

**Metodologie per una cartografia di uso del  
suolo multilivello e multiscala:  
analisi e sperimentazione applicativa**

*Marco Marchetti*

*Bozza del 27 maggio 2002*

## INDICE

1	Introduzione e Obiettivi.....	4
2	Dalla “scala nominale” alla “scala di riferimento”.....	8
2.1	Il concetto di scala in un sistema informativo territoriale .....	8
2.2	L’organizzazione multiscala della struttura gerarchica.....	10
2.2.1	Cartografia in scala 1:250.000 - 100.000 .....	11
2.2.2	Cartografia in scala 1:50.000 .....	11
2.2.3	Cartografia in scala 1:25.000 .....	11
2.2.4	Cartografia in scala 1:10.000 .....	12
3	Definizione Legende .....	13
3.1	Legenda di quinto livello .....	14
3.2	Legenda di quarto livello.....	14
3.3	Osservazioni sulla legenda Corine.....	15
4	Considerazioni generali su generalizzazione e passaggio di scala.....	16
5	La sperimentazione operativa .....	21
5.1	L’area di lavoro.....	21
5.2	Le carte prodotte .....	21
5.3	Analisi di problematiche particolari .....	22
5.3.1	Inclusioni .....	22
5.3.2	Adiacenze .....	24
6	Procedure di derivazione.....	27
6.1	La portabilità e i modelli di derivazione .....	27
6.2	Procedura di derivazione: una proposta operativa.....	28
6.2.1	Fase 1: degenerazioni di poligoni in linee.....	29
6.2.2	Fase 2: degenerazioni di poligoni in punti .....	30
6.2.3	Fase 3: sfooltimento dei vertici degli archi .....	30
6.2.4	Fase 4: trasformazioni gerarchiche dei codici .....	31
6.2.5	Fase 5: eliminazione poligoni di dimensioni inferiori all’unità minima cartografabile (poligoni inclusi) .....	31
6.2.6	Fase 6: eliminazione poligoni di dimensioni inferiori all’unità minima cartografabile (poligoni adiacenti) .....	32
6.3	Criteri di Derivazione.....	33
6.3.1	Inclusione di poligoni .....	33
6.3.2	Adiacenza poligoni .....	39

Allegato 1 La situazione corrente, le legende esaminate .....	46
7.1 ISTAT: provincia di Arezzo .....	46
7.2 Provincia di Bolzano .....	46
7.3 Regione Abruzzo .....	47
7.4 Regione Lazio .....	48
7.5 Regione Sicilia .....	48
7.6 Parco del Cilento .....	49
7.7 Progetto CLC2000 .....	49
7.8 Parco Fluviale del Po .....	50
7.9 Atlante dell'uso del territorio e degli habitat .....	51
7.10 Bacino scolante della Laguna Veneta .....	51

## **1 Introduzione e Obiettivi**

La cartografia di uso e copertura del suolo è un importante strumento di pianificazione territoriale; molte sono quindi le amministrazioni interessate all'utilizzo di questo tipo di strumenti, e molto diverse le loro estensioni territoriali (dai comuni, alle regioni, fino all'Unione Europea) e le competenze tematiche.

D'altra parte la realizzazione di questo tipo di cartografia è un processo lungo e costoso, e la ricerca di sinergie tra i diversi livelli interessati allo stesso territorio diviene quindi una esigenza di primaria importanza.

Anche in questo settore specifico, come in generale per tutta la cartografia, il passaggio dalla "carta" tradizionale (intesa come rappresentazione di un territorio ad una certa data e con una certa scala) al "Database Geografico" rende possibile costituire dei "Sistemi Informativi" che gestiscano al loro interno diverse modalità di rappresentazione degli stessi elementi territoriali, legati alle diverse scale di interesse.

Alla ricchezza di informazioni deve però associarsi da un lato una strutturazione mirata a garantirne la congruenza logica e geometrica, dall'altro un processo realizzativo che renda minime le duplicazioni di lavoro, massimizzando al contrario il riuso delle informazioni già disponibili.

Per lo sviluppo di un sistema di questo tipo risulta fondamentale chiarire fin da principio quale siano le reali necessità che portano le Amministrazioni a munirsi di uno strumento quali le cartografie legate alla Copertura e all' Uso del Suolo; questo perché è possibile immaginare di ottenere diversi strumenti operativi partendo da un singolo lavoro di fotointerpretazione, evitando quindi il sovrapporsi di spese aggiuntive ed inutili per le Amministrazioni.

L'analisi dei requisiti utente potrà quindi portare alla definizione dei livelli di approfondimento più opportuni per ciascuna amministrazione coinvolta; tale

livello (che nella cartografia tradizionale veniva riassunto nella "scala") verrà quindi espresso in termini di:

- dettaglio tematico (legenda)
- densità informativa (unità minima cartografabile)
- precisione/accuratezza

A questo proposito è bene anche ricordare il significato dei termini e delle definizioni da adottare:

- *Land Cover* o copertura del suolo è ciò che attiene alle caratteristiche fisiche della superficie terrestre con la distribuzione di vegetazione, acqua, ghiacci, deserti e altre caratteristiche fisiche indotte dalle attività umane come infrastrutture e insediamenti.
- *Land Use* o uso del suolo è tutto ciò che attiene all'impiego e alle strategie di gestione di determinate coperture del suolo da parte dell'uomo.

Una volta individuati i requisiti è possibile definire la struttura delle informazioni che devono essere gestite nel sistema ed in particolare le loro relazioni (modello concettuale).

Finalmente si potrà procedere con la acquisizione dei dati, funzionale alla struttura definita, che nel caso della cartografia di uso e copertura del suolo sarà basata sulla interpretazione di immagini satellitari e/o foto aeree in visione stereoscopica appoggiata a supporti ortocorretti e con l'ausilio del computer e di sistemi di elaborazione di immagini.

La fotointerpretazione è una tecnica che consiste nell'esaminare immagini della superficie terrestre, con l'intento di identificare gli oggetti e valutare il loro significato in rapporto all'ambiente circostante.

Il modello concettuale di un sistema informativo "multilivello e multiscala" prevederà dunque la coesistenza (e la coerenza) di diverse rappresentazioni

delle stesse informazioni: in particolare prevederà l'esistenza di meccanismi di "derivazione", in base ai quali sia possibile soddisfare i requisiti di tutti i livelli di utenza, a partire dallo stesso lavoro di redazione iniziale (fotointerpretazione e controllo in campo) che è ovviamente la fase più onerosa.

Obiettivo di questo lavoro è quello di mettere a punto e testare una metodologia di derivazione per un sistema di questo tipo; fanno parte di tale metodologia, da un lato l'individuazione dei passi logici ed operativi per realizzare i processi di derivazione, dall'altro la definizione di un insieme coerente di legende ai vari livelli e scale, impostato in modo da consentire le operazioni di derivazione in modo corretto sia dal punto di vista semantico che da quello topologico.

Il lavoro ha preso in esame la realizzazione di cartografie derivate, utilizzando come base una Carta della Copertura e dell'Uso del Suolo prodotta in scala 1:10.000. Partendo quindi da una base con un elevato numero di informazioni ed effettuando una serie di generalizzazioni sono state progettate e realizzate altre due carte in scala 1:25.000 e 1:100.000.

Il processo inverso dalla scala 1:100.000 alla scala 1:10.000 deve invece necessariamente prevedere l'acquisizione di informazioni ulteriori, per permettere l'approfondimento del dettaglio sia geometrico che tematico.

Infine è bene sottolineare il fatto che questo studio si pone come primo momento propositivo, essenzialmente di carattere metodologico.

La sperimentazione applicativa, peraltro molto limitata, è stata realizzata implementando le regole di derivazione con operazioni per lo più "manuali", anche se ovviamente inquadrare proceduralmente in un processo di fotointerpretazione a video ed elaborazioni in ambito GIS.

D'altra parte l'intera sequenza di operazioni è stata pensata e messa a punto nell'ottica di una automazione la più spinta possibile: in momenti successivi potrà essere possibile tradurre le regole di derivazione ottenute (e quelle più approfondite che potranno essere definite in seguito) in software più o meno interattivi che permettano di costruire un vero "Sistema Informativo Multilivello e Multiscala della Copertura e dell'Uso del suolo".

## **2 Dalla “scala nominale” alla “scala di riferimento”**

### ***2.1 Il concetto di scala in un sistema informativo territoriale***

In un sistema informativo il tradizionale concetto di scala è sostituito da quello di “scala di riferimento”, che ingloba non solo l’accuratezza e la precisione geometrica, ma anche l’approfondimento tematico e le fonti dei dati.

Gestire il tema dell’uso del suolo in un sistema informativo di questo tipo richiede quindi di definire una coerenza di base tra i vari elementi che compongono il concetto di “scala di riferimento”.

In particolare sarà necessario accoppiare il livello di definizione tematico (concretamente espresso dal sistema di nomenclatura adottato nella legenda) con la definizione geometrica (concretamente espressa dall’unità minima cartografabile), ed utilizzare a ciascun livello le corrette fonti di dati.

Per esempio non ha senso usare una legenda di grandissimo dettaglio per una scala di riferimento 1:250.000 da realizzare interpretando immagini da satellite a bassa o media risoluzione; allo stesso modo non è significativo usare una legenda di sintesi per una scala di riferimento che preveda un grande dettaglio geometrico (tipo 1:10.000).

Questo tipo di considerazioni può portare anche a riflettere sulla definizione stessa di “carta dell’uso del suolo” e sui suoi limiti di applicabilità.

Infatti la carta dell’uso del suolo è usualmente una carta generica che può avere un dettaglio tematico e una precisione geometrica, più o meno spinti a seconda dei requisiti posti dall’utente.

La stessa però può diventare una carta specialistica se si sceglie di approfondire unicamente un settore di studio del territorio (cartografia legata allo sviluppo di aree urbanizzate, di aree agricole, o di aree forestali).

Le carte di copertura e uso del suolo a scala 1:10.000 sono sicuramente carte interdisciplinari di dettaglio che possono potenzialmente diventare carte specialistiche (tematiche) se si sceglie di sottolineare con eventuali approfondimenti il settore urbanistico (classe 1) o agricolo (classe 2) o forestale

(classe 3, includendo in questo settore anche tutti gli altri ambiti naturali e seminaturali).

Il passaggio di scala (da scale maggiori a minori) implica naturalmente una diminuzione del dettaglio ma non necessariamente una perdita di informazioni. Il settore che maggiormente risente del passaggio a scale di minor dettaglio è sicuramente quello urbanistico a motivo delle dimensioni stesse dei manufatti che solitamente rappresentano coperture sul territorio inferiori alle unità minime mappabili nella cartografia tematica.

Ragionando sul passaggio di scala ci si potrebbe chiedere dunque fino a quale livello di approfondimento si possa continuare a parlare di uso del suolo, e quando invece non sia più corretto cedere il campo ai vari settori specialistici parlando di carte forestali, urbanistiche ecc.

Il problema non è semplicemente linguistico in quanto porta con sé la scelta delle superfici alle quali estendere l'indagine: ad esempio, una carta forestale va realizzata limitatamente alle aree che in una analisi precedente sono state identificate come interessanti da questo punto di vista anche se tematismi particolari come le carte della vegetazione beneficiano largamente di supporti tematici relativi all'uso del suolo per l'intero territorio, potendo identificare anche le cenosi vegetali sinantropiche.

In prima istanza si può quindi concludere, anche se non è propriamente oggetto di questo studio, che le carte della copertura e dell'uso del suolo siano strumenti di tipo generale, da realizzare per un territorio nel suo complesso, e quindi con "scale di riferimento" di tipo sinottico, adeguate all'estensione del territorio stesso. Quale debba essere questa scala sinottica è funzione (anche) degli strumenti disponibili e varia quindi con lo sviluppo di nuove tecnologie; ad oggi sembra possibile affermare che una corretta "scala di riferimento" per il livello regionale possa aggirarsi tra il 10.000 e il 1:25.000; a scale maggiori deve essere preferibile realizzare carte tematiche di tipo specialistico, che in tanto potranno permettersi di ampliare l'approfondimento tematico, in quanto limiteranno l'estensione territoriale a quella realmente di interesse.

## 2.2 L'organizzazione multiscala della struttura gerarchica

Coerentemente con quanto indicato al paragrafo precedente, e tenendo presente l'opportunità di utilizzare per chiarezza il termine scala (sottintendendo il passaggio a quella "di riferimento"), in questo paragrafo si analizzano finalità, contenuti e modalità di realizzazione delle carte dell'uso del suolo alle "scale" più diffuse.

La tabella seguente schematizza e riassume quanto illustrato nel seguito.

