

Generalizzazione dell'Uso del Suolo ai fini paesaggistici

Ilaria Scatarzi (*), Martina Angeletti (**), Christian Ciampi (*), Michele De Silva (*),
Michele Ercolini (*), Bruno Giusti (**), Emanuela Loi (*), Fabio Lucchesi (*),
Fabio Nardini (*), Chiara Nostrato (**)

(* CIST, Centro Interuniversitario di Scienze del Territorio,
Via Micheli 2, 50121 Firenze (FI), Tel. 055 2756476, Fax 055 2756484

(**) LaRIST, Dipartimento di Urbanistica e Pianificazione del Territorio, Università di Firenze,
Via Micheli 2, Firenze, Tel. 055 503111, Fax 055 587087

Riassunto

Nell'ambito della Ricerca attivata dal Centro Interuniversitario di Scienze del Territorio e dalla Regione Toscana relativa alla revisione del Piano Paesaggistico Regionale, si è reso necessario elaborare l'uso del suolo a scala adeguata che potesse essere di supporto ai diversi gruppi di lavoro coinvolti. Il presente articolo illustra la metodologia e le procedure tecniche di generalizzazione utilizzate per la messa a punto di questo strato informativo.

Abstract

Among the project between the Italian Institute "Centro Interuniversitario di Scienze del Territorio" and the Italian Regional Institution "Regione Toscana", whose aim is the revision of the Regional Landscape Plan, it was necessary since the beginning the availability of a land use layer with an appropriate scale that could support the various working groups involved. This article illustrates the methodology and the technical procedures of generalization used for the development of this layer.

Introduzione

La metodologia sperimentale di seguito illustrata è parte dell'attività di ricerca svolta dal Centro Interuniversitario di Scienze del Territorio (CIST) con cui la Regione Toscana ha stipulato un accordo per la revisione del Piano Paesaggistico della Regione. La necessità di una copertura di uso del suolo in scala 1:50.000 per fini paesaggistici si è resa indispensabile nelle primissime fasi di elaborazione e ricerca. A tal fine la cartografia prodotta doveva essere elemento di sintesi e allo stesso tempo supportare le tematiche di approfondimento.

Le fonti cartografiche

La possibilità di impiegare le informazioni contenute nella Banca Dati Geografica della Regione Toscana (SITA) ha permesso di utilizzare il più aggiornato uso del suolo a copertura dell'intera regione, realizzato per fotointerpretazione del volo 2007 a colori, in scala 1:10.000 ed in coerenza geometrica con la CTR alla stessa scala nominale¹. Tale copertura presenta una struttura di legenda gerarchica affine a quella del progetto *Corine Land Cover*, con casi di classi a livelli di legenda maggiori del terzo, vista la scala di dettaglio. La copertura di uso del suolo 2007 è stata sottoposta ad una serie di elaborazioni di generalizzazione per renderla idonea alla rappresentazione in scala 1:50k. Di seguito si dà conto delle operazioni fondamentali svolte con questo fine.

¹ Uso del Suolo commissionato al Consorzio LAMMA dalla Regione Toscana

Impostazione del lavoro

Il processo di generalizzazione è stato affrontato non sull'intera copertura regionale ma su ambiti di paesaggio: aree sovramunicipali omogenee a cui farà riferimento la revisione della disciplina paesaggistica del PIT.

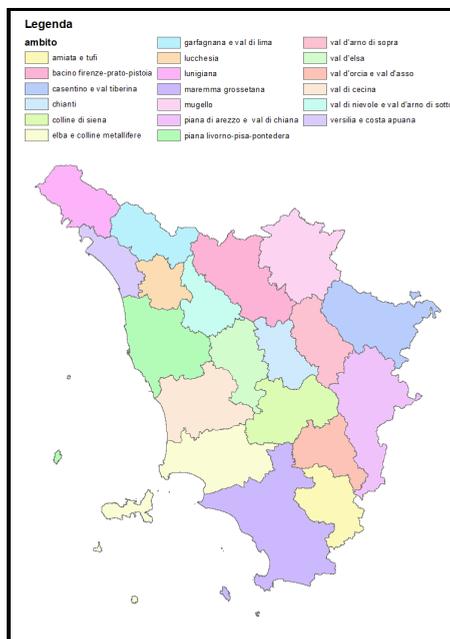


Figura 1. Suddivisione in ambiti della Regione Toscana.

