Atti

della

15a Conferenza Italiana Utenti Esri

9-10 Aprile 2014

Roma, Giugno 2014

Supplemento al n° 2-2014 di GEOmedia

Supplemento speciale - Atti della 15° Conferenza Utenti Esri

n. 2 -2014

GEOmedia

la prima rivista italiana di geomatica e geografia intelligente

ISSN 1128-8132

Reg. Trib. di Roma N° 243/2003 del 14.05.03

Editore

MediaGEO soc. coop.

Via Palestro, 95 00185 Roma

Tel. 06.62279612Fax. 06.62209510

www.mediageo.it/ocs
info@rivistageomedia.it

SOMMARIO

AMBIENTE AGRICOLTURA E PAESAGGIO

Tutela dei borghi rurali di Sicilia come rete sul territorio attraverso il GIS 1
Marilena Di Prima, Enza Emanuela Esposito

LE TRASFORMAZIONI DEL PAESAGGIO NEL TEMPO, IL CASO STUDIO DEI PANTANI DELLA SICILIA SUD-ORIENTALE 8
Piergiorgio Camerere, Giovanni Spampinato, Anna Guglielmo

La fattoria didattica dell'Istituto Agrario Ciuffelli di Todi 20
Gilberto Santucci, Marco Porcari, Antonio Natale

La carta dei suoli della Regione Lazio 24
Massimo Paolanti, Rosario Napoli, Rosa Rivieccio, Sandra di Ferdinando, Alessandro Marchetti

L'analisi multicriterio spaziale per l'individuazione di parchi agricoli 29
Flavio Lupia, Silvia Vanino

ANALIZZARE E LIMITARE RISCHIO ANTROPICO

Tecniche GIS per la caratterizzazione di attività a Rischio Incidente Rilevante. Un caso di studio: Civitavecchia 34
Lorenza Fiumi, Stefano Tocci, Alessandra Marino, Mara Ciucci

Dasymetric Mapping per lo studio delle pressioni antropiche della Regione Umbria 41
Giacomo Rapi, Gianluca Modeo

Correnti marine e dispersione degli scarichi a mare dei depuratori: dai dati meteo alla piuma di dispersione 46
Elisa Traverso, Lorenzo Papa

Atlante fotografico dei paesaggi costieri 51
Katiuscia Eroe, Maria Assunta Vitelli

BENI CULTURALI E AMBIENTALI, TUTELA E VALORIZZAZIONE

Il contributo del GIS nel progetto di restauro. La copertura della Pieve di Novi 53
Marta Casanova, Simonetta Acacia

Un GIS dei casali storici dell'Agro Romano 58
Marina Marcelli, Gianluca Schingo, Roberta Lanna

IL PROGETTO PILOTA "Deruta nel mondo - tra Arte ed Innovazione" 64
Paolo Ricciarelli, Leonello Artegiani

Spatial analyst per lo studio di manufatti dipinti su tela e su tavola a supporto della documentazione per la conservazione e il restauro delle opere d'arte 69
Laura Baratin, Elvio Moretti, Sara Bertozzi

DATI, METADATI E GEOPORTALI, LE RISORSE PER LE ORGANIZZAZIONI

La ricerca semantica nel catalogo del portale Servizio Geologico d'Italia 78
Carlo Cipolloni, Maria Pia Congi, Gianni Campanile

Sviluppo di applicazioni statistiche attraverso le funzionalità Geoprocessing ArcGIS 81
Claudio Santoro, Simone Portuesi, Sonia Scialanca

Il servizio INSPIRE dell'Idrografia di ISPRA 92
Francesca Piva, Gianni Campanile

Il GIS Enterprise eni per la condivisione worldwide dei progetti con le affiliate 99
Carlo Michele Garbujo, Paolo Viarigi

Gistat-BT.Carto: un sistema di rappresentazione cartografica interattiva di indicatori censuari 105
Sonia Scialanca

Gli strumenti software di ISPRA per INSPIRE 114
Michele Munafò

L'Istat e la direttiva INSPIRE: un primo approccio per la produzione dei dati 120
Pina Grazia Ticca, Antonella Gigantino

Ammodernamento del software per la produzione delle tavole Tuttocittà 123
Stefano Lanzi, Lorenzo Panarello

Generalizzazione delle banche dati topografiche della Regione Toscana. Cartografia per la pianificazione paesaggistica 127
Christian Ciampi, Fabio Lucchesi, Fabio Nardini, Ilaria Scatarzi

EMERGENZE, CASI E SOLUZIONI

Alluvione Sardegna: Dati RapidEye (elaborati da iptsat srl) 141
Fabiano Campo, Stefano De Corso

Tecnologie GIS per l'analisi dell'accessibilità ferroviaria in emergenza 148
Fabio Borghetti, Gabriele Malavasi

Gestione di dati tramite dispositivi mobili per la pianificazione di emergenza 154
Mattia De Amicis, Stefano Roverato, Fabio Olivotti, Alice Mayer

ESPERIENZE E SOLUZIONI PER RETI E INFRASTRUTTURE

Idroview-SITL - Sistema informativo geografico del consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara 160
Alessandro Bondesan

Il SITGAS e la modellazione della rete come fulcro del sistema gestione aziendale 167
Fabrizio Balloni, Luigi Bianchi

Integrazione fra ArcGIS e EPANET2 per la modellazione idraulica delle reti 174
Mario Scandura

Oltre la mappa al servizio della multiutility: prevenzione guasti trasformatori, analisi impianti distribuzione e protezione catodica, modellazione documentazione e gestione guasti nelle reti in fibra ottica 181
Tomaso Bertoli

La gestione delle limitazioni aeronautiche nelle zone limitrofe agli aeroporti 190
Alessandro Paregiani, Francesco Cometa, Maria Ioannilli, Gianluca Carbone

Nuovo sistema GIS in GAIA e integrazione con Maximo EAM 198
Francesco Di Martino, Serena Amadei

ESPERIENZE E STUDI IN ARCHEOLOGIA

Il CLOUD Computing in Archeologia, "Aléria Digitale". Ricerca per la globalizzazione e condivisione della Conoscenza 204
Paolini Priscilla, Giorgio Forti, Franck Allegrini-Simonetti, Alfredo Corrao

Predittività e valutazione dei processi postdeposizionali: il GIS come strumento di realizzazione di carte di potenzialità archeologiche 216
Alberto Monti

Valorizzazione del patrimonio culturale diffuso, il parco archeologico della Civitella 223
Clelia Cirillo, Luigi Scarpa, Giovanna Acampora, Marina Russo

Roma, Metro C: il GIS per la gestione della documentazione 3D degli scavi stratigrafici preventive 231
Emanuele Brienza, Roberto Gabrielli, Leonello Artegiani

Applicazioni GIS allo studio del paesaggio antico. Il territorio di Alghero (SS) 239
Valentina Sanna

Un modello speditivo per la carta del Rischio Relativo nei Beni Culturali 249
Claudia Cecamore, Maria Elena Castiello

IL MODELLO DELLA CITTA'

La matrice di Knox per un'interpretazione evolutiva della crescita urbana 256
Gianlugi Salvucci

Analisi di Modelli di Localizzazione e Interazione Spaziale. Proposta di un modello ottimo vincolato applcato ad un'area di studio per la localizzazione di un grande centro commerciale 265
Mauro Mazzei, Armando Luigi Palma

Le matrici radiali: applicazione all'edificato romano 276
Gianluigi Salvucci, Silvia Talice

La densità di popolazione e il verde del vivere, il caso di Bologna 285
Giovanni Lombardo, Gianluigi Salvucci

LA GEOLOCALIZZAZIONE PER LA SMART CITY

"I-locate" - "Indoor/outdoor LOCation and Asset management Through open gEodata" 291
Claudio Eccher, Giuseppe Conti

ATAC: IL GIS AL SERVIZIO DELLA SOSTA 297
Flaminia Leggeri, Patrizia Micheli, Annalisa Perla, Francesca Spagnoli

Mappatura del Campus di Ateneo mediante dispositivi mobile 300
Fabio Olivotti, Stefano Roverato, Mattia De Amicis, Alice Mayer

LA TERRA E L'ACQUA RISCHIO SISMICO E IDROGEOLOGICO

Il Geoportale dei Progetti Sismologici DPC-INGV 2012-2013 306
Pierluigi Cara, Raffaele Moschillo

Piano di ricostruzione post-sisma: Il GIS per censire il danno 312
Antonia Fratino

Un SIT per l'individuazione dei fenomeni franosi con tecniche interferometriche 321
T. Bigio, F. Bonciani, Anna Marconi, Claudia Carmela Messina, Luigi Rogai

Un GIS per la valutazione della vulnerabilità idrogeologica di un bacino della Regione Marche 327
Chiara Tagnani, Francesca Sini, Marco Pellegrini

Valutazione puntuale della vulnerabilità sismica dell'edificato urbano 334
Juri Corradi, Gianluigi Salvucci, Valerio Vitale

Correlazioni spaziali in ambiente GIS per la gestione del rischio idraulico 341
Laura Bassan, Gianfranco Pozzer

Progettazione e realizzazione di un geodatabase per la microzonazione sismica di livello 1 applicazione ai Comuni della Provincia di Foggia 347
Giuseppe Cosentino, Domenico Capolongo, Isabella Trulli

L'integrazione dell'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia nel Geoportale ISPRA 360
Carla Iadanza, Giuseppe Gigante

Affidabilità degli studi di microzonazione sismica: dal modello agli strumenti sw 365
Maurizio Ambrosiano, Maria Ioannilli, Bruno Quadrio

Story maps e terremoti, un nuovo strumento di informazione per la riduzione del rischio sismico 372
Maurizio Pignone

SANITA' E QUALITA' DELLA VITA

Norme di prevenzione per la lotta alla zanzara tigre: ordinanza sindacale 378
Rita Di Domenicantonio, Luisa Massimiani, Giancarlo Razzino

Sit_Life: un Gis sul rischio oncologico per la tutela della salute pubblica 382
Gaetano La Bella, Antonino Zito, G. Ribaudo, G. Bivacqua

Atlante dell'infanzia (a rischio): L'Italia SottoSopra 390
Massimo Paone, Antonio Natale, Giulio Cederna, Valerio Neri, Raffaela Milano

Un SIT per la pianificazione e il controllo dei servizi socio-assistenziali 397
Vito Scimeca, Alessia Di Pasquale, Gaetano La Bella

Utilizzo delle fonti informative sanitarie: il sistema epidemiologico integrato 402
Vincenzo Baldo, Silvia Cocchio, Patrizia Furlan, Tatjana Baldovin, Dorelia Zangrando, Patrizia Casale

SOLUZIONI E ESPERIENZE PER LE PA

Lucca - Un SIT per uscire dalle Mura 409
Francesco Agostini, Cesira Carta

La Mappa del Rischio di Milano (Sistema di Supporto alle Decisioni) 413
Andrea Rizzello, Tullio Mastrangelo

Analisi della componente 3D nell'applicazione di vincoli urbanistici 420
Andrea Maffeis, Andrea Caldiroli

"La perequazione catastale- un modello di analisi" 427
Bruno Monti

La tecnologia GIS come strumento per il Governo della Movida 432
Giorgio Limonta

SOSTENIBILITA' E SOLUZIONI PER L'ENERGIA RINNOVABILE

Una metodologia GIS per la sostenibilità delle energie rinnovabili 443
Emanuela Caiaffa, Maurizio Pollino, Alessandro Marucci