<i>Scala</i>	<i>Livello nomencl.</i>	<i>Unità minima</i>	<i>Supporti</i>
1:250.000	Terzo	50 – 25 ha	Immagini Landsat
1:100.000	Terzo	25 – 16 ha	Immagini Spot e Landsat Volo aereo minimo 1:50.000
1:50.000	Terzo	4 ha	Immagini Spot/Landsat ricampionate a 10 m. Volo aereo minimo 1:40.000
1:25.000	Quarto	1-2 ha	Immagini Spot ricampionate a 10 m Volo aereo minimo 1:25.000
1:10.000	Quarto e quinto	0.5 ha 0.25 ha per alcune classi da specificare	Volo aereo minimo 1:20.000 Immagini Ikonos e Quickbird 2 (in futuro anche CosmoSkyMed) Rilevamenti sul campo
> 1:10.000	Quinto e oltre	0.5 ha, classi lineari e punti	Integrazione con Data Base Geografici

In base alle diverse necessità di produzione di cartografia tematica vettoriale si propone anche una distinzione in base alla scala di restituzione.

- Cartografia in scala 1:250.000 -100.000 (livello di riconoscimento)
- Cartografia in scala 1:50.000 – 25.000 (livello di semidettaglio)
- Cartografia in scala 1:10.000 (livello di dettaglio)
- Cartografia in scala maggiore

### 2.2.1 Cartografia in scala 1:250.000 - 100.000

Per la realizzazione di Cartografia relativa all'Uso del Suolo in scala di riconoscimento viene proposto l'utilizzo della legenda derivante dal sistema di nomenclatura del ben conosciuto Progetto CORINE Land Cover della Unione Europea fino al terzo livello; è eventualmente possibile inserire integrazioni al quarto livello senza inserire alcun cambiamento nelle voci della legenda, semplicemente utilizzando divisioni di tipo geometrico per classi di qualità colturale molto ampie (ad esempio i boschi).

Per quanto riguarda i supporti da utilizzare si prevede l'impiego di immagini Spot e Landsat con risoluzione a 20 e 30 metri per effettuare l'interpretazione a video, supportate, se necessario, dalle indicazioni provenienti dall'impiego di foto aeree in scala 1:50.000.

### 2.2.2 Cartografia in scala 1:50.000

Per quanto riguarda la realizzazione di carte dell'uso del suolo in scala 1:50.000 viene proposto l'utilizzo della legenda Corine Progetto Land Cover della Comunità Europea fino al terzo livello, senza inserire alcun cambiamento nelle voci della legenda; anche in questo caso sono possibili, e per il sottosistema naturale probabilmente scontate, integrazioni dal quarto livello.

Per quanto riguarda i supporti da utilizzare si prevede l'impiego di immagini Spot e Landsat ricampionate a 10 metri (data fusion); inoltre è possibile prevedere anche l'impiego di foto aeree in scala 1:33.000.

### 2.2.3 Cartografia in scala 1:25.000

Nel momento in cui si passa a scale di semidettaglio e dettaglio risulta necessario introdurre formalmente nella disposizione gerarchica della legenda CORINE livelli superiori al terzo, considerando anche la necessità di utilizzare anche altri supporti per la fotointerpretazione ed in particolare è necessario prevedere anche l'impiego di foto aeree in scala 1:20.000.

È inoltre possibile scendere ad un livello più approfondito (quarto) inserendo l'impiego di foto aeree in scala 1:10.000 o immagini Ikonos; in particolare è possibile esplodere, oltre alla classe 3, i livelli 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 2.1.

Questo permetterà la realizzazione di carte tematiche, con l'utilizzo del quarto livello gerarchico, suddivise nelle seguenti tipologie:

- Carte da utilizzare come supporto agli strumenti urbanistici (1.1, 1.2, 1.3, 1.4)
- Carte da utilizzare come supporto alla pianificazione agricola (2.1)
- Carte da utilizzare come supporto alla pianificazione forestale e della conservazione ambientale (3.1, 3.2, 3.3.)

#### 2.2.4 Cartografia in scala 1:10.000

Per la realizzazione di Cartografia relativa alla Copertura e all'Uso del Suolo in scala 1:10.000 viene proposto l'utilizzo della legenda CORINE fino al terzo livello con gli ampliamenti proposti per tutto il quarto e il quinto livello.

Per quanto riguarda i supporti da utilizzare si prevede l'impiego di immagini Ikonos e Quickbird 2 (in futuro anche CosmoSkyMed) o un volo aereo minimo intorno 1:10.000. L'unità minima cartografabile è di un ettaro con l'uso del solo volo aereo; l'uso di supporti di migliore risoluzione prevede che l'unità minima cartografabile, quando venga richiesto per scopi particolari (carte a prevalente indirizzo agronomico o forestale o urbanistico) diventi di 0,5 ha, in ogni caso supportato da rilievi in campo o anche, per certe classi (infrastrutturali), database già realizzati da cui trarre le informazioni necessarie per arrivare al dettaglio desiderato.

### **3 Definizione Legende**

La prima fase del lavoro ha riguardato l'acquisizione delle informazioni sulla consistenza attuale delle diverse tipologie di legende utilizzate da alcune amministrazioni per la realizzazione di carte di uso del suolo a diverse scale utilizzando immagini telerilevate; una analisi del materiale raccolto è riportata in allegato 1.

Nella fase di acquisizione di informazioni, relativa alla situazione attuale delle diverse legende adottate dalle varie amministrazioni, sono state messe a confronto le diverse tipologie di voci di legenda utilizzate.

La comparazione è stata visualizzata in una griglia (allegato 2) che pone nelle prime tre colonne i tre livelli CORINE land cover e nella quarta colonna, quando esiste, il 4° livello della legenda CLC2000 altrimenti è stato indicato con "3°" il fatto che la legenda per quella voce si sia fermata al 3° livello della Corine. Su ciascuna riga è riportata la dicitura di legenda con il relativo codice che nelle quattro colonne sale di livello.

Nelle colonne successive sono state esaminate altri 11 tipi di legende riportando in ciascuna riga la condizione riscontrata.

Prendendo a riferimento CLC2000, in ogni colonna sono state analizzate le varie voci relative a ciascuna legenda riportando nella riga di pertinenza il segno "=" quando la legenda in esame non presentava differenze e la dicitura della voce di legenda con il relativo codice quando questa risultava diversa dalla CLC2000.

Nel caso in cui la legenda in esame non proponesse un livello oppure mancasse di qualche voce è stato indicato il livello cui la legenda si ferma oppure è stato inserito un "manca .." con la voce relativa.

Quando la legenda proponeva anche un 5° livello la corrispondente dicitura è stata inserita nella riga opportuna di seguito al 4° livello.

Dall'analisi effettuata risulta evidente come non sia possibile utilizzare integralmente le legende disponibili al fine di definire una procedura di derivazione, a causa della disomogeneità e delle incoerenze presenti; è risultato

quindi necessario definire appositamente un set di legende, inizialmente non previsto, che, pur tenendo presenti le esperienze pregresse, si ponesse *a priori* e fin dall'inizio il problema della funzionalità multiscala.

In particolare il lavoro svolto ha preso a riferimento tre livelli con le rispettive scale:

- Per il terzo livello, scala 1:100.000, è stata utilizzata la legenda CLC2000, pur nella consapevolezza della sua inconsistenza in relazione all'analisi effettuabile per certi sottosistemi, in particolare quello naturale e seminaturale
- Per il quarto livello (scala 1:25.000) e per il quinto livello (scala 1:10.000) sono state definite delle legende ad hoc che vengono nel seguito descritte

### ***3.1 Legenda di quinto livello***

Il 5° livello è stato derivato, quando presente, dalla legenda "Atlante dell'uso del territorio e degli habitat" proposta dal Ministero Ambiente o dalla proposta del Centro Interregionale. Per le voci non presenti nelle suddette legende sono state definite le relative descrizioni.

Non avendo individuato ulteriori suddivisioni corrispondenti al 5° livello sono state utilizzate le voci di legenda corrispondenti ai livelli superiori.

### ***3.2 Legenda di quarto livello***

La legenda del 4° livello è stata derivata, per le voci relative ai Territori modellati artificialmente (1), integrando la legenda della Regione Lazio e quella CLC2000. E' stato riscontrato, nelle diverse legende esaminate, che per le voci relative alle Aree Agricole (2) veniva utilizzato prevalentemente il 3° livello Corine; quando presente il 4° livello questo si presentava molto dissimile nelle varie definizioni. Per questo motivo tutto il 4° livello della voce 2 è stato elaborato "ex novo" delineando voci di legenda che potessero rappresentare tutte le casistiche o tipologie di interesse. Non avendo individuato ulteriori

suddivisioni corrispondenti al 4° livello per le classi 4 e 5 sono state utilizzate le voci di legenda corrispondenti ai livelli superiori.

Per le voci relative alle Superfici boscate ed altri ambienti seminaturali (3) si è fatto riferimento alla legenda Atlante dell'uso del territorio apportando solamente quelle modifiche che dovrebbero far risultare la legenda di più ampio uso.

### ***3.3 Osservazioni sulla legenda Corine***

Il terzo livello della legenda Corine non prevede la voce ghiacciai che potrebbe essere inserita espandendo il terzo livello 5.1.2 inserendo le voci:

- 5.1.2.1. bacini naturali
- 5.1.2.2. bacini artificiali
- 5.1.2.3. ghiacciai

Si dovrebbe però risolvere il problema della presenza di ghiacciai nel momento in cui devono essere realizzate carte con una restituzione a scale più piccole (1:100.000 e 1:50.000).

D'altra parte il sistema di nomenclatura comprende classi inconsistenti sia dal punto di vista tematico che temporale quali le "superfici percorse dal fuoco" che si propone di non utilizzare.

#### **4 Considerazioni generali su generalizzazione e passaggio di scala**

Nella fase iniziale del presente progetto si è ritenuto importante verificare lo stato delle ricerche nell'ambito della generalizzazione delle mappe.

In particolare si è fatto riferimento:

- ai lavori in corso presso IGM, come illustrati in G. Amadio - La nuova Cartografia di Monselice e relativo database - Documenti del Territorio n°47/2001,
- alla documentazione prodotta dal progetto AGENT della Commissione Europea,
- ai lavori della IV Commissione della "International Society for Photogrammetry and Remote Sensing" canadese,
- ai principali risultati dell'azione IGBP/IHDP – DIS su LUCC – Land Use Cover and Change e
- ai Technical Reports EEA e JRC sul progetto I & CLC2000.

Bisogna però tenere presente che la maggior parte di queste ricerche è nata focalizzando l'attenzione sulle aree urbane, mentre lo scopo del presente lavoro ha invece come oggetto la generalizzazione di cartografie riferite all'uso del suolo. Lo studio dei documenti riferiti ai succitati progetti è stato compiuto per evitare duplicazioni in un campo di ricerca già attivato e per proporre un'applicazione specifica all'oggetto in riferimento.

Di seguito, viene riportata una breve sintesi.

In oltre trent'anni di ricerche nel campo della generalizzazione delle mappe sono stati seguiti vari approcci: da quello che prevede l'uso di mappe intelligenti (Baeijs et al. 1996), all'approccio orientato agli oggetti (Ormsby e Mackaness 1998). Il denominatore comune tra i differenti metodi è quello che permette di derivare prodotti "multi-scala" partendo da un singolo data base molto dettagliato.

La produzione di cartografie è legata alla ricerca ed implementazione di dati necessari al raggiungimento dell'obiettivo prefissato, utilizzando generalmente

dei software grafici. Questo genere di procedura porta inevitabilmente alla produzione di errori e pertanto si è attualmente orientati ad un approccio incentrato su uno specifico database nel quale un modello del mondo sia definito, conservato, aggiornato. Utilizzando come punto di partenza il database, sarà poi possibile la produzione di mappe a differenti scale e a diversi livelli di specificità.

L'avvento della tecnologia orientata agli oggetti ha aperto nuovi orizzonti per la generalizzazione in quanto l'utente può più liberamente decidere come utilizzare i dati di cui può disporre, eventualmente producendo diverse visualizzazioni degli stessi dati. Con questa tecnologia ogni utente ha una versione "fissa" del dataset; ogni cambiamento effettuato dall'utilizzatore verrà conservato nella versione "fissa" del dataset dell'utilizzatore. Solamente i cambiamenti effettuati dall'utente saranno salvati nella versione "fissa" mentre gli oggetti immutati sono accessibili dalla versione precedente. Versioni differenti di dataset risolvono così problemi legati alle varie transazioni e permettono di condividere un volume di dati molto ampio.

Il problema della generalizzazione delle cartografie ha costituito oggetto di un mirato progetto internazionale di ricerca presso la *European Commission Awards Funding to Map Generalisation Software Project*; il progetto AGENT (Automated GEneralisation New Technology), avviato il 1° dicembre 1997 ha visto la partecipazione dell'Institut Géographique National (Francia), della Laser-Scan Ltd (UK), dell'Institut National Polytechnique de Grenoble (Francia), dell'Università di Edimburgo (UK), dell'Università di Zurigo (Svizzera).

Lo scopo del progetto AGENT è quello di produrre un software innovativo per il disegno automatico di mappe, basato su una tecnologia multi-fattore, che tenga conto congiuntamente dei tematismi presenti nella cartografia e della scala di rappresentazione necessaria a soddisfare le esigenze dell'utente.

