poco dopo, a quella di occuparmi del trattamento informatico di questioni riguardanti genericamente il territorio. Si è trattato più che altro di un *processo* che dall'idea iniziale di approfondire i Sistemi Informativi Geografici e la loro utilità nell'ambito della pianificazione territoriale e urbanistica ha portato progressivamente all'articolazione della tesi di laurea così come si presenta ora.

Molti erano i fattori, oltre a quelli citati sopra, che hanno contribuito a 'modellare' il campo in questione. Il più importante consisteva, senza alcun dubbio, nell'occasione di potere partecipare alla realizzazione di un progetto di implementazione di un Sistema Informativo Territoriale *reale*, senza quindi essere costretto a ricorrere ad una situazione *immaginaria* come invece spesso avviene nell'ambito delle svariate ricerche che uno studente universitario fa. Il progetto in questione — il *Progetto OPEN*, commissionato dall'Amministrazione Comunale veneziana e realizzato in collaborazione tra il Consorzio Venezia Ricerche e l'Istituto Universitario di Architettura — riguardava un'*analisi* preliminare durante la quale raccogliere e valutare le informazioni indispensabili affinché si potesse determinare quali caratteristiche dovesse avere e a quali esigenze dovesse rispondere il prospettato SIT del Comune di Venezia, la cui *implementazione*, sotto forma di prototipo di limitata portata, era poi il secondo compito in quella sede.

Un altro fattore consisteva in un mio personale interesse, accentuato dall'esperienza pratica di OPEN, di indagare sulla natura degli strumenti urbanistici e del loro modo di 'funzionare' che in Italia, a differenza di altri paesi e soprattutto degli Stati Uniti d'America, assumono caratteri molto particolari. Potrei menzionare anche altri avvenimenti, come l'approfondimento della questione del

«pensare spazialmente» che è una sorta di parola chiave nell'ambito dei GIS, come lo studio del concetto di «mondo reale» o come anche il fatto di aver 'rispolverato' nozioni apprese durante il percorso universitario e, in qualche modo, relegate in un angolo nascosto delle mie conoscenze. Ma, come spesso succede, non è sempre possibile determinare tutti i fattori che hanno portato ad agire in un certo modo e a preferire alcune questioni piuttosto che altre.

L'oggetto di cui tratta quindi questo lavoro può essere definito con le seguenti parole.

1. L'analisi, a partire dall'obiettivo di realizzare uno strumento informatico per la gestione dei processi inerenti la pianificazione territoriale e urbanistica, della realtà specifica in cui si opera e dei mezzi messi a disposizione dalla legislazione per governarla.
2. La valutazione degli esiti dell'analisi al fine di individuare un modello logico, con particolare riferimento alle tecniche dell'elaborazione elettronica dei dati, che descrive le componenti ed i processi che caratterizzano le attività di cui all'obiettivo menzionato sopra.
3. La proposta di un modello fisico che consente di applicare il modello logico individuato nell'ambito dell'attuale configurazione della tecnologia della gestione informatica dei dati geografici.
4. L'approccio alle precedenti tre questioni considerando la realtà reale del Sistema Informativo Territoriale del Comune di Venezia e sviluppandole in modo che possano essere generalizzate.

La Struttura della Tesi

Confrontando l'indice di questa tesi con i quattro punti appena esposti, potrebbe sembrare che non vi sia alcuna corrispondenza se non quella della presenza in entrambi di alcuni termini specifici. Il fatto è però che, nell'impostare la sequenza con cui esporre i risultati delle mie riflessioni e proposte, ho voluto differenziare il più possibile la fase che riguarda tutte quelle attività che vengono generalmente intraprese *prima* di procedere al lavoro diretto dell'inserimento e della manipolazione di dati nell'ambiente di un software GIS da quelle invece affrontate *durante*. La contrapposizione è molto simile a quella che si ha nella redazione di un piano urbanistico tra *analisi* e *piano*. Anche in questo caso non è sempre possibile tracciare un confine netto tra le due fasi poiché alcune riflessioni fatte nella prima presuppongono già una determinata idea di piano, e alcune indicazioni della seconda rappresentano più che altro dei riassunti dell'analisi. Inoltre, considerando l'insieme degli argomenti che vengono trattati nell'ambito delle analisi e del progetto, si noterà anche come a volte è difficile scindere tra le due parti degli insiemi logici che sarebbe invece preferibile documentare in base a dei *temi*.

Tuttavia, rispetto al caso di un progetto di Sistema Informativo Territoriale esistono alcune differenze. Da una parte, ci si potrebbe anche qui immaginare di trattare ogni singolo argomento seguendolo, a partire dalla sua comparsa nelle indagini preliminari, fino a quando non saranno approntate tutte le procedure

Indice

della sua gestione informatica. Con questa logica ho esposto sopra i quattro punti che costituiscono l'oggetto dello studio. Dall'altra parte, però, si possono raggruppare le singole attività e riflessioni in base al criterio che vede l'inizio del lavoro diretto con il calcolatore come spartiacque tra *analisi* e *implementazione*. Poiché non è possibile nei GIS, come a volte è usanza fare in sede di redazione di un piano urbanistico, affrontare congiuntamente le due fasi e poi *presentarle* in capitoli separati — i 'capitoli' rappresentano qui delle successioni temporali — ho quindi voluto attenermi a questa realtà dei fatti. In questo modo, quindi, l'analisi della natura degli strumenti urbanistici non appartiene effettivamente alla parte dell'*analisi* bensì a quella dell'*implementazione*. Lo stesso vale, in misura un po' minore, per il piano di inserimento dei dati: in teoria potrebbe anche appartenere alle analisi preliminari, ma molte sue variabili sono quantificabili solamente dal momento in cui si dispone materialmente delle attrezzature e dei software e cioè quando, in senso stretto, la fase dell'*implementazione* è già iniziata.

Tratto, in ordine, le seguenti questioni. Inanzitutto cerco, nei primi due brevi capitoli della prima parte, di inquadrare nell'ambiente politico e legislativo del momento il caso del Progetto OPEN al fine di ottenere — o meglio determinare ex post — alcune caratteristiche generali del sistema in esame. Il terzo capitolo, poi, è dedicato alla questione dell'*Analisi dei Requisiti Informativi* e comprende una sorta di racconto di quella che è stata l'esperienza concreta di OPEN. A partire dall'esperienza pongo in evidenza alcune problematiche emerse per tentare di formulare una metodologia idonea per tutta la fase preliminare di un progetto generico di implementazione di un GIS. La seconda parte della tesi — la più consistente — riprende brevemente nei due capitoli introduttivi la questione della selezione del software e della redazione del piano di inserimento dei dati che, come ho già detto, stanno in qualche modo a metà strada tra l'analisi e l'implementazione. Il terzo capitolo della seconda parte tratta in modo approfondito la questione fondamentale della cartografia di base. Anche qui mi avvalgo anzitutto di una rivisitazione della carta digitale specifica di cui si disponeva nell'ambito del Progetto OPEN. L'attenzione maggiore è però rivolta alla questione dei radicali cambiamenti che, a mio avviso, comporta la comparsa della *cartografia numerica* sia in termini di contenuto informativo sia per quanto riguarda i modi con cui dovrebbe essere impiegato questo nuovo strumento. È questo un necessario approfondimento se l'obiettivo generale è quello di trattare l'argomento della *gestione informatica degli strumenti urbanistici* di cui parlo invece nel quarto ed ultimo capitolo della seconda parte, dove una 'radiografia' del sistema di pianificazione italiano e, più in particolare, veneto getta le basi per la determinazione del relativo modello logico e della sua realizzazione. Ho, in questo contesto, tenuto conto sia dell'attuale discussione in campo accademico che della possibilità di mettere in pratica, in sede di implementazione di un GIS operativo, i concetti enunciati. Infine dedico qualche pagina a quelli che potrebbero essere gli ulteriori sviluppi in termini di approfondimento ma anche in termini di possibilità offerte dall'evoluzione delle tecnologie di riferimento.

I Ringraziamenti

Oltre naturalmente a Francesco Gosen, che tra l'altro ha reso possibile che partecipassi al Progetto OPEN, vorrei ricordare una serie di persone che, per me, sono state importanti durante la redazione di questa tesi di laurea. Molte delle conoscenze che ho acquisito durante il lavoro e che sono state indispensabili per realizzare questo studio sono dovute all'insegnamento di Alberto Giordano. Un ringraziamento vorrei invece rivolgere ad Alberta Bianchin che è stata la persona che mi ha avvicinato alla materia dei GIS. Ma anche a Francesco Contò, Massimo Mazzanti e Corrado Petrucco del CIDOC i quali sono sempre stati disponibili alle mie tante domande ed a discutere in modo approfondito molte delle questioni sollevate. Senza Pietrangelo Pettenò non mi sarebbe stato possibile comprendere tutta una serie di questioni di background sull'Amministrazione Comunale di Venezia, e l'avvocato Giuseppe Schiuma mi ha fornito alcune delucidazioni di ordine giuridico centrali per questo studio. Vorrei però anche ricordare i colleghi del CVR e tutte le persone con cui sono venuto a contatto e che in varia misura sono legate a questa tesi. Un ricordo particolare va naturalmente anche a tutti gli amici, ai miei genitori e, soprattutto, alla mia compagna Donatella Schiuma che in quest'ultimo periodo mi hanno dovuto sopportare.

