

Il progetto MaTRis (Mappe Tematiche da Aerospazio ad Altissima Risoluzione) come supporto alla pianificazione urbanistica per il Comune di Apricena

Claudio La Mantia (*), Daniela Iasillo (*), Silvana Milella (**),
Nicola Martinelli (**), Michele Bux (***)

(*) Planetek Italia S.r.l., Via Massaua 12, I-70132 Bari, tel. 0809644200, fax 0809644299

lamantia@planetek.it - iasillo@planetek.it

(**) Politecnico di Bari - Dipartimento ICAR, Via Orabona, 4, I-70100 Bari
tel. 0805963826, fax 0805963881, silvana.milella@poliba.it - n.martinelli@poliba.it

(***) buxmichele@hotmail.com

Riassunto

Il progetto MaTRis mira a definire prodotti e servizi a valore aggiunto, derivati da dati di osservazione della terra, nei diversi ambiti applicativi che vanno dal monitoraggio ambientale alla pianificazione urbanistica e paesaggistica. Con riferimento a questo ultimo ambito applicativo è stata sottoscritta una convenzione con l'Amministrazione Comunale di Apricena e il Dipartimento ICAR del Politecnico di Bari che ne sta curando la redazione del PUG. A supporto del processo di formazione del PUG sono state definite le specifiche di dettaglio per la redazione di una carta digitale di uso del suolo (CUS 2010 di Apricena) funzionale alle attività di pianificazione strategica del territorio in tema di iter del PUG con l'ausilio di dati satellitari ad alta risoluzione multispettrali. Inoltre sono state definite le specifiche della Carta dei Morfotipi e degli indicatori "cartografabili" che possono essere prodotti con l'ausilio dei dati satellitari ed utilizzati a supporto del monitoraggio della VAS del PUG.

Abstract

The MaTRis project aims to define added value products and services, derived from EO data, in different application areas that range from environmental monitoring to urban and landscape planning. In this context a convention with Apricena Municipality and ICAR Department of the University of Bari (that is producing the Apricena PUG) has been signed. In support to the PUG development the detailed specifications for the production of a digital land use map (CUS 2010 Apricena), functional to the activities of strategic planning of the territory and derived from high resolution multispectral satellite images, have been defined. Furthermore the specifications of the "Morphotypes" map and of some cartographic indicators that can be produced with the help of satellite data and used in support of the VAS for PUG monitoring have been defined.

Premessa

Il principale atto regionale di governo del territorio pugliese previsto dalla L.R. n. 20 del 27.07.2001 "Norme generali di governo ed uso del territorio" è rappresentato dal Documento Regionale di Assetto Generale (D.R.A.G.), entrato in vigore con DGR n. 1328 del 3.08.2007 (BUR n. 120 del 29.08.2007). Il D.R.A.G. rappresenta uno strumento di indirizzo rivolto ai Comuni della Regione Puglia per la redazione dei nuovi Piani Urbanistici Generali (PUG).

I PUG devono perseguire gli obiettivi di sostenibilità ambientale, di salvaguardia e valorizzazione del territorio attraverso l'introduzione di procedure di valutazione di sostenibilità del processo di pianificazione. A tale scopo il DRAG evidenzia come "la Valutazione Ambientale Strategica è parte integrante del processo di elaborazione ed approvazione del PUG".

La metodologia messa a punto per il PUG del Comune di Apricena prevede l'utilizzo di matrici sinottiche utili ad inquadrare le principali categorie di scelte del piano. Queste matrici hanno lo scopo di incrociare, da una parte, i principi di compatibilità ambientale con gli obiettivi del piano, dall'altra, di valutare gli interventi del piano tenendo conto delle singole componenti ambientali.

Una parte importante nel processo di pianificazione è rappresentata dalla redazione di cartografia tematica in grado di restituire informazioni quali-quantitative, con particolare riferimento alle emergenze e alle criticità ambientali, nonché della elaborazione di set di indicatori per misurare gli effetti dei cambiamenti associati al piano e in grado di restituire un quadro sulla compatibilità ambientale degli interventi previsti.