Anche Lucc, JRC – EEA e la IV Commissione della "International Society for Photogrammetry and Remote Sensing" si occupano di informazioni spaziali e

mappe digitali, svolgendo attività di ricerca anche nel campo della generalizzazione delle cartografie e dei data base geografici.

Il voler automatizzare le procedure di generalizzazione delle mappe, attraverso l'applicazione di algoritmi è dettato dall'esigenza di ridurre al minimo l'intervento del digitalizzatore in un processo estremamente noioso e lungo che porta inevitabilmente alla produzione di errori. Lo sviluppo di algoritmi specifici deve essere testato per garantire comunque una buona qualità dei dati e soprattutto garantire coerenza nella loro localizzazione.

Il processo di generalizzazione consta fondamentalmente di tre passi:

1. analisi
2. sintesi
3. valutazione

E' necessario stabilire un metodo di **analisi** del contenuto della mappa e di valutare la struttura esistente fra gli elementi geografici; data l'analisi, sarà poi possibile stabilire un metodo di generalizzazione (**sintesi**) che dia la possibilità di manipolare gli oggetti all'interno della carta, al fine di determinare soluzioni ad hoc; al fine di garantire una coerenza fra i dati di origine e quelli di sintesi, bisognerà testare i risultati raggiunti attraverso una fase di **valutazione**.

In una fase iniziale sono state definite le caratteristiche che un dataset deve possedere per potervi applicare il meccanismo di generalizzazione.

Le proprietà statistiche di un dataset, quali media e deviazione standard tra i punti che disegnano un arco, sono importanti per stabilire dei criteri e per poterli "sfoltare". La necessità di diminuire il numero di punti che formano un arco deriva dall'esigenza di dover garantire leggibilità alla mappa; infatti avere un arco composto da un elevato numero di punti ha senso ad una scala di rappresentazione elevata, ma ad una scala a minor grado di dettaglio, ingenera esclusivamente confusione nell'utente aumentando il "rumore" dei dati. Sarà perciò fondamentale stabilire un intervallo significativo all'interno del quale

poter eliminare tutti i punti in eccesso e tale però da poter garantire un buon livello di coerenza sia localizzativa che geometrica con l'informazione originaria. Gli intervalli entro i quali poter effettuare delle semplificazioni devono essere stabiliti in modo empirico in quanto l'informazione che vogliamo "far passare" dipende dalle esigenze dell'utilizzatore, si pensi ad esempio ad una cartografia per soddisfare le esigenze di un agronomo, piuttosto che quelle di un urbanista: la stessa scala di restituzione (ad es. 1:50.000) porterà alla realizzazione di cartografie differenti.

Lo stesso discorso si può applicare per la semplificazione di elementi poligonali. In questo caso però si determina un'ulteriore complicazione: se il poligono risulta essere inferiore all'unità minima cartografabile, si potrà o eliminare direttamente il poligono o mantenere comunque l'informazione riducendola ad un elemento puntuale se le esigenze dell'utente lo determinano (si ricordi il caso della presenza di siti archeologici - se l'utente ha la necessità di non perdere l'informazione si potrà segnalare il sito con un punto altrimenti questo potrà essere eliminato). Se invece il poligono risulta maggiore dell'unità minima cartografabile, sarà necessario poterne semplificare la sua geometria al fine di garantire una buona leggibilità del dato. La degenerazione del dato geometrico in questo caso consisterà innanzi tutto nel determinare entro quale grado di angolo consentire la sua riduzione ad un angolo a  $90^\circ$  ed invece ingrandire quelle parti di superficie che risultano troppo piccole e che pertanto si perderebbero ad una scala di restituzione poco dettagliata. Problematiche del genere si riscontrano specialmente quando si ha a che fare con edifici. Situazioni differenti si possono mettere in luce ad esempio quando si ha a che fare con mappe di uso del suolo.

Le problematiche che si evidenziano allora possono riguardare il caso di poligoni con uguali attributi che, nel corso del processo di generalizzazione, "diventano" adiacenti, per esempio a causa della sparizione di elementi che li separavano e che si riducono al passaggio di scala; in questi casi sarà più opportuno "fondere" tra loro gli elementi confinanti.

Gli obiettivi da raggiungere sono così sintetizzabili:

- mantenere chiarezza e leggibilità nella cartografia (definire una minima separazione tra gli oggetti, una dimensione minima, una certa differenziazione nella simbologia utilizzata)
- conservare un buon livello nella qualità degli oggetti rappresentati (la loro caratteristiche in termini di localizzazione, forma, omogeneità, distribuzione)
- mantenere un livello di informazione commisurato alla scala di rappresentazione.

Attualmente esistono una vasta gamma di algoritmi per spostare oggetti (Mackaness 1994), per semplificare reti (Mackaness e Mackechnie 1998), per semplificare dati poligonali (Bader e Weibel 1997), ma solo un modesto lavoro di ricerca è stato svolto per stabilire algoritmi che valutino la qualità dei risultati prodotti; qualità intesa in senso di consistenza, completezza, localizzazione e accuratezza negli attributi (Muller 1991). La mancanza di una procedura automatica per la valutazione dei risultati prodotti, rende il lavoro legato all'operatore che dovrà valutarlo "a video" e pertanto, come già evidenziato, tenderà alla produzione di errori (Painho 1995).

## **5 La sperimentazione operativa**

### ***5.1 L'area di lavoro***

Lo studio per la realizzazione delle Cartografie relative all'Uso del Suolo è stato effettuato in un'area localizzata in prossimità del Parco Naturale Regionale del Velino – Sirente in Abruzzo, comprendendo in particolare una fascia di territorio che da Monte di Roccatagliata arriva al paese di S. Valentino nell'Abruzzo Citeriore per un'area complessiva di circa 9000 ha.

L'area presenta sia ampie superfici largamente utilizzate dal punto di vista agronomico che vaste superfici boscate, con numerosi insediamenti di diverso genere. Quest'ultime grazie alle diverse condizioni ambientali in cui si sviluppano sono rappresentate da varie tipologie di bosco che forniscono al territorio una variabilità biologica molto ricca.

### ***5.2 Le carte prodotte***

La prima Cartografia prodotta è stata l'Uso del Suolo in scala 1:10.000.

L'unità minima cartografata è di 0.5 ettari con dettaglio fino a 0.25 ettari per le voci di legenda 1.1 e 1.2. E' stata utilizzata la legenda al 5° livello e grazie al supporto di dati aggiuntivi estratti da un lavoro effettuato dalla Regione Abruzzo è stato possibile utilizzare il 5° livello anche per le voci di legenda 3.1.1.

A partire dall'Uso del Suolo in scala 1:10.000 è stata poi derivata la carta in scala 1:25.000 passando ad un'unità minima di 1 ha e mantenendo un maggior dettaglio per le classi 1.1 e 1.2. (0.5 ha). La legenda applicata è stata quella al 4° livello.

Infine si è derivata la carta in scala 1:100.000. L'unità minima cartografabile adoperata è di 8 ha per le voci 1.1 e 1.2. e di 16 ha per tutte le altre categorie. La legenda applicata è stata la Corine Land Cover al 3° livello. Inoltre è stato fatto un esempio di carta Forestale al 100.000 al 3° livello con le tipologie di bosco al 5° livello.

### ***5.3 Analisi di problematiche particolari***

Per affrontare le problematiche della derivazione di scala, che saranno discusse nel capitolo successivo, si è proceduto ad effettuare un'analisi statistica su dati derivanti da operazioni di tipo GIS effettuate sulla carta in scala 1:10.000 relativa alla zona campione indicata al paragrafo 5.1. Queste operazioni sono state effettuate su elementi vettoriali di tipo poligonale, in cui è stata verificata la coerenza topologica; ogni poligono della carta è definito da un opportuno codice della legenda.

In particolare sono state analizzate, dopo averle importate in un database di tipo relazionale, le relazioni di *adiacenza* tra i poligoni, esplicitando con ciò informazioni di per se già presenti in un GIS, ma non direttamente utilizzabili.

I software di tipo GIS che operano in modo topologico conservano infatti in opportune tabelle le proprietà topologiche dei poligoni; in queste tabelle vengono riportati: l'identificativo del poligono corrente, l'identificativo del poligono adiacente, l'identificativo dell'arco che li separa. Importando nel database relazionale anche le informazioni relative ai poligoni (l'identificativo, l'area e il codice della legenda) e agli archi che li delimitano (l'identificativo e la lunghezza), si dispone di tutta l'informazione per analizzare i casi di inclusioni e di adiacenze con opportune query.

#### ***5.3.1 Inclusioni***

Nella seguente tabella sono elencati i casi di inclusione presenti nella carta 1:10.000; per ogni tipologia di poligono incluso sono riportate le statistiche relative a ciascuna tipologia di poligono includente (le aree sono espresse in m<sup>2</sup>). Sono stati considerati solo i poligoni con una superficie minore di 1 ettaro, che dunque dovrebbero essere eliminati nel passaggio dalla scala 1:10.000 a quella 1:25.000.

Analizzando questa tabella si può verificare quali siano i codici di legenda per i quali siano più frequenti i casi di inclusione, in modo da concentrare su di essi l'attenzione nella definizione delle regole di derivazione.

Tipologia poligono	Area media	Tipologia poligono adiacente	Lunghezza totale adiacenza	Lunghezza media adiacenza	Lunghezza minima adiacenza	Lunghezza massima adiacenza	Numero di adiacenze
11231	5046,954	21111	9896,76	135,57205	7,649	401,321	73
11231	5136,531	22321	8947,507	218,23188	24,996	564,406	41
22311	6404,326	21111	8298,01	212,76949	49,287	489,806	39
11231	5320,809	31122	3929,017	100,74403	10,115	279,899	39
32221	6550,833	31122	6633,397	195,09991	13,435	618,784	34
31122	5990,942	21111	6818,395	206,61803	8,219	691,669	33
32231	7029,349	31122	4980	207,5	10,093	629,67	24
22311	5585,32	31122	4049,282	168,72008	19,32	487,582	24
11231	5713,661	24231	3378,325	177,80658	23,424	431,935	19
11231	5505,471	24211	2622,833	138,04384	12,104	401,996	19
11231	4995,646	22311	3511,776	195,09867	32,608	448,489	18
21111	5695,515	31122	3583,612	210,80071	36,582	586,503	17
23111	6759,446	31122	3875,365	242,21031	23,984	563,036	16
31122	5552,852	32231	2614,333	163,39581	58,859	415,76	16
32111	5938,596	31122	3655,52	243,70133	45,525	467,283	15
32231	6780,833	21111	2802,884	186,85893	15,079	606,305	15
32221	7396,334	21111	2715,921	181,0614	31,25	437,477	15
11231	5711,804	23111	1066,04	76,145714	3,162	312,599	14
22111	6101,572	21111	2449,034	188,38723	51,75	390,525	13
22311	6219,959	32221	1353,704	112,80867	37,441	343,219	12
11231	5997,912	31171	1104,563	92,046917	25,5	226,612	12
31122	6031,665	24231	3347,913	304,35573	81,672	504,365	11
21111	7414,881	22321	1683,475	153,04318	55,365	421,984	11
11231	5753,892	12111	1157,445	105,22227	30,233	232,105	11
11231	5498,375	24131	1588,653	158,8653	39,977	238,468	10

Tabella 1: Analisi delle inclusioni

In particolare nel caso del territorio su cui è stata condotta la sperimentazione, la tabella mette in evidenza che:

- il caso più frequente è quello della inclusione di bosco di roverella, (3.1.1.2.2.) all'interno di seminativo semplice in aree irrigue (2.1.1.1.1): si hanno infatti 8 casi con superfici comprese tra 0,4 e 0,95 ha
- altri casi frequenti riguardano le aree urbane (Tessuto urbano sparso - 1.1.2.3.1) all'interno di seminativo semplice in aree irrigue (2.1.1.1.1) oppure all'interno di oliveto misto ad altre colture permanenti (2.2.3.2.1): ci sono 7 casi per ciascuna tipologia, con superfici molto piccole (da 0,1 a 0,6 ha)

- i poligoni di tessuto urbano sparso (1.1.2.3.1) risultano inclusi in 8 tipologie diverse di poligoni (prevalentemente di tipo agricolo), e sempre con superfici molto piccole
- le tipologie che presentano il maggior numero di inclusioni sono il seminativo semplice in aree non irrigue (2.1.1.1.1) con 9 inclusioni, soprattutto di altri seminativi (arborati e misti), ed il bosco di roverella (3.1.1.2.2.) con 11 inclusioni, soprattutto caratterizzati da copertura vegetale prevalentemente arbustiva e/o erbacea. Le aree incluse all'interno del bosco sono decisamente maggiori rispetto a quelle incluse all'interno del seminativo.

### 5.3.2 Adiacenze

Mentre solo alcuni poligoni sono inclusi in altri (o li includono), tutti i poligoni di una carta di uso del suolo sono adiacenti a uno o più poligoni. L'analisi statistica è stata però limitata ai poligoni di dimensioni inferiori a 1 ha, che sono quindi coinvolti nel processo di derivazione, in quanto sono inferiori all'unità minima della carta al 25.000 e quindi, pur presenti nella carta base (1:10.000) dovrebbero *sparire* nel processo di derivazione.