Stima del potenziale fotovoltaico dei tetti mediante Telerilevamento e GIS 448
Luigi De Cecco, Flavio Borfecchia, Maurizio Pollino, Emanuela Caiaffa, Sandro Martini, Luigi La Porta, Alessandro Marucci

USO E CONSUMO DEL SUOLO, ANALISI E CONTROLLO

La diffusione dell'edificato, aspetti metodologici e nuove metriche di indagine 453
Gianluigi Salvucci, Luigi Marcone

Analisi multimporale delle trasformazioni del paesaggio lombardo 459
Giovanni Lombardo, Gianluigi Salvucci

Classificare il territorio lombardo. Il periurbano: tra città e campagna 466
Matteo Colleoni, Simone Caiello

Sinergia dati ISTAT e LANDSAT 8 per una migliore lettura di copertura del suolo 474
Stefano Mugnoli, Raffaella Chiocchini

Nuove metodologie per le analisi di qualità dei dati geografici censuari 484
Valerio Vitale, Gianluigi Salvucci

15a Conferenza Utenti Esri
Roma, 9 e 10 Aprile 2014

Tutela dei borghi rurali di Sicilia come rete sul territorio attraverso il GIS

AUTORI

Marilena Di Prima - Politecnico di Torino – marilena.diprima@libero.it
Enza Emanuela Esposito - Politecnico di Torino – emanuela.ee@libero.it

Parole chiave: Borghi Rurali; Rete; Sicilia

ABSTRACT

Lo studio pone l'attenzione sull'importante fenomeno urbanistico-architettonico che negli anni '40 interessò la Sicilia e che portò alla costruzione di numerosi borghi rurali. La diffusione sul territorio di un così ricco patrimonio, ancora oggi poco indagato, fu reso possibile dalla decisa volontà politica legata alla colonizzazione del latifondo definita dalla retorica fascista *"Assalto al Latifondo"*. Il nostro interesse verso questo tema deriva dalla consapevolezza dell'unicità dell'intervento determinata da diversi fattori e si pone quale obiettivo principale la comprensione dei fenomeni culturali che hanno contribuito alla nascita dei complessi architettonici e delle vicende che ne hanno decretato l'abbandono. L'analisi territoriale e architettonica condotta si è avvalsa di un'applicazione sperimentale attraverso la tecnologia del GIS sempre più utilizzata negli ultimi anni in contesti multidisciplinari e destinata ad ulteriori sviluppi. Gli strumenti forniti hanno consentito la realizzazione di efficaci analisi spaziali e distributive in riferimento al tema trattato e agli obiettivi perseguiti.

1. L'ASSALTO AL LATIFONDO: una sintesi degli eventi

L'intervento fascista nelle campagne fu guidato da una concezione urbanistica che inneggiava la ruralizzazione del popolo italiano e proclamava la lotta all'urbanesimo contrapponendo alla città la sana vita dei campi. La questione siciliana fu affrontata attraverso l'*Assalto al Latifondo*, una manovra politica attuata in due fasi: la *Bonifica Integrale* negli anni Trenta e la *Colonizzazione del Latifondo* degli anni Quaranta. Negli anni Cinquanta venne realizzata una terza fase impostata sull'esempio delle prime due e identificata come *Riforma Agraria*. Risultato delle tre fasi fu un consistente patrimonio architettonico presente ancora su tutta l'isola e contraddistinto dal carattere di unicità su vari fronti:

- lo Stato è il maggiore finanziatore dei progetti, i privati intervengono esclusivamente nella gestione e manutenzione della proprietà;
- le peculiarità architettoniche, che vedono la presenza di un linguaggio tipico dell'architettura fascista consolidato, unito al gusto e all'uso di materiali della tradizione siciliana;
- lo sviluppo sociale delle aree depresse tramite la ridistribuzione dei latifondi e le aree di bonifica;

Le prime costruzioni, da considerarsi contemporanee alle prime opere di bonifica, offrivano alloggio agli operai, divennero villaggi rurali solo a opere concluse. L'intervento di maggiore impatto sul territorio fu

quello degli anni Quaranta realizzato, ad opera dell'*Ente di Colonizzazione del Latifondo Siciliano*, sulla base della legge promulgata nel gennaio del 1940 ma, a tutti gli effetti, già partito nel 1939. In questa fase furono realizzati 15 borghi definiti dalla legge *Centri di Servizio*. I complessi architettonici ospitavano infatti i servizi di base necessari a migliorare la condizione di vita dei contadini residenti nelle case coloniche. Alcuni borghi vennero abbandonati da subito, altri sono tutt'ora abitati. Gli ultimi interventi nelle campagne furono condotti tra gli anni Cinquanta e Sessanta, in riferimento alla Legge Regionale 9/1954, e portarono alla realizzazione di ulteriori borghi aventi funzione sia di servizio che residenziale. I nuovi borghi seguirono le linee generali impostate dall'Ente di Colonizzazione restando però poco coerenti con il linguaggio architettonico utilizzato fino ad allora. (Figura 1)

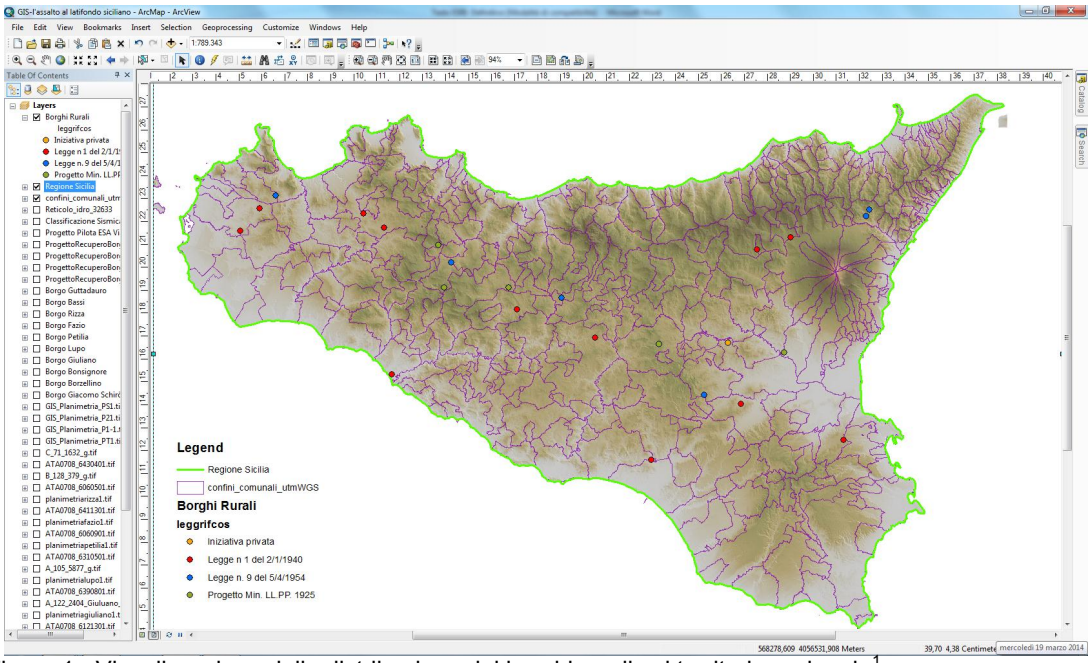


Figura 1 - Visualizzazione della distribuzione dei borghi rurali sul territorio regionale[1]

[1] M. DI PRIMA - E. E. ESPOSITO, *L'assalto al latifondo siciliano: indirizzi di tutela e conservazione dei "borghi rurali" come rete sul territorio*, Torino, Tesi di Laurea, Rel. M. G. Vinardi, F. Rinaudo, Facoltà di Architettura II, Politecnico di Torino, a.a. 2012-2013

2. Il GIS come "Progetto di Valorizzazione"

Al fine di conservare e tutelare il complesso di beni oggetto di studio si ritiene fondamentale una corretta comprensione degli stessi. La conoscenza è condizione necessaria alla previsione di interventi per il recupero dei luoghi e la conservazione della memoria storica.

A tal proposito lo studio si è concentrato sulla realizzazione di un **progetto di condivisione** attraverso la tecnologia del Geografic Information System, al fine di creare uno strumento volto alla diffusione della conoscenza di questo vasto e importante patrimonio storico-architettonico. Ne deriva che l'applicazione GIS è essa stessa un **piano di valorizzazione** poiché diventa il luogo di incontro tra le diverse discipline interessate allo stesso tema.
Le analisi che si possono effettuare attraverso un sistema GIS possono fornire risposte ad alcuni tipi di ricerca e/o studi non sempre raggiungibili senza il supporto di un'applicazione di gestione e strutturazione dei dati. Condizione necessaria affinché questo avvenga è che la struttura sia adeguatamente progettata attraverso la costruzione di uno schema concettuale e poi logico dell'intero sistema.
Prima ancora di procedere alla progettazione dell'archivio dei dati è essenziale porre gli obiettivi da conseguire attraverso l'indagine e la rappresentazione.

A questi obiettivi sono legati una serie di aspetti fondamentali dal quale derivano direttamente:

- creare un archivio dati relativi all'intero intervento dell' Assalto al Latifondo;
- permettere la visualizzazione immediata e generale della distribuzione dei borghi rurali come rete sul territorio regionale;
- rendere tale archivio fruibile da tutti e soprattutto permetterne l'integrazione con ulteriori dati, quali ad esempio successivi studi nel campo della cartografia regionale, oppure in ambito conservativo per il monitoraggio dello stato dei borghi;
- fornire una base di partenza per ulteriori programmi di valorizzazione che interessino non solo i borghi ma anche le aree circostanti.

Prima di procedere alla realizzazione fisica del progetto in ambiente GIS, è stato necessario fare un'attenta e puntigliosa raccolta dei dati che costituiscono la base dell'intero sistema. È stata quindi creata la struttura di tale archivio, definendo in modo univoco le relazioni intercorrenti tra i dati.
A seguito della raccolta e scrematura dei dati, organizzati e strutturati all'interno del database, la fase iniziale della realizzazione ha visto la costruzione del modello Entità – Relazioni con le relative interazioni. La prima entità inserita riguarda la Regione Sicilia, necessaria alla contestualizzazione territoriale dell'universo del discorso. L'entità Borghi Rurali, contenuta al suo interno, ci permette di collocare sul territorio i borghi rilevati dando un indicazione grafica dell'anno di costruzione.
La scelta di approfondire i siti realizzati negli anni Quaranta ha determinato la creazione di altre 13 entità che identificano i borghi riconosciuti sul territorio, in queste sono raccolti tutti i dati relativi le consistenze e lo stato di conservazione dei luoghi.
L'applicazione si è avvalsa di una base cartografica costituita dal Modello Digitale di Elevazione della Regione Sicilia[2], georeferenziata secondo il Sistema di Riferimento UTM WGS84, e dalla Carta Tecnica

[2]Rielaborata a cura del Centro Regionale per l'Inventario, La Catalogazione, la Documentazione dei Beni Culturali della Regione Sicilia.

