

AT2



REALIZZAZIONE DEL DB "USO E COPERTURA DEL SUOLO" DI GRANDE DETTAGLIO
REGIONE MARCHE E PROVINCIA DI DURAZZO

Realizzazione del DB "Uso e Copertura del suolo" di grande dettaglio per il progetto ANCONAPACO.

TERRITORIO DI RIFERIMENTO: REGIONE MARCHE E PROVINCIA DI DURAZZO

DESCRIZIONE DELLA REALIZZAZIONE TECNICA

Introduzione

Il suolo, inteso come territorio, è lo spazio sul quale si svolgono quasi tutte le attività umane; intendendo per attività non solo quelle produttive, ma qualsiasi azione compiuta dall'uomo. In questo contesto il suolo rappresenta una delle risorse primarie, sia in relazione alla sua disponibilità, il territorio è chiaramente finito, sia in relazione alle sue specifiche caratteristiche, da cui dipendono le risorse che rende disponibili.

Risulta evidente che informazioni riguardanti il suolo sono necessarie per una corretta pianificazione del suo utilizzo e conservazione. Quest'ultime infatti sono utilizzate in molteplici ambiti della pubblica amministrazione e della ricerca scientifica. Il loro impiego varia dall'utilizzo come input per modelli predittivi, relativi alla protezione ambientale come quelli legati ai cambiamenti climatici allo studio della biodiversità, alle problematiche della degradazione dei suoli e alla desertificazione, all'impiego per fini inventariali, o per la programmazione economica e la pianificazione territoriale.

Le proprietà che caratterizzano la descrizione delle informazioni territoriali riguardano l'articolazione secondo copertura o uso del suolo. In realtà non esistono definizioni universalmente accettate dei due termini, nel nostro contesto ci rifaremo a quelle utilizzate dalla FAO nel progetto Land Cover Classification System (LCCS).

Copertura del suolo

E' la copertura bio-fisica osservata sulla superficie terrestre, il tipo di strato superficiale di una specifica area di suolo, includendo la vegetazione, il suolo nudo, i corpi d'acqua aperta e le superfici artificiali che possono essere osservate in campo e registrate da fotografie aeree e satellitari

Uso del suolo

L'intento per cui una specifica area di suolo è utilizzata dall'uomo; la funzione socio-economica di una zona.

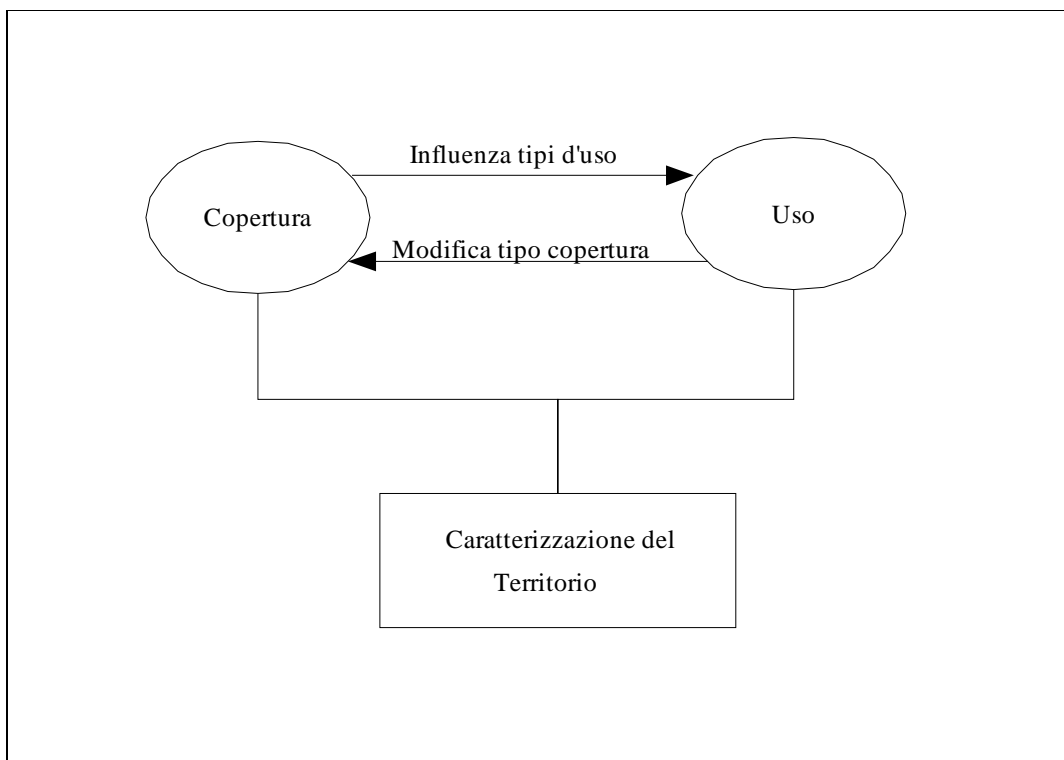
Uso e copertura sono due facce ben distinte dello stesso contesto informativo, il territorio, ma necessarie entrambe per descriverlo completamente. La copertura infatti caratterizza il suolo in base a ciò che

effettivamente è presente sulla sua superficie, l'uso in base al fine per il quale le risorse sono utilizzate dall'uomo.

Risulta interessante chiarire le relazioni che intercorrono fra uso e copertura e come quest'ultime determinino la caratterizzazione del suolo.

In primo luogo si può notare che esiste una relazione molti a molti fra i tipi di copertura e di uso del suolo. Un singolo tipo di copertura, infatti, può essere destinato a diversi tipi d'uso, come una singola destinazione d'uso può svolgersi su diverse coperture. Ad esempio, citando la legenda del Corine la classe 3.1.1 Boschi di latifoglie può essere destinata in parte alla produzione legnosa ed in parte ad area faunistica venatoria.

Nonostante uso e copertura rappresentino due aspetti separati del suolo essi sono strettamente legati, influenzandosi reciprocamente, tanto che i cambiamenti di uno possono determinare alterazioni nell'altro e viceversa. Il tipo di copertura, infatti, di una determinata area, limita il numero di tipi d'uso a cui può essere destinata, a sua volta però l'uso a cui viene destinata la superficie può modificarne la copertura. Ad esempio un'area agricola che venga destinata ad uso abitativo (dichiarata edificabile), subirà una radicale trasformazione della sua la copertura.



Esemplificazione e differenziazione tra uso e copertura del suolo.

Da un punto di vista tecnico, risulta evidente, che mentre per quanto riguarda le informazioni di copertura queste possano essere registrate in maniera soddisfacente, per acquisizione aerea o satellitare, le informazioni d'uso lo siano solo in minima parte. Infatti, l'uso è spesso solo parzialmente interpretabile in funzione della copertura che si osserva su una determinata

superficie. Questo determina la necessità di utilizzo di fonti informative ausiliarie per la realizzazione di una base dati d'uso del suolo a grande scala.

Dalle definizioni di uso e copertura sopra citate ne risulta evidente il carattere estremamente generico. Questo non permette una identificazione univoca dei due concetti determinando a tutti i livelli il proliferare di sistemi di classificazione differenti, segno evidente della necessità di tematizzazione dell'informazione in funzione del fruitore finale.