Il sistema delle conoscenze si compone di una serie di dati, per la gran parte geografici, che necessitano di un continuo aggiornamento, al fine di guidare l'attuazione e l'eventuale revisione del piano sulla base della valutazione della coerenza degli esiti rispetto agli obiettivi.

In quest'ottica di continuo aggiornamento i dati geografici telerilevati si dimostrano estremamente utili nella pianificazione urbanistica sia nella fase di costruzione del piano che nella fase successiva di monitoraggio. Le immagini satellitari ad alta risoluzione forniscono una "visione" accurata e continua del territorio comunale con frequenze temporali molto più ravvicinate rispetto alle classiche foto aeree.

Uno dei prodotti classici ottenibili dall'analisi di immagini satellitari, così come da foto aeree, è rappresentato dalla Carta di Uso del Suolo (CUS) che restituisce lo stato di utilizzo del territorio e il punto di partenza per l'analisi del contesto ambientale di riferimento.

La CUS elaborata partendo da immagini satellitari ad alta risoluzione consente un'analisi temporale molto ravvicinata, potendo seguire "in diretta" i processi di trasformazione territoriale sempre più veloci.

Il progetto MATRIS

Il progetto MaTRis (Mappe Tematiche da Aerospazio ad Altissima Risoluzione) finanziato con fondi POR della Regione Puglia, che ha come obiettivo la definizione operativa di tecniche di analisi innovative capaci di trattare e integrare dati provenienti da sensori con differenti caratteristiche (multisorgente) con livelli differenti di precisione (multiscala) distribuiti nel tempo (multitemporale) per estrarre il massimo del contenuto informativo utile per la implementazione di applicazioni reali di supporto alle amministrazioni coinvolte nella gestione del territorio.

La definizione degli ambiti applicativi del progetto ha visto il coinvolgimento di soggetti, come Enti ed Amministrazioni Pubbliche, che hanno partecipato in modo operativo alla definizione dei Requisiti Utente e delle specifiche dei prodotti. In particolare, nell'ambito del progetto MaTRis, è stata stipulata una convenzione con il Dipartimento ICAR del Politecnico di Bari e il Comune di Apricena per la sperimentazione dell'utilizzo di immagini satellitari per la redazione di una carta digitale di uso del suolo (CUS 2010 di Apricena) di supporto alle attività di pianificazione strategica del territorio in tema di iter del PUG.

La CUS 2010 di Apricena

La CUS 2010 è una mappa satellitare di uso del suolo multilivello conforme alle attuali specifiche nazionali ed internazionali, che grazie alle sue caratteristiche è idonea per i diversi livelli di governo del territorio (regionale, provinciale e comunale). Il prodotto è in linea con quanto indicato dal progetto europeo CORINE Land Cover rispetto al sistema di nomenclatura adottato. La struttura multilivello del prodotto è organizzata come illustrato nella tabella seguente.

| LIVELLO INFORMATIVO | Descrizione | Formato |
|------------------------------------|--|--------------------------|
| LIVELLO 1 (Copertura Suolo) | Layer di uso del suolo a 43 classi di legenda | SHP, GDB |
| LIVELLO 2 (Rete Trasporti) | Layer della rete viaria e ferroviaria | Metadati ISO 19 115 |
| LIVELLO 3 (Edifici) | Layer degli edifici classificati in base al loro uso | Report delle statistiche |

Dettaglio tematico

La mappatura del tessuto urbano si spinge fino alla delineazione dei **singoli edifici**, i quali sono tematizzati secondo la nomenclatura definita nelle specifiche della CTR della Regione Puglia. Nell'estrazione dei singoli edifici, infatti, la Carta Tecnica Regionale è il dato in input di partenza che viene integrato con i poligoni dei nuovi edifici identificati e delineati sulla base del dato satellitare.