Supplemento al n° 2-2014 di GEOmedia - ISSN 1128-8132

Regionale[3] 1:10.000 in formato TIFF georiferita secondo il sistema Gauss-Boaga. Nel caso di quest'ultima è stato necessario georeferenziarla in WGS84 attraverso l'allineamento di punti in comune con il modello di base. Alla base tecnica è stata sovrapposta la componente storica realizzata, in questo caso, dal repertorio aerofotografico del Volo ERAS[4] risalente al 1955, ove è possibile visualizzare lo stato dei borghi rurali a pochi anni dalla loro costruzione. (Figura 2)

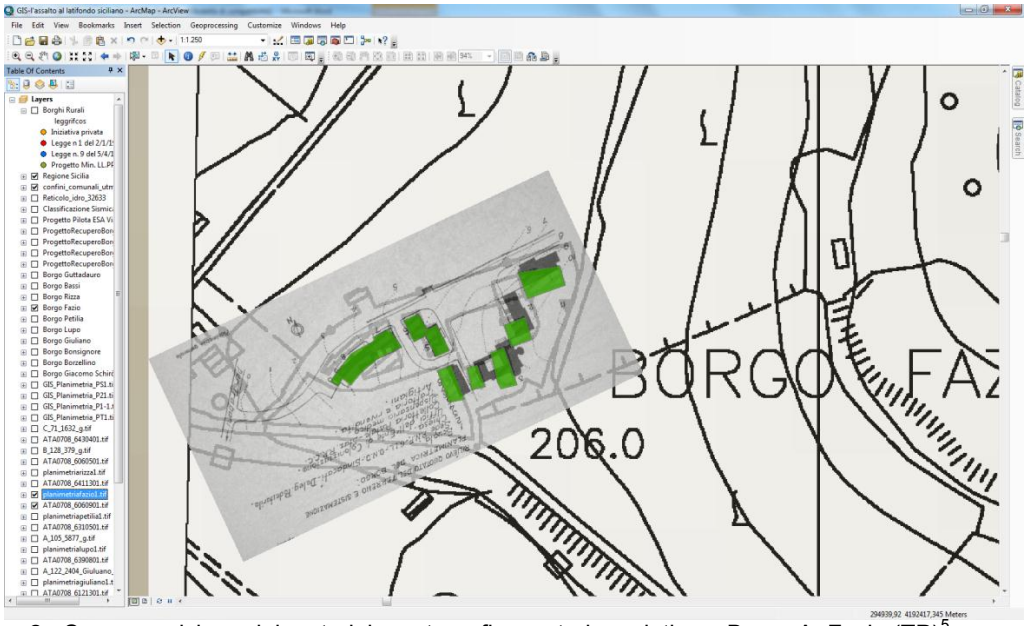


Figura 2 - Sovrapposizione del materiale cartografico e storico relativo a Borgo A. Fazio (TP)[5]

Questo procedimento permette di mettere in evidenza la presenza di strutture, ora non più esistenti o in parte ridotte a rudere, e di confrontare le consistenze con la documentazione storica[6] allegata al database di supporto all'applicazione GIS.
Per portare il nostro lavoro da una scala territoriale a una scala architettonica si è resa necessaria l'analisi del costruito affrontata in GIS attraverso la sovrapposizione delle planimetrie storiche di progetto alla CTR, in questa fase è stato possibile verificare la corrispondenza tra l'idea originale e quanto effettivamente realizzato o pervenuto.
L'applicazione ci ha permesso di mettere in relazione i borghi con le caratteristiche strutturali, architettoniche e compositive pensate da Nallo Mazzocchi Alemanni[7] e teorizzate da Edoardo

[3] www.sitr.regione.sicilia.it
[4] Materiale fornito dal CRICD
[5] M. DI PRIMA - E. E. ESPOSITO, *L'assalto al latifondo siciliano*, cit.
[6] Documentazione conservata presso l'archivio storico dell'Ente di Sviluppo Agricolo a Prizzi
[7] Direttore dell'Ente di Colonizzazione del Latifondo incaricato, negli anni Quaranta, di provvedere all'edificazione dei Centri di Servizio così come identificati dalla L. di Colonizzazione del Latifondo

Caracciolo[8], progettista di uno dei borghi. Attraverso le interrogazioni si è potuto comprendere quali sono le caratteristiche comuni ai borghi, per esempio l'uso del portico, la presenza del serbatoio dell'acqua nella chiesa piuttosto che nell'arco, la distinzione in borghi a pianta aperta o chiusa ecc.
Oltre alla creazione dell'archivio alfanumerico è stato possibile associare ai dati una serie di documenti di varia natura relativi ad ogni borgo. La raccolta di questi, organizzata in un ipertesto di facile consultazione, si compone dei progetti originari dei complessi architettonici, dei documenti storici quali ad esempio inventari, lettere di concessione, corrispondenza varia, la documentazione fotografica storica, parte della quale è costituita dal materiale custodito nel Fondo Eugenio Bronzetti[9] definito il fotografo del Regime in quanto incaricato di documentare attraverso la sua opera l'intervento, e la documentazione fotografica attuale.
Il confronto tra la documentazione fotografica storica e quella attuale ha permesso di effettuare un'analisi precisa sulle consistenze e inoltre ha consentito il costante monitoraggio dello stato di conservazione delle strutture.
Per raggiungere l'obiettivo di fornire delle linee guida per la tutela di questi complessi, si è deciso di inserire i piani di valorizzazione in atto e gli studi in corso: il progetto pilota dell' Ente di Sviluppo Agricolo, che si pone quale progetto di riqualificazione dei borghi rimasti nelle sue disponibilità e riuniti in un itinerario lungo 200 km attraverso l'entroterra; l'ipertesto che raccoglie tutto il materiale di studio articolato in fonti bibliografiche, documentazione storica, testi ecc; l'ipotesi di recupero sviluppata in ambito di tesi di laurea; gli studi condotti, seppur con finalità diverse, dall'Associazione Vacuamoenia. (Figura 3)

Siciliano del 1940.
[8] Nel 1940 l'Istituto Nazionale di Cultura Fascista promosse una serie di lezioni volte a contribuire all'opera divulgativa del Governo. Gli interventi, svolti in un arco di tempo che andava da gennaio a giugno, riunivano, in qualità di oratori, importanti studiosi e tecnici tra cui L. Epifanio e E. Caracciolo, due degli architetti che intervennero nella progettazione e realizzazione dei centri di servizio.
Le lezioni furono poi raccolte, nel 1942, in un unico testo al quale contribuì anche il direttore dell'Ente di colonizzazione.
[9] Archivio fotografico dedicato al Fotografo del Fascismo. Eugenio Bronzetti nasce nel 1906 e muore nel 1997, il Regime gli commissiona il servizio di documentazione fotografica dell'assalto al latifondo. Il Fondo raccoglie il patrimonio documentario della sua opera composto da 85.000 pezzi fra negativi e lastre in vetro raccolto oggi a Palermo presso la Fototeca Regionale del Centro per l'Inventario e la Catalogazione.

Supplemento al n° 2-2014 di GEOmedia - ISSN 1128-8132

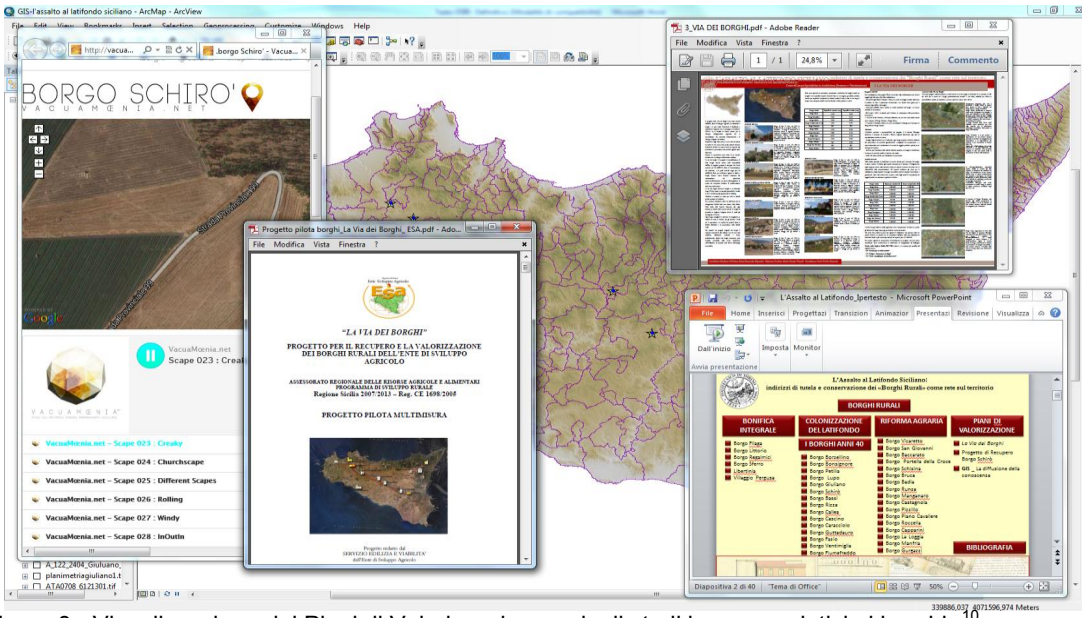


Figura 3 - Visualizzazione dei Piani di Valorizzazione e degli studi in corso relativi ai borghi. [10]

3. Conclusioni

Il" viaggio" da noi condotto attraverso il patrimonio rurale dell' *Assalto al Latifondo* ci ha permesso di indagare le vicende che hanno interessato la Sicilia nel Ventennio Fascista e che hanno portato alla nascita del fenomeno dei borghi rurali.
Malgrado tutte le difficoltà che hanno attraversato, essi stessi rimangono oggi testimonianza tangibile del quadro storico, culturale e sociale della Sicilia dell'epoca.
Riteniamo che, per quanto mosso da discutibili intenti celati sotto un' efficace propaganda studiata a tavolino, la ruralizzazione dell'entroterra siciliano avrebbe potuto portare un forte incremento della produttività e di conseguenza un miglioramento delle condizioni di vita della classe contadina.
Il fallimento del manifesto può essere imputato a numerosi fattori. Tra questi, a nostro parere, il più rilevante è attribuibile all' idea generatrice di poter realizzare un sì vasto programma in un così breve periodo.
Detto questo, il patrimonio giunto a noi va salvaguardato come memoria storica e come risorsa per l'uso integrato del territorio rurale e urbano.
Per far si che questo avvenga occorre in primis diffonderne la conoscenza attraverso vari canali, incentivarne lo studio e programmarne il recupero ragionato.
Attualmente l'unico piano di valorizzazione, di cui siamo a conoscenza, rimane nell'immobilità burocratica e nella precarietà economica.
Accertato che il recupero dei borghi rurali è non solo auspicabile ma anche possibile, rimane verosimile ipotizzare che, se si continua a procrastinare nell'attuale inattività, il rischio in cui si incorre è quello di

[10] M. DI PRIMA - E. E. ESPOSITO, *L'assalto al latifondo siciliano*, cit.

affidare la memoria dei luoghi a falsi storici derivati dalla ricostruzione in toto di questi siti.

Il lavoro presentato in questa sede è riportato a titolo esplicativo del metodo adottato per la raccolta, catalogazione e comunicazione dei dati. Non si pone certamente come completo ed esaustivo della tematica affrontata ma si configura come base per una iniziale diffusione della conoscenza, o quanto meno di una parte, dell'immenso patrimonio lasciato sull'Isola dalle vicende legate al Latifondo.
Al fine di rendere l'esperienza completa ed efficace, è necessaria l'integrazione dei dati relativi il complesso sistema dei borghi rurali in tutte le sue sfumature.

