



*Università degli Studi di Napoli “Parthenope”
Dipartimento di Scienze e Tecnologie*

*Corso di Cartografia Numerica e GIS
Corso di Sistemi Informativi Geografici + Laboratorio GIS*

Lezione 19

Funzioni GIS di analisi spaziale: Buffer e incrocio

Claudio Parente

Buffer

Una query spaziale del tipo:

Quali sono i Comuni della Regione Campania entro 50 km dai confini del Comune di Napoli?

Richiede anzitutto la individuazione di una fascia di rispetto di 50 km entro i confini del Comune di Napoli.

La funzione GIS che permette di creare aree ovvero «fasce di rispetto» intorno ad una entità vettoriale prende il nome di *buffering*. La fascia di rispetto è detta *buffer*.

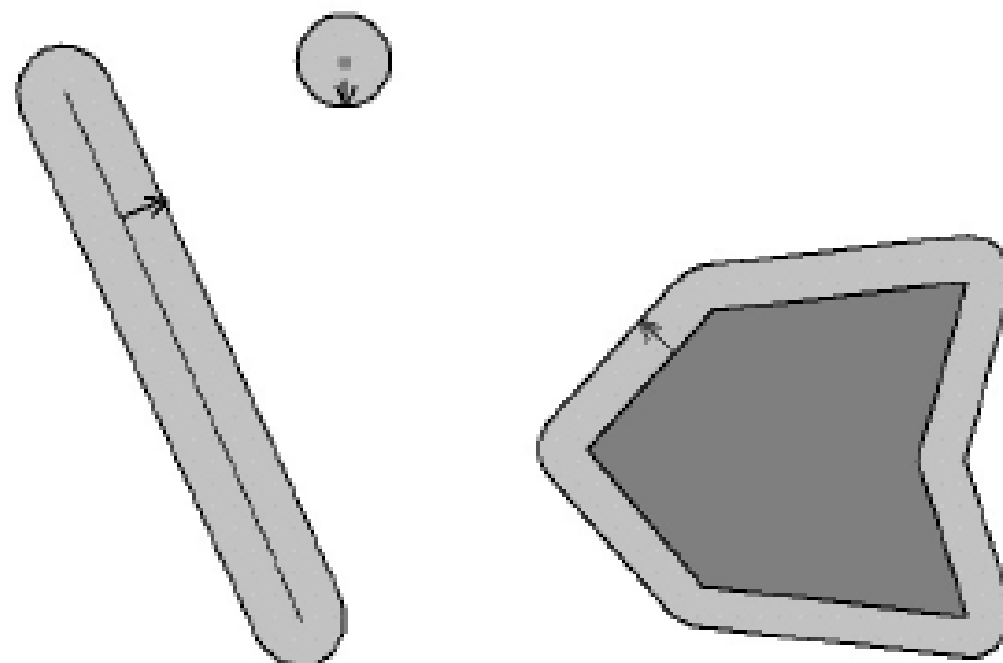


Fig.1 – L'area di rispetto si presenta come una cintura di protezione intorno ad una primitiva puntuale, lineare o areale.

Buffer

La creazione dell'Area di Rispetto (Buffer in inglese) è un'operazione particolare per il fatto che essa trova riscontro diretto nella pratica quotidiana, cioè nel concetto di cintura di protezione che si estende intorno ad una struttura puntuale, lineare o areale.

L'area di rispetto è definita come un'area che si estende all'intorno di una primitiva geometrica in modo che tutti i punti del piano che giacciono ad una distanza minore di un certo valore prefissato da un qualunque punto della primitiva fanno parte dell'area stessa.

Buffer

Il valore della distanza è un parametro dell'operazione che può essere fornito dall'esterno oppure può essere funzione di uno degli attributi dell'oggetto. In questo senso l'operazione di area di rispetto coinvolge contemporaneamente sia la parte geografica che quella descrittiva dell'oggetto su cui si applica.

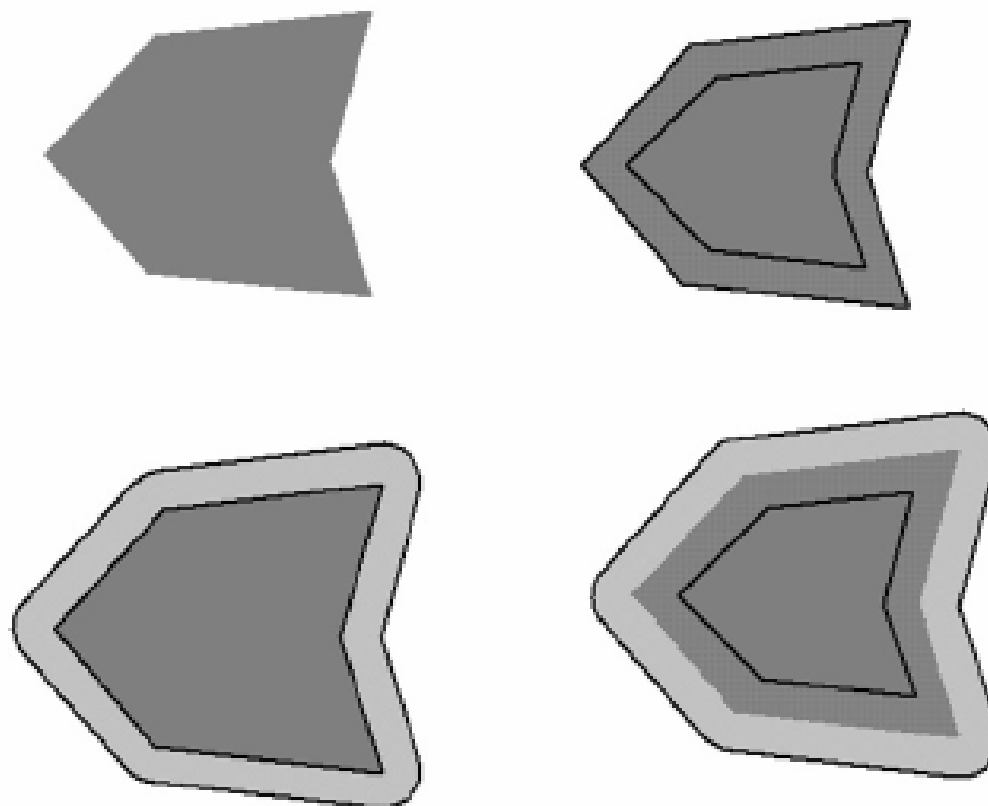


Fig.2 – L'area di rispetto può essere considerata in vario modo a seconda del suo rapporto con la primitiva di riferimento.

Buffer

L'area di Rispetto per una primitiva areale presenta diverse possibili interpretazioni; essa può essere:

- l'area che circonda il perimetro della primitiva all'esterno della primitiva stessa (Fig.2 in basso a sinistra);
- l'area che circonda il perimetro della primitiva all'interno della primitiva stessa (Fig.2 in alto a destra);
- l'area che circonda il perimetro della primitiva sia all'interno che all'esterno della primitiva stessa (Fig.2 in basso a destra);
- l'area che circonda il perimetro della primitiva all'esterno della primitiva insieme all'area della primitiva stessa (diversa interpretazione della Fig.2 in basso a sinistra).

Buffer

L'Area di Rispetto per una primitiva lineare presenta due possibili interpretazioni:

- l'area che circonda completamente la linea;
- l'area che circonda la linea solo da una parte (per chiarire si immagini una fascia di rispetto che interessa la linea costiera).

Buffer

In queste slide consideriamo unicamente per l'area la fascia che circonda il perimetro dell'area all'esterno e per la linea l'area che circonda completamente la linea (cioè il primo punto delle due liste) in quanto questi due casi sono coerenti con la definizione che abbiamo visto all'inizio.

Il concetto di area di rispetto si concretizza in genere nella costruzione di un nuovo layer areale.

Talvolta il buffer viene utilizzato nelle query spaziali senza che venga effettivamente creato un nuovo layer: come nel citato esempio di selezione, in un layer, di tutti gli oggetti che si trovano entro una certa distanza da un oggetto predefinito, il software potrebbe chiedere di indicare la distanza per effettuare la selezione, senza salvare il buffer. 9

Area di rispetto - Costruzione

La costruzione dell'Area di Rispetto (o Buffer) presuppone innanzitutto che si identifichi un layer di partenza (puntuale, lineare o areale) all'interno del quale si selezionano uno o più oggetti. Si definisce quindi l'ampiezza dell'area di rispetto e si lancia l'operazione.

Il risultato è un nuovo layer, ovviamente di tipo areale, che sarà formato dalle aree di rispetto generate intorno agli oggetti selezionati nel layer di partenza.