Tale articolazione in contesti territoriali ha permesso sia di evidenziare le peculiarità locali delle diverse zone dal punto di vista della presenza e della distribuzione delle classi di uso del suolo, sia di svolgere il processo di generalizzazione su grandezze di dati accettabili in termini di quantità di memoria e di potenza di calcolo richiesti ai dispositivi *hardware*.

Il processo di generalizzazione

La generalizzazione cartografica, in sintesi, è un tipo di elaborazione che comprende processi fortemente interconnessi tra di loro: si tratta di un processo di derivazione da un dato geografico dettagliato (grande scala) a un dato geografico di minor dettaglio (piccola scala) attraverso una serie di operazioni che hanno lo scopo di ridurre l'articolazione geometrica del dato (sia in termini di quantità di informazioni necessarie che di dimensione) senza intaccarne la chiarezza e definizione alla scala desiderata. È implicito che tale processo sia fortemente influenzato dalle finalità della carta che si vuole ottenere.

Per tutte le fasi di elaborazione inerenti i dati vettoriali l'ambiente *software* utilizzato è stato ESRI ArcGIS. Va precisato però che le elaborazioni svolte avrebbero potuto essere realizzate con la maggior parte dei *software* GIS oggi disponibili. Va anche menzionata l'estensione *Patch Analyst*², che è stata impiegata per il calcolo degli indici spaziali utilizzati per l'impostazione delle generalizzazioni tematiche e per la verifica dei risultati.

²Rempel, R.S., D. Kaukinen., and A.P. Carr. 2012. Patch Analyst and Patch Grid. Ontario Ministry of Natural Resources. Centre for Northern Forest Ecosystem Research, Thunder Bay, Ontario. <http://www.cnfer.on.ca/SEP/patchanalyst/>

Metodologia applicata

Trattandosi di una sperimentazione in corso d'opera, i risultati non sono da considerarsi come definitivi: gli indici e le sintesi proposte suggeriscono risultati oltre che attendibili, validi per ulteriori approfondimenti e soprattutto confermano la validità delle procedure scelte di seguito descritte.

a) fase preparatoria di collassamento della viabilità e dell'idrografia (COLLAPSE)

La prima fase del processo è consistita in una serie di elaborazioni che hanno permesso di predisporre il dato di origine alle fasi di generalizzazione. Poiché la copertura dell'uso del suolo è stata elaborata in coerenza geometrica con la CTR 10k, presenta alcune caratteristiche non compatibili con i risultati attesi. In particolare devono essere esclusi i poligoni corrispondenti alle infrastrutture viarie e ai corsi d'acqua, poiché tali elementi consistono in forme allungate con spessori inferiori ai parametri minimi di rappresentazione alla scala 1:50k. Si è pertanto proceduto all'eliminazione di queste informazioni dalla copertura originaria attraverso una metodo che non pregiudicasse le informazioni presenti nei poligoni limitrofi e che mantenesse la continuità spaziale del dato. Tale operazione è stata possibile attraverso la creazione di *poligoni di Thiessen* originati dalla conversione degli elementi poligonali corrispondenti a strade e fiumi in vertici. I poligoni così creati sono stati poi fusi ai poligoni adiacenti attraverso una operazione di *eliminate* con criterio "border" (sono stati in questo modo accorpati al poligono adiacente con cui hanno la massima lunghezza del bordo in comune).