Ambito del lavoro

Oggetto della tesi di laurea magistrale in Architettura (Restauro e Valorizzazione) dal titolo "L'assalto al latifondo siciliano: indirizzi di tutela e conservazione dei "borghi rurali" come rete sul territorio".

Software impiegati
ArcGIS Desktop 10 di ESRI

Stato di avanzamento del lavoro
Completato

Riferimenti autori
Marilena Di Prima
marilena.diprima@libero.it
320.2175695

Enza Emanuela Esposito
emanuela.ee@libero.it
328.0032650

Laureate presso Politecnico di Torino- Facoltà di Architettura II

Bibliografia

N.MAZZOCCHI ALEMANNI, *La Redenzione del Latifondo Siciliano. Opere e problemi*, Edizioni de "L'Ora", Palermo, 1942

MINISTERO DELL'AGRICOLTURA E DELLE FORESTE, *Le leggi di Riforma Fondiaria*, Roma 1953

A.K. KONWLES, Past time, past place. Gis for history,ESRI,Redlans (Ca),2002

S.SETTIS, Italia SPA. L'assalto al patrimonio culturale, Einaudi, Torino, 2002

L. DUFOUR, Nel segno del Littorio. Città e campagne siciliane nel ventennio, Lussografica, Caltanissetta, 2005

T. BASIRICO', Architettura e tecnica dei borghi rurali della Sicilia Occidentale, Edizioni Fotograf, Palermo, 2009

ENTE DI SVILUPPO AGRICOLO, *Progetto di riqualificazione dei borghi rurali dell'ente di sviluppo agricolo*, pubblicazione a cura del Servizio Edilizia e Viabilità, Palermo, dicembre 2009

V. SAPIENZA, La colonizzazione del latifondo siciliano: esiti e possibili sviluppi, Lussografica, Caltanissetta, 2010

Supplemento al n° 2-2014 di GEOmedia - ISSN 1128-8132

M.PANZERI, *Dispense di informatica per i beni culturali*, Politecnico di Torino-Facoltà di Architettura II, a.a. 2012/2011

M. DI PRIMA - E. E. ESPOSITO, *L'assalto al latifondo siciliano: indirizzi di tutela e conservazione dei "borghi rurali" come rete sul territorio*, Torino, Tesi di Laurea, Rel. M. G. Vinardi, F. Rinaudo, Facoltà di Architettura II, Politecnico di Torino, a.a. 2012-2013

Sitografia

www.stanford.edu(gennaio 2013)

www.entesviluppoagricolo.it(febbraio 2013)

http://pti.regione.sicilia.it(maggio2013)

www.cricd.it(maggio2013)

www.esri.it(giugno 2013)

www.sitr.regione.sicilia.it/geoportale(giugno 2013)

www.vacuamoenia.net (gennaio 2014)

Le trasformazioni del paesaggio nel tempo, il caso studio dei Pantani della Sicilia sud-orientale

AUTORI

Piergiorgio Cameriere - Consulente esperto GIS, Dipartimento di Agraria dell'Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria - pcameriere@gmail.com
Giovanni Spampinato - Professore associato BIO/03 - Botanica ambientale e applicata, Dipartimento di Agraria dell'Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria - spampinato@unirc.it
Anna Gugliemo - Professore ordinario BIO/03 - Botanica ambientale e applicata, Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali dell'Università degli Studi di Catania - a.guglielmo@unict.it

Parole chiave: analisi diacronica; cambiamenti del paesaggio; GIS

ABSTRACT

Nell'ambito del Progetto SIMBIOTIC, realizzato nel quadro del Programma di Cooperazione Transfrontaliera Italia-Malta 2007-2013, è stato condotto uno studio diacronico del paesaggio al fine di analizzare le trasformazioni avvenute nell'area dei pantani costieri delle Sicilia sud-orientale. Il Progetto SIMBIOTIC ha tra i suoi obbiettivi l'incremento della connettività ecologica tra l'isola di Gozo e la Sicilia sud-orientale, il miglioramento gestionale delle aree protette presenti, l'approfondimento e la divulgazione delle conoscenze sul patrimonio naturalistico. Lo studio diacronico, che ha analizzato le trasformazioni del paesaggio avvenute negli ultimi 150 anni, ha messo in evidenza un costante aumento della frammentazione dovuta all'intensificazione e specializzazione dell'attività agricola e all'urbanizzazione della fascia costiera. Per le aree umide costiere non si riscontrano consistenti riduzioni di superficie, mentre risulta alterata la loro funzionalità in termini naturalistici a causa delle notevole mutamento della matrice ambientale in cui essi si trovano ora inseriti.

1. Introduzione

Nel corso dell'ultimo secolo il nostro pianeta è stato interessato da una intensificazione dei processi di antropizzazione del territorio finalizzati allo sfruttamento delle risorse naturali; processi che hanno determinato profonde modificazioni nel paesaggio. La tendenza generale è una riduzione delle superfici occupate dagli habitat a maggiore naturalità e un aumento delle superfici destinate ad attività agricole, aree urbanizzate e infrastrutture. Contemporaneamente a questi cambiamenti si è avuta una frammentazione delle unità di uso del suolo. Tutto ciò ha inciso negativamente sulla connettività ecologica e sul valore paesaggistico del territorio. In particolare va evidenziato come i cambiamenti nell'uso del suolo e i processi di frammentazione compromettono la funzionalità ecologica degli habitat naturali con conseguenti alterazioni nella loro composizione in specie (Wilcove et al. 1986). I processi di frammentazione degli ambienti naturali sono considerati tra le principali cause di perdita della biodiversità (Henle et al., 2004). Essi hanno inciso soprattutto sulle fasce costiere, laddove maggiore è stata l'antropizzazione del territorio. Qui gli ambienti che hanno subito le trasformazioni più radicali sono quelli umidi e quelli dunali: i primi interessati dalle attività di bonifica a fini soprattutto agricoli, i secondi fortemente impattati dalla realizzazione di infrastrutture turistiche e di seconde case.

Supplemento al n° 2-2014 di GEOmedia - ISSN 1128-8132

Le trasformazioni del paesaggio nel tempo possono essere evidenziate attraverso il confronto diacronico dell'uso del suolo, mettendo a confronto in ambiente GIS documentazioni storiche di tipo cartografico e aereo-fotografico che rappresentano il territorio (Bender et al. 2005; Cousins, 2001; Oldfield et al. 2000). L'analisi diacronica permette di comprendere i processi di trasformazione degli usi agricoli e forestali dei suoli e consente di valutare lo stato di conservazione del paesaggio in base alla coerenza tra l'attuale copertura del suolo e la vegetazione naturale potenziale del territorio. Permette inoltre di metterne in evidenza le tipologie e l'ubicazione delle trasformazioni ambientali e socio-economiche.
Le informazioni rese disponibili dall'analisi diacronica consentono non solo di interpretare l'attuale assetto paesaggistico, ma anche di comprenderne la dinamica in atto e ipotizzare le trasformazioni future del paesaggio, un aspetto fondamentale per individuare prospettive di salvaguardia della biodiversità e per programmare interventi di tutela e gestione delle risorse naturali.
In questa ottica il progetto SIMBIOTIC si è posto tra i suoi diversi obbiettivi l' analisi diacronica del paesaggio circostante i Pantani della Sicilia sud-orientale, attraverso la realizzazione e successivo confronto di mappe tematiche in ambiente GIS per un arco temporale di circa un secolo e mezzo. Tra le finalità di questa analisi vi è anche quella di definire le connessioni paesaggistiche ed ambientali per l'individuazione di una rete ecologica nel territorio.
Le informazioni ottenute dall'analisi diacronica del paesaggio costituiscono inoltre un essenziale supporto come linee guida per i decisori locali al fine di migliorare le politiche di gestione dell'ambiente e del paesaggio.

Figura 1 - L'estremo sud-orientale della Sicilia in un'antica carta del 1799. Sono rappresentate le aree palustri costiere; non è ancora presente il centro abitato di Pachino, mentre il toponimo di Pachina identificava l'area dell'attuale Capo Passero.

2. Materiali e metodi

Al fine di comprendere le trasformazioni avvenute nell'area dei pantani costieri della Sicilia sud-orientale è stato svolto un confronto tra le carte di uso del suolo realizzate a partire da documenti disponibili: foto aeree, ortofoto, carte topografiche, ecc. Si sono confrontati in ambiente GIS tematismi dell'uso del suolo secondo Land Cover CORINE, elaborati su base dati geografica quali ortofoto 2008 e 1998, foto aeree 1966, carte IGMI 1928, 1897, 1868 per un'area totale pari a 14341 Ha. Questo sistema di classificazione dell'uso del suolo (Anon. 1992), ormai accettato come standard internazionale, grazie alla sua struttura gerarchica consente facilmente di eseguire un confronto diacronico partendo da fonti con diverso dettaglio e scala di rappresentazione.

Per le foto aeree e le carte IGMI si è resa necessaria la georeferenziazione delle stesse nel sistema di proiezione adottato: WGS 84 UTM fuso 33 N.
Le elaborazioni ottenute dall'interpretazione di differenti basi informative geografiche hanno permesso di realizzare altrettante carte dell'uso del suolo in accordo con il sistema Land Cover CORINE e di evidenziare le trasformazioni che hanno interessato la fascia costiera della Sicilia sud-orientale negli ultimi 150 anni (Figura 2, 3).

3. Risultati

Nella Tabella 1 è riportato il confronto dell'uso del suolo Land Cover CORINE tra i vari anni presi in considerazione.