Le aree generate potrebbero anche sovrapporsi tra di loro, generando così figure geometricamente complesse



Fig.3 – La mappa riporta una serie di punti, con ID che va da 1 a 10; i punti appartengono a tre tipi diversi evidenziati da simboli diversamente colorati. Su tali punti viene calcolata un'area di rispetto di ampiezza fissa. Quando i punti sono vicini le aree si sovrappongono e, se richiesto, si fondono.

Area di rispetto - Costruzione

Il layer risultato sarà quindi formato da un insieme di aree che potrebbero essere o un'unico oggetto di tipo “multipart” o tanti oggetti indipendenti; in quest'ultimo caso a ciascuna area potrebbero essere assegnati gli attributi delle primitive di origine o un semplice ID, a seconda delle funzionalità presenti nel Software usato.

In certi casi, infine, sono presenti funzionalità che costruiscono più aree concentriche, con ampiezza definita tramite parametri.

Area di rispetto - Costruzione

L'ampiezza o profondità dell'area di rispetto è un parametro che può essere fornito dall'esterno (in questo caso tutti gli oggetti hanno un'area di rispetto con la stessa ampiezza) oppure può essere funzione di uno degli attributi dell'oggetto (in questo caso ciascun oggetto ha un'area di rispetto con una profondità “personalizzata”). Si potrebbe ad esempio avere:

Calcola l'area di rispetto intorno agli oggetti dello strato “Turismo” con larghezza 100 m se l'oggetto è di tipo 1, 200 m se di tipo 2, 400 m se di tipo 3.

Area di rispetto - Costruzione



Fig.4 – La mappa riporta una serie di punti, con ID che va da 1 a 10; i punti sono di tipo 1 (simboli rossi), 2 (simboli gialli), 3 (simboli blu). Su tali punti viene calcolata un'area di rispetto di ampiezza variabile secondo quanto specificato in un'attributo del layer di punti. Quando i punti sono vicini le aree si sovrappongono e, se richiesto, si fondono.

Area di rispetto - Costruzione

La costruzione dell'area di rispetto richiede le seguenti direttive:

- definire il layer di partenza e selezionare in esso gli oggetti interessati;
- definire il tipo dell'area di rispetto (tra le possibilità elencate nelle slide precedenti;
- definire la profondità dell'area di rispetto tramite un valore fisso o un attributo del layer;
- definire il nome del layer risultato;
- decidere se fondere le aree risultato in un'unica area o se lasciarle separate.

Geometria dell'area di rispetto

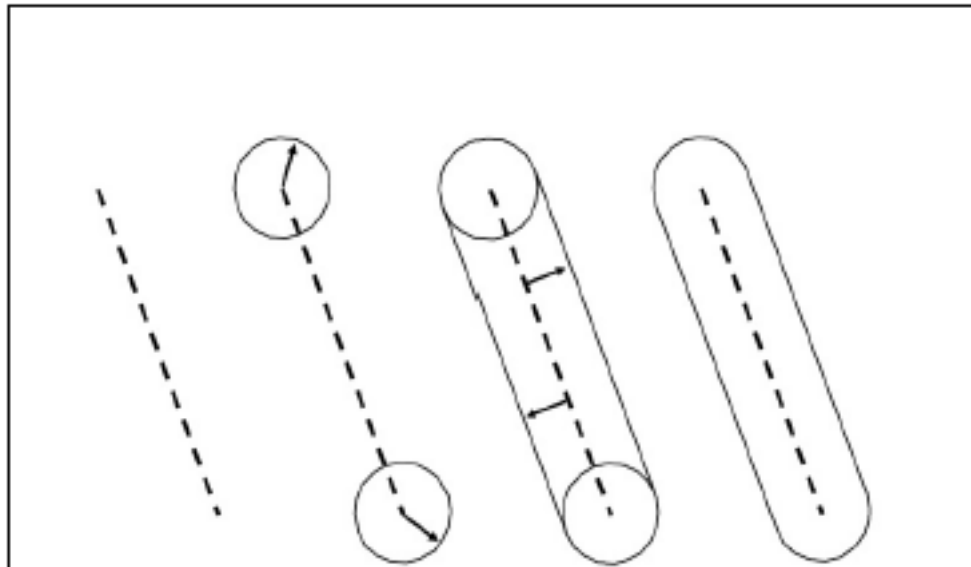


Fig.5 – Un criterio per la costruzione della geometria dell'area di rispetto.

Geometria dell'area di rispetto

La Fig.5 indica un possibile meccanismo di creazione di un'area di rispetto intorno ad una linea formata da un solo segmento. A partire dalla linea si generano sui vertici due cerchi, di raggio uguale alla dimensione prefissata per l'operazione; quindi si collegano le due circonferenze come indicato, fino ad ottenere come risultato finale la forma a destra della figura.

Geometria dell'area di rispetto

Un altro algoritmo (Fig.6) è quello di costruire due rettangoli simmetrici rispetto alla linea, con un lato adiacente alla linea e della sua stessa lunghezza, e con l'altro lungo quanto è la profondità dell'area di rispetto; quindi tramite semicerchi, completare la zona di rispetto intorno ai vertici della linea.

Geometria dell'area di rispetto

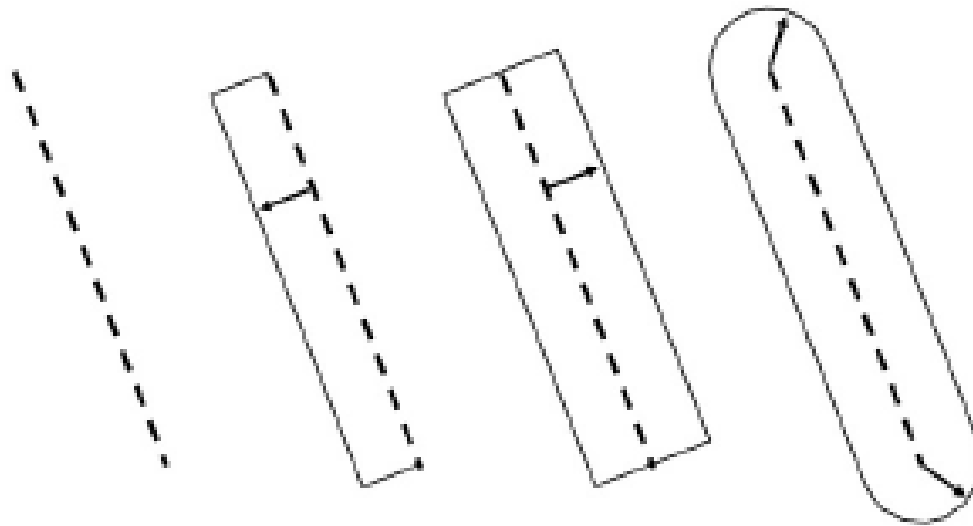
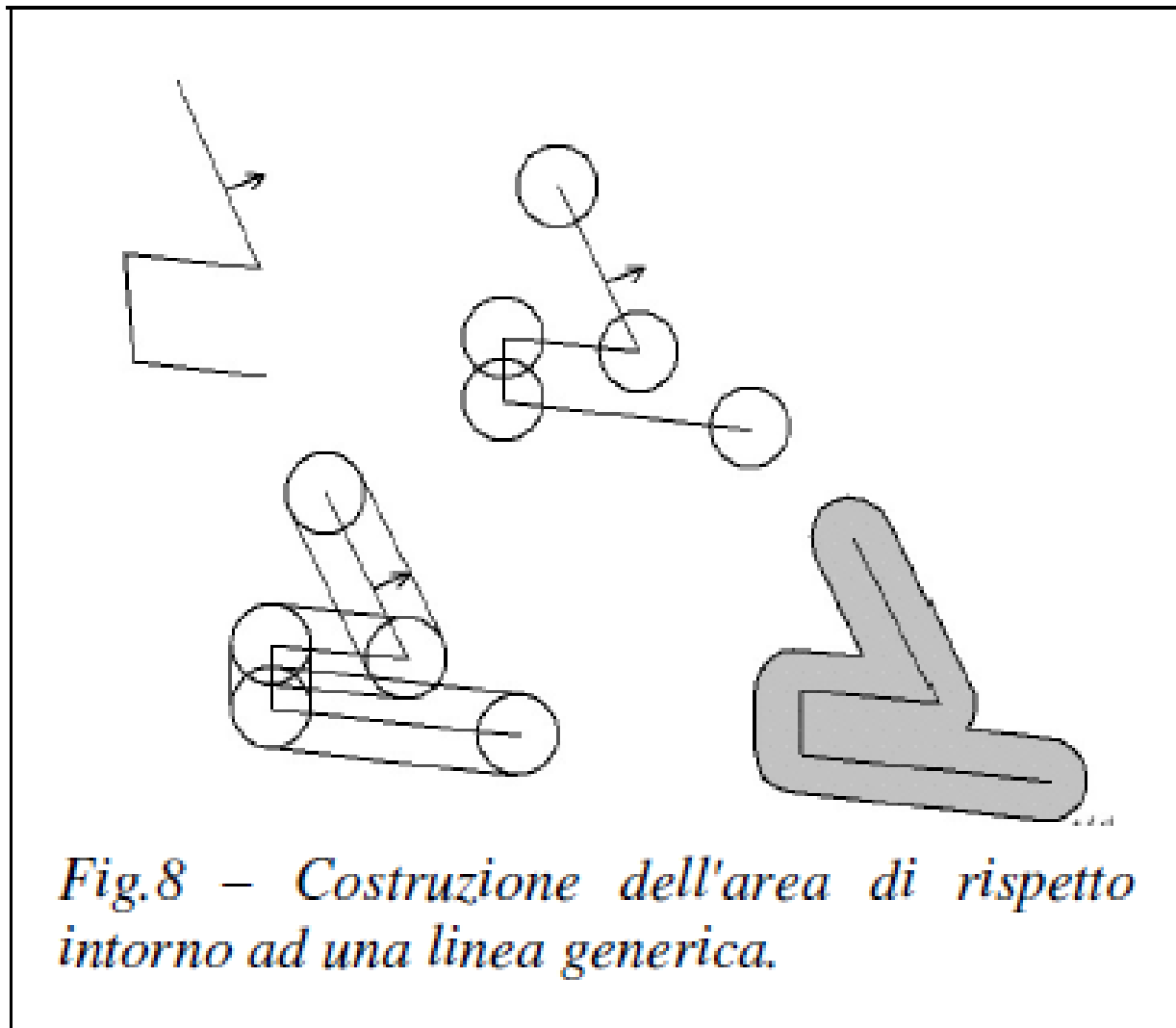