Inoltre proprio a causa della stretta interrelazione tra uso e copertura, spesso sono nati sistemi di classificazione misti nei quali i due aspetti finiscono per confondersi. D'altro canto i tentativi di standardizzazione, hanno spesso portato sì alla realizzazione di classificazioni "general purpose" più o meno universalmente utilizzabili (Corine Land Cover), però dal contenuto informativo non sufficientemente dettagliato e strutturato per poter essere proficuamente impiegate dall'utente medio, ad esempio gli enti locali. Spesso quest'ultimi hanno dovuto fare uso di classificazioni a carattere così generico da non rappresentare il contenuto informativo oggetto di studio per la gestione del territorio. Ad esempio, l'utilizzo del Corine per elaborazioni di GeoStatistica a livello regionale risulta sicuramente inadeguato, se consideriamo che l'unità minima cartografabile è di 25 ettari.

In ambito locale le informazioni sul suolo sono necessarie all'attività di diversi settori che nel caso più generale possono essere così articolati:

- Urbano, ambiente e territorio
- Agricoltura e foreste
- Difesa delle acque e difesa del suolo

A seconda del settore di gestione, le informazioni e la loro articolazione assumono pesi e significati differenti. Inoltre su questi settori insiste una legislazione che, di solito, vincola ed "interpreta" il territorio secondo specifiche priorità. Scopo di questa trattazione è allora quello di stabilire dei criteri generali di articolazione delle informazioni tali da attivare una base di interoperabilità tra sistemi di gestione differenti. In pratica, l'obiettivo, è la realizzazione di una base comune di informazioni sul suolo, sulla quale sia possibile innestare tutte le applicazioni tematiche necessarie allo svolgimento delle attività dei singoli settori della pubblica amministrazione. La presenza di una base comune ha il fine di permettere l'interscambio, almeno parziale, fra i dati dei diversi settori e la loro confrontabilità garantendone la consistenza spaziale.

Struttura del sistema

Un sistema informativo sul territorio ha come primo problema la necessità di gestire informazioni riguardanti due aspetti differenti, uso e copertura, ma strettamente interrelati e che solo nel loro insieme lo descrivono completamente. Le vie possibili sono essenzialmente due, la prima è la creazione di un sistema di classificazione misto, dove le singole classi sono

identificate da classificatori appartenenti ai due ambiti. La seconda è la gestione dei due ambiti in basi di dati separate, ognuna delle quali tematizzata in relazione all'ambito specifico. Il primo caso, quello che ritroviamo nella maggior parte dei sistemi di classificazione esistenti (Corine Land Cover, LCCS, USGS etc.), spesso determina confusione nell'individuazione dei due ambiti uso e copertura dovuto ad una struttura dati piuttosto nebulosa. Per di più il livello di dettaglio informativo raggiungibile è minimo soprattutto per quel che riguarda l'uso suolo. Ricordiamo infatti, come precedentemente osservato, che l'uso e copertura del suolo necessitano di fonti di dati differenti per la registrazione delle informazioni. Mentre le informazioni di coperture derivano massivamente da l'interpretazione di immagini satellitari e aerofotogrammetriche, l'informazione di uso del suolo si completa solo attraverso l'impiego di fonti alternative per la registrazione dell'effettiva funzione socio-economica di una zona.

Questo ci ha portato a considerare l'ipotesi di realizzare, in primis, una base dati di copertura sulla quale solo successivamente innestare le informazioni d'uso provenienti da altre fonti informative.

Base dati copertura del suolo

Caratteristiche della Base dati di uso del suolo.

- Si prende ciò che è visibile
- Si utilizzano anche classificatori d'uso
- Estrapolata dal DBT (si usano fonti dati quali Dbtopografici)

Visti gli stretti legami fra uso e copertura risulta chiaro che la creazione di un base di dati della copertura del suolo che ignori completamente qualsiasi riferimento all'uso risulti non solo di difficile realizzazione, ma anche di scarso contenuto informativo (è difficile infatti individuare una legenda a grande dettaglio che contenga classificatori esclusivamente di copertura). Quest'ultima osservazione è supportata dall'analisi delle legende di copertura già esistenti (Corine Land Cover, LCCS, USGS etc.), dove le classi di copertura contengono anche elementi d'uso. Ad esempio sempre considerando la legenda del Corine la classe 1.2.1 Aree industriali o commerciali è chiaramente una classe che indica una destinazione d'uso.

D'altro canto le informazioni d'uso del suolo sono solo in minima parte recuperabili tramite l'osservazione e l'interpretazione delle immagini del suolo, mentre risulta necessario l'utilizzo di fonti di informazione alternative, per evitare errori e restituire un contenuto informativo di valore.

In realtà dall'osservazione è possibile determinare il tipo di copertura condizionato dall'uso iniziale della superficie considerata (quello visibile). Quando parliamo di uso "osservabile" è importante precisare che questo può o meno coincidere con l'uso reale.

Il Lingotto di Torino può essere un buon esempio. La tipologia di edificio rientra chiaramente in una struttura industriale. Dalla sola osservazione posso attribuire detta superficie ad una ipotetica classe Area Industriale. Industriale però è un attributo tipicamente relativo all'uso, ma non a

quello corrente bensì al momento della creazione. Alla data corrente infatti la struttura è impiegata come area espositiva.

Sintetizzando, il sistema di classificazione della copertura del suolo, conterrà dei classificatori di tipo d'uso, da un punto di vista informativo però è necessario chiarire che questi non fanno riferimento all'uso reale, ma bensì a quello osservabile, che potrà coincidere o meno con quello reale.

Solo in un secondo momento, sarà possibile impiegando fonti di dati esterne realizzare un base dati dell'uso del suolo reale, che sia ricca da un punto di vista informativo e consistente con la realtà considerata.

Obiettivi generali di riferimento

Le cartografie tematiche realizzate nel passato costituiscono un patrimonio conoscitivo delle caratteristiche del territorio di incommensurabile valore, nonostante esse siano realizzate con caratteristiche (scala, precisione e criteri di classificazione) e con finalità spesso molto diversificate.

Le carte tematiche, rappresentando una situazione legata strettamente alla dimensione temporale, raggiungono il grado di obsolescenza molto velocemente e quindi la loro utilità può esaurirsi nel giro di pochi anni.

Da queste considerazioni nasce l'esigenza di sviluppare un sistema di classificazione del territorio che preveda oltre alla realizzazione di un DB Copertura del suolo, anche il suo periodico aggiornamento.

La ricerca negli ultimi anni ha svolto sperimentazione nell'uso di nuove tecnologie per la realizzazione di cartografia tematica di copertura del suolo, soprattutto a partire da dati digitali multispettrali acquisiti da satellite. Risultati promettenti e nuove opportunità vengono offerte per valorizzare tali informazioni per studi sull'evoluzione del territorio e come base di partenza per la creazione di cartografia tematica aggiornata.

Ricapitoliamo le caratteristiche principali del DB Copertura del suolo:

- DB multiscala (generalizzazione della geometria e sfoltimento automatico)
- DB multilivello (oggetti classificati secondo criteri gerarchici a disaggregazione crescente)
- Derivazione automatica a scale di rappresentazione diversa
- Legende diversificate per applicazioni e differenti utenti (DB Copertura del suolo "general-purpose")
- Possibilità di aggiornamento periodico
- Utilizzo di tecnologie satellitari a costo contenuto per il controllo dei cambiamenti intercorsi a media scala

Definizioni e terminologia

In generale quando si parla di classificazioni si deve fare riferimento ai seguenti assiomi fondamentali:

- Legge di identità, per cui ogni oggetto catalogato è ciò che è (esempio: un lago è un lago).
- Legge di non contraddizione, per cui un oggetto e la sua negazione non possono essere vere contemporaneamente.
- Il principio del terzo escluso, per cui una affermazione è vera o è falsa.