Uso del Suolo Land cover CORINE	2008	1998		1966		1928		1897		1868	
1 Aree urbane	**8,2%**		**7,0%**		**2,7%**		**1,6%**		**1,0%**		**1,2%**
1.1. Zone urbanizzate di tipo residenziale						1.1.	0,6%	1.1.	0,5%	1.1.	0,3%
1.1.1. Zone residenziali a tessuto continuo	2,8%	1.1.1.	2,6%	1.1.1.	1,0%						
1.1.2. Zone residenziali a tessuto discontinuo e rac	3,0%	1.1.2.	2,3%	1.1.2.	0,1%						
1.2.1. Aree industriali, commerciali e dei servizi pu	0,7%	1.2.1.	0,4%	1.2.1.	0,3%						
1.2.2. Reti stradali, ferroviaree e infrastrutture tecn	1,4%	1.2.2.	1,4%	1.2.2.	1,2%	1.2.2.	1,0%	1.2.2.	0,6%	1.2.2.	0,9%
1.2.3. Aree portuali	0,1%	1.2.3.	0,1%	1.2.3.	0,03%						
1.3.1. Aree estrattive	0,1%	1.3.1.	0,2%	1.3.1.	0,03%						
1.4.1. Aree verdi urbane	0,01%	1.4.1.	0,01%								
1.4.2. Aree ricreative e sportive	0,005%	1.4.2.	0,005%								
2 Aree agricole	**68,8%**		**74,3%**		**87,4%**		**85,8%**		**75,7%**		**81,9%**
2.1.1. Seminativi in aree non irrigue		2.1.1.	33,7%	2.1.1.	46,8%	2.1.1.	16,2%	2.1.1.	28,0%		81,9%
2.1.1.2. Colture erbacee estensive	28,1%										
2.1.2. Seminativi in aree irrigue		2.1.2.	10,4%	2.1.2.	0,6%						
2.1.2.1. Seminativi irrigui in piena terra	9,4%										
2.1.2.2. Seminativi irrigui in ambiente protetto	10,5%	2.1.2.2.	6,7%	2.1.2.2.	0,02%						
2.2.1. Vigneti	5,8%	2.2.1.	2,1%	2.2.1.	0,2%	2.2.1.	34,2%	2.2.1.	18,7%		
2.2.2. Frutteti e frutti minori		2.2.2.	3,5%	2.2.2.							
2.2.2.1. Agrumeti	2,8%				1,3%						
2.2.2.2. Mandorleti	0,7%										
2.2.3. Oliveti	0,7%	2.2.3.	0,3%	2.2.3.	0,6%	2.2.3.	1,0%	2.2.3.	0,1%		
2.4. Zone agricole eterogenee						2.4.	34,3%	2.4.	28,9%		
2.4.1. Colture temporanee associate a colture perr	3,1%	2.4.1.	4,2%	2.4.1.	10,5%						
2.4.2. Sistemi colturali e particellari complessi	7,5%	2.4.2.	13,4%	2.4.2.	27,4%						
2.4.3. Aree agricole con presenza di spazi naturali	0,04%	2.4.3.	0,02%								
3 Aree con vegetazioone naturale e seminatura	**18,3%**		**13,9%**		**6,0%**		**7,2%**		**16,8%**		**9,9%**
3.1.1.1. Boschi di latifoglie	0,03%	3.1.1.	0,02%								
3.1.1.7. Boschi e piantagioni a prevalenza di latifo	0,5%	3.1.1.7.	0,5%	3.1.1.7.	0,4%						7,4%
3.1.2.1. Boschi a prevalenza di pini mediterranei	0,01%										
3.2.1. Aree a pascolo naturale e praterie	11,4%	3.2.1.	8,9%	3.2.1.	3,5%	3.2.1.	0,5%	3.2.1.	1,0%		
3.2.3. Aree a vegetazione sclerofilla	5,5%	3.2.3.	3,6%	3.2.3.	0,9%	3.2.3.	4,6%	3.2.3.	11,6%		
3.3.1. Spiagge, dune e sabbie	0,6%	3.3.1.	0,6%	3.3.1.	0,8%	3.3.1.	1,8%	3.3.1.	4,0%	3.3.1.	2,1%
3.3.2. Rocce nude, falesie, rupi, affioramenti	0,3%	3.3.2.	0,3%	3.3.2.	0,4%	3.3.2.	0,4%	3.3.2.	0,3%	3.3.2.	0,4%
4 Aree con vegetazione palustre e lagune	**4,6%**		**4,8%**		**4,0%**		**5,3%**		**6,5%**		**7,1%**
4.1.1.2. Canneti	0,6%	4.1.1.2.	0,5%	4.1.1.2.	0,1%						
4.1.1.3. Vegetazione palustre arborea	0,01%										
4.2.1. Paludi salmastre	2,1%	4.2.1.	2,7%	4.2.1.	2,3%	4.2.1.	3,6%	4.2.1.	5,2%	4.2.1.	6,7%
4.2.2. Saline						4.2.2.	0,2%				
5.1.2. Bacini d'acqua	1,9%	5.1.2.	1,6%	5.1.2.	1,6%	5.1.2.	1,6%	5.1.2.	1,3%	5.1.2.	0,4%

Tabella 1 - Analisi diacronica dell'uso del suolo dalla situazione attuale al 1868

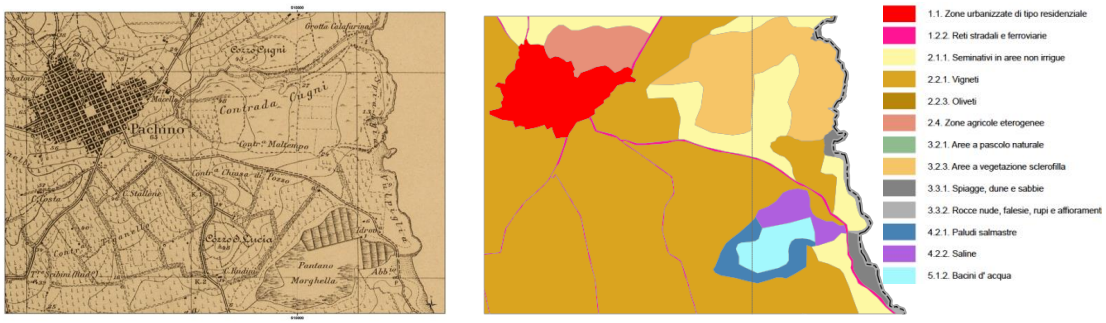


Figura 2 - Dettaglio della tavoletta IGMI "277IIISE Pachino" del 1928 (scala 1:25.000) presso l'omonimo centro abitato con la relativa carta di uso del suolo. Si osserva la notevole estensione dei vigneti nelle aree circostanti il centro urbano e il pantano Morghella in parte occupato da una salina oltre che da vegetazione palustre e dalla laguna.

3.1 Uso del suolo nel 2008

L'uso del suolo prevalente nella situazione attuale (Tabella 1, Figura 3) è rappresentato dalle colture erbacee estensive (4034,3 Ha, 28,1%), seguite da seminativi irrigui in ambiente protetto, le serre (1510 Ha, 10,5%) e seminativi irrigui in piena terra (1349,1 Ha, 9,4%). In totale, la superficie occupata dall'intero comparto agricolo risulta pari a 9868,5 Ha (68,8%), a testimoniare la notevole pressione antropica a cui l'intero territorio è sottoposto. Tra le colture legnose i vigneti, come vuole la tradizione agricola locale, sono i più diffusi.
Per quanto riguarda le aree naturali e seminaturali, sono quasi assenti le formazioni forestali (0,03%), mentre le formazioni a sclerofille si estendono per un totale di 786,8 Ha (5,5%). In totale le aree naturali e seminaturali, escluse le aree umide, occupano in totale 2495 Ha (17,4%).
Gli habitat legati agli ambienti umidi, che costituiscono la peculiarità naturalistica di questo territorio, sono rappresentati dalle paludi salmastre, dalla vegetazione palustre arborea a *Tamarix* e dai canneti ad *Arundo* e *Phragmites* e si estendono per un totale di 387,2 Ha (2,7%) mentre i relativi bacini d'acqua si estendono per complessivi 277,7 Ha (1,9%).

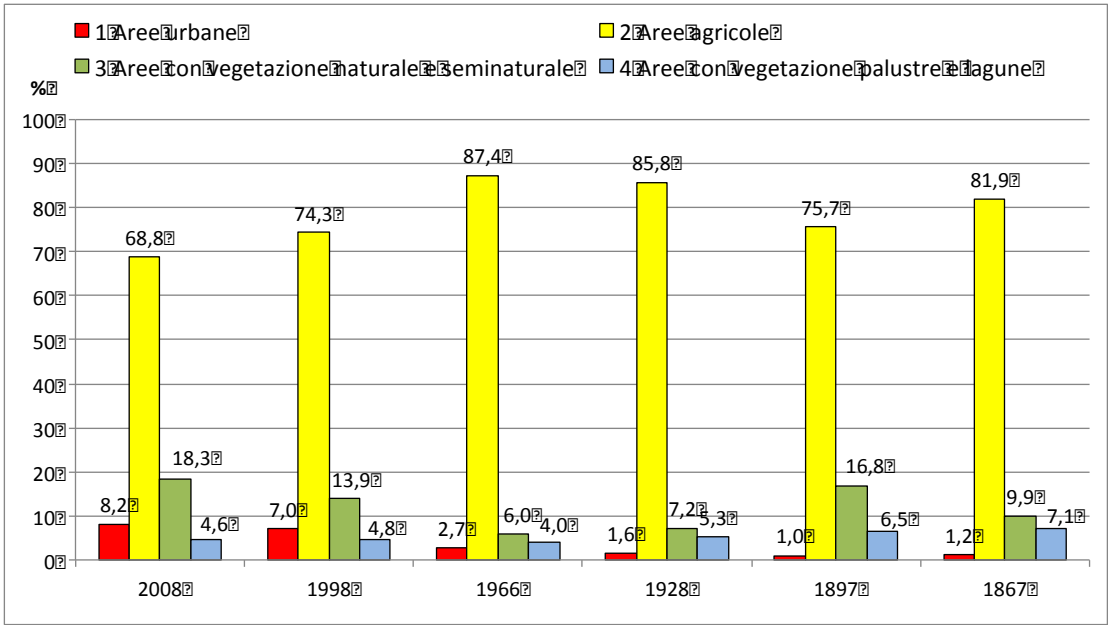
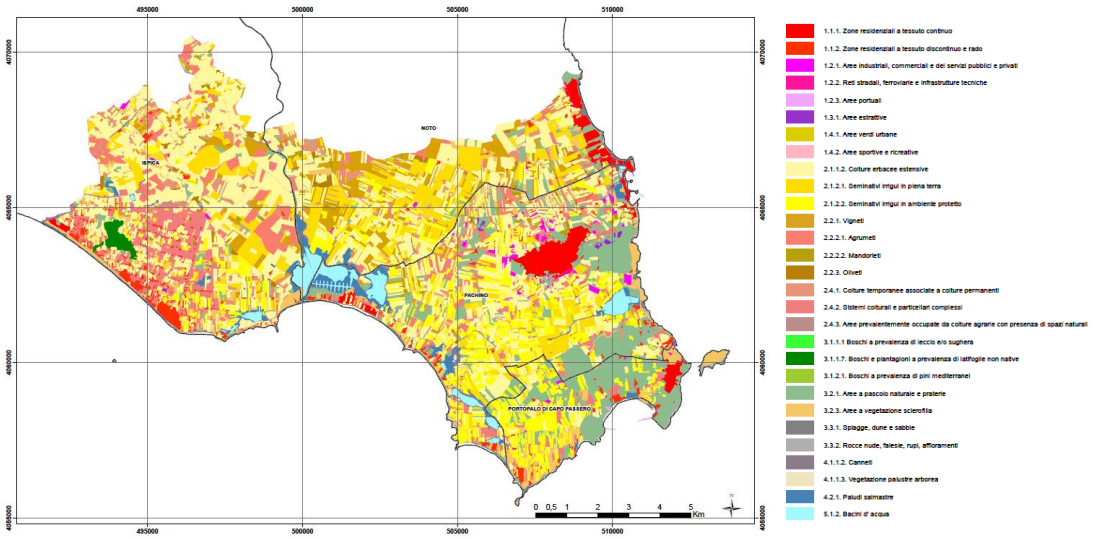


Figura 3 - Cambiamenti nell'uso del suolo dal 1868 al 2008 utilizzando il livello 1 del sistema Land Cover CORINE.