Fig.6 – Un altro criterio per la costruzione della geometria dell'area di rispetto.

Geometria dell'area di rispetto

Nel caso di una linea formata da una serie di segmenti concatenati, le aree generate da ciascun segmento si combinano sovrapponendosi non solo agli estremi dei segmenti, ma anche nelle parti intermedie; la Figura 8 mostra una situazione relativamente complessa, che dovrebbe dare un'idea di una certa difficoltà nell'implementazione dell'algoritmo.

Geometria dell'area di rispetto



Geometria dell'area di rispetto

Un po' più complesso il caso dell'area. Secondo il primo algoritmo proposto (Fig.9) occorre generare un cerchio per ciascun vertice e infine collegarli nel modo descritto; si noti che quando il poligono ha, in un vertice, un angolo interno minore di 180° , occorre considerare un arco di cerchio; quando invece l'angolo è superiore a 180° la circonferenza non interviene nella creazione dell'area di rispetto.

Geometria dell'area di rispetto

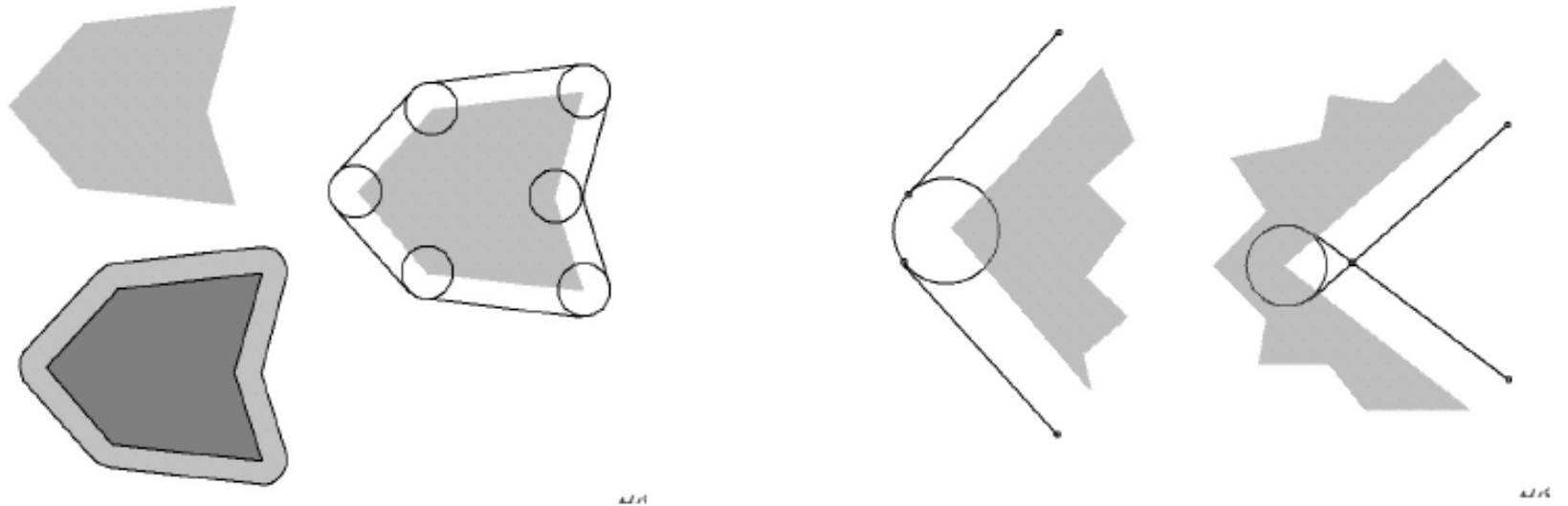


Fig.9 – Costruzione dell'area di rispetto intorno ad un'area non convessa (primo algoritmo)

Geometria dell'area di rispetto

Il secondo algoritmo proposto dà luogo ad un procedimento come quello rappresentato in Fig.10.

Geometria dell'area di rispetto

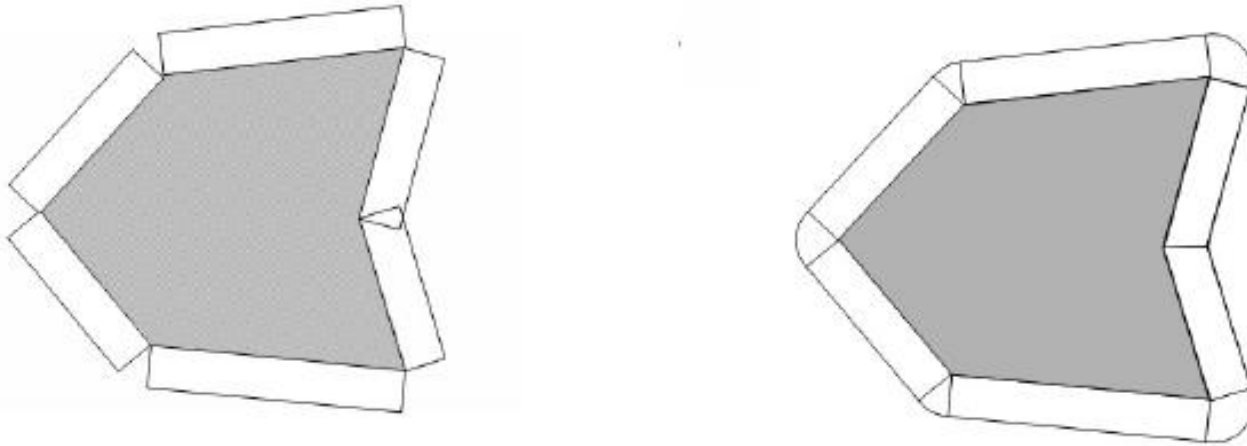


Fig.10 – Costruzione dell'area di rispetto intorno ad un'area non convessa (secondo algoritmo)

Geometria dell'area di rispetto

Nel caso di un'area, se questa presenta dei buchi interni, l'area di rispetto presenterà anch'essa dei buchi nei punti corrispondenti. Se tuttavia la dimensione dei buchi dell'area di origine è confrontabile con la profondità dell'area di rispetto, quest'ultima potrebbe avere molti buchi in meno dell'area di origine.

Simmetricamente un'area (ma anche una linea) con una forma a ferro di cavallo può dar origine a aree di rispetto con uno o più buchi.

Geometria dell'area di rispetto

In generale aree di rispetto generate da linee e aree presenteranno, rispetto alle primitive di origine, un aspetto più dolce e meno frastagliato.

Se l'altezza dell'area di rispetto è molto maggiore delle dimensioni della primitiva di origine, l'area di rispetto risultante è molto simile ad un cerchio.

Calcolo dell'area di rispetto

Il calcolo dell'area di rispetto è un'operazione piuttosto complessa da un punto di vista algoritmico: una soluzione è quella illustrata nella lezione 18 (utilizzo delle coordinate dei vertici, calcolo delle aree dei trapezi che compongono la figura per addizione e sottrazione).

