

Telerilevamento e GIS per la riqualificazione degli insediamenti industriali dismessi

Elisabetta Leggieri (*), Emanuele Loret (**)

(*) Architetto - Ph.D. Ingegneria Edile, Sapienza Università di Roma,
Facoltà di Ingegneria Civile e Industriale, Dipartimento DICEA, elisaleggieri@libero.it
(**) Ph.D. GeoInformation Engineering c/o ESA-Esrin, Frascati (RM), loret@Disp.uniroma2.it

Riassunto

L'area di studio situata nella provincia di Frosinone interessa il sistema territoriale del comune di Isola del Liri con il suo centro urbano caratterizzato dalla forte presenza di corsi d'acqua e da una notevole quantità di opifici per la produzione della carta, molti dei quali attualmente in disuso.

Il contributo si colloca nell'ambito di una indagine sui numerosi aspetti relativi al territorio, legati alla gestione, pianificazione e riqualificazione degli spazi urbani, al monitoraggio degli interventi da apportare sui siti urbani e sui beni storico-culturali in disuso, nella relazione tra questi e i sistemi territoriali paesaggistici.

Dal confronto dei dati mappali storici con quelli recentissimi derivati da elaborazione di immagini satellitari, è stato costruito un GIS seguendo una metodologia valutativa finalizzata alla conoscenza dei rapporti tra sistemi territoriali, urbani ed edilizi, a supporto delle operazioni di recupero e riuso dei manufatti e delle aree dismesse e delle strategie per la pianificazione del territorio.

Abstract

The case studied concerns an area located in the province of Frosinone. It involves the territorial system of the town of Isola del Liri with its urban center, characterized by a lot of waterways and a considerable amount of factories for the production of paper, many of which currently unused.

The research paper is about the relationship between the territorial landscape systems and several aspects about the land: *i.e.* land management, planning and regeneration of urban areas, and monitoring the interventions to be made on urban and unused historical and cultural heritage sites.

From the comparison of the historical cadastral map data with recent data derived from satellite image processing, a GIS has been built following an evaluation methodology aimed at understanding the relationship between territorial, urban, and construction systems.

This procedure was done to support the recovery and reuse of the buildings and brownfield sites, and the strategies for land use planning.

Introduzione

L'osservazione della terra attraverso il telerilevamento satellitare e l'elaborazione dei Sistemi Informativi Geografici (GIS) contribuiscono ad una migliore interpretazione delle problematiche relative a diversi temi di studio. Utilizzando tali strumenti nell'ambito delle nostre analisi, sono state evidenziate le componenti antropiche e paesaggistiche che strutturano il contesto fisico di riferimento, al fine di far emergere peculiarità e del territorio preso a riferimento rispetto sia al sistema costruito esistente, sia agli ambiti naturali in cui gli insediamenti stessi si innestano.

Nel nostro caso questa metodologia ha prodotto un quadro analitico del territorio in cui, all'interno del tessuto urbano, viene individuato e localizzato il particolare sistema di manufatti legato all'archeologia industriale, le ex cartiere, nel quadro di un loro ipotetico riuso.

Descrizione dell'area di studio

L'area di studio è identificata dal perimetro amministrativo del comune di Isola del Liri, situato a nord del comune di Frosinone nel basso Lazio, e si estende per una superficie di circa 16 Km². Si tratta di un'area attraversata longitudinalmente dalla linea fluviale del Liri, nel quale sfociano il torrente Magnene e il fiume Fibreno che segna una parte del limite del perimetro comunale di riferimento (Fig. 1, 2, 3).