3.2 Uso del suolo nel 1998

La tipologia più diffusa nell'area all'epoca considerata (Tab. 1), restano i seminativi in aree non irrigue (4836,7 Ha, 33,7 %) ed i sistemi colturali e particellari complessi (1919,9 Ha, 13,4%). In generale, la superficie occupata dal comparto agricolo risulta pari a 10656,5 Ha (74,3%). Anche in questo caso notevole è la pressione antropica a cui l'intera area è sottoposta; inoltre, la superficie agricola utilizzata risulta significativamente maggiore (5,5%) rispetto al 2008, anche se meno specializzata. Le colture intensive in piena terra ed in ambiente protetto infatti, misurano in totale 2453,3 Ha (17,1%) rispetto a 2859,1 Ha (19,9%) del 2008 con un sensibile incremento delle colture in serra pari al 3,8%.
Per quanto riguarda le aree naturali e seminaturali, oltre ad essere quasi assenti le formazioni forestali, quelle a vegetazione sclerofilla si estendono per un totale di 518,7 Ha (3,6%). In totale le formazioni naturali e seminaturali, escludendo le aree umide, sono pari a 1868,3 Ha (13%).
Per gli habitat legati alle aree umide, tenuto conto della minore informazione estrapolabile dal dato geografico di base, attraverso la fotointerpretazione non è stato possibile distinguere i canneti dalle paludi salmastre, che complessivamente occupano una superficie totale pari a 462 Ha (3,2%), mentre i relativi bacini d'acqua occupano 223,3 Ha (1,7%), valori sostanzialmente molto vicini a quelli rilevati nel 2008.



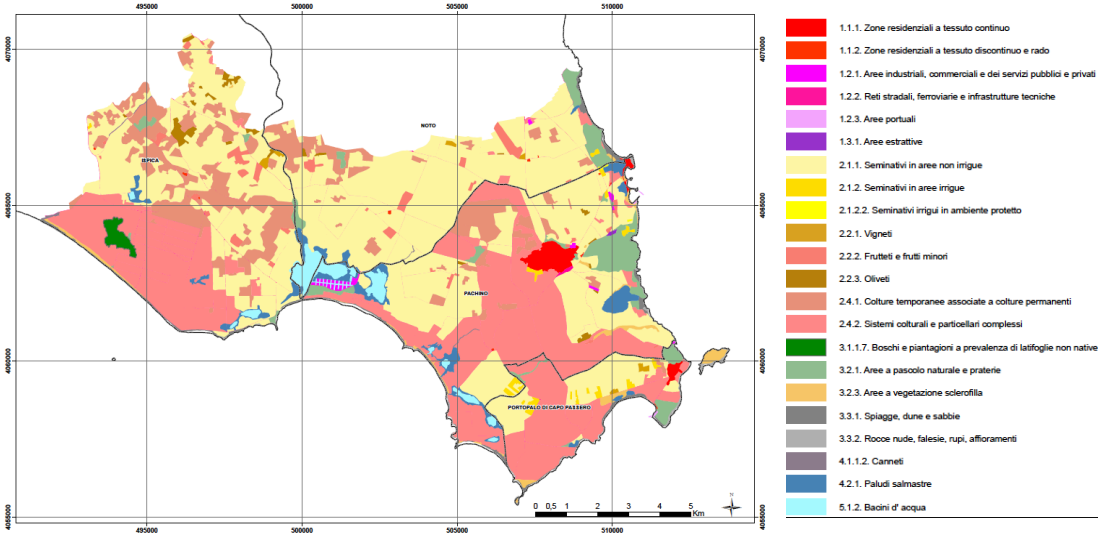


Figura 4 - Carta dell'uso del suolo Land Cover CORINE nel 2008 (in alto) e nel 1966 (in basso). Si noti la notevole frammentazione che ha interessato il territorio e lo sviluppo delle aree urbane (poligoni rossi) nella fascia strettamente costiera.

3.3 Uso del suolo nel 1966

Rispetto agli anni precedenti si apprezzano significativi cambiamenti nell'uso del suolo (Tab. 1, Figura 4). Preliminarmente si può notare come il numero dei poligoni tracciati per la fotointerpretazione sia nettamente inferiore al precedente, 465 nel 1966 contro 2239 del 1998, indice della maggiore uniformità del territorio.
Per quanto riguarda il comparto agricolo, nonostante una superficie complessiva maggiore con 12516 Ha (87,4%) rispetto al 1998 (10656,5 Ha, 74,3%), si rileva macroscopicamente una minore specializzazione delle colture. Infatti, nell'epoca precedentemente analizzata le aree utilizzate a seminativi in aree irrigue e soprattutto a seminativi irrigui in ambiente protetto ammontavano in totale a 2453,3 Ha (17,1%), nel 1966 ammontavano a soli 84,5 Ha (0,62%). Di contro, le pratiche agricole di tipo estensivo, le più diffuse per l'epoca considerata, come i seminativi non irrigui che nel 1966 ammontano a 6699,6 Ha (46,8%), nel 1988 sono pari a 4836,7 Ha (33,7%) subendo quindi una diminuzione in termini di superficie del 13,1%. Per ciò che concerne le aree naturali e seminaturali, nel confronto tra 1998 ed il 1966, contrariamente a quanto si possa ipotizzare, esse risultano inferiori con 690,4 Ha (4,8%) rispetto al 1998 (1868,3 Ha, 13%). Variano, ma non in maniera significativa, le aree umide con 342,9 Ha (2,4%) nel 1966 rispetto a 462 Ha (3,2%) del 1998.

3.4 Uso del suolo nel 1928

Rispetto all'epoca precedentemente presa in esame, il territorio appare ancora più omogeneo e meno frammentato, con un'estensione agricola pari a 12302,1 Ha (85,8%) in cui il vigneto è la coltura decisamente prevalente con 4904,5 Ha (34,2%) (Tabella 1)
Nel complesso le aree naturali e seminaturali con un totale di 717,3 Ha (5%) risultano leggermente superiori all'epoca precedentemente presa in esame, tuttavia in misura non significativa.
Le aree occupate da vegetazione igrofila, con 539,7 Ha (3,8%) sono meglio rappresentate rispetto al 1966 quando erano pari a 342,9 (2,4%), mentre rimangono pressoché invariati i bacini d'acqua.

3.5 Uso del suolo nel 1897

L'analisi della Tabella 1 evidenzia una superficie agricola di 10841,6 Ha (75,7%), inferiore di circa il 10% rispetto al 1928, con prevalenza dei seminativi in aree non irrigue (4005,9 Ha, 28%) e delle zone agricole

eterogenee (4143,1 Ha, 28,9%); i vigneti in quest'epoca risultano meno diffusi rispetto all'epoca precedente con 2681,3 Ha (18,7%), quasi la metà rispetto al 1928.
Analizzando le aree naturali e seminaturali, la vegetazione sclerofilla occupa 1654,4 Ha (11,6%) rispetto ai 652,4 Ha (4,6%) del 1928.
Anche le aree umide appaiono più estese con un totale di 741,4 Ha (5,2%) rispetto ai 517 Ha (3,8%) del 1928.

Supplemento al n° 2-2014 di GEOmedia - ISSN 1128-8132

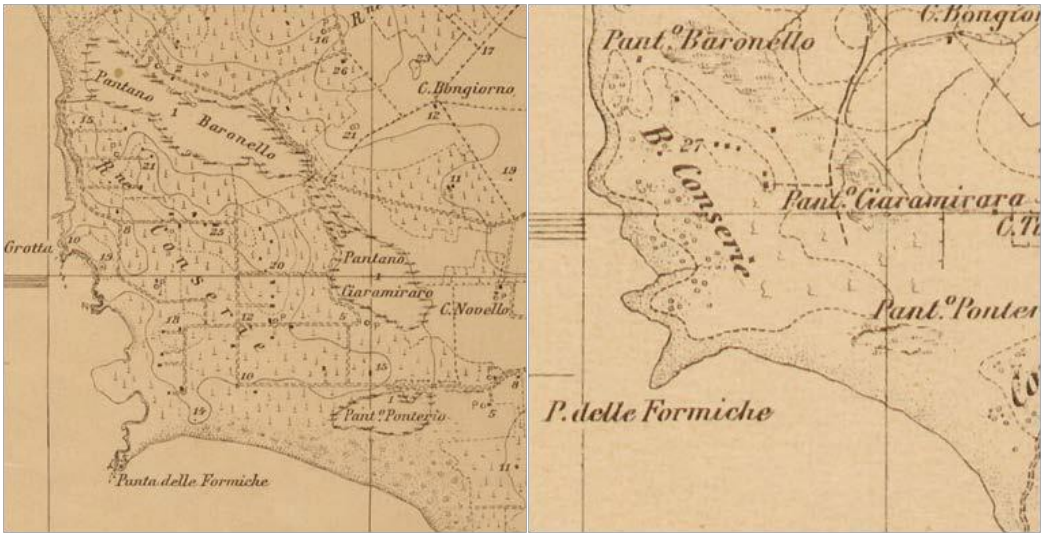


Figura 5 - Confronto tra la cartografia IGMI scala 1:25.000 del 1928 (a sinistra) e del 1897 (a destra).
Si noti la presenza nel 1897 del Bosco Conserie tra il Pantano Ciaramiraro e il mare di cui non resta traccia nella carta del 1928 dopo la messa a coltura dell'area, mentre permangono gli ambienti dunali a sud del Pantano Ponterio. Nel 1928 sono già presenti i canali di comunicazione tra i Pantani Ponterio e Ciaramiraro e tra il Baronello e il mare che hanno consentito di aumentare le superfici destinate all'agricoltura, rappresentate in massima parte da vigneti e secondariamente da seminativi.

3.6 Uso del suolo nel 1868

Una prima considerazione che emerge da questa analisi è relativa al basso numero di poligoni quale indice di notevole uniformità ed integrità del territorio, mentre le informazioni estrapolabili dall'attività di interpretazione cartografica sono risultate più approssimative. Ciò è dovuto al fatto che i cartografi del tempo non utilizzavano ancora la simbologia convenzionale relativa all'articolazione delle tipologie del comparto agricolo, che tuttavia nel suo complesso occupa una superficie di 11730,3 Ha (81,9%). Per quanto riguarda gli aspetti naturali e seminaturali le aree interessate ammontano nel complesso a 1055,4 Ha (7,4%) e le aree umide a 958,5 Ha (6,7%) valore quest'ultimo di poco superiore a quanto rilevato nel 1897.

4. Conclusioni

Il paesaggio dei pantani della Sicilia sud-orientale già a metà del 1800 era caratterizzato da una matrice essenzialmente agricola con importanti estensioni di aree naturali lungo la fascia costieracome le aree palustri e le lagune che occupavano circa l'8% della superficie considerata.
Nel corso del tempo la superficie agricola, dopo un incremento massimo nel 1966, è diminuita riducendosi al 68% odierno, ma contemporaneamente ha subito una forte trasformazione: si sono diffuse le coltivazioni in ambiente protetto che attualmente occupano il 10,5% della superficie e si è avuta una notevole frammentazione delle aree agricole.
L'aumento delle superfici urbane nell'ultimo cinquantennio è dovuto non tanto all'ampliamento dei centri urbani esistenti quanto alla realizzazione di un'estesa zona urbanizzata lungo la fascia strettamente costiera.
Le aree palustri costiere e le lagune, che nell'800 occupavano circa il 7% del territorio, hanno subito una riduzione così che attualmente ne occupano il 4,5%. Altrettanto ridotta è l'estensione delle coste sabbiose,
dal 4% della fine del 1800, allo 0,6% attuale.
La tendenza generale rilevabile dal confronto diacronico delle carte dell'uso del suolo è quella di un costante aumento della frammentazione del paesaggio dovuto all'attività agricola con l'intensificazione

delle pratiche colturali e all'urbanizzazione della fascia costiera. Le aree umide costiere non sembrano aver subito negli ultimi decenni notevoli riduzioni della superficie, mentre ciò che appare decisamente alterata è la loro funzionalità in relazione alla matrice in cui si trovano inserite: un contesto urbano-agricolo con colture altamente specializzate, che influisce negativamente sullo stato di conservazione di tali delicati habitat.
Questa analisi fornisce importanti elementi a supporto dei processi decisionali che riguardano l'area dei Pantani della Sicilia sud-orientale anche in vista di future scelte gestionali finalizzate a garantire la salvaguardia della biodiversità .