La tabella seguente mette in evidenza (solo per i casi più significativi): l'identificativo e il codice del poligono, l'identificativo e il codice del poligono adiacente, il numero di poligoni adiacenti, la somma della lunghezza degli archi che li separano, il valore medio di tale lunghezza, ecc.

Le lunghezze sono espresse in metri.

Tipologia poligono incluso	Tipologia poligono includente	Area Totale inclusa	Area Media inclusa	Area minima inclusa	Area massima inclusa	Numero poligoni inclusi
11221	21111	4070	4070	4070	4070	1
11231	21111	31119,75	4445,679	1445,563	8219	7
22111	21111	9609,875	4804,938	4158,875	5451	2
22311	21111	28302,06	5660,413	3832,25	9279,375	5
24111	21111	6713	6713	6713	6713	1
24241	21111	5696,563	5696,563	5696,563	5696,563	1
31122	21111	54152,25	6769,032	4145,438	9489,25	8
31132	21111	7278,75	7278,75	7278,75	7278,75	1
11231	22311	8369,876	4184,938	2965,688	5404,188	2
24241	22311	9303	9303	9303	9303	1
31122	22311	7710,563	7710,563	7710,563	7710,563	1
11231	22321	29796,88	4256,697	1533,75	5793,625	7
21111	22321	9266,5	9266,5	9266,5	9266,5	1
32411	22321	11544,06	3848,021	1130,375	6350,313	3
31122	22321	14046,94	7023,469	6774,125	7272,813	2
11231	24131	6370,563	3185,282	2938,188	3432,375	2
12231	24131	3759,188	3759,188	3759,188	3759,188	1
32221	24131	12982,56	6491,282	5118,375	7864,188	2
31122	24131	15432,44	7716,219	7075,25	8357,188	2
11221	24211	6478,875	6478,875	6478,875	6478,875	1
11231	24211	13545,06	6772,532	6588,625	6956,438	2
12131	24211	1789,063	1789,063	1789,063	1789,063	1
31122	24211	9134,188	9134,188	9134,188	9134,188	1
11231	24231	10637,94	3545,979	2612,813	4162,625	3
22311	24231	6280,688	6280,688	6280,688	6280,688	1
32221	24231	6546,25	6546,25	6546,25	6546,25	1
31122	24231	15007,63	5002,542	4754,438	5213,938	3
11231	24311	5005,25	5005,25	5005,25	5005,25	1
32111	31221	4594,938	4594,938	4594,938	4594,938	1
24231	32111	7661,125	7661,125	7661,125	7661,125	1
22311	32221	7430,063	7430,063	7430,063	7430,063	1
31122	32221	9590	9590	9590	9590	1
32111	32231	6716,313	6716,313	6716,313	6716,313	1
23111	31122	9712	9712	9712	9712	1
11231	31122	4889,688	2444,844	1819,75	3069,938	2
21111	31122	12731,19	4243,729	3926,625	4585,063	3
22311	31122	31272,81	5212,136	1954,75	9629,875	6
24211	31122	12768,63	6384,313	2776,5	9992,125	2
24231	31122	6205,063	6205,063	6205,063	6205,063	1
32111	31122	21647,31	4329,463	2154,625	6179,75	5
32221	31122	6773,063	6773,063	6773,063	6773,063	1
32231	31122	18287,94	9143,969	8470,25	9817,688	2
32411	31122	7894,063	7894,063	7894,063	7894,063	1
33311	31122	1177,313	1177,313	1177,313	1177,313	1
23111	31132	8924,875	8924,875	8924,875	8924,875	1
23111	31141	7960,563	7960,563	7960,563	7960,563	1
32231	31171	4364,25	4364,25	4364,25	4364,25	1

Tabella 2: Analisi delle adiacenze

Anche in questo caso è possibile fare delle osservazioni sulla significatività delle relazioni tra diverse classi, con l'obiettivo di concentrare poi su di esse la definizione delle regole di derivazione.

In particolare, e sempre tenendo presente che tale analisi si applica solo all'area della sperimentazione, la tabella mette in evidenza che:

- Il caso di gran lunga più frequente è quello in cui piccoli poligoni di tessuto urbano sparso (1.1.2.3.1) sono adiacenti a poligoni di seminativo semplice in aree irrigue (2.1.1.1.1) oppure a poligoni di oliveto misto ad altre colture permanenti (2.2.3.2.1).
- I tratti mediamenti più lunghi di adiacenza si hanno invece tra piccoli poligoni di bosco di roverella (3.1.1.2.2.) e poligoni di colture annuali alternate a colture permanenti (2.4.2.3).
- L'adiacenza tra piccoli poligoni di tessuto urbano sparso (1.1.2.3.1) e poligoni di bosco di roverella (3.1.1.2.2.) è invece molto frequente, ma per tratti molto brevi
- Un altro caso molto significativo riguarda piccoli poligoni di Oliveto puro (2.2.3.1.1) adiacenti a poligoni di Seminativi semplici in aree non irrigue (2.1.1.1.1)

## 6 Procedure di derivazione

### 6.1 *La portabilità e i modelli di derivazione*

In base ai primi risultati della sperimentazione realizzata è possibile evidenziare due diverse linee di sviluppo in relazione alle procedure di derivazione. Una prevede che la lavorazione possa essere effettuata in modo il più automatico possibile, mentre per la seconda linea è necessario prevedere un intervento dei fotointerpreti o durante la lavorazione alle scale più grandi (1:10.000) o successivamente alla stessa mediante la realizzazione di *metalimiti* che indichino gli accorpamenti dei poligoni e la variazione dei codici.

In particolare:

1. Tra i principali obiettivi da prefiggersi c'è la **realizzazione di procedure il più possibile automatiche** per la realizzazione di cartografie a scale di sempre minor dettaglio generate da lavori realizzati con scale di dettaglio; tali procedure possono essere predisposte all'interno di ambienti software GIS che permettano di gestire operazioni topologiche quali in particolare eliminazione o unione di poligoni, la trasformazione di elementi poligonali in elementi lineari o puntuali, lo sfoltimento dei vertici degli archi ecc.

Oltre agli aspetti prettamente tecnici quali quelli sopraelencati è necessario valutare quale congruenza si può raggiungere tra i risultati delle operazioni realizzate con procedure automatiche ed eventuali cartografie preesistenti o nuove interpretazioni di aree campione.

2. in alternativa o (meglio) a fianco di tali procedure automatiche è possibile prevedere la definizione da parte del fotointerprete, di cosiddetti "metalimiti" che, definiti in fase di redazione della carta di maggior dettaglio, saranno poi utilizzati in fase di derivazione a scale minori; questa operazione consiste nell'individuare, nel corso della fotointerpretazione per la carta di maggior dettaglio, quei limiti che serviranno nella futura carta derivata per accorpare poligoni inclusi o adiacenti secondo geometrie e valori semantici che non avrebbe senso

includere direttamente nella carta di base. La figura seguente illustra un esempio di metalimite disegnato nel corso della sperimentazione.

Per implementare effettivamente una procedura di derivazione, è necessario non solo definire i criteri da seguire durante le diverse fasi di lavoro, ma anche mettere a punto le procedure e cioè lo sviluppo sequenziale e cronologico delle varie fasi, in quanto il risultato complessivo dipende fortemente dall'ordine in cui le diverse operazioni sono eseguite: si pensi ad esempio all'effetto di una operazione di eliminazione di poligoni con superficie inferiore ad una soglia, rispetto a quella di accorpamento di poligoni in funzione dei loro codici tematici. Per tutte le operazioni di derivazione, dalla costituzione della cartografia di base (es. Carta della Copertura e dell'Uso del suolo in scala 1:10.000) fino alla produzione di quelle derivate, sarà necessario identificare i criteri di dettaglio da applicare in stretto contatto con il/i committente/i: si pensi ad esempio al caso in cui per una specifica esigenza del committente, alcune categorie di uso del suolo assumono una importanza tale da escluderne la cancellazione anche quando dovessero essere di dimensione inferiore all'unità minima cartografabile nelle scale derivate, preferendo in questi casi degenerare i poligoni in punti (o linee).

Un aspetto da approfondire potrebbe riguardare l'opportunità di esplicitare tra gli attributi di ciascun poligono derivato, le informazioni relative alle operazioni che hanno portato alla sua costruzione, in particolare le classi di provenienza con le relative superfici; si tratta di informazioni già presenti nella base dati vista nel suo complesso, che potrebbe però essere utile replicare a livello di modello fisico per una più diretta leggibilità.

## ***6.2 Procedura di derivazione: una proposta operativa***

A seguito della sperimentazione effettuata è stato possibile formalizzare una proposta di procedura operativa; essa consta in particolare delle seguenti operazioni:

- eliminazione poligoni
- accorpamento poligoni
- trasformazioni poligoni in linee
- trasformazioni poligoni in punti
- semplificazione degli archi (il confine di un poligono in scala dettagliata non può mantenere lo stesso numero di punti quando passo a scale meno dettagliate)

Tali operazioni possono/devono essere organizzate in fasi gerarchiche secondo la procedura che viene descritta nei paragrafi che seguono.

E' necessario specificare che tale procedura va ripetuta ad ogni passaggio di scala (dal 10.000 al 25.000, poi dal 25.000 al 50.000/100.000), ed è indipendente dal livello a cui si opera (si applica nello stesso modo nel primo e nel secondo passaggio).

La bontà del risultato è però strettamente legata alla esecuzione di passaggi di scala non troppo "violenti": in particolare è sconsigliabile derivare direttamente ed automaticamente dal 10.000 al 50.000/100.000 senza un passaggio intermedio (con relativo controllo).

#### *6.2.1 Fase 1: degenerazioni di poligoni in linee*

La prima operazione da svolgere consiste nella trasformazione di elementi poligonali in elementi lineari o puntuali, passando da una carta in scala maggiore ad una carta in scala minore.

Se le strade vengono disegnate come elementi poligonali, sarà necessario trasformarle in elementi lineari; questa operazione comporterà la riorganizzazione topologica dei poligoni confinanti con le strade; in particolare se per es. un bosco confina con una strada già rilevata in modo poligonale, parte del poligono della strada verrà assegnata al poligono confinante, in questo caso il bosco. Questa operazione potrebbe essere svolta in modo automatico oppure dal lavoro di fotointerpreti successivamente alla realizzazione delle carte di maggior dettaglio.

In pratica si può realizzare la trasformazione di poligoni quali le strade in elementi lineari, facendo generare automaticamente una linea che divida a metà il poligono in senso longitudinale, in pratica la linea di mezzeria.

### 6.2.2 Fase 2: degenerazioni di poligoni in punti

Per il caso della degenerazione da poligoni a punti, un esempio può essere rappresentato dall'esigenza di mantenere anche in carte di minor dettaglio la presenza di particolari siti. Per esempio potrebbe essere interesse del committente mantenere un'informazione relativa boschetti o gruppi di alberi o ad alcuni siti archeologici la cui area, nel momento della trasformazione dovuta al passaggio di scala, risulti essere più piccola dell'unità minima cartografabile alla nuova scala.

In questo caso si dovrà procedere prima di tutto all'individuazione dei poligoni interessati tramite l'esecuzione di una *query* e di seguito gli elementi individuati come interessanti verranno trasformati in punti calcolandone ad esempio il baricentro geometrico.

Qualora non sia possibile la trasformazione automatica sarà necessario l'intervento di fotointerpreti per la localizzazione dei punti da generare in seguito all'operazione di derivazione.

### 6.2.3 Fase 3: sfoltimento dei vertici degli archi

In questa fase sarà necessario effettuare una operazione di *sfoltimento dei vertici degli archi*, in modo da preparare i poligoni per le operazioni successive, e per ottenere geometrie più intelligibili alla scala derivata.

Tale tipo di operazione non dovrà però risultare troppo *spinta* per evitare di perdere informazioni utili: per esempio nella sperimentazione effettuata sono state utilizzate tolleranze di 8 metri nel passaggio 10.000 – 25.000 e 20 metri nel passaggio 25.000 – 100.000.

#### 6.2.4 Fase 4: trasformazioni gerarchiche dei codici

In questa fase viene effettuato il passaggio dal livello relativo alla scala di partenza a quello relativo alla scala di arrivo: per esempio un passaggio dal 10.000 al 25.000 corrisponde ad un passaggio dal quinto al quarto livello; in concreto quindi tutti i codici di quinto livello devono essere trasformati in quelli corrispondenti di quarto livello.

Inoltre in questa fase vengono anche accorpati i poligoni che abbiano lo stesso codice e che si trovino ad essere adiacenti una volta che sono state realizzate le operazioni delle fasi uno e due.