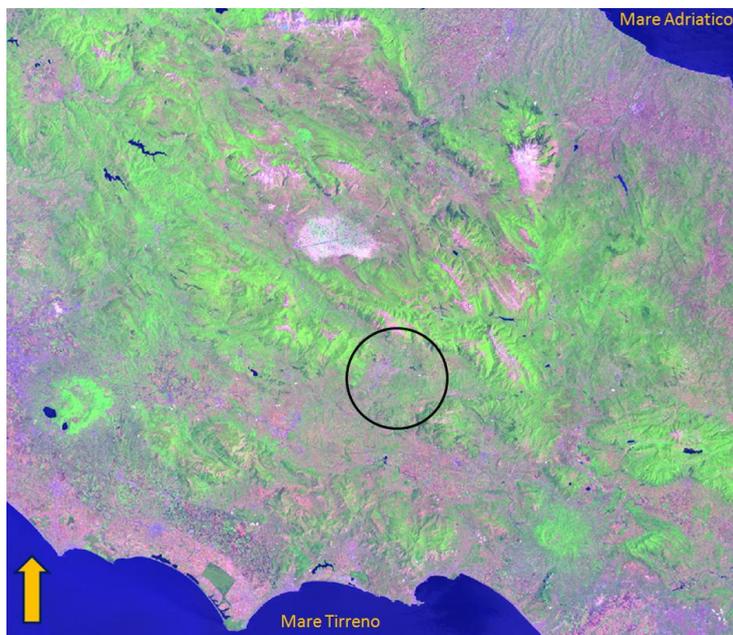


Figura 1 - Localizzazione del comune di Isola del Liri nell'Italia centrale.
Landsat ETM-09.06.2001- 5,4,1 rgb.

I caratteri del sito sono legati principalmente alla presenza dell'acqua e alla singolare orografia: il corso del fiume Liri si articola in maniera tale da creare particolari salti di quota e scenografiche cascate, contribuendo a caratterizzare il paesaggio urbano. La risorsa acqua, infatti, ha determinato la fondazione, lo sviluppo e l'organizzazione dell'assetto urbano di Isola del Liri e ne ha condizionato storicamente l'uso del territorio con una connotazione industriale.

Le cartiere, costruite intorno alla metà del '700 a ridosso ed in continuità con il fiume Liri, hanno generato un *sistema a rete* in forte relazione con gli ambiti naturali. La presenza dell'industria ha causato tuttavia uno sfruttamento pesante dei corsi d'acqua ai fini del processo di produzione, alterando nel tempo i caratteri ambientali. Il paesaggio urbano e fluviale sono segnati infatti da "tracce" di opere idrauliche, costruite per la deviazione dei corsi e per poter derivare l'acqua, dall'interno degli opifici, per il funzionamento dei macchinari.

L'attuale struttura urbana di Isola del Liri si articola attorno ad un "isolotto" lambito dalla biforcazione del corso del fiume. Da questo nucleo di origine medioevale si è sviluppato il tessuto urbano, durante i primi anni dell'800, estendendosi a partire dagli insediamenti industriali. Tali nuclei, riconoscibili per tipologia costruttiva dovuta alla compresenza nello stesso edificio di fabbriche e residenze, si distribuiscono lungo l'asse stradale principale che collega, verso nord, Isola del Liri a Sora e definiscono perciò uno spazio urbano prettamente industriale.

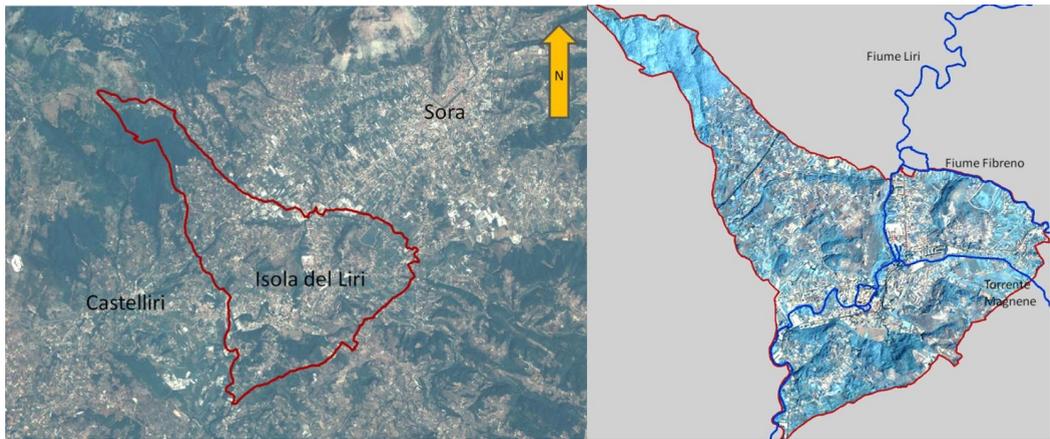


Figure 2 e 3 - Inquadramento territoriale del comune di Isola del Liri, in evidenza la rete fluviale.