Figura 6 - Ortofoto 2008 del Pantano Ponterio. Da notare la matrice ambientale molto frammentata e l'intensa edificazione dela duna che lo separa dal mare a sud. La vegetazione palustre è ristretta ad una sottile fascia che circonda la laguna.

Riferimenti

Anon., 1992. CORINE land cover: a European Community Project presented in the framework of the International Space Year. Proceedings of 1992 European Conference of the International Space Year, Commission of the European Communities, Brussels.

Bender, O., Boehmer, H., Jens, D. and Schumacher, K. P. (2005); Using GIS to analyse long term cultural landscape change in Southern Germany. *Landscape and Urban Planning* 70,111-125.

Cousins, S.A.O., (2001). Analysis of land-cover transitions based on 17th and 18th century cadastral maps and aerial photographs. *Lands. Ecol.* 16, 41–54.

Henle, K., Davies, K.F., Kleyer, M., Margules, C., Settele J., (2004). Predictors of species sensitivity to fragmentation. *Biodiversity and Conservation*, 13: 207-251.

Oldfield, F., Dearing, J.A., Gaillard, M.-J. and Bugmann, H. 2000. Ecosystem processes and human dimensions—the scope and future of HITE (human impacts on terrestrial ecosystems). *PAGES Newsletter* 8, 21–23.

Wilcove, D.S., McLellan, C.H. and Dobson, A.P. (1986). Habitat fragmentation in the temperate zone. In: Soule, Michael E. ed. *Conservation biology: the science of scarcity and diversity.* Sunderland, MA: Sinauer Associates Inc.; 237- 256.

La fattoria didattica dell'Istituto Agrario Ciuffelli di Todi

AUTORI

Gilberto Santucci - Direttore fattoria didattica - gilberto.santucci@gmail.com
Marco Porcari - TeamDev srl. - m.porcari@teamdev.it
Antonio Natale - TeamDev srl. a.natale@teamdev.it

Parole chiave: scuola; fattoria; geocare; #15CUE; story map; Italia; Italy

ABSTRACT

Il live poster presentato è stato realizzato a partire dal Map Tour template è vuole raccontare l'esperienza dei Laboratori di Educazione ambientale, scientifica ed alimentare presenti nella Fattoria Didattica dell'Istituto Agrario Ciuffelli di Todi. L'Istituto, che ha sede nel Monastero di Montecristo del XIII secolo, è la più antica Scuola Agraria d'Italia ed è tutt'oggi uno dei più prestigiosi istituti in tale ordine di studi. Questo grazie anche alla presenza di laboratori "a cielo aperto" per un'estensione di 75 ettari appartenenti all'azienda agraria di proprietà della scuola. Nei terreni aziendali, oltre alla rotazione dei seminativi, si trovano vigneti, oliveti, frutteti, un orto botanico, un'aula verde, un parco didattico, le serre, gli orti e la cantina. Nella zona pre-collinare di Bodoglie si trovano anche le stalle e un caseificio; a Pian di Porto un centro culturale-ambientale, porta ideale di accesso al parco fluviale del Tevere. L'istituto ormai da diverso tempo ha aperto le sue porte alle altre scuole, per dare l'opportunità a bambini e ragazzi e a ai loro insegnanti di sperimentare in prima persona i processi produttivi, in agricoltura come negli altri campi di attività dell'Istituto, per costruire insieme percorsi di educazione ambientale e alimentare. La storymap è stata realizzata all'interno dell'iniziativa GEOCARE e grazie al laboratorio GIS e di Precision Farming afferente all'Istituto.

1. Introduzione

I segreti dell'orto, il bosco come aula, la via dell'olio, dal latte al formaggio, frutta da non perdere, a scuola di natura, nella fattoria degli animali: sono soltanto alcuni degli oltre venti nomi che contraddistinguono i laboratori di educazione ambientale, scientifica ed alimentare proposti dalla fattoria didattica dell'Istituto Agrario "Ciuffelli" di Todi.
La scuola di agricoltura più antica d'Italia dispone infatti di un grande "laboratorio a cielo aperto" rappresentato da un'azienda agraria multifunzionale di circa 80 ettari, dove le scuole di ogni ordine e grado – materne, elementari, medie e superiori – possono seguire e sperimentare in prima persona i processi produttivi, in agricoltura come negli altri settori connessi, e costruire delle esperienze tra tradizione e innovazione, con l'apprendimento di competenze trasversali di cittadinanza responsabile volta allo sviluppo sostenibile, alla tutela degli ecosistemi, alla conoscenza della stagionalità delle produzioni, delle filiere alimentari, dei concetti di filiera corta e chilometri zero.
Durante l'anno scolastico che sta per concludersi il "Ciuffelli" ha aperto le porte della sua fattoria ad alcune migliaia di bambini e ragazzi provenienti da tutta l'Umbria, costruendo di volta in volta, in collaborazione con le scuole di provenienza, dei percorsi coinvolgenti e dall'approccio formativo modulato a seconda dell'età degli alunni.

Supplemento al n° 2-2014 di GEOmedia - ISSN 1128-8132

Non mancano delle vere e proprie full immersion che vede gli ospiti protagonisti a tutto campo nei vari settori di attività: dalla semina del girasole all'intonacatura del nuovo frantoio bio-edile in terra e paglia, dalla preparazione dei formaggi freschi nel caseificio aziendale all'alimentazione degli animali degli allevamenti, a contatto con vitelli, agnelli, cavalli, pulcini, conigli e piccioni. Alcune di queste visite si concludono con la visita al museo della civiltà contadina, la raccolta di mezzi ed attrezzi del passato allestito per testimoniare un mondo rurale ormai scomparso ma alle cui radici il comparto agro-alimentare regionale è tuttora fortemente ancorato.
Quella dell'Istituto Agrario "Ciuffelli" di Todi è una Fattoria Didattica "ante litteram", affondando le proprie radici addirittura nel lontano 1864, anno al quale risale la fondazione di questa scuola di agricoltura che festeggia nel 2014 i suoi 150 anni di attività.
Il complesso delle strutture – identificato nei toponimi come "Cittadella Agraria", ad attestarne la dimensione quasi "autartica" in campo agricolo – si caratterizza per la presenza di un'azienda agraria di circa 80 ettari che rappresenta da sempre il principale laboratorio "a cielo aperto" dell'istituto di istruzione superiore al quale è annessa.
La sede principale è situata sulle pendici del colle di Todi, a ridosso delle mura urbiche della città, ed ospitata all'interno del Monastero di Montecristo, un convento del XIII secolo che ha mantenuto intatto il suo fascino medievale, segnalato nelle guide turistiche per la sua architettura e la sua storia.
L'azienda agricola è dislocata su tre corpi distinti, tutti in prossimità di Todi, centro di straordinaria ricchezza artistica e culturale: uno sul colle di Montecristo, a 400 metri di altezza, caratterizzato da oliveti e frutteti; uno in media collina in località Bodoglie, dove è presente il centro aziendale, i vigneti e la stalla; ed il terzo in frazione Pian di Porto, all'interno del Parco fluviale del Tevere, con un centro di educazione ambientale ed un orto botanico.
Al fine di rappresentare ai propri studenti e agli ospiti un'ampia pluralità di attività del comparto agro-alimentare, nei terreni si coltivano con le tradizionali rotazioni colturali una cinquantina di ettari di seminativi (23 dei quali irrigui), cui si aggiungono 4 ettari di vigneti Doc (Grechetto, Sangiovese, Merlot e Trebbiano), un oliveto di 1.000 piante e un frutteto. Annessa all'azienda vi è anche un allevamento, un caseificio con una propria produzione tipica, una cantina per la vinificazione ed un frantoio oleario in costruzione.
Completano la dotazione tre serre per circa 700 metri quadrati coperti, dei casali per l'ospitalità agrituristica, aule attrezzate, sale convegni e seminari.
L'insieme delle strutture aziendali si integrano con i laboratori scolastici veri e propri, tra i quali eccellono per dotazioni quelli di chimica e industrie agrarie, di moltiplicazione meristematica e di entomologia e patologia vegetale.

2. Story map

Le story map sono progettate per utenti non professionisti nel GIS, quindi non tecnici. Molte story map sono rivolte al pubblico globale, cioè a chiunque abbia accesso al web e abbia curiosità per la geografia. Tuttavia, le story map possono essere anche di supporto a un pubblico altamente specializzato. Queste mappe web possono sintetizzare problemi per manager e decision maker. Inoltre, possono essere di grande aiuto all'interno di un'organizzazione per processi di comunicazione interna.
Sebbene le story map possono incorporare attività di analisi, non sono destinate a questo ma più alla comunicazione. Usano gli strumenti classici dei GIS e spesso presentano risultati di analisi spaziali ma non richiedono agli utenti di possedere particolari conoscenze o abilità nei GIS.
Questo forte strumento comunicativo utilizza le mappe web interattive di ArcGIS Online, il sistema Cloud di Esri.

3. La story map della fattoria didattica

Nella story map abbiamo voluto evidenziare un ipotetico percorso didattico attraverso i vari laboratori di educazione ambientale, scientifica e alimentare cogliendo con delle immagini alcuni dettagli della "normale" attività svolta in questi luoghi. La story map vuole essere anche uno strumento per comunicare l'offerta formativa infatti è stato modificato il template base del Map tour introducendo due box che richiamano il modulo di prenotazione della visita alla fattoria e un documento descrittivo generale sull'identità dell'Azienda Agraria Fattoria didattica.

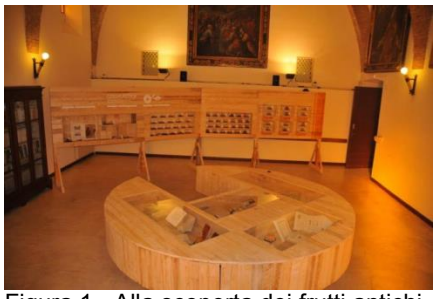


Figura 1 - Alla scoperta dei frutti antichi.

Figura 2 - Laboratorio di chimica.

Nel Tour virtuale della fattoria abbiamo inserito, distinguendo i punti in mappa dai laboratori, alcune delle viste delle webcam installate presso la sede dell'istituto Agrario.

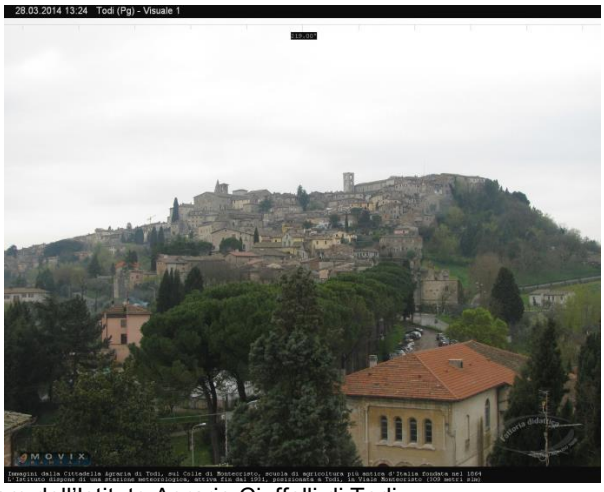


Figura 3 - Visuale webcam dell'Istituto Agrario Ciuffelli di Todi.