A causa di questa complessità dell'algoritmo, in passato (ora non più) alcuni software GIS implementavano il calcolo dell'area di rispetto ricorrendo alla trasformazioni tra vector e raster.

Calcolo dell'area di rispetto

In tal caso il calcolo dell'area di rispetto avveniva in tre fasi:

- trasformazione da Vector a Raster della primitiva (o delle primitive) di partenza;
- disegno del buffer in modalità raster;
- calcolo dell'area di rispetto nel mondo raster: l'algoritmo in questo caso è estremamente più semplice (numero delle celle moltiplicato per l'area di ciascuna cella);
- ritrasformazione da Raster a Vector del risultato ottenuto.

Dissolvenza

Far sparire i confini interni di un buffer come pure di qualsiasi altre entità vettoriali è un'altra funzione GIS che prende il nome di *dissolvenza* (dissolve in inglese).

L'operazione di dissolvenza è una funzione che elabora un layer vettoriale, areale o lineare, e restituisce un nuovo layer, dello stesso tipo di quello originale, dove le entità sono state aggregate secondo un criterio di similitudine.

Dissolvenza

Il criterio di similitudine si esprime tramite il valore di un attributo (eventualmente anche più di uno) che può essere sia numerico sia stringa.

Il modello dati del layer risultato è in genere diverso da quello del layer di partenza.

Dissolvenza

Un caso classico di uso dell'operazione di Dissolve è quello in cui viene elaborato un layer di limiti amministrativi di dettaglio (per esempio i Comuni) per ottenere un layer di limiti amministrativi di dettaglio inferiore (per esempio le Province).

Trattiamo un layer areale consistente nei limiti amministrativi comunali della Toscana; in Fig.1 la componente geometrica e in Tab.2 quella descrittiva.

Dissolvenza



Fig.1 – Layer di partenza per l'operazione di Dissolve: i limiti dei Comuni della Toscana.

Dissolvenza

1.	AREA	Superficie del Comune in mq
2.	PERIMETER	Lunghezza del perimetro in m
3.	PROVINCIA	Sigla della provincia (Valori: AR, FI, GR, LI, LU, MS, PI, PO, PT, SI)
4.	NOMEMAI	Nome del Comune
5.	USL_DESC	Nome della USL di appartenenza
6.	APT_DESC	Nome della APT di appartenenza
7.	POP1981	Popolazione totale nel 1981
8.	POP1991	Popolazione totale nel 1991
9.	ZOALTIM	Zona altimetrica (1 – Collina interna, 2 – Collina litoranea, 3 – Montagna interna, 4 – Montagna litoranea, 5 – Pianura, “blank” = valore mancante)
10.	MASC95	Numero abitanti di sesso maschile nel 1995
11.	FEMM95	Numero abitanti di sesso femminile nel 1995
12.	FF	Fattore di forma

Tab.2 – Layer di partenza per l'operazione di Dissolve: il modello dati della componente descrittiva.

Dissolvenza

Analizzando il significato degli attributi vediamo che potremmo, ad esempio, eseguire un'operazione di Dissolve usando come criterio “l'appartenenza alla stessa Provincia”; in pratica tutti i Comuni che hanno nel campo PROVINCIA lo stesso valore vengono fusi per creare una nuova area che è la “Provincia”.

Il layer risultante è quindi quello delle province toscane.

Dissolvenza

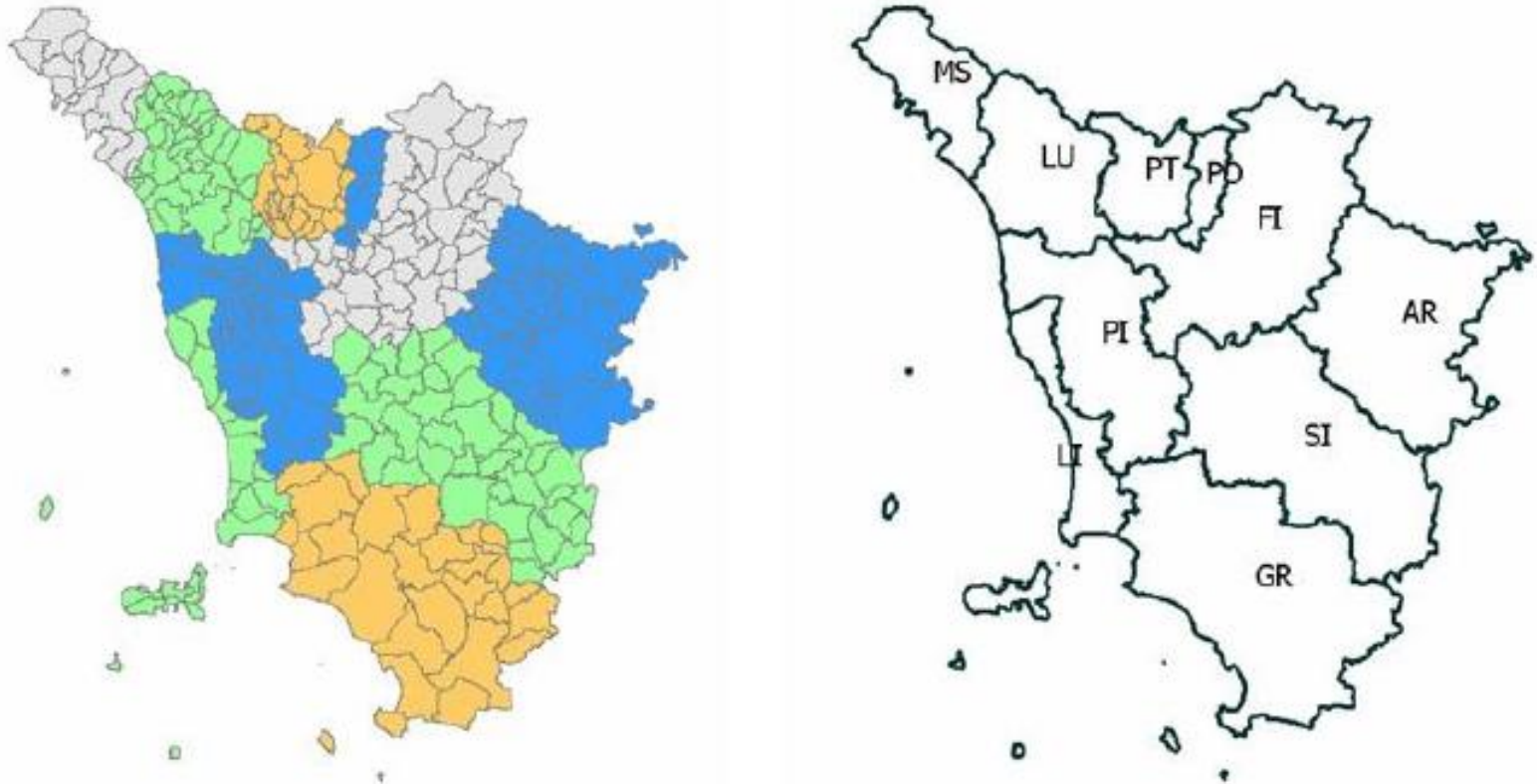


Fig.4 – A sinistra il layer dei Comuni, dove a ciascun Comune è stato assegnato un colore in funzione dell'attributo PROVINCIA (i colori sono ripetuti anche su province diverse purchè non adiacenti, con la tecnica dei quattro colori). A destra il layer risultato, con aree "multipart".

Dissolvenza

Nell'analisi del layer risultato si nota che alcune province (p.es. SI Siena, FI Firenze, LU Lucca) sono formate da un'unica area; altre (ad es. AR Arezzo e soprattutto LI Livorno) sono di tipo “multipart”, cioè sono formate da più poligoni non adiacenti, ma figurano come un'unica entità, e quindi descritte da un'unica riga nella tabella degli attributi.

Dissolvenza

Per eseguire un'operazione di Dissolve occorre fornire le direttive di seguito riportate.

1. Il nome del layer di partenza che deve essere vettoriale areale o lineare; è tecnicamente possibile, ma ha poco senso una Dissolve su un layer di punti.
2. L'attributo che guida l'operazione; è possibile eseguire l'operazione anche sulla base di più di un attributo. L'attributo può essere sia numerico che di tipo stringa; se si utilizza un attributo di tipo stringa occorre fare attenzione alla corretta scrittura dei valori: per esempio potrebbe capitare che valori dell'attributo, anche se uguali, vengano scritti con piccole differenze.
3. Il trattamento degli attributi del layer di partenza
4. Un “nome e percorso” o una URL per il layer risultato.

Dissolvenza

Il terzo punto merita qualche considerazione. L'operazione di Dissolve unisce due o più aree per crearne una nuova; in questa situazione cosa è possibile fare per perdere meno informazione possibile?