L'operazione preparatoria è stata svolta separatamente per il territorio di ciascuna provincia toscana, poiché il numero dei poligoni che si sono originati dal *processo Thiessen* era troppo alto per le capacità di calcolo dell'*hardware*³. Le fasi di generalizzazione successive a questa sono state eseguite per l'estensione di ogni singolo ambito.

b) analisi delle caratteristiche dell'area di interesse

La conoscenza di un territorio e delle caratteristiche che lo contraddistinguono sono alla base della messa a punto della generalizzazione per fini paesaggistici seguita durante l'esperienza qui presentata. Da questo punto di vista la generalizzazione non va intesa come una sequenza ordinata di operazioni meccaniche, ma come un processo in cui, nella transizione tra scale di diverso dettaglio, vengono conservate leggibilità e completezza delle informazioni, valorizzando il ruolo descrittivo proprio degli elementi che definiscono l'identità di ciascuna zona. Con questa finalità, una preliminare analisi del contesto esaminato, che prenda in considerazione le classi di uso del suolo presenti e i caratteri della loro distribuzione spaziale può dare buoni *input* rispetto alle operazioni successive.

È stata realizzata a questo scopo per ciascun ambito una valutazione delle metriche spaziali della distribuzione delle *patch* di uso del suolo. Tale valutazione è stata realizzata, come si è anticipato, attraverso l'estensione *Patch Analyst*; tale estensione permette di calcolare per ogni classe di uso del suolo indici spaziali (caratteristici dei metodi di ecologia del paesaggio) relativi alle caratteristiche geometriche delle *patch* e alla loro ripartizione. Dalla tabella (Tab. 2) si capiscono quali sono le classi maggiormente rappresentate, la loro ripartizione percentuale, le caratteristiche geometriche, se rappresentate da una maggioranza di elementi piccoli ecc.

Le espressioni contenute nella tabella evidenziano le classi maggiormente rappresentate, oltre che la ripartizione percentuale e le caratteristiche geometriche e distributive degli usi del suolo.

Gli indici computati attraverso parametri quantitativi, veicolano, di fatto, una valutazione qualitativa in termini analitici; tale valutazione può dunque dare maggiore consistenza a giudizi interpretativi, sia che essi derivino da una conoscenza approfondita del territorio, sia da un approccio multidisciplinare, sia, infine, da una sensibilità specificamente paesaggistica.

³ La sperimentazione ha dimostrato che il *software* utilizzato non riusciva a gestire più di 2.000.000 di poligoni nella fase di *eliminate* anche utilizzando una macchina dotata di doppio processore e 32 GB di RAM

total edge	edge density	mean patch edge	mean patch size	numero patch	median patch size	patch size coefficient of variation	patch size standard deviation	class area	percentuale	classe	
TE	ED	MPE	MPS	NumP	MedPS	PSCoV	PSSD	CA	perc	Class	descrizione
1.429.249,84	19,58	383,28	0,76	3.729,00	0,32	477,51	3,65	2.847,01	3,90	1	aree edificate
744.678,86	10,20	591,48	1,31	1.259,00	0,69	145,99	1,92	1.653,46	2,27	24	aree agricole eterogenee
2.570,42	0,04	367,20	0,73	7,00	0,47	79,32	0,58	5,10	0,01	33	zone aperte veg. rada o assente
22.730,31	0,31	1.337,08	7,55	17,00	4,57	126,53	9,55	128,32	0,18	131	aree estrattive
40.767,74	0,56	463,27	1,11	88,00	0,57	169,20	1,88	97,55	0,13	132	cantieri e discariche
1.705.553,44	23,37	780,57	2,60	2.185,00	0,79	376,71	9,80	5.684,78	7,79	211	seminativi
2.535.246,41	34,74	1.002,07	4,39	2.530,00	1,47	230,30	10,11	11.106,71	15,22	221	vigneti
2.592.780,50	35,52	939,41	2,75	2.760,00	1,00	220,08	6,06	7.594,72	10,41	223	oliveti
330.661,84	4,53	588,37	1,18	562,00	0,59	133,59	1,58	662,61	0,91	231	prati
4.098.404,99	56,15	4.861,69	47,46	843,00	0,54	2.490,09	1.181,91	40.012,46	54,82	311	aree boscate
33.206,13	0,45	626,53	1,25	53,00	0,55	143,20	1,78	66,04	0,09	321	pascoli
1.335.006,01	18,29	806,16	1,84	1.656,00	0,78	209,52	3,85	3.046,60	4,17	322	arbusteti
587,17	0,01	117,43	0,09	5,00	0,07	50,46	0,05	0,47	0,00	411	paludi interne
47.387,31	0,65	248,10	0,42	191,00	0,23	130,71	0,55	80,43	0,11	512	bacini d'acqua