L'Analisi

Le Richieste dell'Amministrazione Comunale

Prima di procedere con un progetto di implementazione di un SIT è importante analizzare non soltanto le richieste che vengono esplicitamente espresse da parte dell'Amministrazione Comunale, ma anche i **presupposti** in termini di quadro generale di riferimento politico ed istituzionale all'interno del quale l'attività è inserita (vedi anche Eriksson 1987). Nel caso del Progetto OPEN, gli aspetti che acquisiscono particolare importanza sono due. Il primo riguarda le Leggi Speciali per Venezia che dal 1973 ad oggi disciplinano la questione della **Salvaguardia di Venezia** che non riguarda soltanto la salvaguardia in termini puramente ecologici, ma un insieme complesso di iniziative rivolte in larga misura al mantenimento delle caratteristiche socio-economiche degli insediamenti lagunari e di terraferma. Dopo l'uso spesso improprio dei fondi destinati a queste iniziative (*Venezia derubata* 1993) praticato durante gli Anni Ottanta, è oggi possibile presumere un più ponderato intervento da parte della mano pubblica.

Il secondo aspetto centrale riguarda il programma per la **riqualificazione economica ed ambientale dell'area di Porto Marghera** che prevede l'istituzione di un Gruppo di Lavoro interassessorile al fine di costruire una bancadati su Porto Marghera, di realizzare un'apposita Variante al PRG, di redigere un Piano di Evacuazione per l'area urbana di Marghera, di predisporre un Piano di Risanamento Ambientale e di implementare un **Sistema Informativo Territoriale di Porto Marghera**. Al contempo, il SIT dovrebbe però anche fungere da **sistema pilota** per un futuro SIT per tutto il territorio comunale.

Tale impostazione rappresenta certamente un fattore da accogliere positivamente (Dale 1991). Il fatto tuttavia della sua duplice natura — sistema pilota ed anche sistema funzionante per un'area specifica — pone non pochi problemi affinché possano essere realizzati dei benefici in grado di compensare i costi. Si è perciò proceduto ragionando soprattutto in funzione della realizzazione di uno studio preliminare tenendo comunque sempre in particolare considerazione le questioni inerenti la zona industriale di Porto Marghera.

In base poi agli specifici **obiettivi** espressi, si può affermare che il GIS dovrà essere ad alta funzionalità, non comportare alcuna limitazione per quanto riguarda il trattamento di diversi formati di dati e la presenza di un'ampia gamma di filtri di conversione. L'aspettativa di utilizzare le tecnologie dell'informazione anche per la redazione di piani urbanistici e simili, presuppone poi implicitamente che vengano predisposti degli applicativi costruiti in modo personalizzato e in base alle specifiche scienze territoriali coinvolte.

Un ultimo elemento di particolare significato riguarda la concezione del futuro SIT come sistema aperto ai quali viene generalmente rivolta molta attenzione anche da parte dei produttori e sviluppatori di software GIS (Dangermond 1991). Un sistema aperto è rappresentato, da una parte, da una struttura non legata ad una determinata realtà istituzionale bensì ad un determinato territorio e, dall'altra parte, dalla condivisione delle risorse sia per quanto riguarda le attrezzature ma soprattutto la base di dati inserita. È necessario quindi elaborare anche un **nuovo modello organizzativo e informatico**.

I Caratteri Generali del Sistema

La questione del sistema aperto ha, prima di procedere alla sua realizzazione in modo veramente interistituzionale, anche delle ripercussioni all'interno dell'Amministrazione Comunale di Venezia. Sono presenti, al momento dell'avvio del Progetto OPEN, già alcune realtà che adoperano del software GIS per usi specifici. Il compito è quindi anche quello di integrare queste realtà con il nuovo sistema. La scelta è stata quindi quella di procedere alla costruzione di un sistema che prevede l'istituzione di un'apposita struttura — l'Ufficio del SIT — con il compito della supervisione sulle attività di aggiornamento, di mantenimento della qualità ed anche di documentazione dei dati disponibili. Alle altre strutture del Comune viene invece assegnato l'attributo di Uffici Periferici che si esplicita nel principio della proprietà di un singolo dato, e cioè della sua raccolta, del suo aggiornamento e della sua trasmissione all'Ufficio del SIT. Per quelle strutture che sono prive di tecnologie GIS, l'Ufficio del SIT curerà il trattamento informatico dei dati, l'ufficio specifico in questione invece quello non informatico.

L'Analisi dei Requisiti Informativi

Nella letteratura di lingua inglese (Dale 1991, Dangermond 1990), la *User Requirement Analysis (URA)* indica quella parte delle analisi preliminari ad un progetto di implementazione di un SIT che ha lo scopo di determinare quali

sono le esigenze dei futuri o potenziali utenti del sistema. Durante il Progetto OPEN e, più in generale, in questo studio il termine è stato impiegato con un significato leggermente diverso, includendo i requisiti non soltanto degli *utenti*, ma anche quelli dalle quali non si può (per motivi tecnici o strutturali) o non si vuole (per scelte impostate a priori) prescindere. Il termine è stato quindi tradotto in italiano con l'espressione *Analisi dei Requisiti Informativi*.

Per quanto riguarda le esigenze degli utenti, si è scelto l'impiego di un **questionario** che, nella maggior parte dei casi, è stato compilato di concerto con i dirigenti dei settori dell'Amministrazione Comunale interpellati. La prima questione che in questo contesto è emersa, era la domanda **a chi rivolgere tale questionario**. Si è optato per coinvolgere l'intera struttura amministrativa con qualche attenzione particolare verso quelle sottostrutture che si differenziano da quella a cui appartengono in senso burocratico per il loro particolare campo di applicazione. La seconda domanda riguardava il modo **come articolare le domande**. La principale difficoltà era il superamento di un gergo informatico pur riuscendo a comunicare i concetti e ad ottenere le informazioni necessarie. Non in tutte le situazioni l'operazione ha avuto successo. **L'ordine con cui procedere** alle domande partiva da quelle che erano, come si presumeva, più vicine agli argomenti quotidianamente trattati per avvicinarsi progressivamente a quelle più vicine alla materia dei GIS. Dopo qualche esperienza pratica, la **conduzione delle interviste** veniva impostata in modo tale da affrontare fin dall'inizio le questioni che con ogni probabilità avrebbero causato maggiori problemi.

Tra i **problemi emersi**, sono da citare la sottovalutazione dei tempi necessari per completare l'indagine, l'impossibilità di portarla a termine per tutte le strutture interpellate e la riluttanza, da parte di alcuni, a collaborare al Progetto. Le cause sono molteplici. Tra le maggiori sono da riportare un'insufficiente conoscenza della realtà amministrativa del Comune di Venezia che può considerarsi altamente complessa e la presenza di situazioni conflittuali la cui soluzione esula tuttavia dalla sfera operativa dei collaboratori esterni.

Per quanto riguarda i **risultati dell'indagine** è da menzionare un fatto di particolare rilevanza: la **struttura altamente polverizzata** sul territorio delle sedi degli uffici. Ciò comporta, in pratica, l'impossibilità di costruire un'efficiente rete telematica interna all'amministrazione e la necessità di effettuare lo scambio dei dati attraverso nastri magnetici o dischi ottici. Quanto al **patrimonio informativo**, è da dire che prevale l'uso di supporti cartacei. Si è anche notato come non esista alcuna organizzazione che curi la trasmissione delle informazioni tra gli uffici in modo sistematico. Spesso vengono addirittura costruiti gli stessi dati in modo indipendente tra loro in uffici diversi. La determinazione delle esigenze avveniva sulla base di una graduatoria e di un sistema che assegnava in base alla tipologia delle risposte date nei questionari dei punteggi alle singole voci. Attraverso la ponderazione di questi punteggi e l'aggregazione di voci simili tra loro è stata costruita una tabella che riporta nell'ordine di intensità delle richieste tutti i dati disponibili o richiesti all'interno dell'Amministrazione Comunale. Il dato che risultava più richiesto era la cartografia di base. La natura dei dati richiesti dalle singole strutture e dall'amministrazione nel suo

complesso avevano già predeterminato tutte le **funzionalità** da implementare entro i tempi a disposizione. L'intensità dell'**interscambio dei dati** è risultata piuttosto scarsa per il motivo dell'assenza di una struttura preposta a tale funzione. Si è quindi sottolineata la necessità, anche da questo punto di vista, di un Ufficio Centrale del SIT. Le **competenze informatiche** tra il personale non sono molto elevate sia a causa di una politica pubblica che non incentiva particolarmente le relative iniziative di formazione, sia a causa di una generale **infrastruttura informatica** povera. Tra le strutture interpellate soltanto otto dispongono di infrastrutture informatiche avanzate come software GIS, CAD, di visualizzazione o multimediale.