Consideriamo gli attributi del layer a cui abbiamo fatto riferimento precedentemente (slide 32, tabella 2).

Dissolvenza

1. AREA Attributo quantitativo. La superficie di un'area ottenuta dalla fusione di due o più aree risulta essere la somma delle superfici delle aree che la costituiscono.
2. PERIMETER Attributo quantitativo. Il perimetro di un'area ottenuta dalla fusione di due o più aree non è la somma dei perimetri delle aree che la costituiscono, salvo un caso molto particolare.
3. PROVINCIA Sigla della provincia: Attributo qualitativo. È l'attributo utilizzato per l'operazione e quindi il suo valore in un'area ottenuta dalla fusione di due o più aree è, per definizione, lo stesso valore di tutte le aree che la costituiscono.
4. NOMEMAI Nome del Comune: Attributo qualitativo. Il suo valore in un'area risultato non ha relazioni coi valori corrispondenti delle aree che la costituiscono.

Dissolvenza

- 5. USL_DESC Nome della USL di appartenenza: Attributo qualitativo. Il suo valore in un'area risultato non ha relazioni coi valori corrispondenti delle aree che la costituiscono
- 6. APT_DESC Nome della APT di appartenenza: Attributo qualitativo. Il suo valore in un'area risultato non ha relazioni coi valori corrispondenti delle aree che la costituiscono.
- 7. POP1981 Popolazione totale nel 1981: Attributo quantitativo. Il suo valore in un'area risultato è la somma dei valori corrispondenti delle aree che la costituiscono
- 8. POP1991 Popolazione totale nel 1991: Attributo quantitativo. Il suo valore in un'area risultato è la somma dei valori corrispondenti delle aree che la costituiscono.

Dissolvenza

- 9. ZOALTIM Zona altimetrica: Attributo qualitativo. Il suo valore in un'area risultato non ha relazioni coi valori corrispondenti delle aree che la costituiscono.
- 10. MASC95 Numero abitanti di sesso maschile nel 1995: Attributo quantitativo. Il suo valore in un'area risultato è la somma dei valori corrispondenti delle aree che la costituiscono
- 11. FEMM95 Numero abitanti di sesso femminile nel 1995: Attributo quantitativo. Il suo valore in un'area risultato è la somma dei valori corrispondenti delle aree che la costituiscono
- 12. FF Fattore di forma: Attributo legato alla geometria, escluso da queste considerazioni

Dissolvenza

Come si vede, le uniche informazioni che possiamo in qualche modo trasportare dal layer di partenza a quello di arrivo riguardano l'area e gli altri attributi quantitativi, oltre alla PROVINCIA, attributo guida per l'operazione.

Il modo in cui questi attributi si propagano dal layer di partenza a quello di arrivo è l'*operazione Somma*.

Dissolvenza

I software GIS che implementano l'operazione di Dissolve offrono all'operatore la possibilità di gestire l'informazione presente negli attributi del layer di partenza, non solo tramite l'operazione di somma, ma anche tramite altre (Valor Medio, Deviazione Standard, Valore Massimo, Valore Minimo, Differenza tra Massimo e Minimo) il cui uso però appare abbastanza raro.

Dissolvenza nel software ArcGIS

Dissolve

Parameters Output region

Layer: Comuni Toscana

Field: PROVINCIA

Summary statistics

FIELD	SUM	MIN	MAX	AVG
USL_DESC	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
APT_DESC	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
POP1981	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
POP1991	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ZOALTIM	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MASC95	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
FEMM95	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
FF	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Result: D:\1 Didattica Ricerca\14 CORSI\Dissolve\Province Toscana

< \14 CORSI\Dissolve\Province Toscana > OK Cancel

Fig.5 – In questa finestra di dialogo si richiede, per ciascuno degli attributi del layer di partenza (cfr. Tab.2) come si intende propagarlo, tramite una funzione, nel layer di arrivo. In questo caso gli attributi USL_DESC e APT_DESC non verranno riportati nella tabella degli attributi del layer risultato; degli attributi POP1981 e POP1991 verrà riportata la somma, e così via.

Dissolvenza nel software ArcGIS

Class	AREA_SUM	POP1981_SU	POP1991_SU	MASC95_SUM	FEMM95_SUM
PT	9.64417159...	264995.0	264622.0	127424.0	138571.0
LU	1.77366125...	385876.0	377101.0	180286.0	195305.0
AR	3.23413396...	313157.0	314564.0	154061.0	162674.0
PO	3.65827914...	206205.0	217244.0	0.0	0.0
GR	4.50479973...	220905.0	216015.0	100583.0	116130.0
PI	2.44474320...	388800.0	385285.0	185959.0	198591.0
SI	3.81981551...	255118.0	250740.0	122198.0	129019.0
LI	1.21384024...	346657.0	336626.0	162069.0	174690.0
FI	3.51341715...	995808.0	967437.0	455480.0	497428.0
MS	1.15501339...	203530.0	200312.0	96696.0	104546.0
0 / 10 Totale record selezionati.					

Fig.6 – La tabella degli attributi del layer risultato, ottenuta dagli attributi del layer di partenza

Incrocio

L'operazione di incrocio è quella che più di ogni altra esalta le caratteristiche dei sistemi GIS come integratori di dati.

L'operazione di incrocio opera su due o più strati informativi diversi vettoriali, ne integra le informazioni e alla fine crea un nuovo strato informativo dove ogni elemento eredita tutte le caratteristiche provenienti dai precedenti.

L'operazione di incrocio è la traduzione algoritmica di quello che è il significato più profondo dei GIS: l'*integrazione di dati appartenenti a layer diversi*. Tra i vari tipi di incrocio quello vettoriale tra aree è il più tradizionale e semplice da trattare.

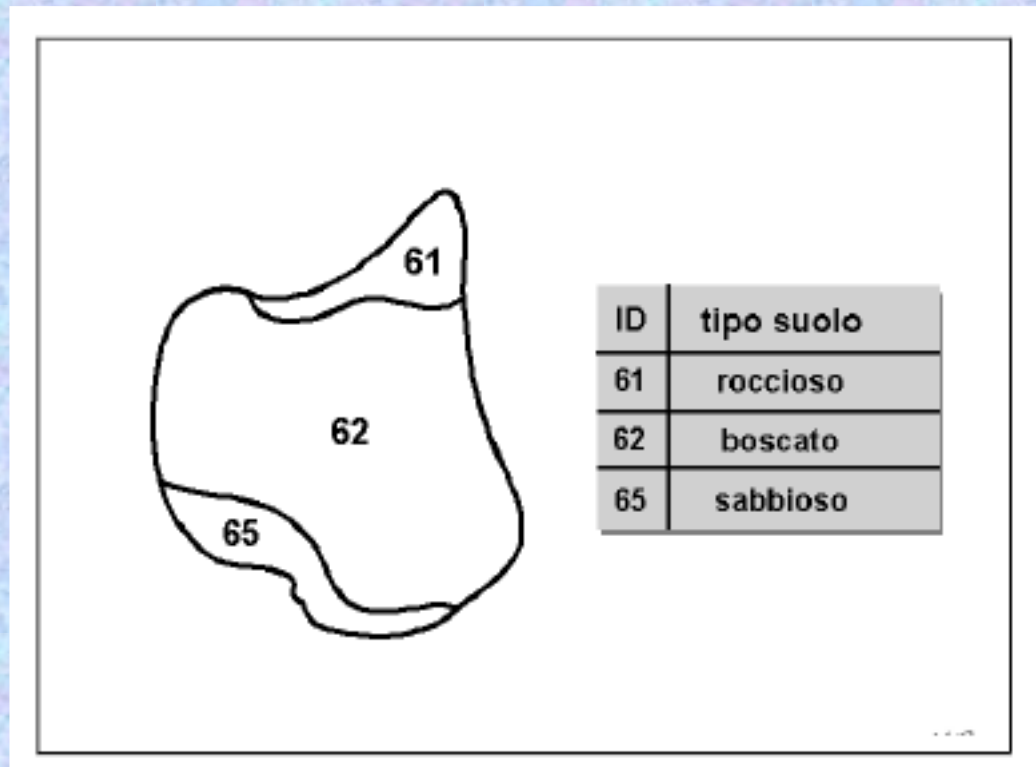
Incrocio

Supponiamo di avere due strati informativi in un'area isolata, per esempio una piccola isola. Il primo strato descrive la copertura del suolo e il secondo è una carta delle proprietà.

Per quanto riguarda la copertura del suolo esistono tre sole aree (identificativi 61,62 e 65) di cui si conosce il tipo suolo; l'altro strato informativo ci dice che tutta l'isoletta è divisa in quattro parti di cui si conosce il proprietario.