#### **Esempio**

Nel momento in cui si verifichi oltre al cambiamento di scala anche una variazione del livello del codice di legenda verranno raggruppati, anche in modo automatico, tutti quei poligoni che presentano notevoli affinità. Questa evenienza sarò facilmente riscontrabile nel momento in cui le prime cifre del codice di legenda risultino identiche. Ad esempio, i poligoni:

*3.1.1.2.1. Bosco di Cerro*

*3.1.1.2.2. Bosco di Roverella*

*3.1.1.2.3. Bosco di Rovere*

*3.1.1.2.4. Bosco misto di querce caducifoglie*

verranno accorpati in *3.1.1.2. - Bosco di querce caducifoglie*

#### 6.2.5 Fase 5: eliminazione poligoni di dimensioni inferiori all'unità minima cartografabile (poligoni inclusi)

Prima di procedere all'eliminazione dei poligoni più piccoli dell'unità minima cartografabile sarà necessario individuare quei poligoni che una volta scomparsi potrebbero far variare la natura o dei poligoni confinanti o dei poligoni che li contengono.

Il criterio da seguire è quello di individuare i poligoni con le caratteristiche precedentemente sottolineate che siano presenti in un poligono di dimensioni maggiori e di diversa classe fino ad una copertura pari ad un valore percentuale stabilito in funzione delle trasformazioni da effettuare; una volta individuati si passerà all'operazione di trasformazione della classe del poligono di maggiori dimensioni ed alla cancellazione dei poligoni piccoli.

Nel prossimo capitolo vengono evidenziati i casi più comuni che si possono presentare, con particolare riferimento alle problematiche emerse in sede di sperimentazione.

#### 6.2.6 Fase 6: eliminazione poligoni di dimensioni inferiori all'unità minima cartografabile (poligoni adiacenti)

Un problema simile al precedente è dato da quei poligoni che una volta effettuato il passaggio di scala risultino più piccoli dell'unità minima cartografabile e che siano adiacenti con poligoni di maggiori dimensioni con i quali dovrebbero essere accorpati.

Anche in questo caso verranno individuati i poligoni interessati prima di procedere alla trasformazione della classe del poligono di maggiori dimensioni ed alla cancellazione dei poligoni piccoli.

Sarà inoltre utile definire le caratteristiche che dovranno essere mantenute al momento del passaggio di scala.

### 6.3 Criteri di Derivazione

Verranno trattati di seguito alcuni casi che si possono presentare durante le trasformazioni dovute al cambiamento della scala; non si tratterà quindi di un elenco esaustivo di tutte le situazioni che si possono verificare durante tale tipo di operazione, ma del tentativo di individuare i criteri generali per ottenere un risultato che sia il più possibile attendibile e verificabile.

In particolare verranno prese in considerazione le situazioni relative a poligoni inclusi in poligoni di maggiori dimensioni e quelle relative a poligoni tra loro adiacenti.

#### 6.3.1 Inclusione di poligoni

	<b>Situazione</b>	<b>Azione</b>
1	l'area dei poligoni inclusi è minore del 15% dell'area del poligono includente	I poligoni inclusi vengono eliminati, senza conseguenze per il poligono includente
2	l'area dei poligoni inclusi è maggiore del 15% dell'area del poligono includente	i poligoni inclusi e minori dell'unità minima cartografabile vengono eliminati; il poligono includente cambierà codice, con modalità da decidere caso per caso. Nel seguito vengono fornite indicazioni relativamente ai casi principali individuati al §5.3.1
3	Come nella situazione 2 ma il fotointerprete della carta-base ha individuato un <i>metalimite</i>	Viene utilizzato il metalimite per accorpare alcuni o tutti i poligoni inclusi in funzione della loro posizione; il codice di questo nuovo poligono viene deciso caso per caso in funzione della tipologia dei poligoni accorpati

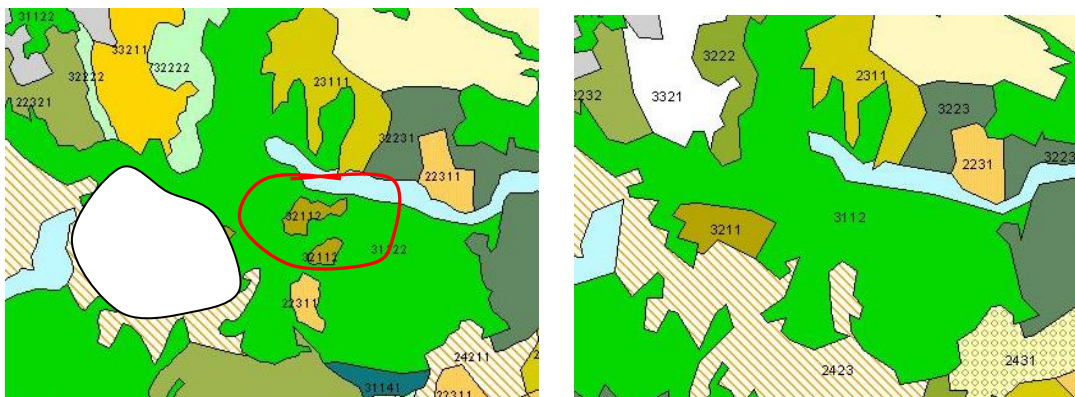
Il valore del 15% è passibile di variazioni nel caso in cui si tratti di alternanze, per esempio quando gli olivi sono inclusi nel seminativo. In questi casi la soglia

per la modifica del codice del poligono includente, deve essere superiore: si propone il valore del 40%.

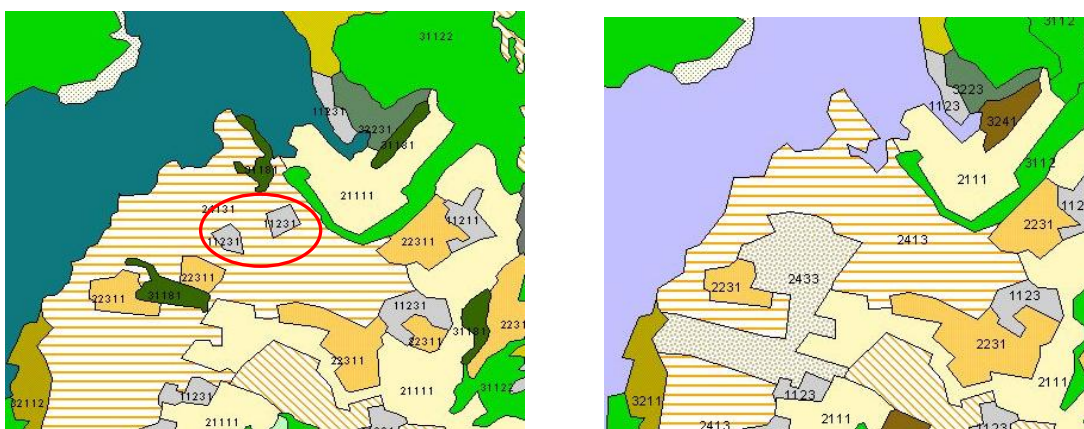
## Esempi

### Situazione 1

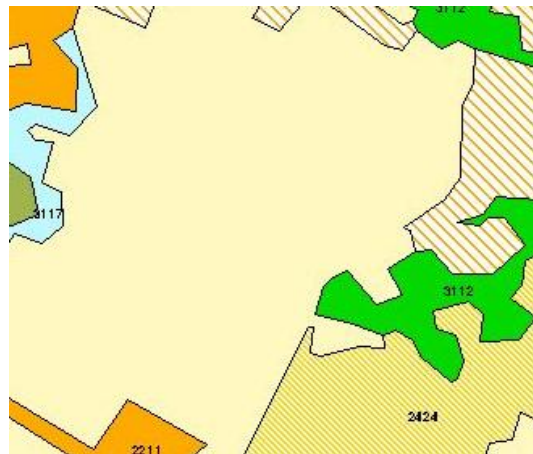
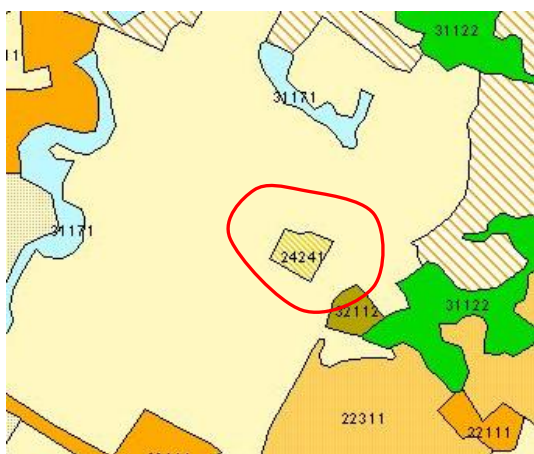
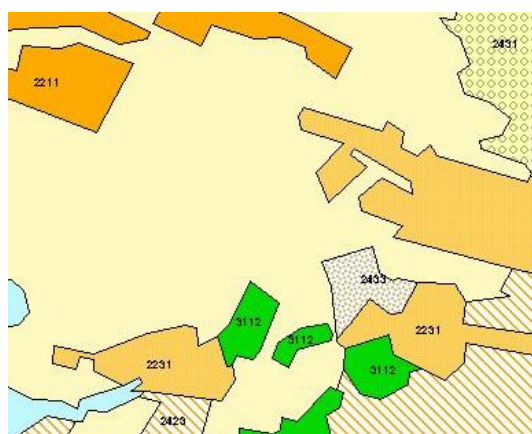
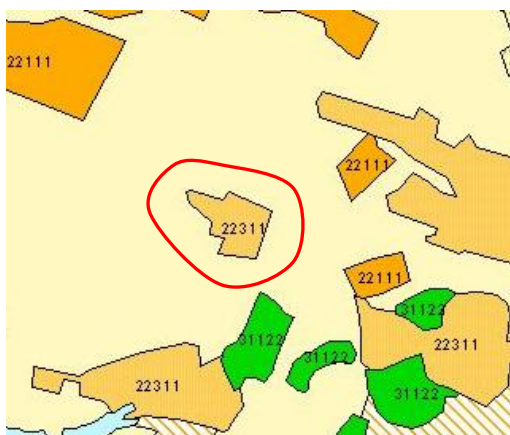
- a) Pochi poligoni 3.2.2.1.1 (cespuglieti) inclusi in un poligono 3.1.1.2.2 (boschi); i cespuglieti vengono eliminati, il bosco rimane tale



- b) Pochi poligoni 1.1.2.3.1 (Tessuto urbano sparso) in poligoni 2.1.1.1.1 (seminativi): i poligoni di tessuto urbano verranno eliminati. Si noti che in questo caso l'eliminazione è giustificata anche dal fatto che nel poligono con codice 1.1.2.3.1 vengono anche comprese porzioni di aree occupate da colture di diverso tipo o al limite dall'area di competenza dell'edificio. Tale osservazione vale anche nel caso in cui i poligoni con classe relativa al tessuto urbano siano compresi in altre classi di legenda, come è possibile verificare dall'analisi riportata al §5.3.1



- c) Molti poligoni soprattutto di altri seminativi (arborati e misti) comprendenti tutte le classi relative al quinto livello delle *Zone agricole eterogenee* (vedi *proposta di legenda*) inclusi in poligono 2.1.1.1 (seminativi); i poligoni piccoli vengono eliminati senza far cambiare codice

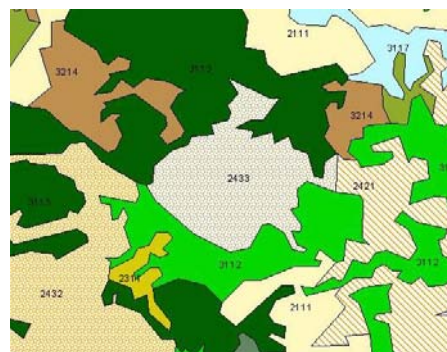


### Situazione 2

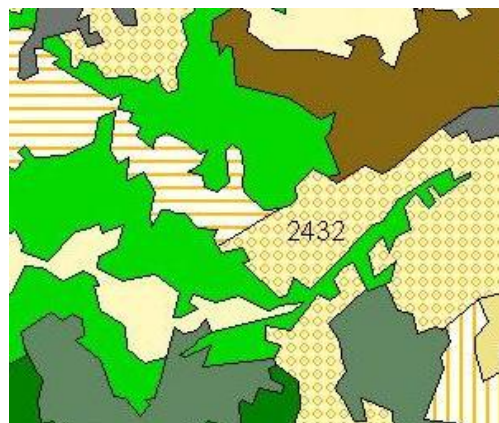
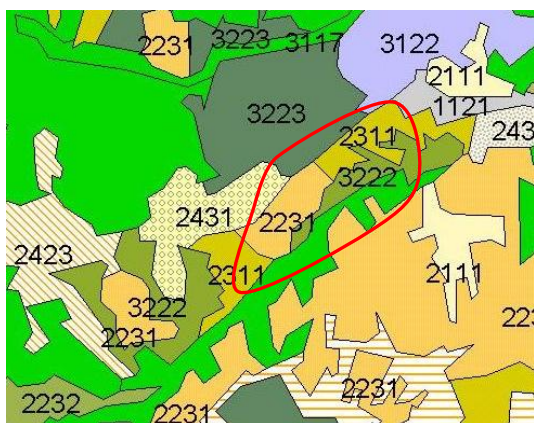
I casi discussi in questo capitolo sono quelli identificati come maggiormente significativi nell'ambito dell'analisi del §5.3.1