Di seguito vengono definite le terminologie fondamentali.

Copertura del Suolo (Land Cover) è la copertura bio-fisica osservata sulla superficie della terra. Viene anche definita come il tipo di strato superficiale di un'area di territorio comprendente vegetazione, terreno nudo, corpi idrici e superfici artificiali, che possono essere osservate in campo e rilevate con tecniche di Remote sensing da aereo o da satellite.

Uso del suolo (Land Use) indica lo scopo per il quale una specifica area di territorio, viene utilizzata dalla popolazione; risulta dunque essere una funzione socio-economica di tale area.

Classe di Copertura e Uso del suolo è una rappresentazione astratta di una specifica copertura o uso del suolo definita da un determinato criterio di classificazione (sistema di classificazione).

Classificazione: è una rappresentazione astratta della realtà che utilizza dei criteri diagnostici ben determinati detti anche classificatori.

Sistema di classificazione di copertura del suolo: è il processo di stratificazione e di raggruppamento sistematico della copertura del suolo, in classi multilivello, mutualmente esclusive secondo determinati criteri selezionati.

Il sistema di classificazione risulta essere:

- Indipendente dalla scala della mappa,
- Indipendente dalla sorgente dei dati utilizzati
- Indipendente da un'area geografica particolare.

La legenda è l'applicazione di una classificazione per una specifica area, utilizzando una determinata scala. Per questo motivo la legenda può contenere solamente una porzione dei possibili casi di una classificazione e a differenza del sistema di classificazione risulta essere:

- Dipendente dalla scala di rappresentazione
- Dipendente dalla sorgente dei dati utilizzata

Le classi appartenenti alle due definizioni sono molto diversificate e non esistono dipendenze univoche. Infatti spesso ad una categoria di Copertura del suolo sono legate molte categorie di Uso del suolo e viceversa (Es. Alla

classe Copertura del suolo Prato, può corrispondere le classi Uso del suolo: Area a verde urbano, Giardino Pubblico, Campo da calcio).

Sistemi di classificazione gerarchici e non gerarchici

I sistemi di classificazione sono strutturati generalmente in forma gerarchica perché in questo caso viene garantita la consistenza del sistema. In questo modo infatti diversi livelli di informazione, partendo da classi di livello gerarchico superiore, vengono disaggregate in classi di maggiore dettaglio.

Ad ogni livello le classi definite sono mutualmente esclusive.

A livelli alti del sistema di classificazione vengono utilizzati pochi criteri diagnostici al contrario invece, mentre scendendo di livello i suddetti criteri aumentano. Criteri utilizzati ad un livello della classificazione possono non essere utilizzati a livelli più bassi. In pratica i criteri utilizzati per individuare una classe di un determinato livello vengono ereditati dalla classe di livello inferiore.

Sistemi di classificazione a priori e a posteriori

Nel sistema di classificazione a priori le classi sono astrazioni delle effettive tipologie di copertura del suolo presenti. L'approccio è dunque basato sulla definizione delle classi svincolato completamente dalla reale distribuzione sul terreno. In questo modo i criteri diagnostici vengono opportunamente classificati secondo tutte le loro possibili combinazioni.

Il vantaggio principale di questo tipo di classificazione è che le classi determinate sono standardizzate e indipendenti dal contesto reale e dai dati sorgenti utilizzati.

Lo svantaggio è la rigidità del sistema che non consente a determinate classi di essere assegnate opportunamente a delle tipologie pre-definite.

Il sistema di classificazione a posteriori differisce essenzialmente per il suo approccio diretto e svincolato da rigide definizioni e si adatta pienamente all'area di studio. Il sistema si basa sull'analisi e definizione delle classi dopo un'attenta verifica in campo delle tipologie effettivamente presenti (o eventualmente dall'analisi della variabilità dei criteri di classificazione).

Questo tipo di classificazione offre il vantaggio di ben adattarsi alle caratteristiche reali ma non è possibile utilizzare classi standard per un eventuale confronto. Ampliando l'area d'indagine occorre rivedere completamente le classi.

Dal sistema di classificazione alla Legenda

Una volta deciso il sistema di classificazione devono essere individuate le classi che saranno individuate effettivamente sul territorio.

In questo caso il nostro DB finale dovrà essere adattato opportunamente alle esigenze dell'utente finale. In questi termini dovrà essere definita la legenda (dettaglio tematico) che a sua volta è funzione di:

- area geografica di riferimento,
- scala cartografica di riferimento,
- precisione e accuratezza.

In generale in un DB geografico il concetto tradizionale di scala nominale viene sostituito con scala di riferimento che veicola e guida il processo di selezione di determinati parametri riguardo l'accuratezza, la precisione geometrica, e l'approfondimento tematico e le fonti dei dati.

Concretamente deve essere definito in modo univoco per ogni classe e per ogni livello della legenda, l'unità minima cartografabile ed utilizzare a ciascun livello le corrette fonti di dati.

Le caratteristiche tecniche dal DB copertura del suolo, in parte deriveranno dalle caratteristiche tecniche della cartografia copertura del suolo. In questo caso infatti le norme che abitualmente vengono definite per la realizzazione della carta costituiscono la base su cui strutturare il DB.

Caratteristiche tecniche dell'archivio realizzato

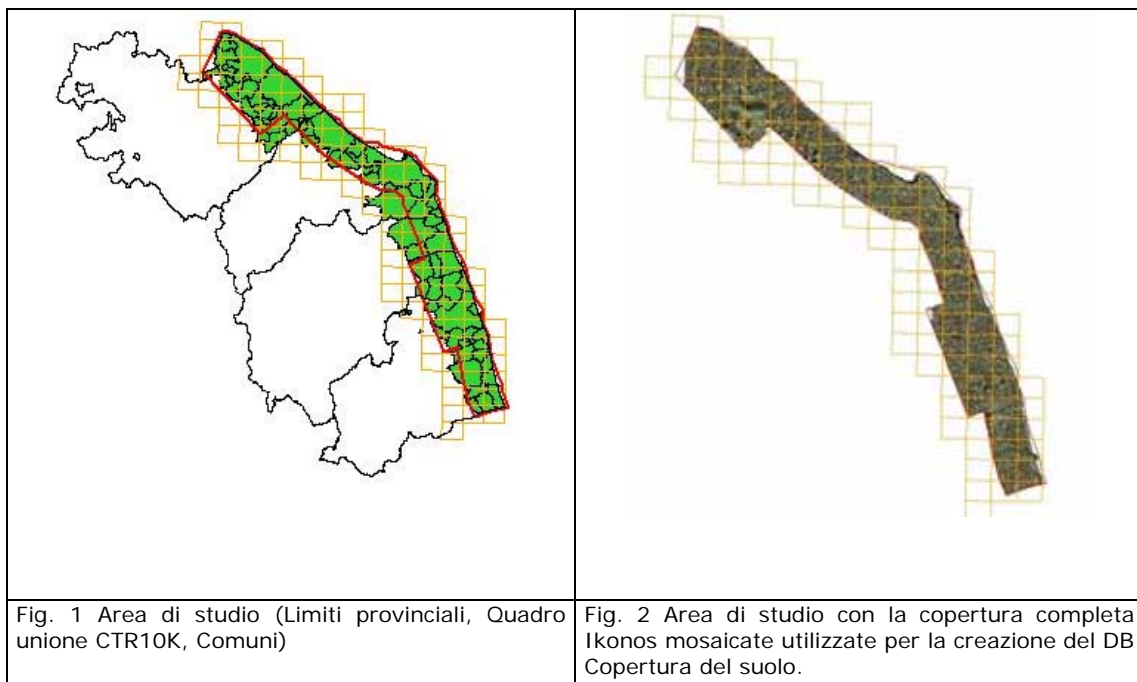
In questa parte del documento viene descritta la metodologia per la realizzazione della banca dati relativa alla Copertura del suolo realizzata, per il progetto "ACONAPACO" sul territorio della Regione Marche. Tale progetto è servito anche a verificare la reale possibilità di utilizzo dei dati presenti nella Carta Numerica CTR10K in formato SHP.