Tabella 2. Estratto delle elaborazioni del Patch Analyst: ambito CHIANTI.

c) riclassificazione delle classi di legenda (RECLASS)

In questa fase sono state selezionate le voci della legenda di più alto livello gerarchico, il cui raggruppamento in classi di minor livello gerarchico (e di minor dettaglio) non compromettesse la caratterizzazione del territorio. In pratica, questa fase definisce la legenda di *output* della generalizzazione (es: le classi “bosco di latifoglie”, “bosco di conifere” e “bosco misto” vengono tutte riclassificate come “superfici a bosco”). Una successiva analoga analisi degli indici statistici della copertura tematicamente generalizzata permette di valutare la coerenza delle caratteristiche geometriche e distributive della legenda raggruppata.

d) individuazione delle classi di legenda da “enfaticizzare” (EXAGGERATE)

In questa fase sono state individuate le classi di uso del suolo che, per il proprio ruolo paesaggisticamente caratterizzante devono essere enfaticizzate nella loro rappresentazione, e quindi geometricamente ingrandite per scongiurare il rischio di una loro scomparsa nelle successive operazioni di semplificazione geometrica. Vengono cioè individuate classi di uso del suolo particolarmente significative per il contesto territoriale ma rappresentate per la maggior parte da poligoni estremamente piccoli e sparsi (questa condizione è analiticamente corrispondente a numero alto di poligoni e a una mediana molto bassa). I poligoni di queste classi inferiori all’unità minima cartografabile (assunta pari a 2ha) sono sottoposti ad un processo di “exaggeration” che consiste nella creazione di un *buffer* il cui raggio è proporzionale alla superficie ed inversamente proporzionale al perimetro del poligono di origine [1].

$$\text{Raggio}_{\text{buffer}} = (\text{Area poligono} / (2 * \text{perimetro poligono})) \quad [1]$$

Alcune operazioni ripetitive come quella qui descritta sono state automatizzate creando specifiche *routine* con lo strumento *ModelBuilder* dell’ambiente ESRI ArcGIS.

Il reinserimento delle classi enfatizzate nella copertura di uso del suolo attraverso operazioni di *erase* e *merge* progressivi, è regolato dalla percentuale della classe stessa: la classe più rappresentata in termini percentuali sarà la prima ad essere inserita, mentre l'ultima sarà quella con percentuale minore, che avrà maggiore peso poiché nella fase di *erase* "mangerà" tutte le altre classi.

e) prima eliminazione dei poligoni adiacenti inferiori all'unità minima cartografabile con criterio di similitudine (ELIMINATE/AMALGAMATION)

L'eliminazione dei poligoni al di sotto dell'unità minima cartografabile è stata effettuata con un criterio di affinità (*AMALGAMATION*): in pratica l'unione degli elementi piccoli ai poligoni adiacenti è realizzata in questa prima fase solo se gli elementi sono simili per classe di UDS⁴. Per mantenere questo criterio il processo di eliminazione ha coinvolto separatamente le classi di UDS agricole (classi 2xx) e quelle naturali e seminaturali (classi 3xx). In tale maniera la ridistribuzione dei poligoni piccoli è stata fatta rispetto a una classe di uso simile. Per avere una migliore distribuzione della ripartizione delle aggregazioni il processo di *eliminate* è stato effettuato progressivamente con intervalli di superficie di 2.500m², a partire da 2.500 fino a 20.000m².

f) semplificazione del perimetro dei poligoni (SMOOTHING)