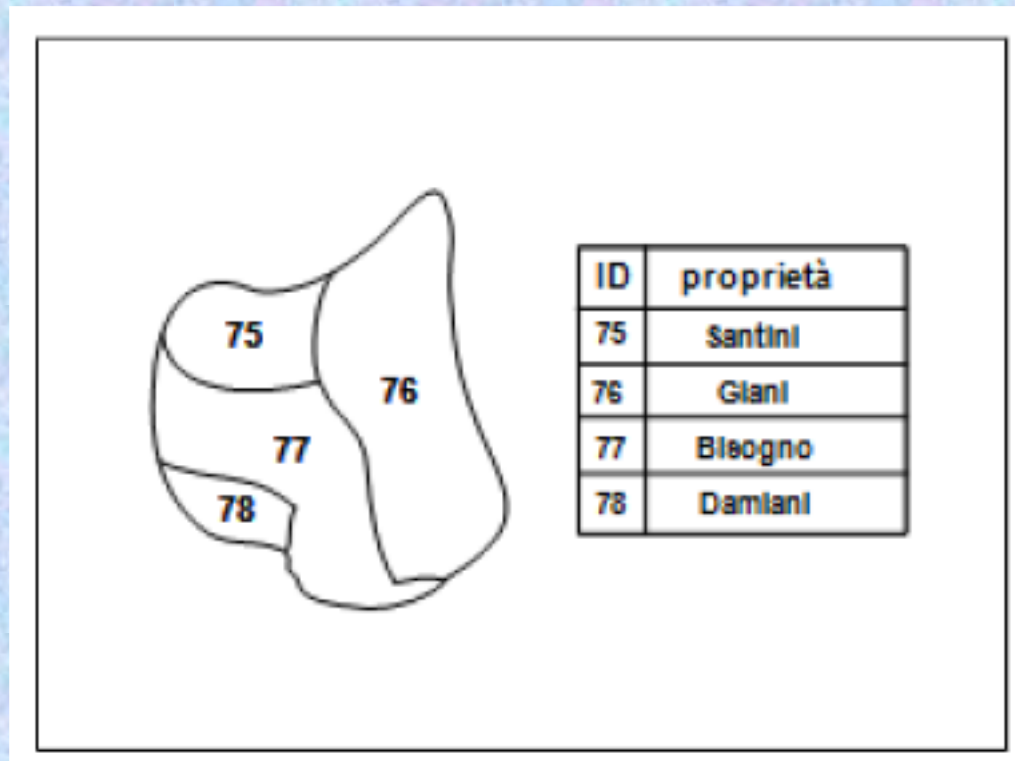
Tipo suolo e proprietario sono quindi gli unici attributi dei due strati.

Incrocio



copertura del suolo

Incrocio



carta delle proprietà

Incrocio

Supponiamo adesso che sia nostro interesse avere una conoscenza più dettagliata della situazione sull'isola, e in particolare ci interessi sapere a chi appartengono i vari tipi di area (p.e. chi sia il proprietario del bosco) e in modo simmetrico che tipo di suolo sia posseduto dai vari proprietari.

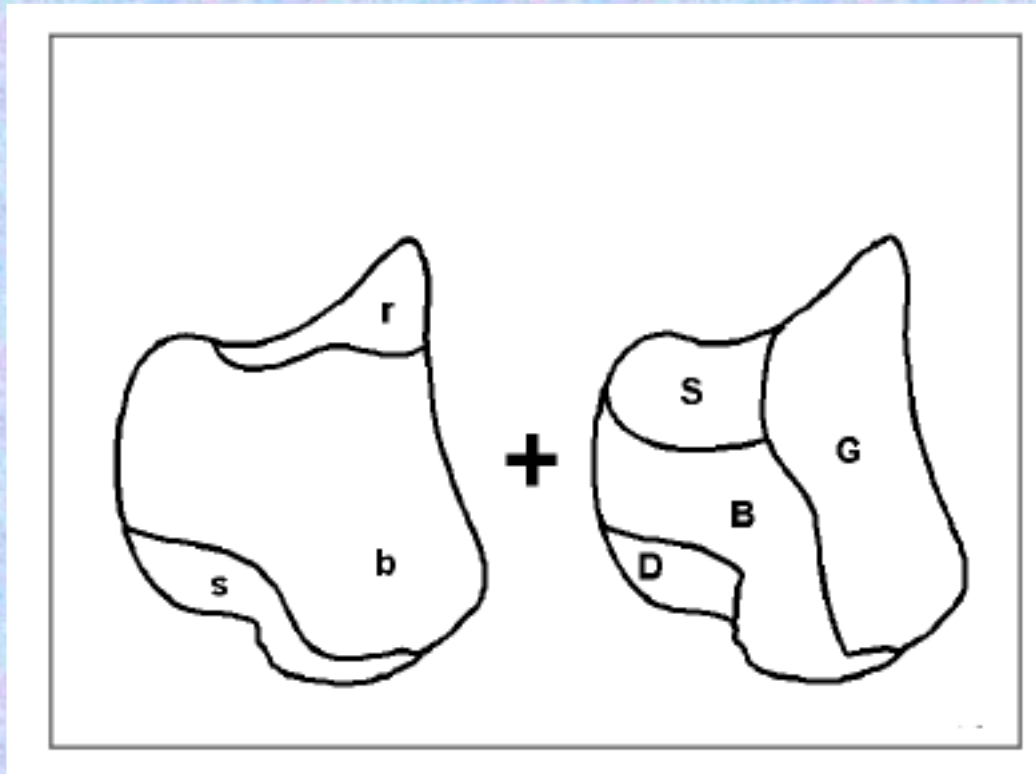
Per esempio, che tipo di suolo possiede il Sig. Damiani?

Incrocio

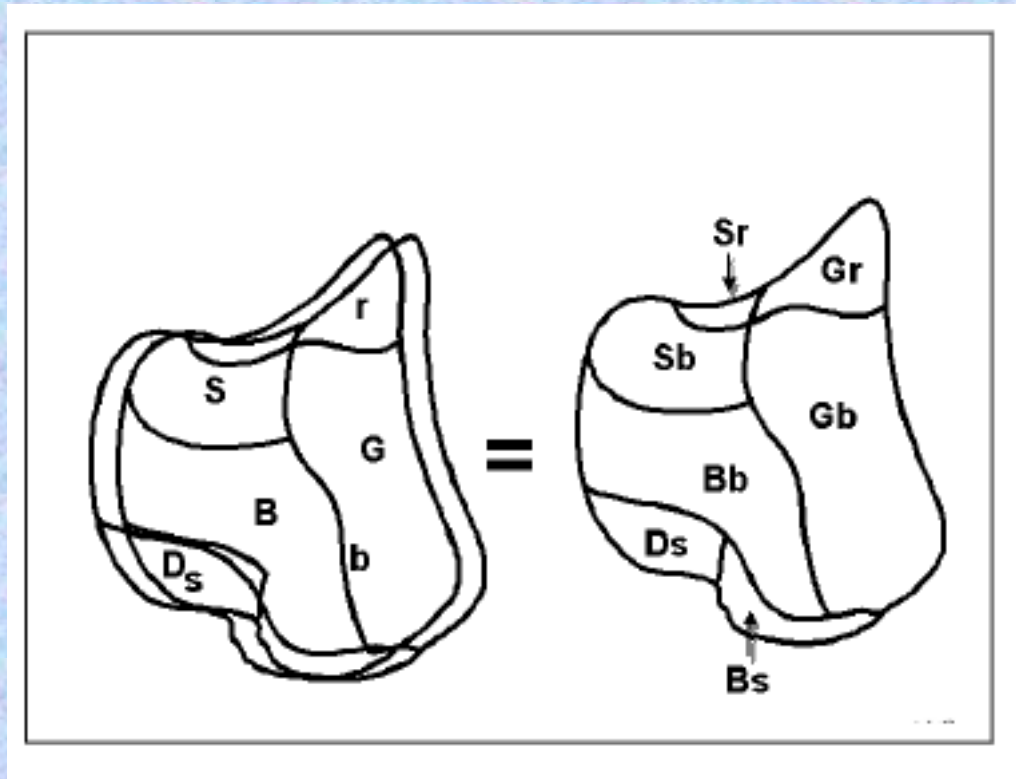
Potrebbe bastare una semplice operazione meccanica ottenuta dalla sovrapposizione dei due disegni riportati su lucido, per permettere ad un operatore alcune operazioni come:

- riconoscere la proprietà di un'area (o parte di essa) che ha una certa copertura;
- riconoscere la copertura del suolo di un'area (o parte di essa) che è posseduta da una certa persona;
- conoscere la copertura del suolo e il nome del proprietario di ciascun punto dell'isola.