Oltre alle componenti paesaggistiche, altri importanti elementi "ordinatori" dell'organismo urbano sono rappresentati dalle infrastrutture definite dalla fitta rete stradale e dal tratto ferroviario che collega la località di Roccasecca con Avezzano e che permette la comunicazione della Valle del Sacco con la regione Marsicana.

Materiali e metodologia

Il lavoro di elaborazione delle immagini e la costruzione del Sistema Informativo sono stati svolti presso la 'GIS Room' della sede di ESA-ESRIN di Frascati (RM), utilizzando i materiali hardware ed i software a disposizione, ERDAS Imagine2014 per la elaborazione di immagini satellitari, ArcInfo e ArcGIS 9.3 per l'elaborazione dei dati vettoriali.

Tutti i dati sono stati georeferenziati ed inseriti nel sistema U.T.M. datum E.D. 1950 fuso 33N. Oltre alla operazione di georeferenziazione, il lavoro di elaborazione del GIS è stato introdotto tagliando e sovrapponendo i layer delle immagini e delle mappe disponibili sulla base del confine comunale di Isola del Liri. Da questi ultimi poi sono stati vettorializzati tutti gli oggetti di interesse quali edifici, rete stradale, corsi fluviali e punti quali posizione delle cartiere, dighe, ecc.

Ogni file vettoriale è corredato di una tabella di attributi numerici e informativi che mostrano i dati associati ad ogni oggetto, sia direttamente calcolati dal sistema, sia definiti dall'utente.

Database	Acquisizione	Scala/risoluzione	Tipologia
Landsat 7 ETM	09.06.2001	30x30	raster
Kompsat 2	15.08.2012	1 metro	PAN+multispettrale
C.T.R. Lazio	1990	1:10.000	raster
Ortofoto	Volo Italia 2001	1:5000	raster
Ortofoto	2008	1:5000	raster
Aerofotogrammetria	1993	1:5000	raster
Mappa centro storico	XIX sec.	1:2000	raster
Mappa urbana	XIX sec.	1:2000	raster
Mappe storiche	1927	1:2000	raster
P.R.G.	1972	1:10.000	raster
CTR_Isola del Liri	1993	1: 5000	raster

Figura 4 - Rappresentazione dei dati raster, mappe ed immagini satellitari utilizzati.

Database vettoriale	Tipologia	Attributi
Comune Isola del Liri	polygon	Id, nome, superficie, perimetro
Fiumi	polyline	Id, nome, lunghezza
Rete stradale generale	polyline	Id, nome, tipologia, lunghezza
Rete stradale interna	polyline	Id, nome, tipologia, lunghezza
Ferrovia	polyline	Id, nome, lunghezza
Edifici (da classificazione)	polygon	Id, superficie
Edifici 2001	polygon	Id, superficie
Edifici01(buffer 5,00 m)	polygon	Id, superficie
Densità urbane	polygon	Id, superficie
Punto diga	point	Id, nome, tavole&link
Punto Cartiera	point	Id, nome, indirizzo, tavole&link
Area Cartiere	polygon	Id, superficie
P.R.G. 1972	polygon	Id, superficie

Figura 5 - Rappresentazione dei dati vettoriali prodotti.

I dati presi in considerazione sono distinti nella loro tipologia (Fig. 4, 5): i dati spaziali, ovvero gli elementi geografici, rappresentati nel nostro caso, ad esempio, dagli opifici presenti a Isola Liri con i relativi attributi, a loro volta calcolati automaticamente (lunghezze, perimetri, aree, coordinate di localizzazione) o inseriti dall'utente stesso (dati testuali, denominazione, periodo di costruzione, stato di conservazione, etc.); i dati raster (mappe, fotogrammetrie, rilievi, ecc.), che sono stati implementati mediante digitalizzazione manuale o scanning, e le immagini satellitari elaborate con Erdas Imagine2014.