La successiva operazione svolta riguarda la generalizzazione geometrica propriamente detta, comunemente definita *smoothing*. Il "passo" scelto è 50m in relazione alla scala di uscita finale, grandezza apprezzabile nell'ordine delle geometrie ammorbidite.

g) costruzione della coerenza geometrica con il confine dell'ambito (IDENTITY)

In questa fase la copertura UDS generalizzata viene resa coerente con il confine dell'ambito analizzato. È necessaria una successiva eliminazione delle microaree che si creano in questo passaggio.

h) seconda eliminazione dei poligoni adiacenti inferiori all'unità minima cartografabile inclusi in altri poligoni (ELIMINATE)

Con questa operazione, svolta sempre secondo *range* di superfici multiple di 2500m², sono eliminati tutti i poligoni completamente inclusi in UDS non affini. Per evidenti motivi di significatività paesaggistica, sono escluse da questa eliminazione le *patch* di superficie superiore a 1ha, ma inferiori all'unità minima cartografabile, appartenenti alle classi 4xx e 5xx.

i) controllo topologico

Il controllo topologico conclusivo è stato effettuato all'interno di un PersonalGeoDataBase ove sono state impostate le regole di non esistenza sia di sovrapposizione che di gaps: *must not overlap*, *must not have gaps*.

Verifica dei risultati ottenuti

Un nuovo calcolo degli indici spaziali della copertura generalizzata permette di valutare l'attendibilità e correttezza della metodologia applicata. Le operazioni finora descritte, anche se in fase di sperimentazione, hanno evidenziato alcune peculiarità. Per esempio il confronto della distribuzione percentuale delle classi UDS tra il dato finale e quello riclassificato non è mai eccessivamente discorde: i valori di variazione sono nella maggior parte dei casi entro $\pm 2\%$.