Incrocio



Incrocio



Incrocio

Se l'operazione fosse soltanto meccanica essa ci permetterebbe di “vedere” le informazioni suddette, ma non ci permetterebbe di fare operazioni (calcolo di superfici, adiacenze, ecc.).

Da un punto di vista più generale e più completo l'operazione da compiere deve produrre un nuovo strato informativo strutturato come un qualsiasi strato informativo, cioè con una parte geometrica ed una di attributi.

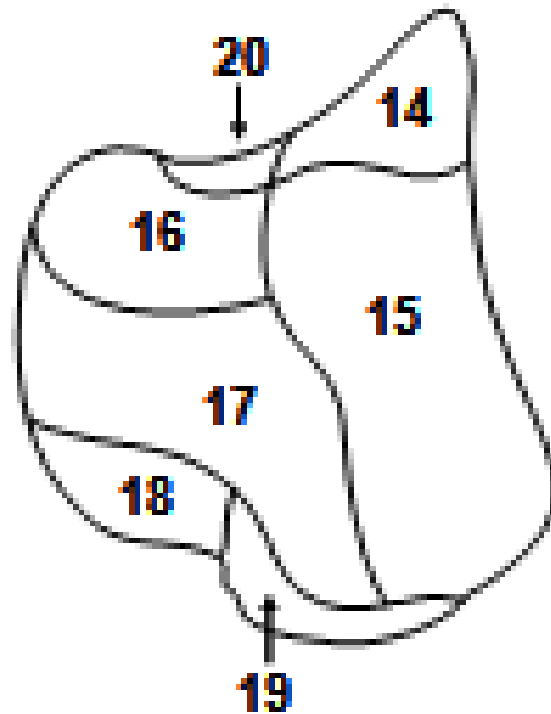
Il nuovo strato informativo porta l'informazione presente negli strati originari e in esso ciascuna area è omogenea sia dal punto di vista del proprietario che da quello del tipo di suolo.

Incrocio

L'area 76, appartenente tutta al Sig. Giani, ha due tipi di suolo diversi è pertanto sarà divisa; l'area 61 è tutta di tipo roccioso, ma appartiene a due proprietari diversi, e quindi anch'essa andrà divisa.

In conclusione ogni area elementare avrà un solo proprietario e sarà di un unico tipo suolo.

Incrocio



ID	prop.	t. suolo
14	Giani	roccioso
15	Giani	boscato
16	Santini	boscato
17	Bleogno	boscato
18	Damiani	sabbioso
19	Bleogno	sabbioso
20	Santini	roccioso

Incrocio

Vediamo in dettaglio cosa è successo, almeno per alcune particelle.

Nello strato finale, l'area 14 proviene dalla frammentazione dell'area 61 per quanto riguarda la copertura del suolo e dalla 76 per quanto riguarda la proprietà.

L'area 61 era di tipo roccioso e l'area 76 aveva come proprietario il Sig. Giani: l'area 14 avrà quindi tra i suoi attributi rispettivamente “roccioso” come copertura del suolo e “Giani” come proprietario..

Il risultato dell'operazione di incrocio

L'operazione di incrocio vettoriale tra aree opera su due o più strati informativi e ne genera un terzo, con nuove aree e nuovi attributi.

In termini di attributi, e limitandoci al caso di due soli operandi, poiché ogni area risultante porta le informazioni provenienti dai due strati iniziali, ciascuna area avrà un numero di attributi che è la somma degli attributi dei due strati.

Questo principio è vero se si considerano solo gli attributi che definiscono proprietà tematiche delle varie aree. Dobbiamo escludere da questo alcuni attributi speciali come l'identificatore dell'area e alcuni attributi che vengono spesso calcolati automaticamente dai sistemi software, come ad esempio la superficie e il perimetro delle aree.

Il risultato dell'operazione di incrocio

Da un punto di vista geometrico l'operazione di incrocio genera uno strato informativo solitamente più frastagliato di quelli di partenza; infatti il numero di aree dello strato finale non può essere inferiore al numero di aree di quello, degli strati di partenza, che ne conta di più e in genere sarà molto più elevato.

Il risultato dell'operazione di incrocio

Il numero di aree risultato aumenta considerevolmente quando nei due strati si incontrano linee con geometria diversa che seguono uno stesso percorso; questo può accadere nel caso in cui uno stesso elemento geometrico compaia in due strati informativi diversi e sia stato digitalizzato in periodi diversi.

Ad esempio un tratto di un bacino idrografico può comparire in uno strato informativo come limite amministrativo e in un altro come idrografia, e provenire da diversi processi di acquisizione

Il risultato dell'operazione di incrocio

A titolo indicativo, uno strato di 30 aree, ciascuna con 7 attributi, incrociato con uno di 27 aree, ciascuna con 12 attributi, può creare uno strato di qualche centinaio di aree, ciascuna con 19 attributi.

Il numero di aree risultanti, non prevedibile, dipende dalla forma delle aree di partenza.

$NAree\ tot \geq \max (NAree\ 1 , NAree\ 2)$

$NAttrib\ tot = NAttrib\ 1 + NAttrib\ 2$

Il risultato dell'operazione di incrocio

La nascita di un numero elevato di poligoni pone il problema della significatività dei poligoni stessi.

Infatti è evidente che i *micropoligoni* generati da linee con geometria diversa che seguono uno stesso percorso sono all'interno degli errori della digitalizzazione.

Si pone quindi il problema di eliminare tali poligoni, possibilmente in modo automatico. Una prima regola consiste nel dichiarare *non significativi i poligono la cui superficie sia minore di un valore prefissato.*

Il risultato dell'operazione di incrocio

Questo criterio è ragionevole, ma non riesce a identificare poligoni di tipo filiforme che come è intuitivo possono essere prodotti nel caso citato: tali poligoni, non significativi, hanno una superficie non troppo piccola.

Possiamo in questo caso far ricorso ad una grandezza definita “fattore di forma” che mette in relazione la Superficie con il Perimetro.

Un'area stretta e lunga ha un fattore di forma molto basso e questo può essere una grandezza per definirne la “non significatività”.

Il risultato dell'operazione di incrocio

Dato un insieme di strati informativi, l'operazione di incrocio può essere effettuata tra il primo e il secondo, il risultato col terzo e così via; ne consegue che l'incrocio non è concettualmente limitato ad una coppia di strati.

Aalcuni software permettono di effettuare tale operazione direttamente su un numero di strati maggiore di due.

Controllo dell'operazione di incrocio

Il bordo estremo dei due strati informativi che vengono incrociati solo raramente è lo stesso.

Questo in genere non accade, e se il bordo estremo di uno strato informativo non coincide con quello di un altro strato, verranno generate aree le quali possono non avere tutti gli attributi previsti.

Infatti un'area può provenire da una parte di territorio dove è definito uno strato ma non l'altro, e in questo caso gli attributi che sarebbero dovuti pervenire all'area dal secondo strato sono non definiti.

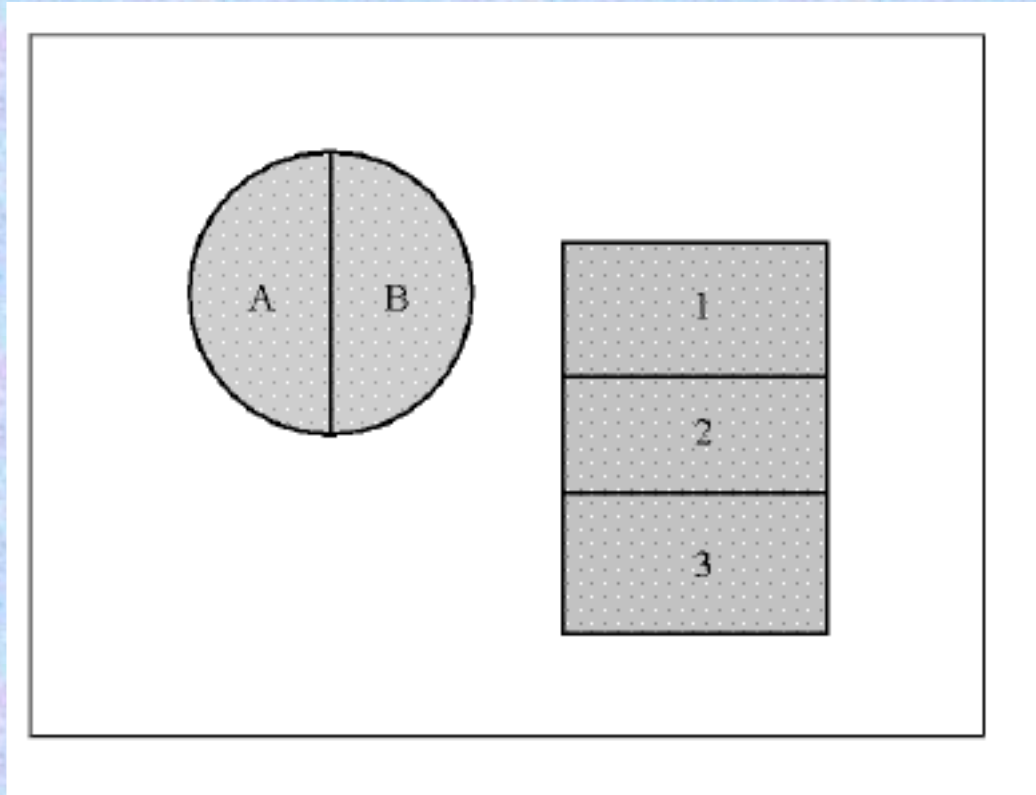
Controllo dell'operazione di incrocio

Supponiamo di avere due strati di forma diversa, sui quali vogliamo eseguire un'operazione di incrocio.