Dalla classificazione *supervised* della immagine recentissima Kompsat2 del 2014 è stata elaborata una mappa dell'uso del suolo da cui sono stati tratti i tematismi legati alle risorse del verde territoriale ed alla estensione urbana (Fig. 6)

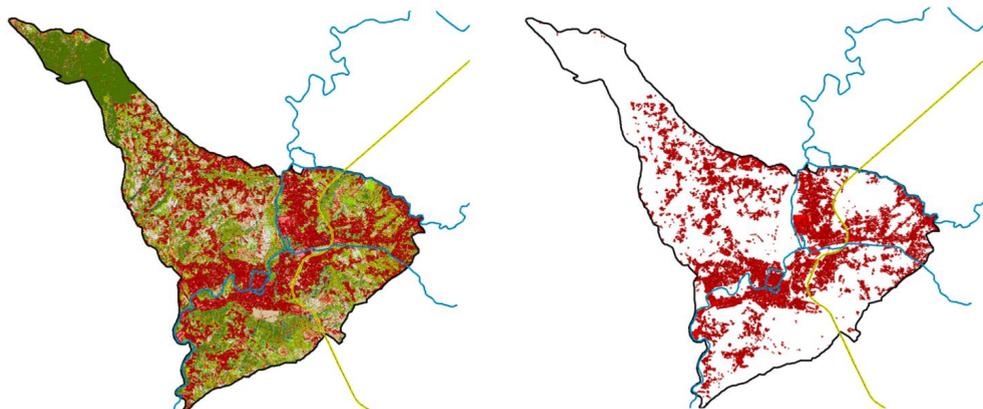


Figura 6 - Classificazione e mappa dell'uso del suolo dall'immagine Kompsat2 del 150812, analisi dell'urbanizzazione.

A partire da questa ultima abbiamo analizzato l'estensione della densità urbana attraverso la funzione *Kernel Density*. Questa operazione ha fornito un quadro degli addensamenti dell'edificato in rapporto ai vari caratteri ambientali. Tale metodologia permette di stimare un fenomeno puntuale generando una superficie da una nube di punti, distribuiti in una regione di spazio, attraverso una funzione che pesa i valori selezionati all'interno del raggio di influenza, in base alla loro distanza dal punto in cui è stimata l'intensità [1]:

$$\hat{\lambda}(s) = \sum_{i=1}^n \frac{1}{\tau^2} k\left(\frac{s - s_i}{\tau}\right) \quad [1]$$

Sono stati così calcolati i valori di densità del sistema edilizio confrontato con la densità relativa alla presenza di archeologia industriale (Fig. 7). Le superfici urbane sono state successivamente fuse in un'unica classe e quest'ultima è stata confrontata con i dati cartografici permettendo una prima stima quantitativa dell'estensione urbana, pari a circa 2,46 Km² alla data del 15 agosto 2014.

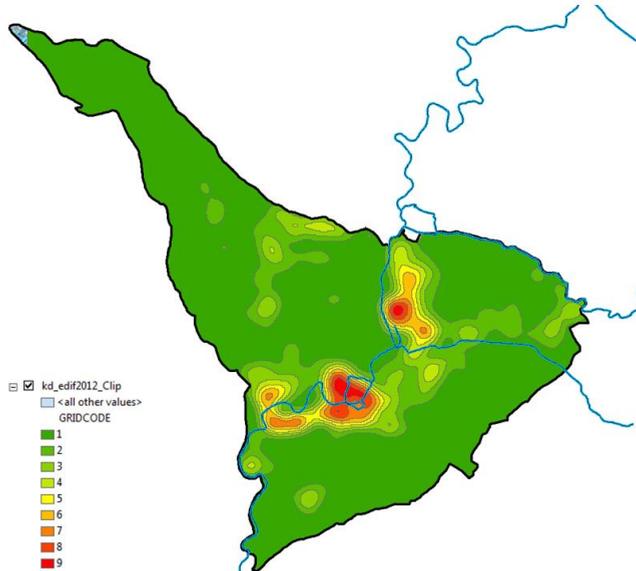


Figura 7 - Analisi della densità urbana con il metodo di Kernel: dal colore verde al rosso, sono indicate: bassa densità urbana in verde, alta densità urbana in rosso.