⁴ Uso del Suolo

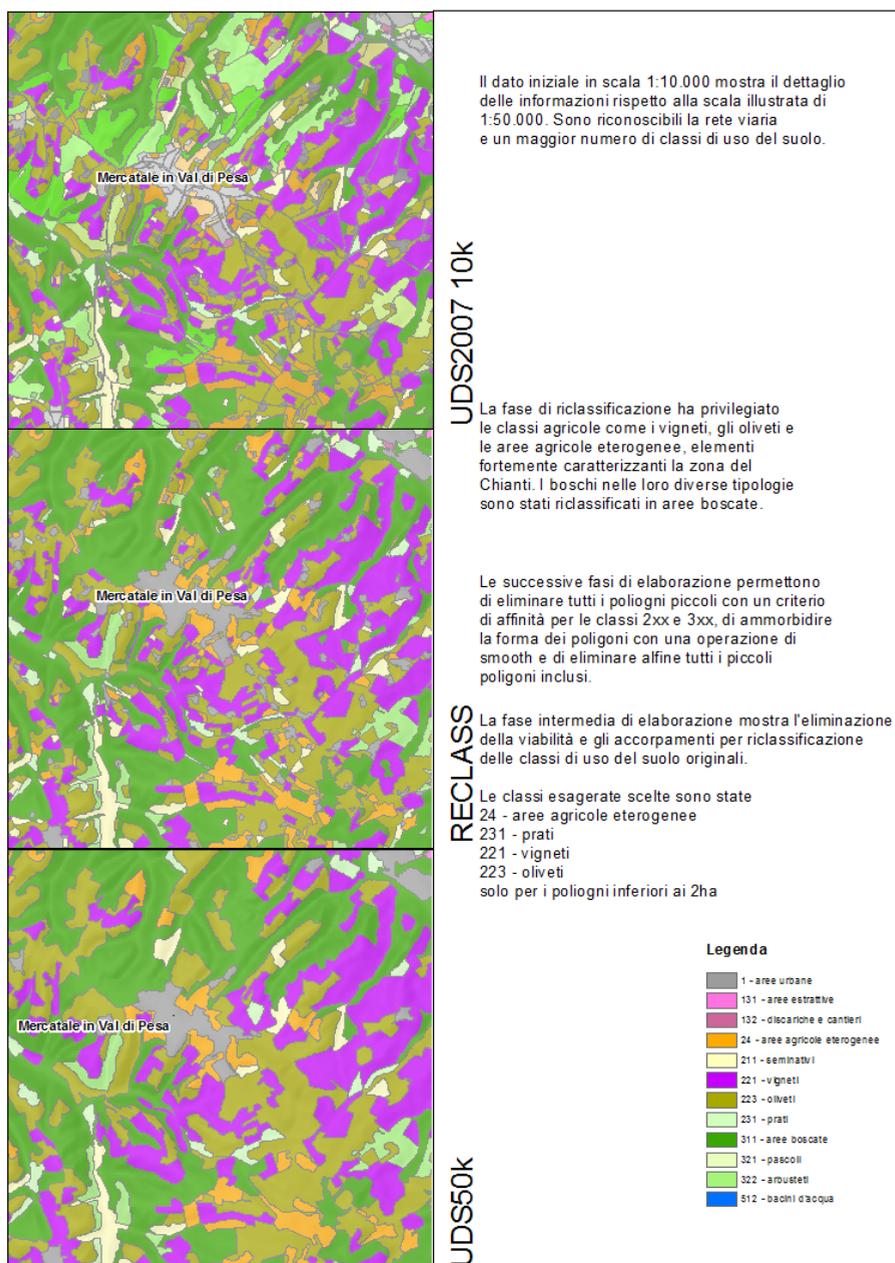


Figura 3. Fasi principali di generalizzazione sull'ambito "Chianti".

A titolo di esempio si riporta il grafico relativo all'ambito "Chianti" in cui si può notare che le classi di UDS dalla fase "reclass" alla fase "finale generalizzata" presentano valori di variazione percentuali molto contenute. Le superfici boscate, che rappresentano più della metà della superficie dell'ambito, hanno inoltre subito una variazione molto bassa. Costituisce unica eccezione la classe

edificato (1) che è diminuita di poco più del 2%; questo valore è dovuto al ruolo degli edifici sparsi nel territorio rurale che dopo il secondo *eliminate* sono stati accorpati alle classi agricole che li includevano. A loro volta, tali classi agricole presentano cambiamenti percentuali del tutto accettabili. Infine anche le classi enfatizzate (il cui elenco è riportato in Figura 3) hanno subito variazioni in termini di superficie assai contenute.

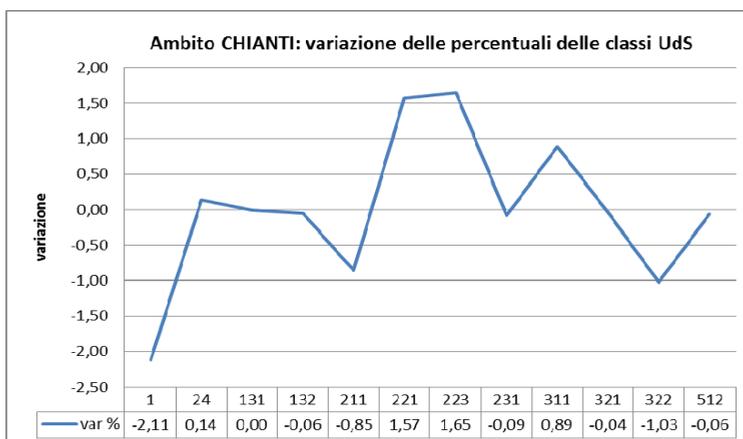


Figura 4. Variazioni delle percentuali ambito Chianti tra UDS fase reclass e UDS finale generalizzato.