Dallo studio di fattibilità è emersa la reale possibilità di realizzare una banca dati con una legenda semplificata di uso del suolo, che comunque può servire come base per successivi approfondimenti tematici.

Estensione

Il DataBase Copertura del Suolo dell'area di studio del progetto, ha una estensione territoriale limitata al confine definito dalla fascia di circa 20 km lungo tutta la costa adriatica. La forma del confine risulta inclusa nel rettangolo con le seguenti coordinate dei vertici (Gauss-Boaga Fuso Est):

xmin = 1617994.52 xmax = 1671727.44
ymin = 4772748.50 ymax = 4810897.62



Sistema di proiezione

Il sistema di proiezione adottato è quello della Regione Marche Gauss-Boaga fuso est

Formato

Il formato fisico dei dati è lo "shape" della ESRI, dopo aver creato la topologia corretta dei poligoni, direttamente in ARC-INFO attraverso il formato "coverage".

In definitiva la banca dati è in formato shape e coverage.

Contenuto

Il tema "COPERTURA DEL SUOLO" contiene i poligoni relativi alla copertura del suolo definita dal tipo di classificazione adottata. Il processo di catalogazione degli "oggetti" è basato essenzialmente su una classificazione di tipo gerarchico a disaggregazione crescente che garantisce la consistenza del sistema. In questo modo infatti diversi livelli di informazione, partendo da classi di livello gerarchico superiore, vengono disaggregate in classi di maggiore dettaglio.

Ad ogni livello le classi definite sono mutualmente esclusive (consistenza del sistema di classificazione).

Criteri utilizzati ad un livello della classificazione possono non essere utilizzati a livelli più bassi.

In pratica i criteri utilizzati per individuare una classe di un determinato livello vengono ereditati dalla classe di livello inferiore.

Il sistema di classificazione adottato è di tipo "a priori" ovvero le classi sono astrazioni delle effettive tipologie di copertura del suolo presenti. L'approccio è dunque basato sulla definizione delle classi svincolato completamente dalla reale distribuzione sul terreno. In questo modo i criteri diagnostici vengono opportunamente classificati secondo tutte le loro possibili combinazioni.

Il vantaggio principale di questo tipo di classificazione è che le classi determinate sono standardizzate e indipendenti dal contesto reale e dai dati sorgenti utilizzati (garanzia di confrontabilità nel tempo ed in aree diverse).

La metodologia di realizzazione consiste nell'utilizzo di dati archiviati in formato GIS presenti nella cartografia tecnica regionale in scala 10.000 (CTR10K). Segue un loro controllo geometrico e tematico per fotointerpretazione di immagini multispettrali telerilevate da satellite (Ikonos con risoluzione a terra di 1 m). La stessa metodologia la possiamo applicare anche alle immagini relative all'ortofoto BW o colore che si possono reperire sul mercato. I poligoni relativi alle categorie di copertura del suolo sono stati "catturati" attraverso la foto-interpretazione dal medesimo materiale satellitare. L'utilizzo di elementi presenti sulla CTR10K ha permesso una realizzazione in tempi contenuti e garantendo la consistenza con il contenuto della carta numerica CTR10K.

La legenda utilizzata è stata determinata in base alla scala nominale di riferimento adottata che risulta essere il 1:10.000.

L'unità minima cartografabile corrisponde a una superficie di 5000 mq (0.5 Ha), pari a un quadrato di circa 7 millimetri di lato, alla scala 1:10.000.

I corpi idrici (laghi) sono stati individuati nella loro totalità, senza alcuna limitazione derivante dalla loro estensione; sono state cartografate anche alcune tipologie di superfici artificiali, benché di dimensioni inferiori alla soglia limite, se ritenute particolarmente significative per una lettura organica e continuativa del territorio e per evidenziare i contrasti con il contesto su cui insistono.

I laghetti presenti nella CTR sono stati verificati nella loro totalità escludendo quelli che alla data della ripresa satellitare non risultavano più presenti.

Per quanto riguarda i boschi, l'area minima cartografata è coerente con le definizioni della L.R. 21 marzo 2000, n. 39 della Regione Toscana Art. 3 comma 1: *"Ai fini della presente legge costituisce bosco qualsiasi area, di estensione non inferiore a 2.000 metri quadrati e di larghezza maggiore di 20 metri, misurata al piede delle piante di confine, coperta da vegetazione arborea forestale spontanea d'origine artificiale, in qualsiasi stadio di sviluppo, che abbia una densità non inferiore a cinquecento piante per ettaro oppure tale da determinare, con la proiezione delle chiome sul piano orizzontale, una copertura del suolo pari ad almeno il 20 per cento. Costituiscono altresì bosco i castagneti da frutto e le sugherete."*

Per quanto riguarda l'utilizzo della legenda Corine a scale di dettaglio come quella utilizzata per questo lavoro occorre precisare alcune considerazioni.

La prima: nel caso di scale di riferimento di dettaglio come in questo caso, in cui la carta assume un significato anche metrico (si possono eseguire misure quantitative sull'oggetto rappresentato) e non solo rappresentativo, non è possibile adattare legende come quella del CORINE che assume solo un significato se riferita al IV livello.

Nel caso si utilizzasse legende costruite per rappresentare il territorio a scala molto più piccole di quella utilizzata si incorrerebbe in problemi legati alla consistenza e alla non coerenza con i principi fondamentali della classificazione (mutua esclusività delle classi, la gerarchia non mantenuta ovvero oggetti che potrebbero appartenere ad alberi genealogici diversi).

La seconda: resta altresì confermata l'ipotesi di utilizzo della legenda CORINE per l'uso e copertura del suolo derivato a scale più piccole (1:50.000 - 1:100.000) a partire sempre dai dati di dettaglio.

La terza: l'utilizzo della legenda Corine ci comporta comunque dei compromessi da fare sulle classi, infatti alcuni oggetti che esistono in CTR possono essere catalogati ed associati alle categorie di uso del suolo Corine, ma non sempre risulta una ricodifica diretta, occorre infatti per la realizzazione di un DB Completo la generazione per fotointerpretazione di nuovi poligoni che includono gli oggetti CTR. Ricordiamo inoltre che alcune categorie di usosuolo Corine essendo dipendenti dall'unità minima cartografabile e dalla scala di lavoro, non esistono in scala 1:10.000.

Esemplificazione della procedura adottata

Derivazione dei dati necessari alla copertura del suolo a partire dagli archivi della CTR10K

Dall'archivio della CTR numerica sono stati estratti tutti gli elementi lineari ed utilizzati come base per la fotointerpretazione.