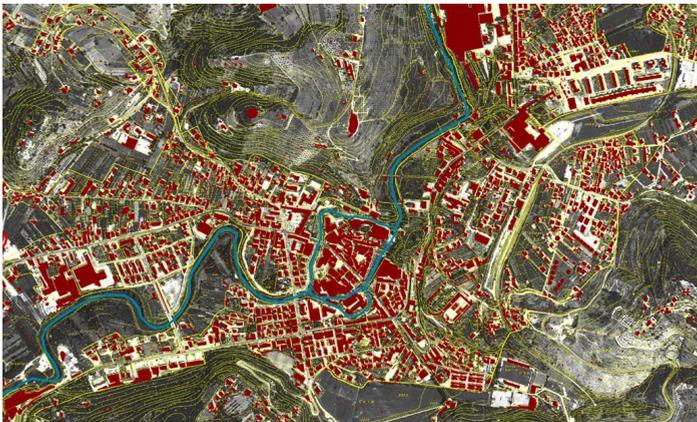


Figura 8 - Raffronto multitemporale tra le strutture edilizie al 2001. In rosso gli edifici sovrapposti alla ortofoto del 2001.

Tra gli edifici presenti, le ex cartiere in particolare sono state studiate sia con l'aiuto di mappe catastali storiche sia attraverso rilievi molto approfonditi degli spazi e dei particolari architettonici e costruttivi (Fig. 8, 9, 10, 11). Le schede di studio prodotte sono state successivamente 'linkate' all'interno del GIS, fornendo un insieme di dati visibilmente correlabili.

Infine, le informazioni integrate con immagini satellitari, fotografiche e cartografiche sono organizzate sotto forma di *report*, ossia schede o testi descrittivi in cui i singoli elementi rilevati, catalogati all'interno di specifici campi formano un *database* relazionale con gli oggetti considerati.

Tale metodologia permette un uso dinamico all'interno dello strumento GIS e consente la interrogazione degli oggetti stessi, rappresentati simultaneamente insieme alle loro informazioni, con il fine di semplificare l'accesso e la condivisione del dato (Fig. 12, 13). Il GIS gestisce queste informazioni ed è quindi in grado di rispondere a domande poste dagli utenti finali.

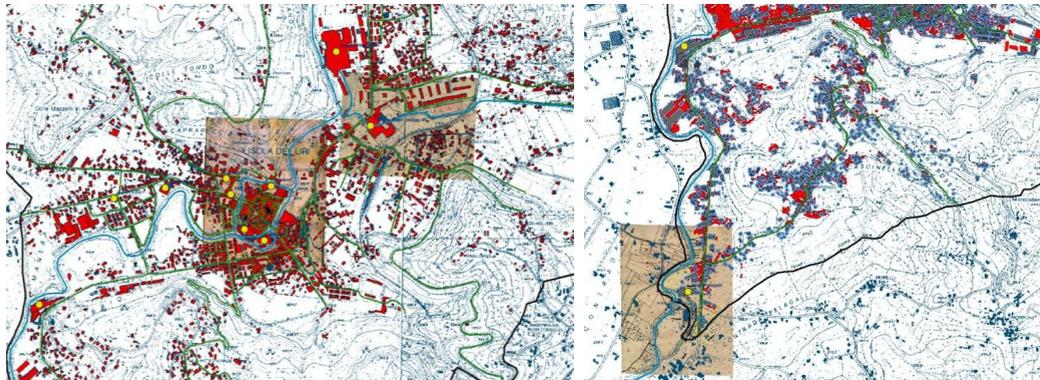


Figure 9 e 10 - Sovrapposizione cartografica di mappe catastali storiche di fine '800 e cartografia CTR. Sono indicati in rosso gli edifici e in giallo i punti cartiera.



Figure 11 - Sovrapposizione tra immagine Kompsat2 e mappe catastali storiche relative al centro storico e alla Cartiera del Fibreno con, in evidenza, la rete idrica in rapporto all'edificio.