Assumono particolare rilievo (Maguire et al. 1991) le **riflessioni** su esperienze che, in alcuni passaggi, si sono dimostrate problematiche. Va in questo contesto posta l'attenzione sul fatto che non ci si potrà mai attendere dei benefici da un progetto pilota (*Nordisk Kvantif* 1987). Le affermazioni e la documentazione ufficiale deve essere quindi molto chiara su questo argomento per evitare che eventuali attese irrealistiche non si tramutino in diffidenza verso lo strumento GIS. Sul piano dell'analisi dei requisiti è da rilevare come, in molte situazioni, il questionario sotto forma di *switchboard* si è rivelato inadatto e che sarebbe stato più opportuno procedere spesso con colloqui meno schematici.

Il **metodo** prosposto prevede alcune modifiche rispetto alle procedure adottate durante il Progetto OPEN. Il riconoscimento dell'importanza della **conoscenza della realtà in cui si opera** impone che prima di qualsiasi attività di indagine diretta sulle singole strutture, vi sia una fase di **studio della situazione** in base alla documentazione ufficiale su questioni politiche, organizzative ed indagini eventualmente già realizzate da altri. Di particolare importanza sono poi anche le continue verifiche con gli amministratori al fine di raggiungere un'armonizzazione degli obiettivi e dei metodi. L'**indagine conoscitiva** dovrebbe poi essere accuratamente progettata e concludersi entro tempi accettabili (indicativamente tre mesi). È opportuno differenziare le strutture a seconda del fatto che siano coinvolte in attività di trasformazione del territorio o meno. Per tutte le altre strutture è più utile condurre semplicemente dei colloqui informali per poi eventualmente approfondire la questione in un secondo momento. L'analisi delle risposte dovrebbe ugualmente essere conclusa entro tempi brevi (indicativamente un mese). Per quanto riguarda il **trattamento delle informazioni rilevate** è da dire che le domande schematiche dovrebbero riguardare soltanto l'ubicazione territoriale degli uffici, le attività dei settori, il patrimonio informativo e le infrastrutture informatiche. Tutte le altre informazioni dovrebbero essere ottenute tramite domande informali. La valutazione delle risposte diventa più efficiente se ci si avvale di un software da sviluppare appositamente a questi scopi e che permetta di manipolare le singole risposte tramite un'interfaccia utente interattivo. Tale software dovrebbe prevedere anche la possibilità di effettuare delle interrogazioni in modo *SQL-like*.

L'Implementazione

Qualche Considerazione Preliminare sul Software

In base alle indagini preliminari emerge che il software per l'Ufficio Centrale del SIT dovrebbe essere implementato su una workstation con un sistema operativo multiutente. Le sue caratteristiche dovrebbero consentire il trattamento di qualsiasi campo di attività, gestire tutti i formati di dati e disporre di un elevato numero di funzionalità. Per quanto riguarda le indicazioni per le strutture periferiche, il software da indicare dovrebbe essere implementabile su un personal computer. Le caratteristiche dovrebbero però anche qui consentire il trattamento di qualsiasi campo di attività, gestire i formati di dati più comuni, disporre di un numero di funzionalità meno elevato del sistema centrale ed avere un'interfaccia utente amichevole. Per il sistema centrale si è indicato il software **Arc/Info**, per i sistemi periferici **Apic** oppure **MapInfo**.

Il Piano di Inserimento dei Dati

Nella redazione del piano di inserimento si è, oltre alle esigenze emerse durante le analisi preliminari, tenuto conto anche della circostanza che esistono alcune sequenze di inserimento predeterminate dalle regole fondamentali della gestione di un database geografico. In questo contesto è necessario che, prima di qualsiasi altro dato, venga inserita la cartografia di base. Poi, all'interno di singole categorie di dati esistono simili priorità oggettive che impongono, per esempio nel caso degli strumenti urbanistici, di digitalizzare prima la zonizzazione e di procedere soltanto dopo all'informatizzazione della normativa o di dati locazionali dei piani attuativi. Il quadro generale che così emerge riconferma quindi al primo posto la cartografia di base, seguita dai dati sulle attività economiche, gli impianti a rischio, l'uso del suolo, le reti tecnologiche, le infrastrutture di viabilità, la demografia e — in qualità di inizio di una seconda fase di implementazione — la pianificazione territoriale ed urbanistica.

La Cartografia di Base

La **cartografia di base del Comune di Venezia** era stata ottenuta da un volo e da una restituzione aerofotogrammetrica analogica eseguiti nel 1983. La qualità planimetrica può essere quantificata con un errore posizionale che di norma non supera 0,80 metri. L'errore della componente altimetrica, invece, è più grande e si aggira attorno a 1,50 metri. La carta corrisponde, nel suo complesso, ad una carta concepita per una scala di 1:2.000. La Ripartizione *Urbanistica* del Comune ha effettuato tra il 1983 ed il 1994 diversi aggiornamenti che però hanno sensibilmente modificato le caratteristiche della carta originale. Da un punto di vista qualitativo si nota un certo aumento dell'errore posizionale che però è difficilmente quantificabile. Da un punto di vista, invece, della coerenza del dato non è più oggi possibile determinare con esattezza quali oggetti hanno subito delle modifiche nell'ultimo decennio. Alla base di questo problema sta

il concetto di “edificio” adottato nel database numerico: esso non è paragonabile all’unità edilizia, ma si avvicina molto più, soprattutto nelle aree ad alta densità edificatoria, all’isolato. In tal modo, per esempio, una schiera di case unifamiliari viene considerata un’unico “edificio” e, se ha subito delle modifiche, è stata interamente sostituita nell’archivio.

L’organizzazione del database avviene per layers che però hanno esclusivamente delle funzioni di rappresentazione grafica. Il **trattamento nel Progetto OPEN** della carta prevedeva quindi la completa riorganizzazione della struttura in funzione di un trattamento più idoneo alla conformazione della realtà. A causa della presenza delle incoerenze nel database locazionale e per il fatto che molti elementi rappresentati avevano bisogno di essere interpretati, non era possibile impiegare delle procedure automatiche per la conversione delle polilinee non geometricamente chiuse in poligoni a tutti gli effetti. Per le operazioni di editing topologico manuale del layer “edifici” venivano impiegati circa cinque mesi, per cui successivamente ci si limitava ad impostare solamente un grafo della viabilità ed a trattare gli altri elementi in modo da essere visualizzati opportunamente. Si concludeva che a medio termine si sarebbe resa necessaria la costruzione di una nuova carta di base.

Parlando invece delle **cartografie di base in generale**, la comparsa della cartografia numerica rende necessario una rivisitazione dello stesso concetto di carta di base. Il ragionamento è costruito a partire dalla definizione delle cinque funzioni della cartografia di base (Biasini et al. 1988). Rispetto alle carte tradizionali, si pone il problema che le carte digitali non sono più caratterizzate da un rapporto biunivoco tra **scala di rappresentazione** e contenuto informativo. Benché esistano dei metodi scientifici per descrivere la qualità di una carta digitale (Giordano/Veregin 1994), propongo di utilizzare il concetto di *scala* come una sorta di ‘unità di misura’ delle carte in generale. Ciò consente di classificare anche le carte digitali secondo le consuete tipologie (Bezoari 1978, Biasini et al. 1988). Sia nelle carte tradizionali che in quelle digitali, si può inoltre individuare il **tipo** distinguendo tra carte disegnate e ortofotocarte. L’informatica introduce poi un’ultima distinzione in base al **formato** di archiviazione della carta digitale tra raster, vettoriale e, considerando le riflessioni sulla geomatica (Laurini/Thompson 1992), topologico. Combinando tra loro la scala, il tipo ed il formato, si ottengono trenta carte di base digitali teoricamente possibili che, eliminando le soluzioni tecnicamente o logicamente prive di senso e restringendo il campo alle sole carte tecniche, si riducono a quattro soluzioni fondamentali: la carta disegnata raster, la carta disegnata vettoriale, la carta disegnata topologica e l’ortofotocarta. Ognuna di queste soluzioni può essere ottenuta direttamente da aerofotogrammi. Successive operazioni di digitalizzazione manuale, digitalizzazione automatica, vettorializzazione manuale, rasterizzazione o editing topologico consentono di ottenere una soluzione specifica per **conversione**. È in questo modo possibile definire un albero genealogico di 23 soluzioni differenti di carte digitali.