- a) Molti poligoni 3.1.1.2.2 (bosco di roverella) inclusi in un poligono 2.1.1.1.1 (seminativi in area non irrigua); i boschi vengono eliminati, il seminativo

diventa 2.4.3.3. (Aree prevalentemente occupate da coltura agrarie con presenza di spazi naturali costituiti da aree in evoluzione e/o bosco)

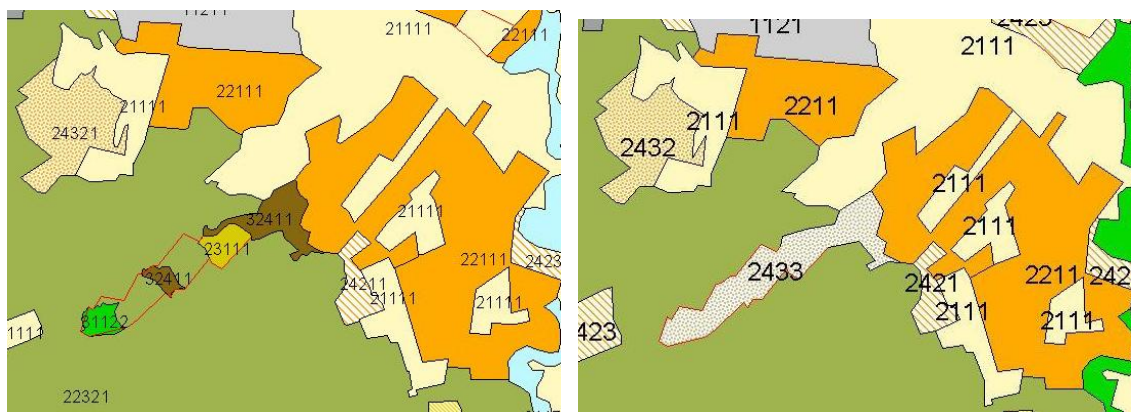


b) Molti poligoni 3.2.1.1.1 (pascolo) e 3.2.2.1.1 (cespuglieti) inclusi in poligono 2.1.1.1.1 (seminativi); i poligoni piccoli vengono eliminati ed il seminativo diventa 2.4.3.2. (Aree prevalentemente occupate da coltura agrarie con presenza di spazi naturali costituiti da pascoli e/o cespuglieti)

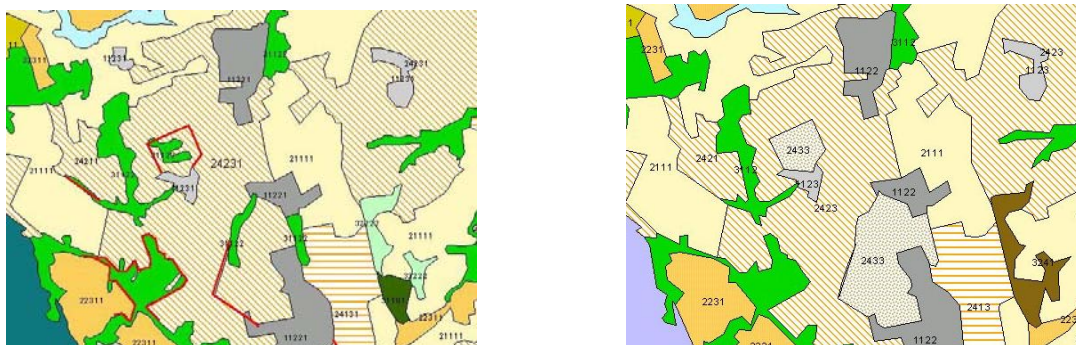


### Situazione 3

a) Molti poligoni 3.2.1.1.1 (pascolo) e 3.2.4.1.1 (aree in evoluzione) e 3.1.1.2.2 (boschi) e inclusi in un poligono 2.2.3.2.1. (olivi), e definizione di un metalimite che li circonda; i poligoni piccoli vengono eliminati e viene costruito un nuovo poligono secondo il contorno disegnato dal metalimite; il codice di tale nuovo poligono sarà 2.4.3.3 (Aree prevalentemente occupate da coltura agrarie con presenza di spazi naturali di diverso tipo).

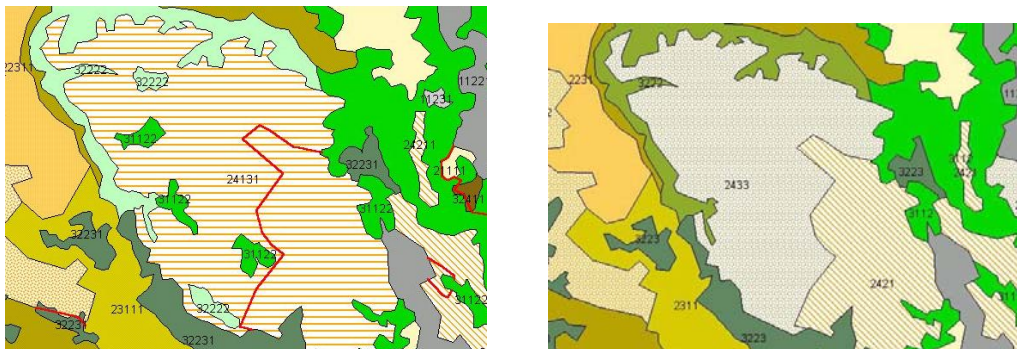


b) Alcuni poligoni di 3.1.1.2.2 (boschi di roverella) inclusi in un poligono 2.4.2.3.1 (sistemi particellari complessi); poiché l'area boscata era notevolmente inferiore al poligono includente sono stati anche definiti dei metalimiti tali che si formassero nuovi poligoni senza alterare notevolmente l'informazione iniziale. I boschi vengono eliminati, il 2.4.2.3.1 diventa 2.4.3.3. (Aree prevalentemente occupate da coltura agrarie con presenza di spazi naturali costituiti da aree in evoluzione e/o bosco);



c) Molti poligoni 3.1.1.2.2 (bosco) e 3.2.2.2.2 (cespuglieti) inclusi in poligono 2.4.1.3.1. (culture associate); i poligoni piccoli vengono eliminati ed la cultura associata diventa 2.4.3.2. (Aree prevalentemente occupate da coltura agrarie con presenza di spazi naturali costituiti da pascoli e/o cespuglieti); anche in questo caso è stato definito un metalimite in quanto i poligoni eliminati erano concentrati prevalentemente in una sola zona del

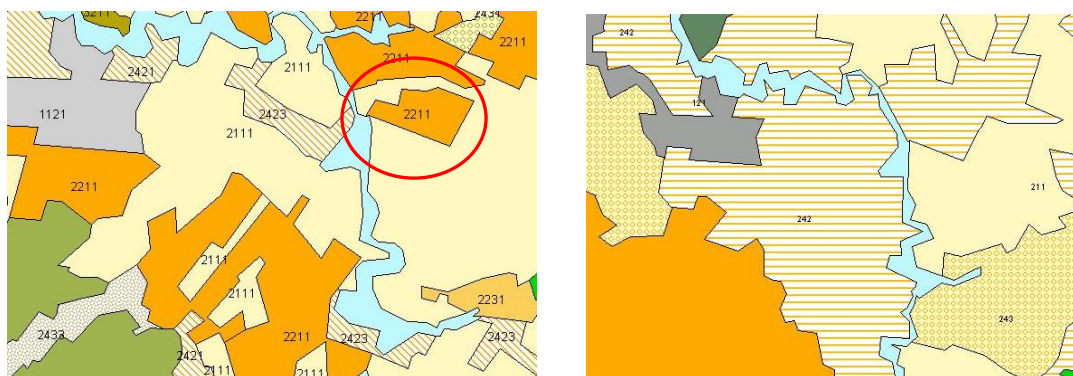
poligono includente. Il nuovo limite ha permesso di restringere l'area interessata dalla trasformazione.



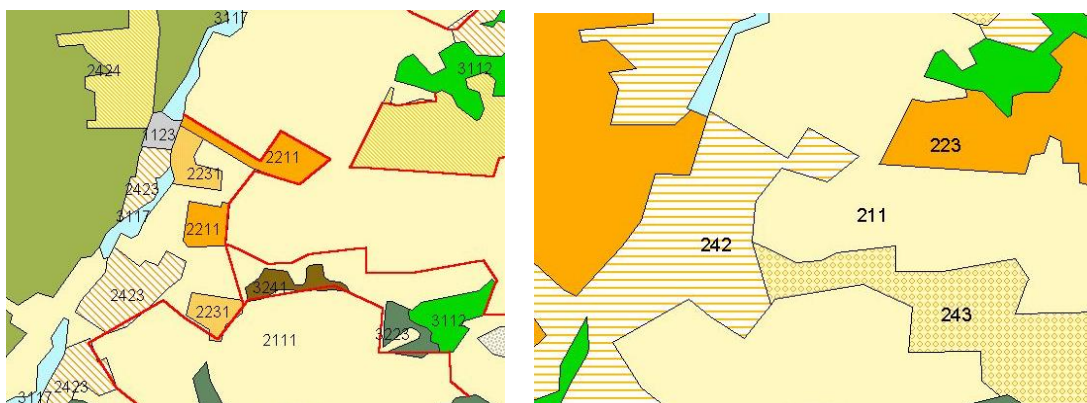
### Situazione di alternanza

Alcuni esempi fanno riferimento al passaggio di scala dal 25.000 al 100.000

- a) Molti poligoni 2.2.1.1 (vigneti), inclusi in un poligoni 2.1.1.1 (seminativi) per una superficie pari al 41% del seminativo; i poligoni piccoli vengono eliminati, ed il seminativo diventa 2.4.2.3 (Colture annuali alternate a colture permanenti).



- b) Molti poligoni 2.2.1.1, 2.2.1.2, 2.2.1.3 (diversi tipi di vigneti) e/o 2.2.2.1, 2.2.2.2, 2.2.2.3 (diversi tipi di frutteti) e/o 2.2.3.1, 2.2.3.2 (oliveti e oliveti associati) inclusi in un poligono 2.1.1.1 (seminativi) per una superficie pari al 41% del seminativo; i poligoni piccoli vengono eliminati, ed il seminativo diventa 2.4.2 (Colture annuali alternate a colture permanenti)



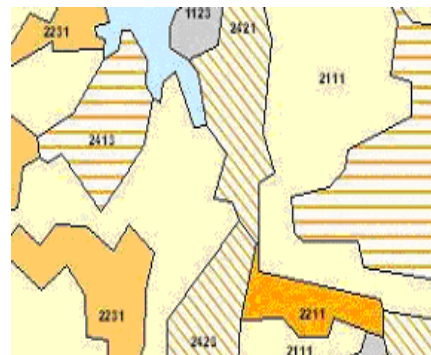
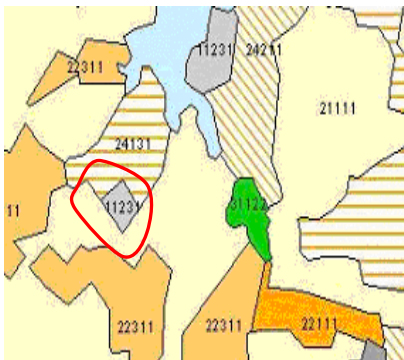
### 6.3.2 Adiacenza poligoni

In questo tipo di situazione verranno presi in considerazione i poligoni che dovranno essere eliminati al passaggio di scala perché più piccoli dell'unità minima cartografabile, che non siano inclusi completamente in altri poligoni ma che siano confinanti con essi. Sarà quindi necessario definire i criteri attraverso i quali realizzare l'unione di poligoni.

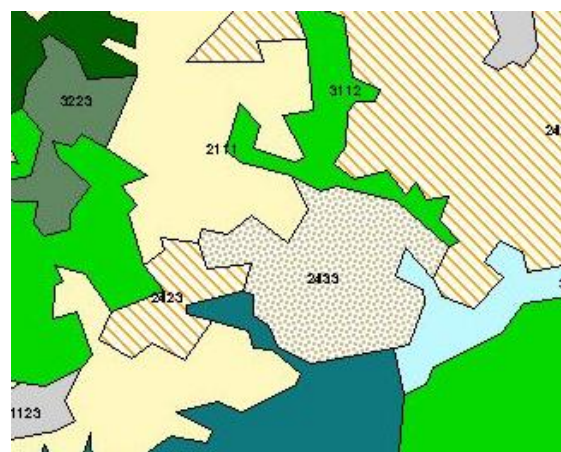
	<b>Situazione</b>	<b>Azione</b>
1	l'area dei poligoni minori è inferiore al 15% dell'area del poligono maggiore	I poligoni più piccoli vengono accorpati, al poligono di dimensioni maggiori
2	l'area dei poligoni minori è superiore al 15% dell'area del poligono maggiore	i poligoni più piccoli vengono accorpati al poligono maggiore; il nuovo poligono ottenuto cambierà codice, con modalità da decidere caso per caso. Nel seguito vengono fornite indicazioni relativamente ai casi principali individuati al §5.3.2
3	Come nella situazione 2 ma il fotointerprete della cartabase ha individuato un <i>metalimite</i>	Viene utilizzato il metalimite per accorpare alcuni o tutti i poligoni inclusi in funzione della loro posizione

### Situazione 1

- a) Pochi poligoni 1.1.2.3.1 (Tessuto urbano sparso) adiacenti a poligoni 2.1.1.1.1 (seminativi): i poligoni di tessuto urbano verranno eliminati. Si noti che in questo caso l'eliminazione è giustificata anche dal fatto che nel poligono con codice 1.1.2.3.1 vengono anche comprese porzioni di aree occupate da colture di diverso tipo o al limite dall'area di competenza dell'edificio. Tale osservazione vale anche nel caso in cui i poligoni con classe relativa al tessuto urbano siano compresi in altre classi di legenda.