Uno degli aspetti fondamentali del prodotto CUS 2010 è costituito dall'approfondimento al livello IV delle classi di densità del tessuto urbano. Per il prodotto CUS 2010, la classificazione delle densità è implementata a partire dal dato satellitare ad altissima risoluzione. Il prodotto integra i risultati provenienti dall'applicazione dei due seguenti approcci metodologici:

1. Classificazione dei poligoni di tessuto urbano in classi a diversa densità, in base alla percentuale di copertura di aree impermeabili estratta dall'elaborazione del dato satellitare (soil sealing extraction)
2. Classificazione dei poligoni di tessuto urbano in classi a diversa densità in base alla percentuale di copertura occupata dalla superficie degli edifici (edifici CTR integrati con i nuovi edifici delineati sul dato satellitare)

Il prodotto finale contiene inoltre l'informazione legata al valore medio di NDVI calcolato per ogni poligono di tessuto urbano.

Dettaglio geometrico

Nella definizione dell'unità minima mappabile, si è fatto riferimento agli ultimi sviluppi in merito alla definizione delle linee guida proposte dal Gruppo Nazionale Uso del Suolo durante l'ultimo seminario interregionale CISIS (RD01).

La carta di uso del suolo prodotta alla scala nominale di 1:10.000 ha una unità minima di riferimento compresa fra **0,16 ha** per la classe "Aree artificiali" e **0,25 ha** per le altre classi (Aree agricole, Territori boscati e ambienti seminaturali, Aree umide, Corpi idrici).

Per il livello informativo dei **singoli edifici** sono stati integrati nel prodotto finale tutti gli edifici estraibili dalla CTR senza riguardo alle loro dimensioni. I nuovi edifici estratti dall'analisi dell'immagine satellitare, hanno una unità minima pari a 50mq. Tuttavia la presenza di elementi poligonali con area inferiore a 50mq non è considerata un errore, qualora gli elementi siano effettivamente individuabili sull'immagine di riferimento.

Per i reticoli stradale, ferroviario e idrografico la distanza minima mappabile è pari a **5 m** garantendo comunque la continuità dei reticoli.

Tra le caratteristiche peculiari della CUS 2010 occorre evidenziare la sua congruenza con i dati disponibili presso l'Utente di riferimento al fine di mantenerne il contenuto informativo e integrandolo con l'informazione aggiuntiva derivabile dal dato satellitare. In questo senso la CTR è stata utilizzata quale base di riferimento per la definizione delle geometrie della CUS 2010 mentre la Carta di Uso del Suolo 2006 è stata utilizzata quale base di riferimento per la definizione\aggiornamento del suo contenuto tematico. Le stesse fonti ausiliarie sono state utilizzate, insieme al rilievo satellitare, come principale riferimento per il controllo della congruenza topologica/geometrica e tematica del prodotto finale.

Dal processo d'integrazione descritto deriva un prodotto multilivello e multiscala costituito da tre livelli informativi che costituiscono le feature class di un Geodatabase appositamente strutturato:

1. **CoperturaSuolo**: livello poligonale della carta di uso del suolo con elevato dettaglio geometrico e tematico
2. **Edifici**: livello informativo poligonale dei singoli edifici secondo la codifica CTRN della Regione Puglia
3. **ReteTrasporti**: livello poligonale del reticolo stradale e ferroviario. Il layer restituisce la delineazione delle sezioni stradali e ferroviarie con il dettaglio sui tratti di nuova costruzione rispetto alla CTR