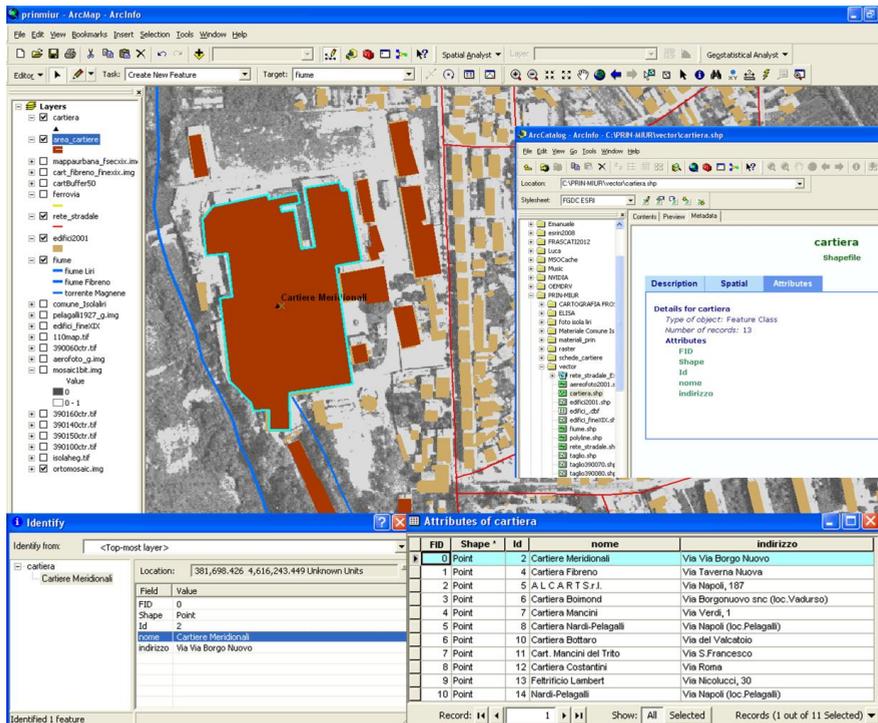


Figura 12 - Rappresentazione del Sistema informativo con tabelle di attributi del layer 'cartiera'.

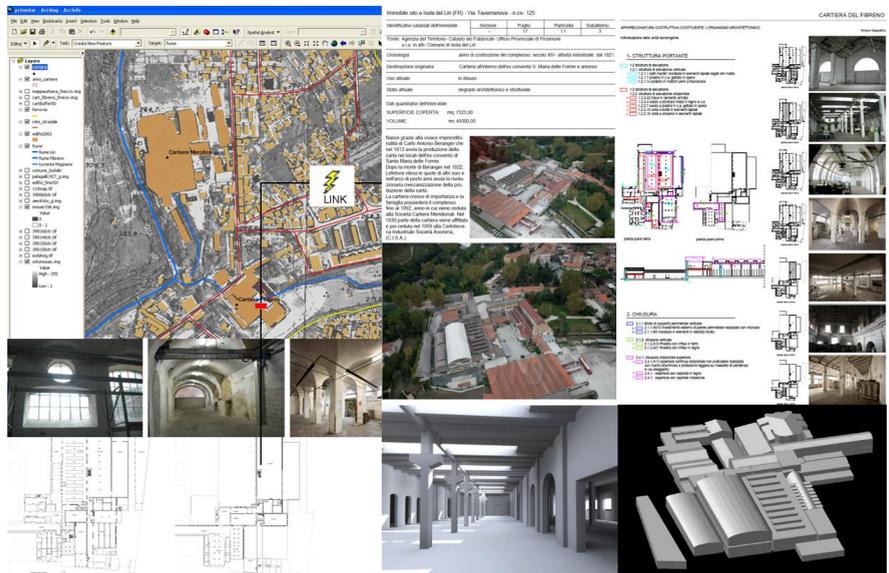


Figura 13 - Sistema Informativo della Cartiera del Fibreno. Rappresentazione del LINK: schede illustrative lo stato di fatto, lo studio dell'apparecchiatura costruttiva e delle volumetrie.

L'utilizzo della informazione geografica e della sua rappresentazione sul territorio rappresenta uno strumento insostituibile per conoscere, descrivere e controllare diversi aspetti della realtà per poter stabilire, ad esempio, operazioni di recupero o di riqualificazione dei siti degradati.