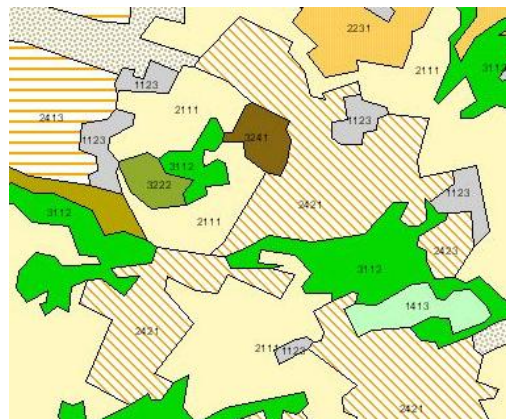
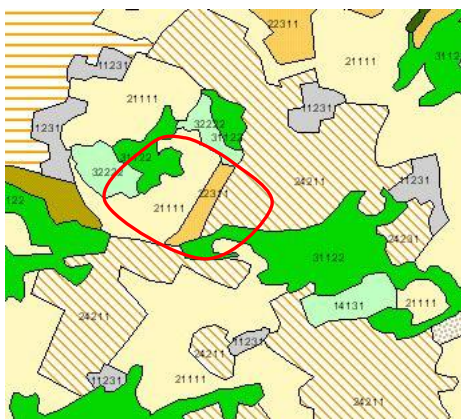


- b) Pochi poligoni 3.1.1.2.2 (boschi di roverella) adiacenti ad un poligono 2.4.2.3.1 (Colture annuali alternate a colture permanenti); i boschi vengono eliminati

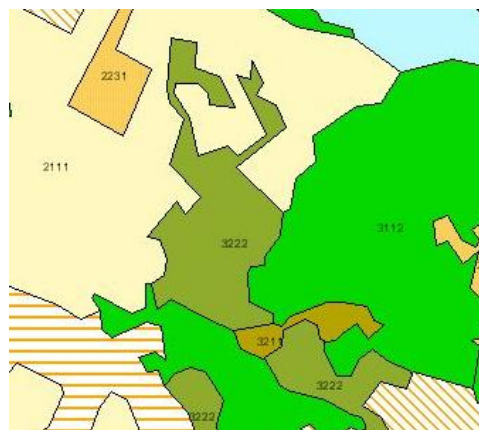


- c) Un poligono 2.2.3.1.1 (oliveto), adiacente ad un poligono 2.4.2.1.1 (Colture annuali alternate a prati stabili e colture permanenti) viene

trasformato in un poligono 2.4.2.1 (Colture annuali alternate a prati stabili e colture permanenti).

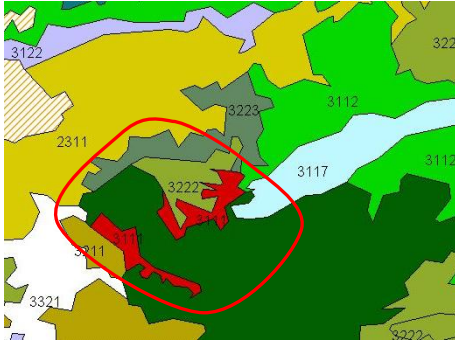


d) Poligono 3.2.2.3.1. (ginestreti) adiacente ad un poligono 3.2.2.2.2. (pruneti) di dimensioni maggiori: il poligono 3.2.2.3.1 viene accorpato al 3.2.2.2.2 costituendo un poligono 3.2.2.2 (arbusteti termofili)



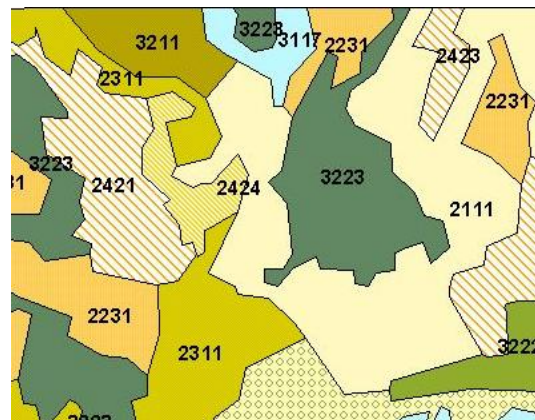
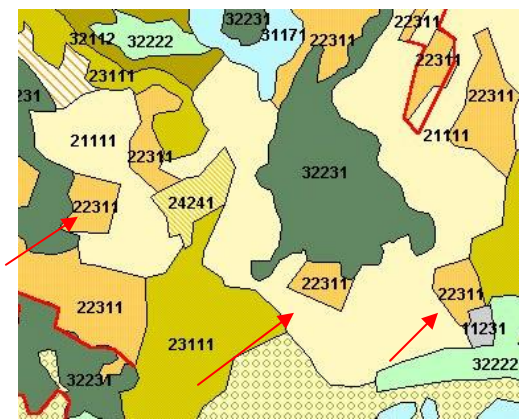
Un'altra operazione che può essere svolta sarà quella di raggruppare poligoni adiacenti per i quali durante un passaggio di scala sia previsto anche il cambiamento di livello nella classe di legenda. Questo tipo di operazione potrebbe essere realizzata in modo automatico tramite lo sviluppo di applicazioni dedicate.

- e) Alcuni poligoni di 3.1.1.1 (Bosco di latifoglie sempreverdi), 3.1.1.2 (Bosco di caducifoglie), 3.1.1.7 (Bosco igrofilo), sono stati tutti accorpati in un unico poligono 3.1.1 (Boschi di latifoglie).

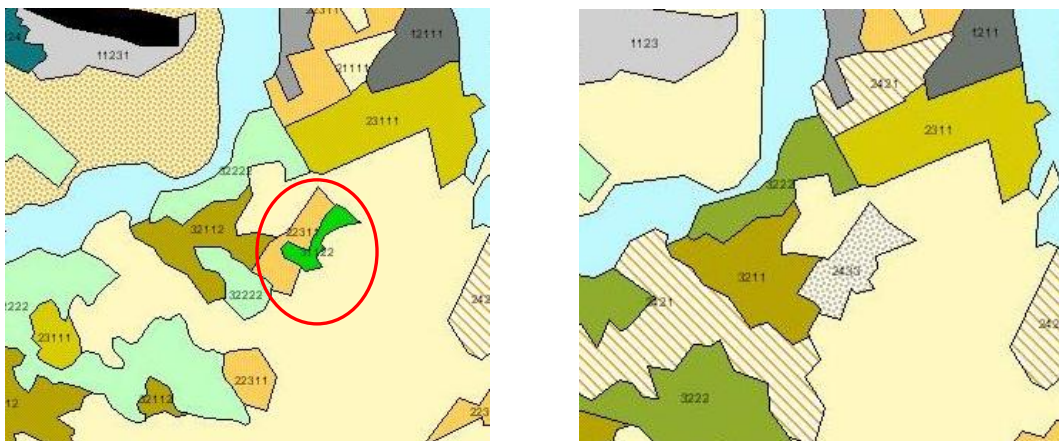


### Situazione 2

- a) Molti poligoni 2.2.3.1.1 (oliveti) adiacenti ad un poligono 2.1.1.1.1 (seminativi); i poligoni degli oliveti vengono eliminati ed il seminativo diventa 2.4.2.1 (Colture annuali alternate a prati stabili e colture permanenti)



- b) Alcuni poligoni 2.2.3.1.1 (oliveti), adiacenti a poligoni 3.1.1.2.2 (Bosco di Roverella); il poligono di maggiori dimensioni diventa 2.4.3.3 (spazi naturali costituiti da aree in evoluzione e/o bosco)

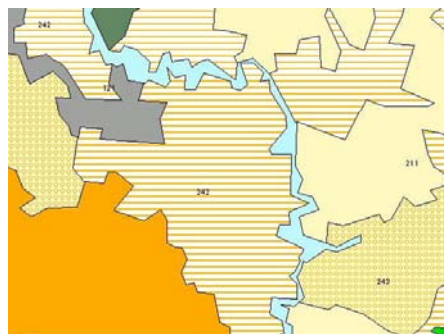


- c) Alcuni poligoni 3.2.2.2.2 (Arbusteti termofili), adiacenti a poligoni 3.1.1.8.1 (Robinieto); il poligono con il codice degli arbusteti viene eliminato mentre il poligono più grande viene trasformato in 3.2.4.1 (Aree a ricolonizzazione naturale)



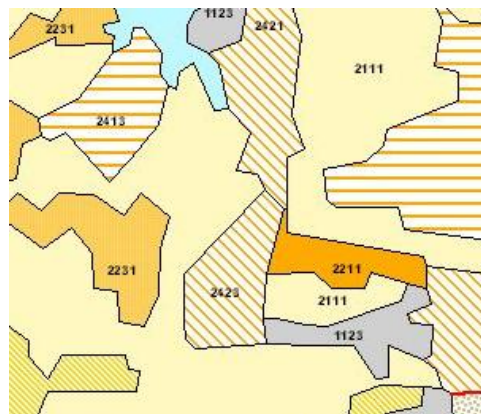
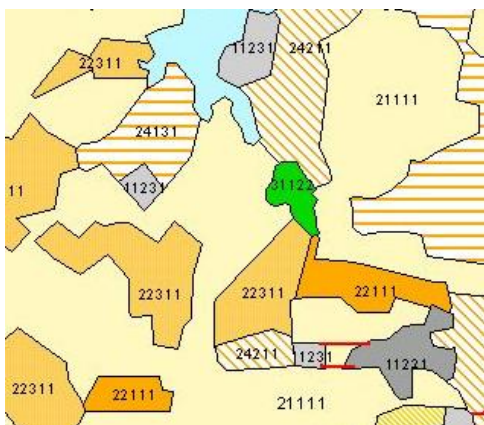
Alcuni esempi fanno riferimento al passaggio di scala dal 25.000 al 100.000

- d) Poligoni 2.2.1.1 (vigneto), adiacenti a poligoni 2.1.1.1 (seminativi); i poligoni piccoli vengono eliminati e il poligono grande è trasformato in 2.4.2 (Colture annuali alternate a colture permanenti)

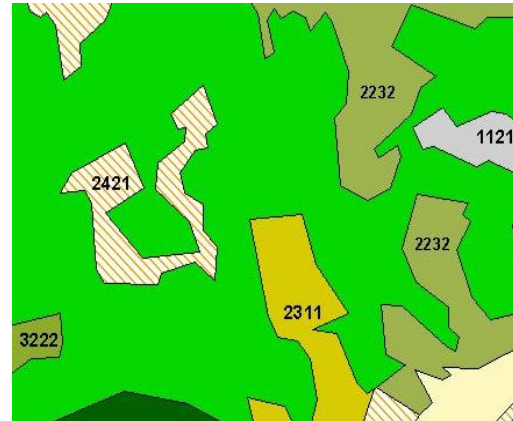


### Situazione 3

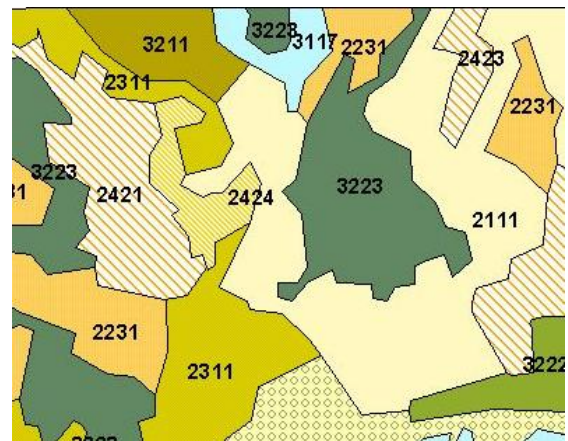
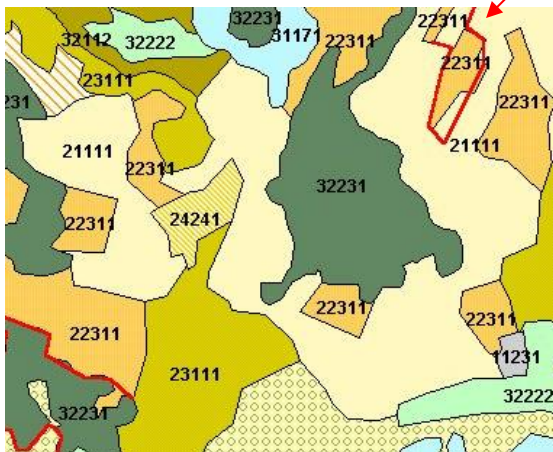
- a) Nell'esempio seguente sono riportati sia un caso in cui il poligono 1.1.2.3.1 (Tessuto urbano sparso) viene eliminato sia un caso in cui due poligoni 1.1.2.3.1 (Tessuto urbano sparso) vicini tra loro sono stati uniti grazie all'uso di metalimiti.