Anche gli elementi poligonali sono stati utilizzati perché servivano per districarsi tra i casi dubbi nell'attribuzione dei codici.

Sono stati utilizzati anche gli archivi relativi alle aree urbane, e al grafo della viabilità.

Le basi "primitive" su cui iniziare la fase di foto-interpretazione è stata derivata dagli archivi viabilità ed area urbana. In particolare la viabilità è stata "bufferizzata" a dimensione variabile in dipendenza della tipologia della strada.

L'intersezione del buffer strade con i poligoni dell'urbano ha generato la base primitiva su cui "appoggiare" tutte le classi "catturate".

La carta derivata risulta quindi un prototipo di quello che è possibile realizzare utilizzando più fonti informative, mantenendo unicità nel contenuto delle classi che possono essere presenti su archivi differenti. Per esemplificare il concetto di coerenza dei contenuti, si ricorda ad esempio

che il tematismo delle "strade" che è presente nell'archivio uso-suolo non può essere derivato ex-novo ma dovrà necessariamente essere coerente a quello già presente nel SIT Regionale.

Lo stesso concetto deve essere esteso alle altre classi dell'uso del suolo che presentano similitudini a classi presenti in altri archivi.

La carta dell'uso del suolo

L'applicazione del terzo livello di classificazione del Corine Land Cover al territorio in esame è stata effettuata anche seguendo le indicazioni emerse da analoghe esperienze (es. Carta dell'Uso del Suolo della Regione Lazio; Carta dell'Uso del Suolo del Bacino del Fiume Cecina in Toscana, Carta dell'Uso del suolo della Regione Sardegna).

Tuttavia, a causa delle peculiarità ambientali ed ecologiche di alcune zone prese in esame, sono state adottati alcuni criteri particolari per la classificazione di alcuni tematismi.

Per la classe delle aree boscate, sono state considerate le superfici caratterizzate da una consistente densità vegetazionale di tipo arboreo-arbustiva (boschi, macchie, cespuglieti, etc): invece, la metodologia adottata ha tenuto conto più di un *gradiente di copertura* che di un vero e proprio criterio di ecologico-tassonomico.

Infatti, considerate le finalità del lavoro in oggetto, si è ritenuto più utile adottare le classi **311** (Bosco di latifoglie), **312** (Bosco di Conifere), **313** (Bosco misto di latifoglie e conifere) **324** (Vegetazione arbustiva in evoluzione) per individuare e descrivere lo stato degli ambienti boscati, tralasciando parametri quali composizione floristica e l'analisi vegetazionale. Per esempio il codice **311** è stato adottato non solo in presenza di querceti meso-termofili, ma anche in situazioni dove si era in presenza di lecceta o di macchia alta, formazioni differenti dai precedenti sotto il profilo vegetazionale, ma che, data la loro densità e il loro grado di copertura, risultano caratterizzate da dinamiche ecologiche affini ad un soprassuolo caratterizzato da latifoglie. In questa classe rientra anche tutte le formazioni ripariali.

Quindi, la classe **324** non è stata utilizzata in quei casi in cui lo sviluppo della vegetazione, benché sclerofilla, manifestava un grado di copertura assimilabile a quello di una bosco di latifoglie, quindi con una elevata densità. Con questa classe si sono definite le aree che, rispetto a un bosco "normale" presentavano una iniziale fase di degradazione. Sono rientrate in questa classe le aree interpretabili come in fase di ulteriore degradazione o evoluzione, in base ai naturali meccanismi di successione dinamica primaria e secondaria delle formazioni boschive.

Nella seguente tabella vengono elencate tutte le classi, con la strutturazione della legenda Corine Land cover, utilizzate nel presente lavoro.

LIVELLO 1	LIVELLO 2	LIVELLO 3
1 Superfici artificiali	1.1 Tessuto urbano	110 - Edificato sparso
		111 - Tessuto urbano continuo
		112 - Tessuto urbano discontinuo
	1.2 Unità industriali, commerciali e di trasporto	121 - Unità industriali o commerciali
		122 - Reti stradali e spazi accessori
	1.3 Miniere, discariche e luoghi di costruzione	123 - Aree portuali
		131 - Aree estrattive
	1.4 Aree con vegetazione artificiale	132 - Discariche
		141 - Aree verdi urbane
		142 - Aree sportive
		143 - Cimiteri
		211 - Seminativi non irrigati
	2 Aree agricole	2.1 Seminativi
213 - Risaie		
221 - Vigneti		
2.2 Colture permanenti		222 - Frutteti e frutti minori
		223 - Oliveti
		224 - Arboricoltura da legno
2.3 Pascoli		231 - Pascoli
2.4 Aree agricole eterogenee		241 - Colture annuali temporanee associate a colture permanenti
		242 - Coltivazione complessa
		243 - Suoli principalmente occupati dall'agricoltura
		244 - Aree agroforestali

3 Foreste e aree seminaturali	3.1 Foreste	311 - Bosco di latifoglie
		312 - Bosco di conifere
		313 - Bosco misto
	3.2 Associazione di vegetazione erbacea e/o arbusti	322 - Cespuglieti e arbusteti
		323 - Aree a vegetazione sclerofilla
		324 - Aree a ricolonizzazione naturale
3.3 Spazi aperti con poca o nessuna vegetazione	331 - Spiagge, dune e piani di sabbia	
	332 - Rocce nude, falesie, affioramenti	
	333 - Aree con vegetazione rada	
4 Terre umide	4.2 Terre umide costiere	421 - Paludi salmastre
5 Corpi d'acqua	5.1 Acque interne	511 - Corsi d'acqua
		512 - Corpi d'acqua
	5.2 Acque marine	521 - Lagune, laghi e stagni costieri
		523 - Mare

Tabella 1 Legenda della Carta dell'Uso del suolo

Realizzazione del DB "Uso e Copertura del suolo" di grande dettaglio

TERRITORIO DI RIFERIMENTO: REGIONE MARCHE E PROVINCIA DI DURAZZO
DESCRIZIONE DELLA REALIZZAZIONE TECNICA

METODOLOGIA DI ANALISI SEMIAUTOMATICA SPERIMENTALE PER L'AREA DI DURAZZO

Classificazione utilizzata per il territorio Albanese

Per la Regione di Durazzo non sarà possibile l'analisi "diacronica" di alto dettaglio geometrico (carte utilizzate in scala 1:10.000) come per le Marche, in quanto una mappa di uso del suolo pregressa o immagini ad alta risoluzione acquisite negli anni passati non sono disponibili. Inoltre anche tutte le informazioni ausiliarie utilizzate per la realizzazione del DB uso-copertura del suolo che erano disponibili con la cartografia tecnica ad alto dettaglio, in questo caso non erano presenti.

Gli unici dati utilizzabili per l'analisi dell'uso del suolo erano le immagini satellitari ad altissima risoluzione, la carta topografica in scala 1:25.000 e il Modello Digitale del terreno a risoluzione 90 metri acquisito dalla navetta spaziale Shuttle.

Gli obiettivi di realizzare un confronto diacronico ad alta risoluzione sul territorio Albanese sono dunque ri-orientati al momento ad un'analisi non dinamica delle caratteristiche principali del paesaggio. In ogni caso vista la mancanza di cartografie di base e di cartografie derivate di alto dettaglio, si ritiene anche la sola orto-foto satellitare un documento fondamentale che potrà essere utilizzato per numerose applicazioni cartografiche anche in un prossimo futuro dall'amministrazione Albanese.