Le **soluzioni raster** delle carte disegnate hanno in sostanza le stesse caratteristiche delle carte tradizionali eccetto per alcune questioni più marginali. A seconda del modo di costruzione della carta, la qualità può essere leggermente

migliore od anche peggiore della carta tradizionale. Le **soluzioni vettoriali** rappresentano un primo passo nel trasferimento di operazioni di interpretazione cartografica dall'operatore al calcolatore (vedi anche Zampieri 1994) in quanto si ha la possibilità di collegare le strutture di dati (vettori) a dati attributi. Un'organizzazione in layers consente di differenziare tra tipi di oggetti rappresentati e di impostare anche delle efficaci funzioni di rappresentazione. La qualità di queste carte digitali è tendenzialmente migliore di quella delle carte tradizionali. Infine, le **soluzioni topologiche** consentono di archiviare, oltre alle informazioni metriche, anche informazioni concernenti i rapporti spaziali esistenti tra più oggetti. L'ottenimento di una carta topologica presuppone nella maggior parte dei casi lo svolgimento di una sessione di editing che ha, tra l'altro, il vantaggio di non comportare un aumento dell'errore posizionale e, anzi, può contribuire in certe situazioni anche a diminuirlo. Le **soluzioni ortofotografiche** possono rappresentare un'alternativa all'introduzione di una carta vettoriale semplice o topologica in quanto è possibile procedere alla digitalizzazione di singoli tematismi a seconda delle esigenze contingenti (Cannistra/Godden 1994, Nale 1994, Hickey/Shillenn 1995). La qualità è tendenzialmente migliore di quella della carta tradizionale, ma non raggiunge quella delle soluzioni vettoriali.

La **selezione della soluzione** più idonea per una situazione specifica è strettamente legata ad un'**offerta** molto rigida. Tutte le carte sono ottenute da fotogrammi aerei oppure derivate da carte di questo tipo. Ogni ulteriore processo di conversione — con l'eccezione dell'editing topologico — introduce un errore posizionale aggiuntivo che contribuisce a diminuire progressivamente la **qualità** complessiva del prodotto finale. Per quanto riguarda il **costo**, si può rilevare che è molto elevato nel caso si voglia procedere alla commissione diretta di un volo e delle relative operazioni di restituzione. Incide in misura consistente anche il costo della manodopera specializzata per quelle procedure che necessitano dell'intervento manuale. Nel caso delle procedure di conversione automatica è più conveniente acquistare le relative attrezzature tecniche anziché commissionare i lavori. I **tempi di realizzazione** sono molto lunghi nel caso sia richiesto l'intervento umano, molto brevi nel caso di procedure di conversione automatica. I voli e la restituzione aerofotogrammetrica possono tecnicamente essere eseguiti in tempi brevi (Hickey/Shillenn 1995). Le successive **conversioni** possibili (Ingersoll 1994a) o raccomandabili, i **contenuti**, la possibilità di utilizzare le informazioni della carta per costruire delle **carte tematiche** e la configurazione **hardware e software** richiesta dipendono sostanzialmente dalla tipologia della singola soluzione.

Per l'articolazione della **domanda** è anzitutto possibile avvalersi di una distinzione in **tre categorie di conversioni**: quelle di competenza delle discipline aerofotogrammetriche e topografiche, quelle collocabili nell'ambito delle consuete funzionalità GIS e quelle attribuibili alla normale elaborazione elettronica dei dati. Per quanto riguarda i **quattro tipi distinti di carte**, si può dire che è sempre preferibile dotarsi di una carta di base topologica sebbene, in via teorica, non si può parlare di tecnologia necessariamente superiore (Couclelis 1992, Worboys 1993) e sebbene è assolutamente sconsigliabile per un GIS ad alta funzionalità precludere l'integrazione tra raster e vettori (Hinton 1994). La

scelta delle caratteristiche qualitative, infine, può essere effettuata in base alle operazioni che si intendono eseguire: progettazioni esecutive, analisi territoriali oppure soltanto rappresentazioni grafiche di carte tematiche. Due abachi per la determinazione della carta in base alle conversioni necessarie ed in base agli utilizzi previsti indirizzano infine verso una gamma ristretta di **soluzioni raccomandabili**.

Come molti constatano (per esempio Giordano/Veregin 1994, Laurini/Thompson 1992, Berry 1993), le carte di base digitali topologiche vengono generalmente organizzati per livelli tematici e successivamente sovrapposte tra loro per visualizzare o costruire delle informazioni. Queste procedure di **overlay** sono però, a mio avviso, da valutare come caratteristica della presente fase storica nell'evoluzione dei GIS e non come assioma valido tout-court. Ritengo che si tratti di un concetto che sopravvive nelle menti umane a causa della grossa influenza che hanno avuto ed hanno tuttora i software CAD nei GIS (Sinton 1991, Coppock/Rhind 1991, Clarke et al. 1993, van der Braak 1992) che spesso viene ignorata (Laurini/Thompson 1992), in qualche modo minimizzata (Scholten/Stillwell 1990) o presentata sotto forma di sistemi ibridi che integrano le due tecnologie (Healey 1991, Schutzberg 1995, Kunze 1994). Oltre alla questione della propagazione dell'errore durante il processo di overlay poligonale (Shepherd 1991, Giordano/Veregin 1994) e a certi limiti tecnologici che però potranno essere affrontati nei prossimi anni (*GIS World* 4/1995), il vero problema dell'overlay consiste nel fatto che rappresenta una costruzione non pienamente fedele alla conformazione della realtà e causa spiacevoli interruzioni di continuità (Pornon 1990) e dati ridondanti. Un'approccio alternativo consiste quindi nel superare il trattamento analitico dello spazio materialmente percepibile e nell'adottare quello insiemistico che comporta la costruzione di un database locazionale a **topologia totale**. Il principio in questo modello è quello di archiviare sul calcolatore i dati imitando la percezione di un osservatore umano (Berry 1994). Sul piano operativo, ciò significa impostare il database a partire da una topologia lineare in rappresentanza degli oggetti reali che delimitano i poligoni di un modello a 'pizza' con l'effetto di rimuovere le incoerenze logiche costituite dal poligono 'universo' e dai 'dangles'. Allo stesso modo come nella realtà molte delle caratteristiche materialmente percepibili possono dare luogo a delle informazioni tematiche, anche il modello a topologia totale sarà quindi in grado di fornire di per sé delle carte tematiche. Le operazioni di overlay si limiteranno quindi ad operazioni tra dati appartenenti a spazi euclidei bidimensionali incompatibili, come tra la carta di base e dati ottenuti da procedure di telerilevamento (Janssen et al. 1994), relativi al sottosuolo od altro.

Gli Strumenti Urbanistici

Prima di procedere allo sviluppo del modello fisico per la gestione informatica degli strumenti urbanistici, è necessario anche in questo contesto effettuare un'analisi sulla natura degli oggetti trattati e l'impostazione di un modello logico che prescindano da ogni caratteristica del sistema (Hargis 1992). La prima domanda da porre è quindi: **Che cosa sono gli strumenti urbanistici?** Non

sono, anzitutto, soltanto delle rappresentazioni grafiche da archiviare in formato numerico e nelle quali visualizzare le norme. Occorre indagare invece sui processi che sono direttamente legati a ciò che nella realtà si fa con il contenuto di un piano urbanistico, e cioè governare le trasformazioni del territorio. Sul piano dei contenuti è da notare che gli elementi e principi giuridici assumono un ruolo centrale, se non addirittura predominante, nella descrizione del sistema di pianificazione territoriale e urbanistica italiano e veneto. L'analisi segue un ordine che affronta inizialmente le questioni fondamentali del Piano Regolatore Generale per poi passare alla pianificazione di direttive, quella attuativa e gli altri strumenti per la pianificazione fisica.

Il Piano Regolatore Generale. L'unica affermazione che è possibile fare fin dall'inizio è che la suddivisione in **zone territoriali omogenee** rappresenterà senz'altro una *copertura*, intesa come struttura del software Arc/Info. L'articolazione della normative del piano e delle singole zone sono poi organizzate in una **struttura gerarchica**. Alcune si riferiscono esclusivamente ad una singola zona, così come viene rappresentata nella *zonizzazione principale*. Altre invece si riferiscono a gruppi di zone, per cui si può dire che le relative *sottozone* ereditano le norme definite più a monte nella struttura gerarchica. La norma di una singola zona può però anche modificare una norma già ereditata, sia integrandola con ulteriori elementi che sostituendo singoli elementi o l'intera norma. Oltre all'**ereditarietà**, la struttura gerarchica della zonizzazione è quindi caratterizzata anche dall'**integrabilità** e dalla **sostituibilità**. Queste proprietà e la facoltà di ogni singola zona di qualsiasi livello gerarchico di definire autonomamente le proprie norme viene, nell'informatica, indicata con il termine **polimorfismo**. Possono però anche esistere dei **riferimenti incrociati** tra singole norme che non *discendono* da uno stesso *antenato* o tra una norma del piano e norme di altri strumenti urbanistici. Oltre alla zonizzazione, il Piano Regolatore Generale è tuttavia composto anche da altre strutture. Le **normative integrative** sono quegli insiemi — strutturati gerarchicamente o non — che si applicano a singole zone poste a qualsiasi livello gerarchico della zonizzazione principale. Un esempio possono essere gli schemi di utilizzo che suddividono zone diverse in aree con determinate destinazioni d'uso. Dall'altra parte esistono poi anche le **normative complementari** che si riferiscono ad un database locazionale completamente indipendente da quello della zonizzazione principale e vengono con questa relazionate soltanto tramite tipiche procedure e **funzioni GIS** e l'uso di appositi **puntatori**.