- b) Alcuni poligoni con codice 2.4.2.3.1 (Colture annuali alternate a colture permanenti) adiacente ad un poligono 3.2.2.2.2 (Pruneti); i poligoni vengono accorpati tramite l'utilizzo di un metalimite in un poligono 2.4.2.1 (Colture annuali alternate a prati stabili e colture permanenti)



- c) Molti poligoni 2.2.3.1.1 (oliveti) adiacenti ad un poligono 2.1.1.1.1 (seminativi); i poligoni degli oliveti vengono accorpati al poligono del seminativo e trasformato in 2.4.2.1 (Colture annuali alternate a prati stabili e colture permanenti)



## Allegato

### **7 La situazione corrente, le legende esaminate**

#### ***7.1 ISTAT: provincia di Arezzo***

Questa legenda è stata utilizzata per la realizzazione di una Carta dell'Uso del Suolo relativa al territorio della Provincia di Arezzo.

Il lavoro ha utilizzato come base la legenda Corine (tre livelli), successivamente ampliata fino ad un quinto livello per le sole classi 311 e 312. Da questo tipo di utilizzo è possibile ipotizzare che lo scopo del lavoro fosse di mettere in evidenza le differenze esistenti sul territorio per quanto riguarda la composizione e la struttura dei boschi a latifoglie e dei boschi a conifere. Inoltre è stato utilizzato un ampliamento fino al quarto livello per quanto riguarda le classi 11 e 12, per mettere in evidenza le differenze tra le aree urbanizzate da quelle utilizzate per scopi commerciali ed industriali. Infine per la sola classe 52 è stata estesa la legenda fino al quarto livello, per evidenziare l'utilizzo dei bacini d'acqua in relazione allo sfruttamento della produzione ittica. Tutte le rimanenti classi utilizzano il terzo livello della legenda Corine.

Questo tipo di utilizzo della legenda della Carta dell'Uso del Suolo fa ipotizzare che il proponente volesse evidenziare in modo predominante le differenze, anche peculiari, presenti nella vegetazione d'alto fusto, nell'uso del suolo in relazione alla costruzione di edifici sia civili che industriali ed al solo sfruttamento delle risorse ittiche.

#### ***7.2 Provincia di Bolzano***

La provincia autonoma di Bolzano ha commissionato la realizzazione di una Carta dell'Uso del Suolo in scala 1:10.000, volta a differenziare in modo esauriente il territorio della provincia. Per la realizzazione del lavoro è stata utilizzata una legenda gerarchica basata sulla nomenclatura CORINE, in cui sono stati apportati alcuni cambiamenti.

In particolare i poligoni della classe 11 vengono distinti in 6 classi utilizzando fino al quarto livello dal momento che si è ritenuto interessante distinguere gli insediamenti in urbani 111 e in extraurbani 112, visto l'elevato frazionamento del particolare tessuto urbano fino a considerare le singole case sparse con le relative aree di pertinenza. Inoltre tutte le informazioni relative alle vie di comunicazioni sono state trattate come poligoni e non come informazioni lineari, giungendo fino al terzo livello della legenda. Infine sono state inserite le aree relative alle zone militari e alle zone a copertura artificiale non classificabili all'interno della classe 1 (161 e 162).

In relazione alla classe 3 è stata inserita la voce relativa alla campitura riguardante la presenza degli arbusti contorti e del pino mugo; inoltre sono state scontornate le aree con siepi ed alberature, di solito rappresentate con elementi lineari. Per il resto la legenda Corine è rimasta quasi invariata.

La classe 4 è stata inserita nella 5 con piccole variazioni; alla classe 4 sono stati dedicati invece i poligoni relativi alle aree prive di vegetazione, data la rilevanza delle zone con presenza di roccia e ghiaccio.

In conclusione, durante la lavorazione delle immagini è stato dato particolare rilievo ad elementi che per motivi sia storici, culturali ed ambientali caratterizzano, in modo peculiare il territorio della provincia di Bolzano.

### ***7.3 Regione Abruzzo***

La Regione Abruzzo ha richiesto la realizzazione di una Carta dell'Uso del Suolo in scala 1:25.000. È stata adottata come base di riferimento la Legenda del progetto Corine con voci aggiuntive al fine di ottenere una maggiore corrispondenza alle caratteristiche dovute all'uso di una scala maggiore rispetto a quella originaria.

Si tratta quindi di un terzo livello completo a cui sono state aggiunte le voci relative al quarto livello in prevalenza per le classi relative alle informazioni urbanistiche; inoltre è stato sviluppato il livello relativo all'arboricoltura da legno con l'inserimento del quarto livello e parzialmente anche di un quinto livello.

Il quarto livello è stato inserito in relazione alle informazioni relative alla vegetazione, anche per le voci relative ai boschi di latifoglie, alle aree a vegetazione arborea ed arbustiva in evoluzione, alle aree percorse da incendi. Infine il quarto livello compare per le voci inerenti le acque continentali; in questo caso risulta che si sia cercato di mettere in evidenza il tessuto urbano.

#### ***7.4 Regione Lazio***

La Regione Lazio richiede la realizzazione di una Carta dell'Uso del Suolo in scala 1:25.000. È stata adottata come base di riferimento la Legenda del progetto Corine con voci aggiuntive al fine di ottenere una maggiore corrispondenza alle caratteristiche dovute all'uso di una scala maggiore rispetto a quella originaria.

In particolare è stato utilizzato il quarto livello per tutte le voci relative all'urbanizzazione.

La classe due relativa ai seminativi è stata sviluppata per le voci 211 seminativi in aree non irrigue, 212 seminativi in aree irrigue; è stata inoltre ampliata la legenda Corine al terzo livello aggiungendo la voce 224 Altre colture permanenti, che è stata successivamente ampliata fino ad un quinto livello.

Infine compare un quarto livello per la sola voce relativa alle aree percorse da incendi.

Per tutte le altre voci è stata utilizzata la legenda Corine. Questo porta a concludere che è stato rivolto maggiore interesse soprattutto per le aree coperte da tessuto urbano.

#### ***7.5 Regione Sicilia***

È stata pubblicata la carta relativa al rilevamento effettuato per un area comprendente il territorio del comune di Mazzara del Vallo.

È stata utilizzata per la realizzazione del lavoro la fotointerpretazione di immagini fotografiche in scala 1:10.000.

Al fine di uniformare la terminologia utilizzata dalla Regione Sicilia, è stata organizzata una legenda articolata in quattro livelli gerarchici. I primi due sono rimasti invariati rispetto alla Carta dell'uso del Suolo della Regione Sicilia in scala 1:250000, mentre il terzo ed il quarto sono stati modificati ed arricchiti. Fondamentalmente i primi tre livelli risultano essere molto simili alla legenda Corine, se pur con alcune modifiche apportate, mentre il quarto livello viene sviluppato soprattutto per le aree relative alle coperture urbane e per le zone agricole.

### ***7.6 Parco del Cilento***

L'Ente Parco Nazionale del Cilento ha richiesto la realizzazione di una Carta della Vegetazione del territorio del Parco in scala 1:50.000.

È stata adottata come base di riferimento la Legenda del progetto Corine anche se incompleta. Diverse voci del terzo livello sono infatti assenti.

In particolare sono state introdotte molte restrizioni soprattutto per quanto riguarda i campi dell'urbano e dei seminativi. Essendo una carta dedicata allo studio della vegetazione sono state sviluppate le voci relative alle aree boscate 31 e 32 ambienti semi-naturali caratterizzati da copertura vegetale prevalentemente arbustiva e/o erbacea.

Le voci quattro e cinque sono state utilizzate solo parzialmente.

### ***7.7 Progetto CLC2000***

In questo caso è stata usata come riferimento la legenda CORINE con alcune opportune modifiche.

Il quarto livello è stato sviluppato per tutte le aree interessate da tessuto urbano. Il livello tre è stato mantenuto per le voci 13 e 14.

Per quanto riguarda la voce due è sempre stato usato il solo terzo livello tranne che per la voce 212 Seminativi in aree irrigue ed è stata inserita una voce al 22

(224 Altre colture permanenti) esplosa fino al quarto livello (2241 Arboricoltura da legno).

Le voci relative alle aree boscate vengono investigate utilizzando il terzo livello e solo per le voci 324 Aree a vegetazione arborea e arbustiva in evoluzione è stato sviluppato il quarto livello. Inoltre è stata aggiunta una voce al terzo livello (334 Aree percorse da incendi) in cui è stato sviluppato il quarto livello.

Le voci della classe quattro mantengono le diciture della legenda Corine

Le voci della classe quinta vengono ampliate fino al quarto livello, tranne che per le acque marine (52).

### ***7.8 Parco Fluviale del Po***

Il progetto si propone di sperimentare una metodologia che si basi sull'uso del telerilevamento da satellite per la creazione di banche dati per l'aggiornamento degli strumenti di pianificazione delle Aree Protette e la conoscenza dei cambiamenti nel tempo delle condizioni ecologiche del Parco il controllo territoriale. In particolare, le finalità del lavoro riguardano:

1. Il rilevamento della presenza dei corpi idrici
2. Il monitoraggio delle aree artificiali
3. Una banca dati di uso/occupazione delle terre

Per il rilevamento dei corpi idrici sono state utilizzate scene pancromatiche dal satellite indiano IRS-1C ed immagini "sintetiche" originate dalla fusione di dati digitali di tale satellite, in particolare sono stati utilizzati i dati del sensore LISS III multispettrale a più bassa risoluzione (circa 23 metri) e i dati del sensore pancromatico (risoluzione geometrica: circa 56 metri).

Le immagini satellitari sono state ortorettilizzate e georeferenziate utilizzando la cartografia numerica ed il DEM (Digital Elevation Model) della Carta Tecnica Regionale (CTR originale in scala 1:10000 creata dal Servizio Cartografico della Regione Piemonte con volo aereofotogrammetrico nel 1991).

La fotointerpretazione delle riprese satellitari è stata eseguita attraverso un confronto multitemporale e multispettrale sono stati individuati come obiettivi

principali: l'individuazione delle principali categorie di corpi idrici, il censimento delle superfici coperte d'acqua alla data della ripresa e la rilevazione delle modificazioni degli alvei fluviali e dei bacini d'acqua rispetto alla Carta Tecnica Regionale del 1991.

La fotointerpretazione è stata effettuata ad una scala di lavoro 1:15000, mentre la restituzione è a scala 1:25000. È stata utilizzata una legenda gerarchica a 4 livelli gerarchica (nomenclatura CORINE Land Cover modificata: i primi 3 livelli sono congruenti con il Progetto Land Cover della Comunità Europea).

Il risultato del lavoro è stata la costruzione di un data base e di cartografia tematica di uso/copertura delle terre in scala 1: 25.000.

### ***7.9 Atlante dell'uso del territorio e degli habitat***

Questa legenda è relativa alla realizzazione da parte del SCN del Ministero dell'Ambiente di un Atlante dell'uso del territorio e degli habitat naturali (secondo quanto previsto dall'annesso tecnico della Direttiva UE "Habitat"): la mappatura delle formazioni naturali e seminaturali presenti sulla base di classi derivanti da un approfondimento al quinto livello di classificazione del sistema europeo di mappatura dell'uso e copertura del suolo Corine Land Cover, rigorosamente gerarchica e basata sugli stessi criteri fisionomico-strutturali.

Il raccordo delle classi Corine 5, censite nelle apposite schede relative ai siti, è stato effettuato con i più rilevanti sistemi di classificazione degli habitat adottati in ambito comunitario: Corine Biotopes, Natura 2000, Eunis Habitat Classification.

Il quinto livello è presente in quasi tutte le classi, ma è stato dato particolare rilievo alle classi più diffuse relative alle formazioni forestali.

### ***7.10 Bacino scolante della Laguna Veneta***

Il progetto è relativo alla realizzazione di una carta della Copertura del Suolo del territorio relativo al Bacino Scolante in Laguna di Venezia, utilizzando come

base l'interpretazione di ortofoto in scala 1:10.000 il risultato verrà realizzato in forma grafica in scala 1:25.000.

È stata adottata come base di riferimento la legenda del Progetto CORINE Land Cover , integrata secondo le raccomandazioni del Centro Tematico per il Land Cover dell'Unione Europea, con voci aggiuntive, al fine di meglio corrispondere alle caratteristiche legate alla scala maggiore (1:10000) ed alle esigenze dell'Agenzia Regionale.

Il quarto livello viene utilizzato per la quasi totalità delle classi Il quinto livello viene utilizzato per le sole classi relative alle superfici agricole.