La mancanza di una precedente copertura di usi del suolo della Regione di Durazzo, che avrebbe costituito uno standard cui riferirsi, ha consentito di sperimentare tecniche innovative di interpretazione automatica delle immagini satellitari, rispondendo così a una specifica richiesta del Committente.

Oltre a questa applicazione si è comunque deciso di produrre, in aggiunta, anche un saggio di fotointerpretazione tradizionale di dettaglio su alcune delle aree più significative per le successive applicazioni, tenendo conto anche delle priorità segnalate dalla Regione di Durazzo in relazione ai suoi programmi di intervento nelle aree costiere a Nord del capoluogo.

Si è deciso quindi di procedere ad una classificazione di dettaglio per fotointerpretazione su una porzione di territorio nella parte nord di Durazzo, mettendo in evidenza la reale possibilità di realizzazione di numerosi DB cartografici a partire da scene satellitari ad alta risoluzione.

In questo caso infatti viene realizzato un DB semplificato contenente gli strati informativi ritenuti "essenziali" o meglio "prioritari" che consistono in: grafo della viabilità, rete idrica o grafo delle acque, centri urbani e carta della copertura del suolo comprendenti le categorie al III livello Corine.

Le tecniche utilizzate per la derivazione dei tematismi non è stata solo per foto-interpretazione a video, ma si è utilizzata una metodologia mista, ovvero elaborazioni automatiche con controllo a video dell'operatore del risultato ottenuto. In pratica vengono utilizzate delle tecniche per l'individuazione degli oggetti (pattern recognition) che sono successivamente modificati opportunamente dall'operatore. Su tutta l'area acquisita è stata realizzata una mappa di copertura del suolo utilizzando algoritmi di classificazione automatica delle immagini.

Classificazioni automatiche

Le procedure di classificazione rientrano nelle operazioni di "spectral pattern recognition" che consentono la più completa utilizzazione dei dati multispettrali, superando i problemi connessi con la rappresentazione di sole 3 bande o di sole 3 trasformazioni nello spazio RGB normalmente utilizzato per la realizzazione dei falsi colori. Le classificazioni consentono di riconoscere superfici specifiche e di assegnare ciascun pixel dell'immagine ad una determinata categoria in funzione degli interessi dell'operatore: copertura vegetale, litologia, tipologia urbana ecc.

Due sono gli approcci classici: classificazioni supervised (controllate) e classificazioni unsupervised (non controllate).

Classificazione supervised:

Questa tecnica consta essenzialmente di quattro fasi:

Definizione delle classi da derivare

Identificazione sulle immagini di campioni di pixel appartenenti alle suddette categorie (aree di training)

Estrazione delle "Firme spettrali" delle classi

Classificazione delle scene. In questa fase attraverso un algoritmo automatico, vengono analizzati i singoli pixel dell'immagine e confrontati con le firme spettrali raccolte, in base alla firma più verosimile il pixel in esame viene attribuito alla classe di riferimento della firma.

Nel processo di classificazione unsupervised la scelta delle classi viene impostata dall'operatore ma è l'algoritmo stesso che decide la "stratificazione" dell'immagine in classi.

La fase successiva consiste nell'analizzare i singoli cluster elaborati, sovrapposti ad una immagine in falsi colori per stabilire la categoria di appartenenza. In pratica l'operatore decide di attribuire una categoria nota (bosco, Urbano, Acqua etc etc) ai singoli cluster estratti automaticamente.

La fase finale di una classificazione è il controllo dell'accuratezza dei risultati.

In questo caso viene generalmente utilizzata la tecnica della matrice di confusione. La matrice di confusione raccoglie i risultati di un campione di punti utilizzati per questo controllo.

Sulle righe sono riportati i dati della classificazione mentre sulle colonne quelle del controllo.

CONTROLLO

	Acqua	Suolo nudo	Agricolo	Boschi	tot
Acqua	45	0	1	4	50
Suolo nudo	5	78	8	2	93
Agricolo	3	12	123	21	159
Boschi	5	7	21	86	119
tot	58	97	153	113	421

Esempio di Matrice di confusione

I pixel classificati correttamente sono quelli sulla diagonale, mentre gli altri si distinguono in errori di omissione (in rosso nella tabella) e di inserimento (in giallo nella tabella).

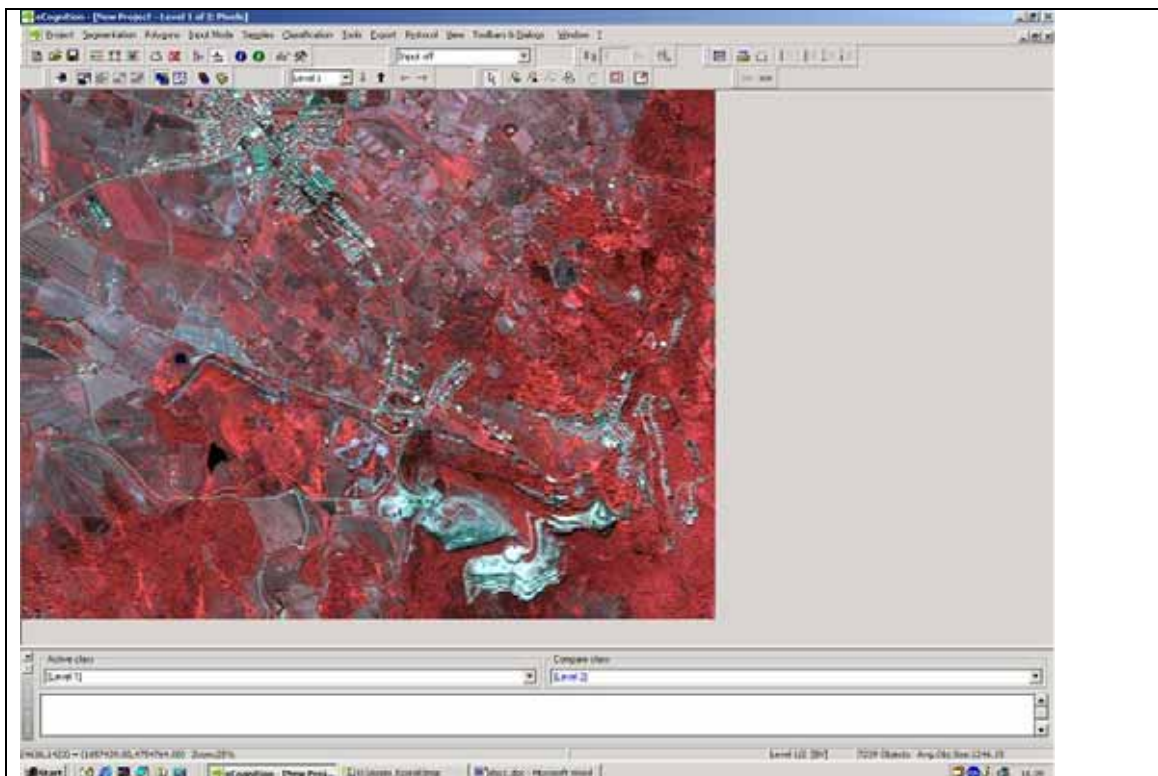
L'accuratezza medie viene calcolata con il rapporto tra la somma dei valori della diagonale principale ed il totale di tutti i punti (nel caso dell'esempio $Acc = 332/421 = 0.7886$)

Uno standard per la valutazione dell'accuratezza è considerato il coefficiente Kappa. Questo valuta l'accuratezza di una classificazione dopo aver eliminato il contributo degli accordi casuali. Riduce il valore dell'accuratezza tanto più quanto gli errori (sia di inserimento che di omissione) si accumulano in limitate classi, mentre ne abbassano meno il valore quando gli stessi errori sono diluiti in modo omogeneo in tutte le classi.

$$K = \frac{\text{tot} \cdot \text{diag} - (\text{somm}(\text{tot}_i * \text{tot}_j))}{\text{Tot}^2 - (\text{somm}(\text{tot}_i * \text{tot}_j))}$$

E' stata testata anche una tecnica di classificazione basata anche sul contenuto "tessiturale" dell'immagine che nel nostro caso è fornita dall'immagine del Pancromatico.