La Legislazione Urbanistica Italiana. Il sistema della pianificazione territoriale ed urbanistica italiana viene spesso definito 'a cascata'. Secondo la Legge Urbanistica del 1942, i *piani di direttive* impostano a priori alcune caratteristiche dei *piani operativi*, i quali determinano i contenuti dei *piani attuativi*, che a loro volta disciplinano il rilascio delle licenze edilizie, sostituite successivamente dalle *concessioni edilizie*. Al vertice di questa gerarchia sono collocate le norme che nel loro insieme determinano, come una sorta di super-piano, la *legislazione urbanistica*. È quindi lecito concepire la zonizzazione del Piano Regolatore Generale soltanto come parte di una struttura gerarchica globale. Dato che però le sue singole componenti sono caratterizzate da un'autonomia

più o meno ampia, si rende necessario concepire anche un **validatore** globale (la Costituzione repubblicana) che verifica attraverso un **registro globale** (la *Raccolta Ufficiale delle Leggi e dei Decreti*) la conformità delle singole norme alla **legislazione vigente**. La regola secondo cui una legge che abolisce un'altra legge che aveva a sua volta abolito una terza legge fa indirettamente rivivere quest'ultima, introduce il principio della ripristinabilità di (quasi) ogni norma, per cui nessuna norma potrà essere cancellata del tutto dai relativi archivi.

La Pianificazione Regionale e Provinciale. Nel Veneto, il *Piano Territoriale di Coordinamento (PTC)* previsto dalla Legge Urbanistica del 1942 si articola in due strumenti: il *Piano Territoriale Regionale di Coordinamento (PTRC)* che interessa l'intera Regione ed il *Piano Territoriale Provinciale (PTP)*. In alcune situazioni, si inserisce tra questi anche il *Piano di Area* di competenza regionale. A differenza del Piano Regolatore Generale, si tratta qui di **piani di direttive** che non indicano alcuna zonizzazione e le cui cartografie allegate hanno lo scopo di esplicitare i contenuti di alcune direttive rivolte ad istanze di pianificazione di livello inferiore oppure alcune norme che queste istanze successive dovranno recepire. La verifica della conformità di un piano operativo (e parzialmente attuativo) a questi piani di direttive (e parzialmente operativi) avviene anche qui tramite un validatore che interviene su norme e perimetrazioni esplicative ed effettua operazioni di sovrapposizione e/o interrogazione spaziale. In molte situazioni, le direttive possono anche già **incapsulare** delle norme da includere in singoli insiemi normativi di strumenti di pianificazione successivo. Analizzando i singoli piani territoriali che interessano l'area del Comune di Venezia, emergono degli elementi che indirizzano le attività di implementazione verso le seguenti strutture di dati e costruzioni logiche.

- Norme e direttive possono essere organizzate in **oggetti**.
- Insiemi normativi possono essere organizzati in **raccolte**.
- Singoli elementi normativi ed insiemi normativi possono costituire delle **costanti, variabili o pseudo-variabili** che sono strutturati come variabili, ma le cui componenti sono tutte costanti fisse.
- Singoli oggetti possono essere ridefiniti in modo **ridondante** da oggetti discendenti al fine di renderli autonomi da eventuali modifiche introdotte successivamente da parte degli oggetti antenati.
- Singole direttive possono costituire delle **direttive condizionali** che prevedono, a seconda del verificarsi di una situazione specifica, l'applicazione di una direttiva o norma piuttosto che un'altra.
- Singole direttive possono impostare a priori degli elementi normativi di piani successivi dando così luogo a dei **segnaposti**.
- Le relazioni tra norme, direttive, elementi ed insiemi normativi possono essere descritte con l'aiuto della **teoria degli insiemi**.

Le Varianti al Piano Regolatore Generale. La prima distinzione che occorre fare è quella tra **oggetto reale** (il Piano Regolatore Generale di prima stesura o una singola Variante) e **oggetto virtuale** (il Piano Regolatore Generale che comprende anche i condizionamenti da parte delle Varianti). La natura della pianificazione, che agisce di fronte a determinate situazioni, rende

indispensabile anche l'introduzione dei concetti di **evento** e di **esito**. L'azione pianificatrice può quindi essere descritta con la funzione fondamentale

$$y = f(x, t, A)$$

dove y è l'esito dell'azione pianificatrice, x l'evento che occorre gestire, t la coordinata temporale dell'evento e A l'insieme degli oggetti reali che compongono l'oggetto virtuale. Le Varianti possono essere classificate in tre tipologie. La situazione 'normale' è costituita dalla **Variante 'opaca'** che si inserisce nella struttura gerarchica della zonizzazione del PRG e aggiunge e/o sostituisce parti del piano preesistente. Di **Variante 'trasparente'** si può invece parlare in quelle situazioni in cui una Variante sostituisce esplicitamente degli elementi normativi preesistenti alla sua introduzione, che però in seguito sono stati rimossi dall'oggetto virtuale a causa dell'introduzione di una seconda Variante. In questo caso, continuano ad esercitare la propria azione sia gli elementi normativi introdotti dalla Variante sia quelli del piano originario o di altre Varianti la cui sostituzione può essere considerata 'fallita'. Può tuttavia esistere anche il caso intermedio tra questi due, dove cioè alcune parti di una Variante sono caratterizzate da situazioni 'normali' ed altre da situazioni 'eccezionali'. Chiamo una Variante di questo tipo **Variante 'filtrante'**. Le strutture di dati e le costruzioni logiche necessarie per la gestione di questi fenomeni sono

- gli **oggetti linker** che sostituiscono i **collegamenti statici** tra oggetti con **collegamenti dinamici** sia per quanto riguarda le relazioni tra **oggetti luogo** e **oggetti attributo** che i rapporti di discendenza e
- una **tabella dei metodi virtuali** e strutture **bypass** per la gestione dei **campi** e dei **metodi** contenuti in catene di **discendenze inattive** provocate dall'introduzione di una Variante 'trasparente'.

L'azione congiunta tra singole **strutture reali** (la zonizzazione principale, le sottozonizzazioni integrative definite da moduli integrativi e gli insiemi non gerarchizzati definiti da moduli integrativi) di un oggetto reale o virtuale da luogo a **strutture virtuali** che si suddividono in

- **sottozonizzazioni integrative proprie** nel caso ad una zona della zonizzazione principale venga applicato un modulo integrativo gerarchizzato,
- **sottozonizzazioni integrative improprie** nel caso ad una zona della zonizzazione principale venga applicato un modulo integrativo non gerarchizzato,
- **sottozonizzazioni integrative proprie (o improprie) ereditate** nel caso ad una zona posta non all'ultimo livello gerarchico della zonizzazione principale venga applicato un modulo integrativo gerarchizzato (o non gerarchizzato) e
- **sottozonizzazioni integrative prodotte** nel caso ad un ramo della zonizzazione principale vengano applicati più di un modulo integrativo gerarchizzato o non gerarchizzato.

Per quanto riguarda infine la gestione degli eventi, l'azione congiunta di diverse strutture reali di una struttura virtuale impone il superamento del concetto

di **campo geometrico di applicazione** introdotto con la zonizzazione del Piano Regolatore Generale con quello di **localizzazione degli eventi**. Dato che la **valutazione degli eventi** produce degli esiti sotto forma di espressioni booleane, è quindi possibile determinare l'esito complessivo provocato da una struttura virtuale attraverso la **determinazione disgregata** di esiti parziali provocati dalle singole strutture reali.

La Questione della Salvaguardia. La gestione delle misure di salvaguardia avviene con l'ausilio di tante strutture virtuali temporanee quante sono le Varianti in itinere. La valutazione degli eventi viene effettuata determinando l'esito in base alla struttura virtuale relativa al Piano in vigore e determinando gli esiti in base alle strutture virtuali relative alle singole Varianti. L'esito complessivo è infine costituito dalla concatenazione dei singoli esiti come se si trattasse di esiti parziali di una singola struttura virtuale. Si rende inoltre necessaria l'introduzione di una struttura che chiamo **gestore temporale** e che verifica ed imposta i valori e le scadenze per quanto riguarda l'iter amministrativo di un Piano o di una Variante.