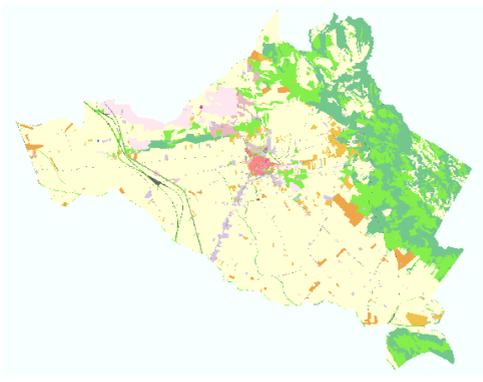
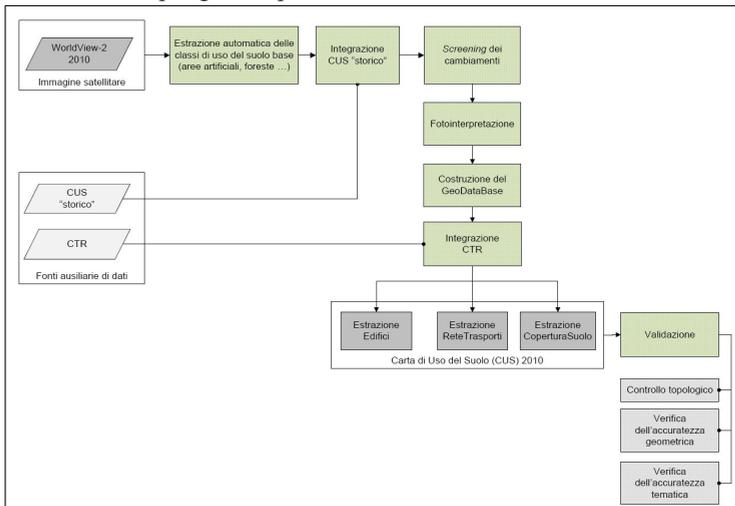


Figura 1: (a sinistra) copertura satellitare WorldView-2 a 50cm di risoluzione, (a destra) CUS 2010 di Apricena.

Metodologia

Lo schema del modello di realizzazione della CUS2010 è riportato nella figura seguente, dove il processo è suddiviso in una fase di elaborazione semiautomatica del dato satellitare seguita dall'integrazione dei dati storici (CUS storica e Carta Tecnica) e dalla costruzione del Geodatabase, necessario per la generazione dei *layer* degli Edifici, della Rete dei Trasporti e della Copertura del Suolo che compongono il prodotto finale.



Il primo *step* consiste nell'elaborazione automatica dell'immagine satellitare WorldView-2 di nuova acquisizione. Worldview-2, lanciato in ottobre 2009, acquisisce immagini multispettrali ad 8 bande con risoluzione di 2 m e immagini pancromatiche con risoluzione di 50 cm. Le immagini di input dell'area di Apricena sono state acquisite in aprile 2010 e sono caratterizzate, dunque, da un contenuto spettrale importante unito ad un'elevata risoluzione geometrica.

Le caratteristiche tecniche delle immagini utilizzate come dato di riferimento nell'aggiornamento cartografico della CUS costituiscono un valido punto di partenza nel processo di individuazione e tematizzazione dei vari elementi territoriali.

Le immagini sono state elaborate mediante un processo di estrazione automatica delle classi di uso del suolo di base quali ad esempio aree artificiali, foreste, aree agricole e corpi idrici. Il processo di classificazione della scena satellitare ha lo scopo di generare un primo quadro conoscitivo della copertura del suolo allo stato attuale. Nello *step* successivo, l'obiettivo è stato quello di estrarre uno *screening* delle aree di cambiamento rispetto al dato storico, su cui andare poi ad approfondire l'analisi a video per la generazione della carta aggiornata. L'elevata risoluzione spaziale delle immagini di input ha consentito di impostare l'analisi dei cambiamenti sulla base di un confronto diretto dell'output della classificazione automatica con la Carta di Uso del Suolo "storica" (derivata

da ortofoto 2006 e CTR). Il risultato di questo confronto ha restituito una maschera degli hot spot di cambiamento su cui è stata focalizzata la fotointerpretazione e la mappatura a video. Un'ulteriore elaborazione automatica del dato WorldView-2 ha permesso l'estrazione del layer della copertura delle aree impermeabilizzate. Questo layer informativo è alla base della classificazione del tessuto urbano della CUS 2010 in base alla diversa densità di aree artificiali in linea con la nomenclatura CORINE (es. Urbano denso). L'applicazione di una procedura automatica di classificazione del tessuto urbano ha consentito di ottenere un risultato omogeneo e uniforme su tutta l'area oggetto di analisi riducendo al minimo la soggettività della classificazione a video del fotointerprete.