Nelle immagini che seguono si evidenzia la metodologia adottata ed il software specifico che consente una classificazione particolarmente avanzata.



Falso colore Ikonos 432 con il merge della banda del pancromatico

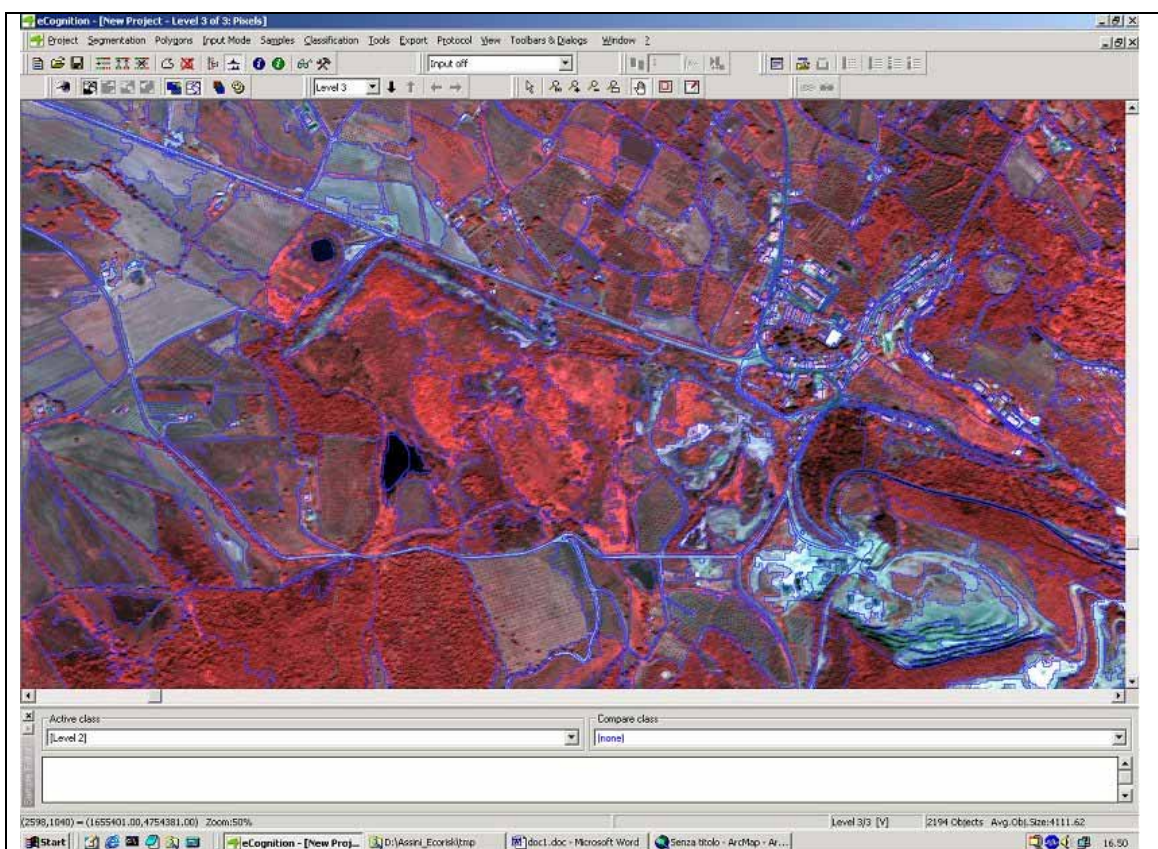


Figura riportante il risultato in formato vector

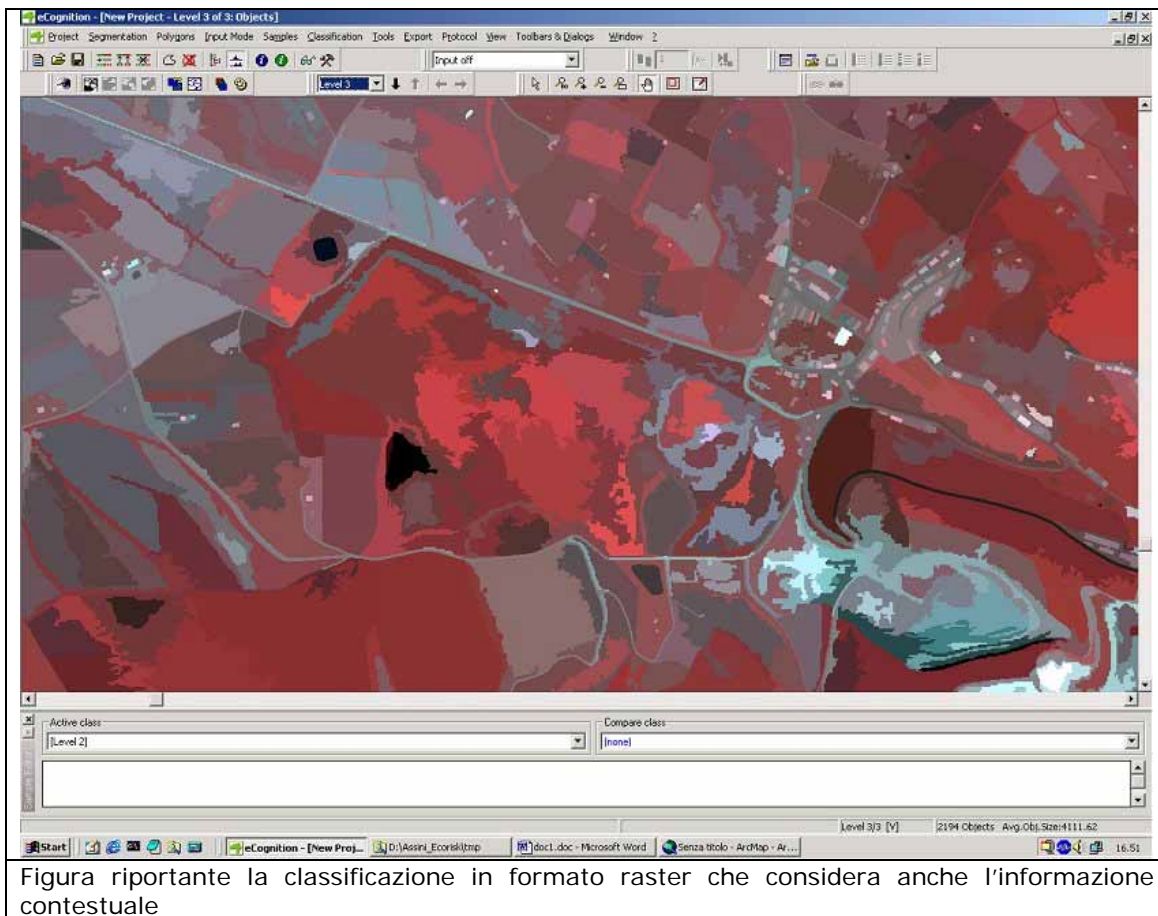


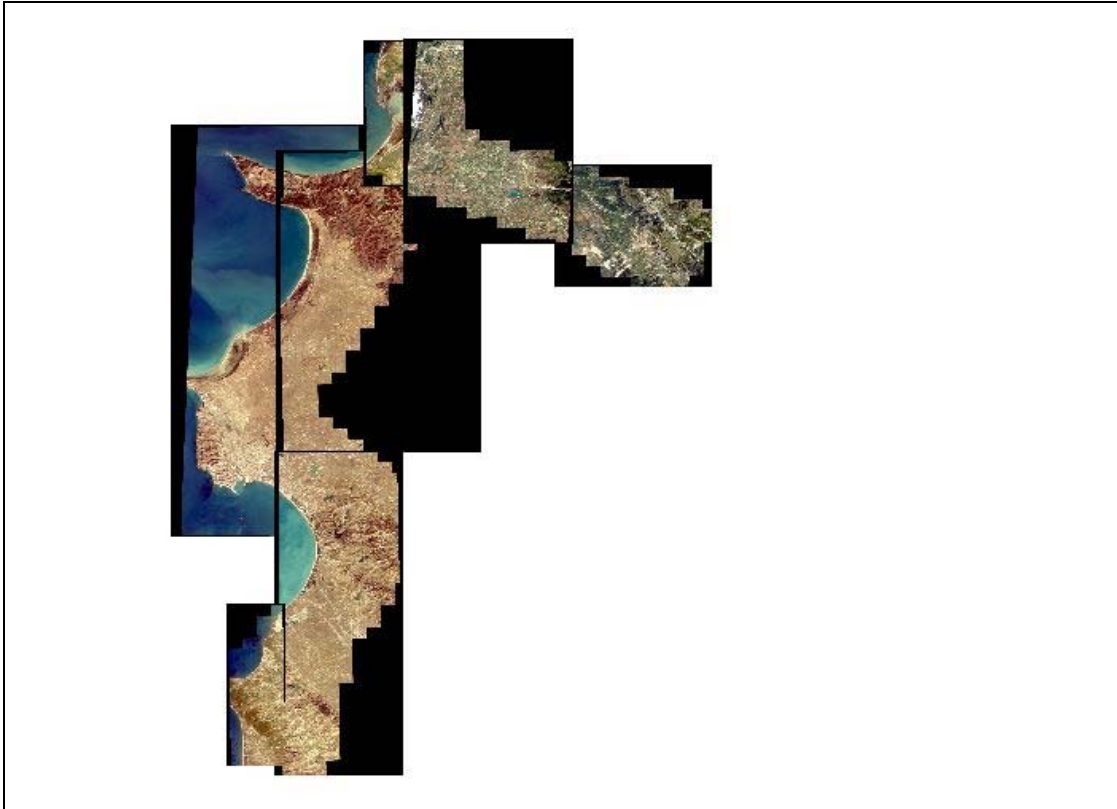
Figura riportante la classificazione in formato raster che considera anche l'informazione contestuale

La carta dell'uso del suolo per la Regione di Durazzo

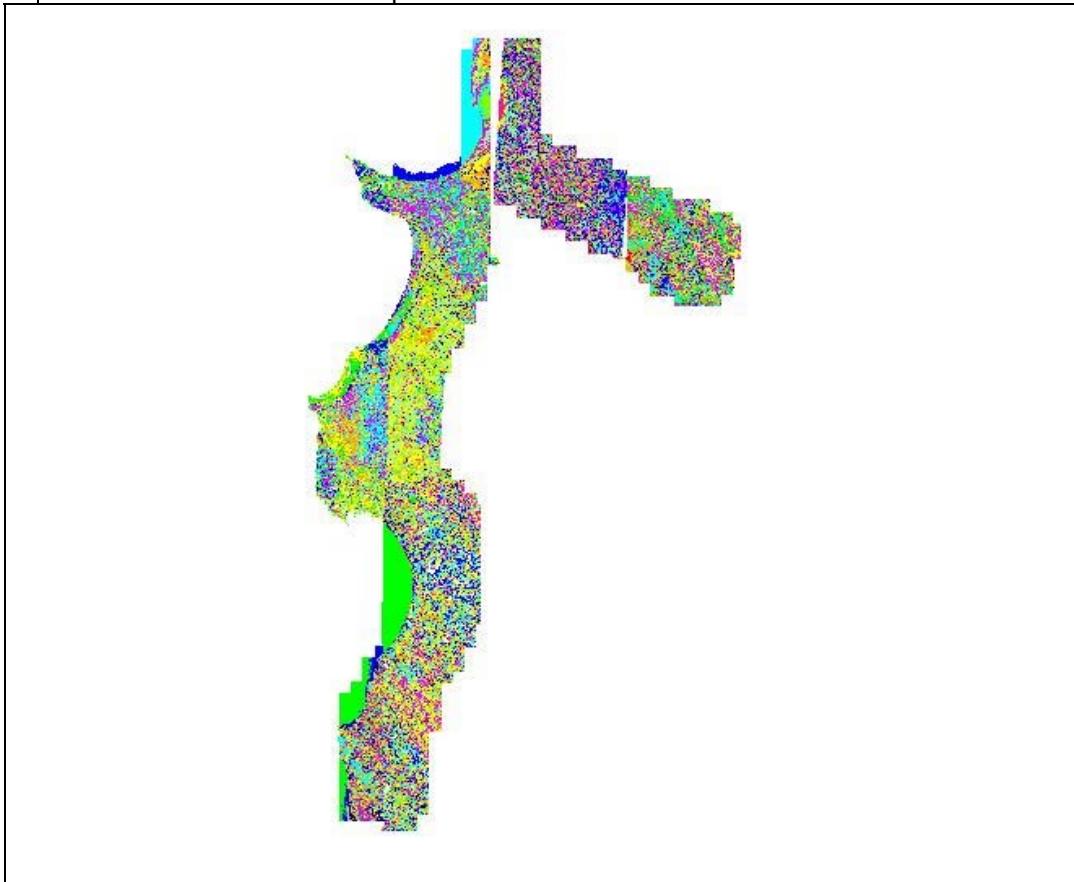
Secondo quanto sopra riportato, per la metodologia di foto-interpretazione delle immagini ikonos con l'integrazione dei dati topografici in scala 1:10.000, considerata la mancanza dei suddetti dati numerici per il territorio Albanese, si è ricorso a tecniche di classificazione automatica ed interpretazione a video in semi-automatico.

In base all'algoritmo di classificazione di tipo "unsupervised" con classificatore ISODATA, sono state classificate le immagini Ikonos dell'Albania. Il numero di classi utilizzato ritenuto congruo considerato la disomogeneità del territorio è di 16 unità.

Di seguito sono riportate le immagini complessive dell'area di Durazzo e uno stralcio di dettaglio della carta di uso del suolo.



Mosaico delle 7 scene acquisite



Corrispondenti scene classificate secondo l'algoritmo ISODATA a 16 classi



Particolare della classificazione automatica nella zona nord di Durazzo