Secondo tale approccio, il sistema informativo elaborato sul caso di Isola del Liri e del suo sistema di opifici in disuso, potrebbe essere, in un secondo tempo, ampliato, aggiornato ed applicato anche rispetto ad altri contesti o in ulteriori indagini su sistemi territoriali analoghi, seguendo anche un approccio multidisciplinare dove potrebbero interagire le tematiche architettoniche e strutturali con altre, come quelle ambientali e urbanistiche.

Questa metodologia potrebbe essere rivolta anche ad altre categorie di beni in dismissione, ad esempio stazioni ferroviarie, edilizia rurale diffusa, tipologie edilizie che, con propri caratteri, possano essere riproposte, nel rispetto di loro peculiarità, in nuove *reti d'uso*.

Sempre nell'ottica della riconversione, eventuali sviluppi di queste analisi e dell'utilizzo del GIS alla scala dell'edificio, potrebbero essere rivolti alle problematiche più inerenti alla componente costruttiva dei manufatti. Potrebbe essere interessante ad esempio verificare a priori la compatibilità di azioni trasformative e di soluzioni progettuali di recupero rispetto alle peculiarità dell'edificio. Sulla base di nuovi ipotetici usi, lo strumento GIS potrebbe aiutare a prefigurare la fattibilità tecnica di azioni di ripristino e miglioramento delle condizioni di vivibilità degli spazi interni e perciò fornire possibili scenari di riutilizzo delle preesistenze.

Ringraziamenti

Gli autori ringraziano l'Agenzia Spaziale Europea ESA-ESRIN (Frascati-RM) per aver consentito l'utilizzazione di dati satellitari e del materiale software e hardware presso la GIS-Room.

Si ringrazia in particolare il Dr. Francesco Sarti per il suo supporto ed i preziosi consigli nella stesura del lavoro.

Riferimenti bibliografici

- La Rosa D., (2013), Accessibility to greenspaces: GIS based indicators for sustainable planning in a dense urban context, *Digital Review, ScienceDirect - Elsevier, Ecological Indicators*;
- Leggieri E. (2013), *Analisi e prospettive per i complessi industriali dismessi. Il caso delle ex cartiere di Isola del Liri nella provincia di Frosinone*, Tesi di Dottorato di Ricerca in Ingegneria Edile-Architettura, Sapienza Università di Roma, Facoltà di Ingegneria Civile e Industriale, Dipartimento di Ingegneria Civile Edile Ambientale (DICEA);
- Storelli F., Leggieri E., Loret E., Testana C., Currà E., (2012), "Dall'abbandono del patrimonio edilizio al suo riuso in un nuovo contesto di beni a rete: le linee d'acqua e le industrie della carta nel Lazio, *Rivista digitale In_Bo. Ricerche e progetti per il territorio, la città e l'architettura. Conservazione vs innovazione*, 3, n.5;
- Testana C., (2011), *Recupero e tutela degli insediamenti storici*, Aracne Editrice, Roma;
- Currà E. (a cura), Storelli F., Leggieri E., Paolini C., Mancini M., (2011), *Vie d'acqua e lavoro dell'uomo nella provincia di Frosinone, l'industria della carta*, Palombi Editore, Roma;
- Testana C., Loret E., Sarti F., Fea M., (2008), "Sistemi Informativi Geografici e 'Cultural Heritage'", A/R Bimestrale dell'Ordine degli Architetti di Roma e Provincia, 79: 48-51;
- Clarke K. C., Parks B. O., Crane M.P. (2002), *Geographic information systems and environmental modeling. Upper Saddle River, NJ* Prentice Hall;
- De Rubertis R., (2002), "La riqualificazione dei luoghi irrisolti", *La città rimossa, strumenti e criteri per l'analisi e la riqualificazione dei margini urbani degradati*, Officina Edizioni, Roma;
- Faustini L., Guidi E., Misiti M. (a cura di), (2001), *Archeologia industriale, metodologie di recupero e fruizione del bene industriale*, Edifir, Firenze.

Catalogo EOLi - ESA (<http://earth.esa.int/EOLi/EOLi.html>)