I Piani Attuativi costituiscono degli insiemi normativi indipendenti che vengono relazionati alle strutture reali e virtuali della pianificazione generale tramite dei semplici riferimenti incrociati. La natura ibrida di quasi tutti gli strumenti urbanistici impone una distinzione tra norme attuative e norme operative. Le prime possono essere collocate anche nei piani operativi dando luogo alla possibilità dell'intervento diretto, mentre le seconde possono ritrovarsi anche nei piani attuativi dando luogo a delle **Varianti virtuali**, che sono virtuali nella misura in cui non esiste alcun atto amministrativo che li approva esplicitamente e nella misura in cui possono però introdurre delle modifiche al Piano Regolatore Generale.

Il Programma Pluriennale di Attuazione e i Comparti costituiscono degli anelli di congiunzione espliciti tra piano generale e piani attuativi. Nel caso in cui non siano presenti queste strutture — di cui il primo teoricamente obbligatorio — la loro funzione può anche essere svolta da singole delibere. La conformazione del quadro della pianificazione attuativa refluiscce sotto forma di **feed-back** nella pianificazione operativa.

Le Concessioni e le Autorizzazioni. Nell'ambito di un GIS, il complesso delle attività di trasformazione fisica e funzionale del territorio può essere concepito, in modo analogo a quanto avviene nella realtà, come serie di eventi (la richiesta di concedere la facoltà di effettuare una trasformazione) gestiti da processi (la localizzazione e la valutazione) che terminano con un esito positivo (concessione rilasciata) o negativo (concessione negata). In seguito avverrà la constatazione della trasformazione avvenuta (l'aggiornamento del database). La pianificazione territoriale ed urbanistica dovrà quindi essere simulata a mezzo di un **programma eseguibile** costruito con le tecniche della **programmazione guidata dagli eventi**.

Il Modello Logico

Logica conseguenza dell'analisi della natura degli strumenti urbanistici è che si dovrebbe impostare un **database orientato agli oggetti**. Rispetto ai concetti adottati generalmente in questo contesto (Aybet 1994, Laurini/Thompson 1992, Worboys 1994, Milne et al. 1993), si rende qui tuttavia necessario introdurre alcune modifiche. La costruzione di un oggetto non avviene sulla base di un modello di oggetto (chiamata generalmente *classe*), ma sulla base di un **codice genetico** definito iterativamente da parte di più attori. Il concetto di **uguaglianza di tipo** si riferisce ad un insieme di oggetti che sono compatibili rispetto ad un determinato metodo. La **classe** è definita come insieme di oggetti non legati da rapporti di 'parentela' che hanno delle caratteristiche in comune. Le gerarchie statiche si applicano soltanto agli oggetti reali, mentre negli altri casi si impostano delle **strutture gerarchiche dinamiche**. È necessario impostare un **registro globale degli oggetti** che gestisce il concetto di identità e dei **registri globali delle strutture virtuali** onde evitare di costruirle fisicamente.

Nell'ambito di GIS non sperimentali, non è tuttavia pensabile, al giorno d'oggi, procedere all'implementazione di un sistema interamente orientato agli oggetti (Worboys 1994, Pornon 1990, Milne et al. 1993, Strand 1994, Helokunnas 1994, Worboys et al. 1993). Propongo quindi una soluzione che può essere classificata come **sistema relazionale** (o orientato ai campi) esteso che sfrutta le proprietà del file system di UNIX ed incapsula l'accesso ai campi di dati tramite delle procedure scritte nell'*Arc/Info Macro Language* (AML). Assume un'importanza centrale la definizione di convenzioni sulla **denominazione di files e directories** per simulare le proprietà dei metodi virtuali con l'ausilio di **procedure globali** che effettuano delle **ricerche sistematiche** di metodi e campi nella struttura delle directories. Le strutture virtuali vengono costruite predisponendo dei **collegamenti simbolici** tra directories in rappresentanza di singoli oggetti. Il polimorfismo può in parte essere gestito prevedendo dei campi che contengono delle **variabili procedurali** che, se vengono richiamate, eseguono delle procedure e restituiscono infine un valore come se fosse archiviato direttamente nel campo in questione. L'impianto generale è costruito come qualsiasi DBMS relazionale collegato a strutture di dati locazionali. Con riferimento al software Arc/Info, sono quindi da predisporre le seguenti tabelle per la gestione delle strutture normative gerarchiche.

- Una **tabella degli attributi poligonali** (PAT), il cui nome è costituito dal nome della directory (*copertura*) e dall'estensione **.pat**, che contiene gli identificatori dei poligoni ed il nome del percorso nel file system della specifica zona.
- Una **tabella dati**, il cui nome si differenzia da quello del PAT attraverso l'estensione **.dat**, che contiene la lista di tutti i nomi dei percorsi delle zone ed i nomi dei percorsi relativi ad ogni livello gerarchico presente.
- Un numero di **tabelle livello** pari al numero di livelli gerarchici presenti, i cui nomi si differenziano da quelli della PAT e della tabella dati per l'estensione **.l_{nn}** dove **nn** sta per il numero ordinale del singolo livello

gerarchico. Queste tabelle contengono informazioni generiche sulle zone in questione, come un numero ordinale, il nome descrittivo e così via.

- In ogni directory relativa ad una zona è collocata una **tabella norma**, denominata **norme.nor**, ad un solo record che contiene i campi dati (valori alfanumerici e variabili procedurali).

Infine, il **ciclo di valutazione dei messaggi** è un modulo eseguibile che viene richiamato periodicamente dall'utente e che valuta i messaggi inviati e scritti in appositi files da parte degli oggetti.

La questione della contrapposizione tra approccio orientato agli oggetti ed approccio orientato ai campi (sistema relazionale tradizionale) si articola in modo parallelo a quella, discussa nel capitolo sulla cartografia di base, tra organizzazione per livelli tematici e organizzazione con l'impiego della topologia totale. Si può parlare di una generale controversia (Couclelis 1992) tra **modello analitico** e **modello insiemistico**, dove il primo è più vicino alla natura dei calcolatori ed il secondo più corrispondente alle entità del mondo reale (Thompson/Laurini 1992). Essendo la pianificazione fisica legata, da una parte al concetto di **mondo reale** (o realtà), ma anche a quello di **mondo futuro** (de Jong 1992), occorre riflettere su come gestire la componente temporale nell'ambito degli strumenti urbanistici, che non è però da confondere con la questione della quarta dimensione (vedi per esempio Langran 1992) nei GIS in generale. La concezione della definizione di un punto nello spazio-tempo tramite quattro coordinate non è, a mio avviso, adatta ad un approccio insiemistico. È più opportuno introdurre il concetto di **percorso spaziotemporale** di un singolo oggetto così come viene impiegato nella cosmologia (Davies 1981). Il fatto che la realtà del futuro non è nota, induce poi a caratterizzare il mondo futuro come insieme di insiemi non numerabili di percorsi spaziotemporali. Si tratta quindi di un modello del futuro ad infiniti scenari e cioè di un **modello spaziotemporale ad infinite dimensioni**. Può essere utile, in questo contesto, rielaborare il *Metodo di Isolamento delle Dimensioni ed Eliminazione delle Alternative (IDEA)* ed il *Metodo del Continuo Incremento della Dimensionalità (CID)* sviluppati negli Anni Sessanta (Doxiadis 1968). Oltre alla questione del mondo futuro, si presenta anche quella del **mondo legale** che rappresenta quella parte del mondo reale che non è materialmente percepibile, ma definito soltanto attraverso strumenti giuridici. La costruzione di un Piano avviene creando dei collegamenti con i singoli 'mondi' descritti ed integrandoli con elementi definiti ex novo. Il risultato è una sorta di **topologia totale spaziotemporale**. L'atto di approvazione del Piano corrisponde quindi alla creazione di una copia di tutti gli oggetti, l'interruzione dei collegamenti e quindi alla costituzione di un 'mondo' proprio. La soluzione pratica all'interno di un odierno GIS bidimensionale è tuttavia da ricercare nella costruzione di singole topologie totali i cui oggetti sono interrelati attraverso il concetto di **identità**.

Le Applicazioni

I processi concernenti la pianificazione territoriale ed urbanistica con l'impiego di tecnologie dell'informazione possono essere raggruppati in quattro fasi (Pers-

son 1994) che corrispondono, viste anche le esperienze pratiche (van der Braak 1992, Moore et al. 1995, Forcen/Torres 1994), all'utilizzo di un **GIS generico**, all'impiego nella pianificazione in un ambiente GIS di **strumenti CAD**, all'impiego di un **Sistema Spaziale di Sostegno alle Decisioni** (SDSS) ed alla **Pianificazione Assistita da Computer** (vedi anche Nijkamp/Scholten 1993). A queste quattro funzioni aggiungo una quinta che potrebbe essere descritta con il nome **Gestione Urbanistica Assistita da Computer**.