Ulteriori direzioni di sperimentazione

Come più volte dichiarato, il processo presentato è attualmente in fase di perfezionamento. Per valorizzare il lavoro svolto, anche rispetto ad articolazioni territoriali diverse dagli ambiti di paesaggio, è stato concepito il progetto di unione dei dati in un'unica copertura regionale. In questa nuova operazione potrà essere ulteriormente approfondita la valutazione degli indici spaziali, nel tentativo di definire criteri generali, per esempio, nella scelta delle classi da enfatizzare. Un elenco dei possibili approfondimenti potrebbe essere individuato come segue: (i) definizione di una legenda unica e di una copertura omogenea di tutto il territorio regionale; (ii) in tale copertura omogenea, confronto della distribuzione delle classi UDS tra copertura originale e generalizzata; (iii) individuazione delle affinità paesaggistiche di ambiti caratterizzati dalle stesse variazioni delle metriche spaziali nel passaggio tra copertura originale e copertura generalizzata; (iv) verifica della possibilità di definizione di un metodo valido per la generalizzazione di qualsiasi uso del suolo.

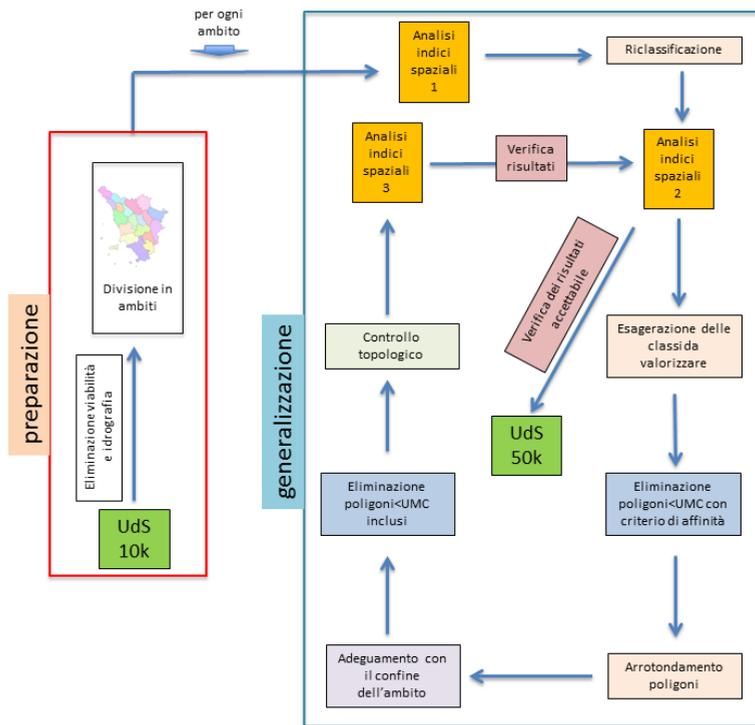


Figura 5. Schema riassuntivo del processo di generalizzazione.

Bibliografia

- Carrao H, Henriques R, Nery F, Caetano M. (2001), *MapGen – Automated Generalisation for Thematic Cartography* - National Centre for Geographic Information (CNIG)
- Jaakkola O. (1997), *Automatic iterative generalization for land cover data – Auto-Carto XIII* Proceedings of the Annual Convention and Exposition Technical Papers April 7-10, 1997 – Seattle, Washington
- Lee D, Hardy P. (2005), *Automatic generalization – tools and models*, XXII International Cartographic Conference (ICC2005)
- Liu Y.L, Jiao L.M, Liu Y.F. (2010), *Land use generalization indices based on scale and landscape pattern*, The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol 38, Part II
- Marchetti M., *Metodologia per una cartografia di uso del suolo multilivello e multiscala: analisi e sperimentazione applicativa* (2002), Centro Interregionale di coordinamento e documentazione per le informazioni territoriali
- Rempel, R.S., D. Kaukinen., and A.P. Carr. 2012. *Patch Analyst and Patch Grid*. Ontario Ministry of Natural Resources. Centre for Northern Forest Ecosystem Research, Thunder Bay, Ontario. <http://www.cnfer.on.ca/SEP/patchanalyst/>
- Thiemann F, Warneke H, Sester M. and Lipeck U. (2011) *A Scalable Approach for Generalization of Land Cover Data*, *Advancing Geoinformation Science for a Changing World*, p. 399 - 420, Heidelberg