Nella fase di fotointerpretazione, il dato di riferimento principale è costituito dall'immagine WorldView-2 *pansharpen* in colori naturali con risoluzione di 50 cm. Nella delineazione degli elementi territoriali è stata mantenuta la congruenza degli oggetti dei nuovi layer rispetto alle corrispondenti rappresentazioni nella CUS storica e nella Carta Tecnica Regionale. I dati di riferimento hanno inoltre rappresentato un'importante fonte informativa di supporto alla classificazione di elementi di difficile interpretazione.

La formazione della CUS 2010 è stata preceduta da un'attività di design del database propedeutica al trattamento in ambiente GIS degli output dei processi di elaborazione automatica dell'immagine. Nella realizzazione della CUS 2010 è stato adottato il modello di database ad oggetti (Object Oriented Model) della ESRI: il Personal GeoDatabase è un "contenitore" di dati (geografici e non) e di regole organizzati secondo una struttura gerarchica. All'interno di tale struttura è stata definita una "Feature Dataset" in cui sono organizzati una serie di "Feature Class" che rappresentano il dato geografico vero e proprio ossia i layer poligonali degli oggetti di ciascuno strato informativo della CUS 2010: Edifici, Rete Trasporti, Copertura Suolo.

All'interno del Geodatabase viene garantita la congruenza topologica dei layer informativi, ed in particolare, tutte le entità areali sono chiuse e codificate con identificativo univoco, e non sono presenti intersezioni con altri elementi areali. La correttezza topologica della CUS 2010 è costantemente garantita in fase di editing mediante l'implementazione di un controllo accurato sulla topologia degli oggetti, grazie alla creazione di una "Topology" all'interno del Geodatabase ESRI. Questo controllo consente di verificare in automatico la corretta unione e l'assenza di intersezioni, sovrapposizioni, buchi o quant'altro possa influire sulla continuità semantica e topologica degli oggetti. Infine i layer informativi che costituiscono la CUS 2010 sono stati sottoposti ad un processo di validazione quantitativa con l'obiettivo di verificarne la correttezza topologica finale e di valutarne l'accuratezza geometrica e tematica degli elementi rappresentati su basi statistiche.

Sperimentazione per la derivazione di nuove basi conoscitive

Con l'obiettivo di supportare le attività di programmazione e pianificazione ai diversi livelli (Comunale, Provinciale e Regionale) e di valutare l'impatto dei piani sul territorio attraverso procedure automatizzate che garantiscano oggettività e rapidità alle analisi delle basi informative disponibili, il progetto MaTRis sta portando avanti la sperimentazione sulla CUS2010 prodotta attraverso la definizione di nuove basi conoscitive da questa derivabili insieme all'integrazione di ulteriori dati ausiliari. In particolare la sperimentazione riguarda la derivazione della Carta dei Morfotipi e la predisposizione di indicatori per il monitoraggio della VAS.

La Carta dei Morfotipi, attraverso una reinterpretazione e riclassificazione della CUS intende definire le "morfotipologie urbane" mediante un nuovo layer informativo (un prodotto) strutturato nelle seguenti classi:

1. tessuto compatto a maglie regolari;
2. tessuto a maglie larghe;
3. tessuto irregolare a bassa densità;
4. insediamenti lineari (di tipo produttivo, residenziale, misto);
5. piattaforma turistico residenziale;
6. piattaforma produttiva.

Oltre la CUS2010, la derivazione delle morfotipologie urbane necessita di ulteriori basi interpretative da integrare come la CTR, la periodizzazione del costruito, la densità insediativa, la viabilità, il DTM, ecc.