Al fine di organizzare, all'interno di un Sistema Informativo Territoriale, un modulo "Pianificazione Territoriale ed Urbanistica" propongo di raggruppare anzitutto le funzioni GIS personalizzate e l'ambiente di lavoro che forniscono quelle informazioni che sono necessarie affinché i pianificatori possano formulare le proprie scelte decisionali in un sottosistema che generalmente prende il nome **SDSS** (Fedra/Reitsma 1990, Densham 1991, Geoffrion 1983). Questo sistema è caratterizzato anche dalla presenza di costruzioni logiche come la **Macchina di Deduzione** (Leung/Leung 1993, Laurini/Thompson 1992) o le **espressioni confermative** (Srinivasan/Richards 1993) e delle **Tecniche Basate sulla Conoscenza** (KBT). Il passo successivo consiste nell'utilizzare le informazioni in uscita dal SDSS in un ulteriore sottosistema che porta, tramite la **Costruzione Analitica dei Piani**, alla loro redazione interattiva e che potrebbe prendere il nome **Sistema Spaziale di Sostegno alla Pianificazione** (Wiggins/Ferreira jr. 1992) o, in forma breve, SPSS. I due sottosistemi SDSS e SPSS formano in questo modo l'applicativo che può genericamente essere definito come applicativo di **Pianificazione Assistita da Computer** (CAP).

Sul piano operativo si tratterebbe di definire degli appositi ambienti di lavoro nelle fasi di *discussione*, di redazione di una o più *ipotesi di massima*, delle *pubbliche relazioni* (vedi anche Cowen/Shirley 1991) e della redazione o dichiarazione dell'*ipotesi finale*. Infine si pone il problema del **sigillo** di autenticità (Ayers/Kottman 1994). Le resistenze che si incontrano spesso nell'ambito di progetti di informatizzazione di processi dove la realtà tradizionale di **carta e penna** è particolarmente incisiva, impone che si proceda ad un'accurata classificazione dei **gruppi di utenti** (Nijkamp/Scholten 1993) e progettazione dei relativi ambienti di lavoro.

Alcune esperienze e studi (Wood 1990, Joliveau et al. 1994, Drouet/Peyretti 1994) dimostrano che è forte l'attenzione verso il concetto di **Gestione Urbanistica Assistita da Computer** (GUAC). Dimostrano però altresì che non esistono ancora degli applicativi operativi che corrispondono pienamente a questo compito. Lo **schema generale** del modulo "Pianificazione Territoriale ed Urbanistica" vede quindi una bipartizione tra CAP — suddiviso a sua volta tra SDSS e SPSS — e GUAC.

Come prospettiva futura vedo, per esempio, anche lo sviluppo di un **interprete normativo** con il compito di assistere i pianificatori nella traduzione tra il linguaggio comprensibile dagli esseri umani ed il linguaggio comprensibile dai calcolatori.

Riferimenti bibliografici

Opere

- AA.VV., *Venezia derubata — Idee e fatti di un ventennio 1973-1993*, Avvenimenti, Roma 1993 (supplemento al n.20)
- Berry Joseph K., *Beyond Mapping — Concepts, Algorithms, and Issues in GIS*, GIS World Books, Fort Collins, Colorado 1993
- Bertin Jacques, *La graphique et le traitement graphique de l'information*, Flammarion, Paris 1977*
- Bezoari Giorgio et al., *Topografia e Cartografia*, CLUP, Milano 1978
- Biasini Alessandro et al., (a cura di Renzo Grimaldi), *La cartografia e i sistemi informativi per il governo del territorio*, Franco Angeli, Milano 1988
- Davies Paul, *The Edge of Infinity [Sull'orlo dell'infinito]*, J.M. Dent & Sons [Mondadori] London [Milano] 1981 [1985]
- Densham Paul J. / Goodchild Michael F., (a cura di), *Spatial Decision Support Systems — Scientific Report for the Specialist Meeting (Research Initiative Six, Technical Paper 90-5)*, National Center for Geographic Information and Analysis (NCGIA), Buffalo/Santa Barbara 1990
- Didier Michel, *Utilité et valeur de l'information géographique*, Economica, Paris 1990*
- Doxiadis Constantinos A., *Between Dystopia and Utopia*, Faber and Faber, London 1966
- Doxiadis Constantinos A., *Ekistics — An Introduction to the Science of Human Settlements*, Hutchinson of London, London 1968
- Environmental Systems Research Institute Inc., *Understanding GIS — The ARC/INFO^(r) Method*, Longman Scientific & Technical, Harlow, Essex, England/New York 1993
- Eriksson Gunnar, (a cura di), *NORDISK KVANTIF — Community Benefit of Digital Spatial Information - Final Report*, Lantmäteriverket, Gävle 1987
- Frank Andrew U. et al., (a cura di), *Theories and Methods of Spatio-Temporal Reasoning in Geographic Space — Lecture Notes in Computer Science vol.639*, Springer-Verlag, Heidelberg 1992
- Giordano Alberto / Veregin Howard, *Il controllo di qualità nei sistemi informativi territoriali — Come valutare e mantenere l'accuratezza del database*, Il Cardo, Venezia 1994
- Harts Jan Jaap et al., (a cura di), *EGIS/MARI '94 — Fifth European Conference and Exhibition on Geographical Information Systems, Paris — Conference Proceedings*, 2 voll., EGIS Foundation, Utrecht 1994
- Langran Gail, *Time in Geographic Information Systems*, Taylor & Francis, London/New York/Philadelphia 1992
- Laurini Robert / Thompson Derek, *Fundamentals of Spatial Information Systems*, Academic Press, London/San Diego 1992
- Lynch Elizabeth, *Understanding SQL*, Macmillan, Basingstoke, Hampshire, England/London 1990*

- Maguire David J. et al., (a cura di), *Geographical Information Systems — Principles and Applications (2 voll.)*, Longman Scientific & Technical, Harlow, Essex, England/New York 1991
- Masser Ian / Blakemore Michael, (a cura di), *Handling Geographical Information — Methodology and Potential Applications*, Longman Scientific & Technical, Harlow, Essex, England/New York 1991
- Mather Paul M., (a cura di), *Geographical Information Handling — Research and Applications*, John Wiley & Sons, Chichester/New York/Brisbane/Toronto/Singapore 1993
- Mengoli Giancarlo, *Le Leggi Urbanistiche — Commentate con la giurisprudenza e le usuali leggi di corredo*, Giuffrè, Milano 1986
- Nardocci Agostino, *Corso di Geografia Urbana e Regionale — Materiale didattico*, Istituto Universitario di Architettura, Venezia 1989
- Pornon Henri, *Systèmes d'infomation géographique — Des concepts aux réalisations*, Service Technique de l'Urbanisme/Hermès, Paris 1990
- Salvia Filippo / Teresi Francesco, *Diritto Urbanistico*, CEDAM, Padova 1986
- Scholten Henk J. / Stillwell John C.H., (a cura di), *Geographical Information Systems for Urban and Regional Planning*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/Boston/London 1990
- Worrall Les, (a cura di), *Geographic Information Systems: Developments and Applications*, Belhaven Press, London 1990

Saggi

- Abrantes Graça / Carapuça Rogério, *Explicit Representation of Data that Depend on Topological Relationships and Control over Data Consistency*, in Harts et al. 1994*
- Batty Michael, *Decision Support for Land Use-Transportation Planning Based on Spatial Interaction-Allocation Models*, in Densham/Goodchild 1990
- Cecchini Arnaldo, *Qualche nota sui modelli urbani*, in Nardocci 1989
- Clarke M. et al., *Intelligent, Interactive and Analysis-Based GIS: Principles and Applications*, in Mather 1993
- Coppock J. Terry / Rhind David W., *The History of GIS*, in Maguire et al. 1991
- Couclelis H., *People Manipulate Objects (But Cultivate Fields) — Beyond the Raster-Vector Debate in GIS*, in Frank et al. 1992
- Cowen David J. / Shirley W. Lynn, *Integrated Planning Information Systems*, in Maguire et al. 1991
- Dale Peter F., *Land Information Systems*, in Maguire et al. 1991
- Dangermond Jack, *How to Cope with Geographical Information Systems in Your Organisation*, in Scholten/Stillwell 1990
- Dangermond Jack, *The Commercial Setting of GIS*, in Maguire et al. 1991
- Densham Paul J., *Spatial Decision Support Systems*, in Maguire et al. 1991
- Drouet Dominique / Peyretti Guy, *Les applications des SIG à la gestion urbaine dans les villes moyennes de quatre pays européens*, in Harts et al. 1994