La figura nella slide successiva ci esemplifica la situazione:

- lo strato di sinistra è formato da due aree e l'insieme costituisce un cerchio;
- gli attributi delle sue aree sono rispettivamente “A” e “B”;
- lo strato di destra è formato da tre aree rettangolari e l'insieme costituisce ancora un rettangolo;
- gli attributi delle tre aree sono rispettivamente “1”, “2” e “3”.

Controllo dell'operazione di incrocio

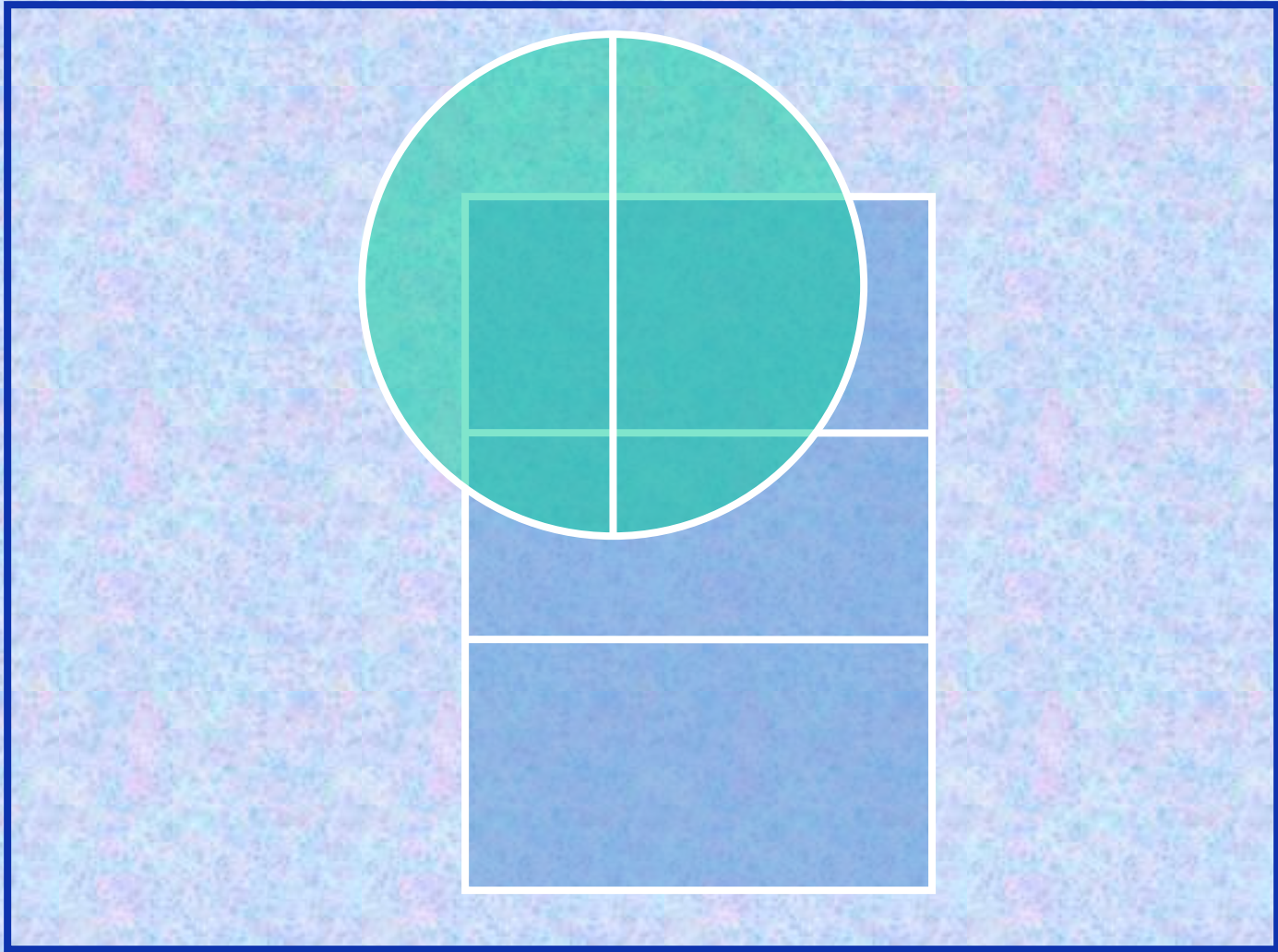


Controllo dell'operazione di incrocio

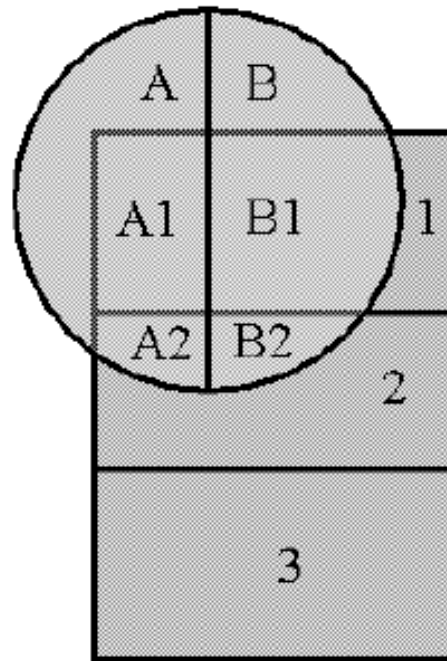
Se si considera come risultato dell'incrocio l'insieme di tutte le aree generate si dice di aver eseguito un'operazione di *incrocio per unione*.

Il risultato è di 9 aree di cui 4 hanno sia gli attributi provenienti dal primo strato che quelli provenienti dal secondo, 2 hanno solo gli attributi provenienti dallo strato a copertura circolare e 3 hanno solo gli attributi provenienti dallo strato a copertura rettangolare.

Incrocio per unione



Controllo dell'operazione di incrocio



Controllo dell'operazione di incrocio

Se si considerano come risultato finale solo le aree che possiedono tutti gli attributi, si parla di *incrocio per intersezione*.

Nell'esempio mostrato si hanno 4 sole aree come risultato.

Controllo dell'operazione di incrocio

Se infine si considera come risultato l'insieme delle aree dove sono presenti gli attributi provenienti da uno specifico strato, si parla di *incrocio sotto condizione* in quanto lo strato in questione ha condizionato, con la sua forma, il risultato finale.

Se supponiamo che lo strato che impone la condizione sia quello a forma rettangolare, il risultato dell'operazione sarà l'insieme delle aree che hanno per valori degli attributi “A1”, “A2”, “B1”, “B2”, “1”, “2” e “3”.

Controllo dell'operazione di incrocio

Se al contrario supponiamo che lo strato che impone la condizione sia quello a forma circolare, il risultato dell'operazione sarà l'insieme delle aree che hanno per valori degli attributi “A”, “B”, “A1”, “A2”, “B1” e “B2”.

La gestione degli attributi in un incrocio

Si osservi che la propagazione del valore di un attributo su aree risultato di un'operazione di incrocio può portare spesso a risultati contraddittori in funzione del tipo di attributi.

Gli *attributi qualitativi*, valgono per tutta la superficie senza dipendere da essa, e mantengono il loro significato in qualunque punto della superficie; per esempio se un attributo di copertura del suolo indica che una certa area è coltivata a grano, questa informazione vale per qualunque punto dell'area.

La gestione degli attributi in un incrocio

Gli *attributi quantitativi* dipendono dalla superficie; per esempio il numero di abitanti di un Comune non è una caratteristica della superficie del Comune, e se consideriamo un sottoinsieme dell'area comunale è ragionevole supporre che il numero di abitanti su di essa sia ridotto.

Nell'operazione di incrocio, gli attributi qualitativi mantengono il proprio valore, quelli quantitativi no, e occorrerà procedere a successive elaborazioni con prudenza.