Sulla Carta dei Morfotipi la classificazione dei differenti tessuti insediativi partirà dal riconoscimento delle morfologie urbane e del diverso rapporto tra costruito, spazi aperti e maglia viaria. L'individuazione delle parti di cui è composto il tessuto urbano servirà a mettere in luce le criticità e consentirà di avviare una prima analisi sugli orientamenti progettuali che i Piani Paesistici dovranno suggerire per ciascuna tipologia insediativa attraverso la costruzione di regole che confluiscono nell'apparato normativo.

Nell'ambito della pianificazione territoriale, inoltre, la CUS2010 costituisce una struttura di dati di base che può contribuire alla definizione e misura di opportuni "indicatori" utili a capire la situazione ambientale e a valutare le conseguenze ambientali di piani e programmi al fine di promuovere lo sviluppo sostenibile (Valutazione Ambientale Strategica - VAS).

Disporre di basi conoscitive certe e aggiornabili secondo criteri oggettivi consente di definire un set di indicatori che possono servire a seguire i trend evolutivi di fenomeni specifici come ad esempio il consumo di suolo, l'installazione di impianti di produzione di energia fotovoltaica, ecc.

Il monitoraggio degli indicatori consentirà inoltre di avere a disposizione uno strumento con il quale possono essere seguiti nel tempo gli effetti della attuazione del Piano, rispondendo all'esigenza, sempre più radicata sia a livello comunitario sia nei singoli Stati membri, di considerare nella promozione di politiche, piani e programmi, insieme agli aspetti sociali ed economici, anche gli impatti ambientali.

Attualmente si sta valutando l'efficacia dell'indicatore "Consumo del suolo" definito sulla base del prodotto intermedio del "Soil Sealing" nel processo di produzione della CUS, con l'obiettivo di derivare un indicatore che sia oggettivamente riproducibile e aggiornabile a partire da soli dati satellitari garantendo un confronto nel tempo che sia funzionale alle attività di monitoraggio.

Conclusioni e prospettive

Le moderne tendenze della pianificazione urbanistica e paesaggistica prevedono l'attivazione di processi continui di monitoraggio del territorio finalizzati alla definizione aggiornata dello stato dei luoghi. Tale consocenza viene qualificata e valorizzata attraverso la implementazione di indicatori oggettivi che devono essere in grado di rappresentare l'evoluzione del territorio al fine di poterla confrontare con le scelte pianificatorie dei piani e continuamente rimodulare gli strumenti pianificatori. I dati satellitari si confermano, in tal senso, una fonte informativa preziosa per la definizione dello stato dei luoghi e il monitoraggio periodico nel tempo. I dati WorldView2, grazie alle 8 bande spettrali, consentono sia la classica fotointerpretazione per la produzione di CUS che la produzione automatizzata ed oggettiva di indicatori utili al monitoraggio della VAS.

La standardizzazione dei prodotti geonformativi come la CUS, la Carta dei Morfotipi e di Indicatori rappresenta la sfida da vincere per consolidare l'utilizzo operativo e diffuso di questi prodotti a supporto della moderna pianificazione territoriale.

Riferimenti bibliografici

M. Reho et al. (2010), "Valutazione Ambientale Strategica del piano paesaggistico territoriale regionale della Puglia – Rapporto Ambientale" - Gennaio 2010 con integrazioni Marzo 2010.

E. Salzano, L. Scano, M. Baioni et al. (2010), "Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Foggia", Bollettino Ufficiale della Regione Puglia, 20 maggio 2010

EEA (European Environment Agency), "CORINE land cover technical guide - Addendum 2000", 29 May 2000

M. Kopecky, H Kahabka, "EEA-FTSP-Sealing-Enhancement Updated Delivery Report European Mosaic", 22.12.2009

M. Foccardi, M. Nordio, "Presentazione della prima proposta di Linee guida sulle specifiche tematiche", GdL "uso del suolo" - CPSG/CISIS