Indice

- de Jong Wouter M., *Geographical Information Systems Database Planning: Experiences of the Dutch National Physical Planning Agency*, in Scholten/Stillwell 1990
- Fedra Kurt / Reitsma René F., *Decision Support and Geographical Information Systems*, in Scholten/Stillwell 1990
- Healey Richard G., *Database Management Systems*, in Maguire et al. 1991
- Helokunnas Tuija, *Object-Oriented Geographic Data Management*, in Harts et al. 1994
- Janssen Lucas L.F. et al., *Error and Error Propagation in GIS with Special Reference to Ecohydrological Modelling*, in Harts et al. 1994
- Joliveau Thierry et al., *Déprise agricole et gestion des paysages — L'apport des SIG*, in Harts et al. 1994
- O'Conaill M.A. et al., *Spatiotemporal GIS Techniques for Environmental Modelling*, in Mather 1993*
- Openshaw Stan et al., *Error Propagation: a Monte Carlo Simulation*, in Masser/Blakemore 1991*
- Persson Jonas, *A Resource Based Approach to Generalization in the Context of GIS*, in Harts et al. 1994
- Sacchi Cristiano / Sbattella Licia, *An Object-Oriented Approach to Spatial Databases*, in Harts et al. 1994
- Scholten Henk J. / Stillwell John C.H., *Geographical Information Systems: The Emerging Requirements*, in Scholten/Stillwell 1990
- Shepherd Ifan D.H., *Information Integration and GIS*, in Maguire et al. 1991
- Smith Terence R. / Jiang Ye, *Knowledge-Based Approaches in GIS*, in Maguire et al. 1991
- Taylor D.R. Fraser, *GIS and Developing Nations*, in Maguire et al. 1991
- van der Kooy Jan Willem, *Object-Oriented and GIS Users*, in Harts et al. 1994*
- Wood Stearns J., *Geographic Information System Development in Tacoma*, in Scholten/Stillwell 1990
- Worboys Michael F. et al., *The Object-Based Paradigm for a Geographical Database System: Modelling, Design and Implementation Issues*, in Mather 1993

Articoli

- Abel D.J. et al., *Environmental Decision Support System Project: An Exploration of Alternative Architectures for Geographical Information Systems*, in «IJGIS — International Journal of Geographical Information Systems» n.3/1992
- Aybet Jahid, *The Object-Oriented Approach: What Does It Mean to GIS Users*, in «GIS Europe» n.3/1994
- Ayers Lawrence F. / Kottman Clifford A., *A Call for GIS Certification*, in «GIS World» n.12/1994

- Barr Robert, *In Search of Excellence (or a Dangling Segment?)*, in «GIS Europe» n.8/1994
- Barr Robert, *Toward the Metropolitan Panopticon*, in «GIS Europe» n.3/1994
- Berry Joseph K., *What Does Your Computer Really Think of Your Map?*, in «GIS World» n.11/1994
- Cannistra James / Goodden Richard, *A Guide to Acquiring Digital Orthophotography*, in «GIS World» n.7/1994
- Ciciotti Enrico, *La diffusione delle innovazioni tecnologiche tra le imprese — Trascrizione, a cura di Vincenzo Vagaggini, della docenza di Ciciotti tenuta presso la ELEA il 19.1.1987 nell'ambito di un ciclo di seminari di formazione manageriale per il Gruppo Olivetti, dal titolo "I fattori di successo aziendale"*, in «Archivio di studi urbani e regionali» n.29/1987
- Crowder Jim, *Nice Idea, But Is It Worth It? — A Cost-Benefit Analysis for GIS*, in «GIS Europe» n.3/1994*
- Dobson Jerome E., *Face the Ground Truth About Accuracy Assessment*, in «GIS World» n.11/1994
- Forcen Emilio / Torres Benedicto, *Valencia: Making Plans with GIS*, in «GIS Europe» n.2/1994
- GIS World Editorial Advisory Board, *Heavy Hitters of GIS — The 10 Most Influential People for 1995*, in «GIS World» n.4/1995
- Hargis James E., *Object Modeling Techniques Ease Relational Database Design*, in «GIS World» n.6/1992
- Hickey Robert J. / Shillenn Michael B., *Old Traditions, New Demands*, in «GIS World» n.6/1995
- Hinton Jackie, *The Best of Both Worlds: Developing GIS for Vector and Raster Data Analysis*, in «GIS Europe» n.9/1994*
- Ingersoll Karen, *Beware of Conversation Customization Costs*, in «GIS World» n.3/1994
- Ingersoll Karen, *Solving the Data Conversion Puzzle: Find the Solution That Is Best for You*, in «GIS World» n.8/1994
- Ireland Peter, *Standard Procedures: Turning Over a New Leaf in Niedersachsen*, in «GIS Europe» n.4/1995
- Kunze Elizabeth, *CAD vs. GIS — Mutually Exclusive or a Continuum of Complementary Technologies?*, in «GIS World» n.6/1994
- Lang Laura, *The Democratization of GIS — Bringing Mapping to the Masses*, in «GIS World» n.4/1995
- Leung Yee / Leung Kwong Sak, *An Intelligent Expert System Shell for Knowledge-Based Geographical Information Systems*, in «IJGIS — International Journal of Geographical Information Systems» n.3/1993
- Milne Peter et al., *Geographical Object-Oriented Databases — A Case Study*, in «IJGIS — International Journal of Geographical Information Systems» n.1/1993
- Moore Charles A. et al., *GIS Supports Urban Rezoning*, in «GIS World» n.2/1995
- Movafagh Shahin M., *GIS/CAD Convergence Enhances Mapping Applications*, in «GIS World» n.5/1995*

Indice

- Nale David K., *Digital Orthophotography: What It Is and Isn't*, in «GIS World» n.6/1994
- Nijkamp Peter / Scholten Henk J., *Spatial Information Systems: Design, Modelling, and Use in Planning*, in «IJGIS — International Journal of Geographical Information Systems» n.1/1993
- Peterson Kim, *Spatial Decision Support Systems for Real Estate Investment Analysis*, in «IJGIS — International Journal of Geographical Information Systems» n.4/1993
- Ranzinger Monika / Gleixner Günther, *Changing the City: Datasets and Applications for 3D Urban Planning*, in «GIS Europe» n.2/1995*
- Roper Christopher, *Divergent European Approaches to a Digital Future*, in «GIS Europe» n.1/1994*
- Schutzberg Adena, *Bringing GIS to CAD: A Developer's Challenge*, in «GIS World» n.5/1995
- Sinton David F., *Reflections on 25 Tears of GIS*, in «fonte ignota» 1991(?)
- Spooner Richard, *Apeldoorn — Benchmark for Dutch Municipal GIS Applications*, in «GIS Europe» n.9/1993*
- Srinivasan A. / Richards J.A., *Analysis of GIS Spatial Data Using Knowledge-Based Methods*, in «IJGIS — International Journal of Geographical Information Systems» n.6/1993
- Strand Eric J., *Is GIS a Giant Object after All?*, in «GIS World» n.5/1994
- van Diggelen Frank, *GPS for GIS — A Comparative Survey*, in «GIS World» n.10/1994
- van de Braak Paul, *Planning Department Moves from CAD to GIS*, in «GIS Europe» n.7/1992
- van der Knaap Wim G.M., *The Vector to Raster Conversion: (Mis)Use in Geographical Information Systems*, in «IJGIS — International Journal of Geographical Information Systems» n.2/1992
- Wagendorp Jeroen, *Linked Parcel/Health Data Enhance Environmental Analysis*, in «GIS World» n.4/1995*
- Wiggins Lyna L. / Ferreira Joseph jr., *MIT's Computer Resource Lab: A Research and Educational Facility for GIS in Urban Planning*, in «IJGIS — International Journal of Geographical Information Systems» n.4/1992
- Worboys Michael F., *Object-Oriented Approaches to Geo-Referenced Information*, in «IJGIS — International Journal of Geographical Information Systems» n.4/1994
- Worrall Les, *Justifying Investment in GIS: a Local Government Perspective*, in «IJGIS — International Journal of Geographical Information Systems» n.6/1994
- Zampieri Antonio, *Appunti per una critica all'economia politica del segno cartografico*, in «Notiziario cartografico — Periodico di informazione cartografica della Giunta Regionale del Veneto» n.4/1994

Riviste

Archivio di studi urbani e regionali, n.29/1987

GIS Europe, nn.7/1992, 9/1993, 1-3, 8-9/1994, 2, 4/1995

GIS World, nn.6/1992, 3, 5-8, 10-12/1994, 2, 4-6/1995

IJGIS — International Journal of Geographical Information Systems, nn.2-4/
1992, 1, 3-4, 6/1993, 4, 6/1994

*Notiziario cartografico — Periodico di informazione cartografica della Giunta
Regionale del Veneto*, n.4/1994