Come ulteriore evoluzione abbiamo intenzione di inserire la possibilità di consultare i dati della stazione meteo installata presso l'istituto direttamente dalla story map: l'istituto dispone infatti di una stazione meteorologica professionale, che si è affiancata di recente alla stazione attiva fin dalla fine del 1800 e con una serie completa di dati dal 1931 (temperatura, pressione, umidità e precipitazioni), pubblicati in un volume intitolato "Diario Meteorologico di Todi: sessanta anni di osservazioni all'Istituto Agrario Augusto Ciuffelli (1950-2010)", a cura del professor Roberto Nasini. Il libro raccoglie e commenta, anche con il supporto di immagini d'epoca, i dati registrati quotidianamente presso la stazione meteo, posta a 309 metri di altezza sul livello del mare.

Figura 4 - Stazione Meteorologica.

A lato del logo della fattoria è stato anche inserito un link che rimanda ad una raccolta di video sulle attività dell'istituto.

4. Conclusioni

La convenzione stipulata tra l'Istituto d'Istruzione Superiore "Ciuffelli - Einaudi" (in seguito solo IIS) e TeamDev S.r.l. nasce dal desiderio di sperimentare sistemi di supporto alle decisioni agronomiche cercando di unire la tradizione agricola all'innovazione tecnologica e di portare avanti attività di ricerca e sperimentazione in ambito agronomico, nonché per il desiderio di sviluppare procedure software in grado di supportare le attività agronomiche attraverso applicazioni nel campo delle scienze geografiche e dei Sistemi Informativi geografici.
Teniamo a cuore la geografia e per questo motivo vogliamo investire in questo progetto di formazione e di ricerca. Oggi in Italia riteniamo fondamentale poter supportare il settore privato e pubblico, con un occhio di riguardo agli enti di formazione, creando specifiche sinergie, per poter sia trasmettere conoscenza sia continuare ad alimentare la nostra capacità di essere sempre stimolati ad approfondimenti multidisciplinari che alimentano le scienze geografiche.
La diffusione dei GIS e la relativa domanda di formazione, unitamente all'affinamento delle tecniche di analisi ed esplorazione dei dati, hanno determinato i presupposti per creare e definire in TeamDev un'attività volta al supporto formativo in tale contesto.
Lo scenario attuale sta evidenziando una diffusione dell'utilizzo dei GIS in moltissimi ambiti applicativi. In particolar modo l'Italia sta vivendo una forte crescita in questo settore dell'Information Technology, anche se in ritardo rispetto ad altri paesi europei.
Il controllo, la gestione e l'analisi del territorio sono il denominatore comune a tutti quegli ambiti disciplinari che devono affrontare problematiche di tipo geografiche. Per questo il GIS è considerato uno degli strumenti multidisciplinari per eccellenza.
Fino a poco tempo fa molte questione inerenti al territorio erano trattate unicamente in un'ottica alfanumerica (attraverso sistemi informativi "tabellari") senza considerare l'informazione geometrica dell'approccio geo-cartografico. Il GIS è il trait d'union di questi due mondi, il primo astratto e il secondo concreto, per una visione olistica del territorio.

La carta dei suoli della Regione Lazio

AUTORI

Massimo Paolanti - choros@tin.it
Rosario Napoli - CRA RPS - rosario.napoli@entecra.it
Rosa Rivieccio - CRA RPS - rosa.rivieccio@entecra.it
Sandra di Ferdinando – ARSIAL - s.diferdinando@arsial.it
Alessandro Marchetti - CRA RPS - alessandro.marchetti@entecra.it

Parole chiave: suoli; pedologia; orizzonti; unità tipologica; rilevamento; campionamento; componente territoriale

ABSTRACT

La realizzazione della carta dei suoli del Lazio rientra tra le azioni finanziate dal Mipaaf (Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali) nell'ambito del "Programma Interregionale Agricoltura e Qualità". La realizzazione della carta pedologica della Regione Lazio in scala 1:250.000 è stata affidata ad ARSIAL (Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione dell'Agricoltura del Lazio), che si avvale del supporto tecnico scientifico del CRA-RPS Centro di Ricerca per lo Studio delle relazioni tra pianta e suolo, che è stato individuato come responsabile per la corretta applicazione della metodologia, per il coordinamento tecnico dei lavori, collaudi e validazione dei risultati. L'intervento, avviato a fine 2012, dovrà concludersi entro il 2015 e prevede una campagna di rilevamento con 1.500 profili pedologici completi e determinazioni analitiche su 3.676 campioni di terreno e l'acquisizione in banca dati delle informazioni pedologiche pregresse.

1. Premessa

Secondo la definizione contenuta nella relazione che presenta la Strategia tematica per la protezione del suolo per "suolo" s'intende lo strato superiore della crosta terrestre, costituito da componenti minerali, organiche, acqua, aria e organismi viventi; esso rappresenta l'interfaccia tra terra, aria e acqua e ospita gran parte della biosfera (COMMISSIONE DELLE COMUNITÀ EUROPEE, 2006). Il suolo è una risorsa praticamente non rinnovabile e la sua degradazione è particolarmente pressante in Italia a causa dell'alta variabilità dell'ambiente e per la presenza di molti tipi di suolo caratterizzati da vulnerabilità senza dubbio più alta rispetto a quelli presenti negli altri Paesi Europei. (Paolanti, 2010). La strategia tematica per la protezione del suolo dell'Unione europea (COM (2002) 267; COM (2006) 231) propone misure destinate a proteggere il suolo e a preservare la sua capacità a svolgere le sue funzioni ecologiche, economiche, sociali e culturali. Il riferimento metodologico di base sono le Linee guida dei metodi di rilevamento e informatizzazione dei dati pedologici, elaborate per conto del Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali (Costantini, 2007), opportunamente implementate ai fini delle specificità del progetto.

2. Metodologia

Il procedimento messo a punto prevede di applicare procedimenti di Digital Soil Mapping, che si basano su una base di conoscenze dei suoli consistente ed affidabile costituita attraverso la fase di rilevamento in campo e di laboratorio. Processi di spazializzazione tramite algoritmi di stima spaziale del suolo presuppongono la conoscenza delle relazioni esistenti fra caratteri territoriali e caratteristiche dei suoli e questo è particolarmente complesso in territori ove la variabilità pedologica è estremamente elevata e le applicazioni per cui si richiedono informazioni sui suoli sono sempre specifiche. La variabilità dei caratteri di un suolo, misurati o stimati, può esprimersi sia nel tempo che nello spazio. I suoli oltre ad una loro variabilità orizzontale hanno anche loro complessità verticale dovuta all'organizzazione in orizzonti del suolo. La cartografia dei suoli si bassa sulla constatazione che alcuni caratteri dei suoli variano congiuntamente ai fattori della pedogenesi il cosiddetto "paradigma suolo" (Hudson, 1992; Indorante et al. 1999). Il database prevede 4 livelli gerarchici. Sulla base delle informazioni archiviate, i suoli sono organizzati in Unità Tipologiche di Suolo. Queste riuniscono osservazioni simili per caratteri paesaggistici, genetici e applicativi (Costantini, 2007) e sono spazialmente collegate ai sottosistemi. Le tipologie di suolo vanno a costituire il catalogo regionale dei suoli e rappresentano le basi per i processi di *land evaluation.* Il progetto utilizza il sistema gestionale per database "SISI" (Soil Information System of Italy), un'infrastruttura che archivia informazioni geografiche e semantiche sui suoli e sui fattori della pedogenesi (Costantini et alii., 2014). L'architettura concettuale entità-relazioni finale di questo Sistema Informativo Pedologico, contiene sia oggetti geografici a varie scale, che una serie di tabelle informative di tipo esclusivamente "semantico", come descritto nella figura 1.

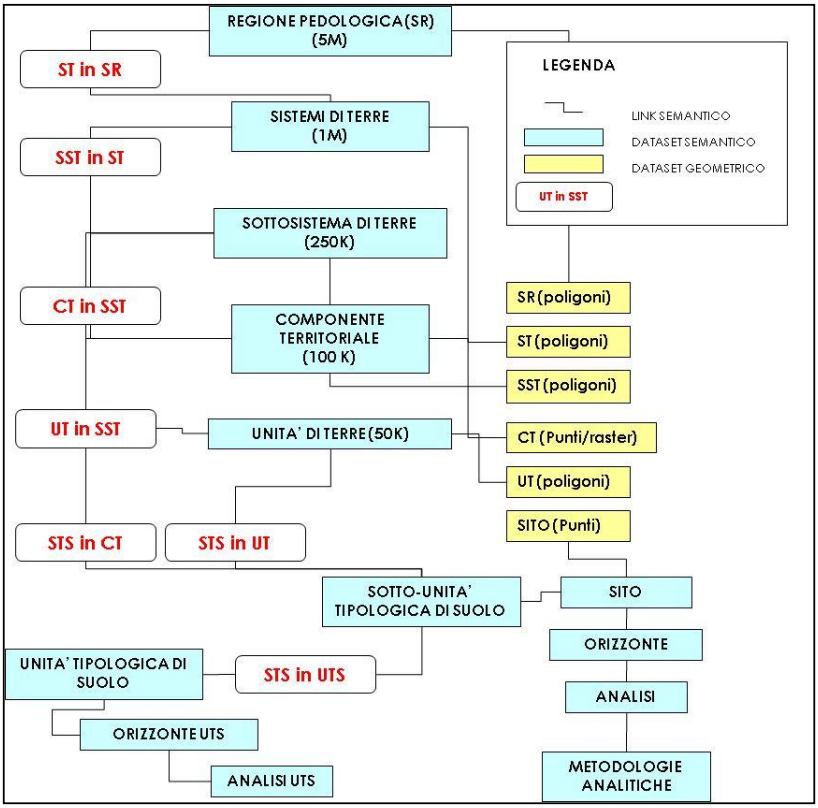


Figura - 1 Modello Concettuale Entità-Relazioni Geodatabase del Sistema Informativo Pedologico del Lazio.

3. Le attività

La prima fase di lavoro è stata la raccolta dei dati pedologici già disponibili, sia organizzati in cartografie sia dati puntuali singoli. Sono state raccolte informazioni sui suoli relativi a 2.346 siti cui sono associati 7.131 orizzonti pedologici con almeno un'analisi di laboratorio. Si tratta di dati di diversa tipologia e qualità che coprono un arco temporale molto vasto dal 1964 al 2011. La successiva fase di lavoro è stata l'elaborazione di un layer poligonale a copertura regionale, con dettaglio informativo e geografico corrispondente alla scala 1:250.000, ossia i Sottosistemi (prima approssimazione ante rilevamento). (Fig.2). L'elaborazione è stata effettuata utilizzando strati gli strati informativi relativi a: clima, modello digitale del terreno, geologia, land cover, cartografie e banche dati pedologiche disponibili, cartografia tecnica regionale, ortofoto ed immagini satellitari.

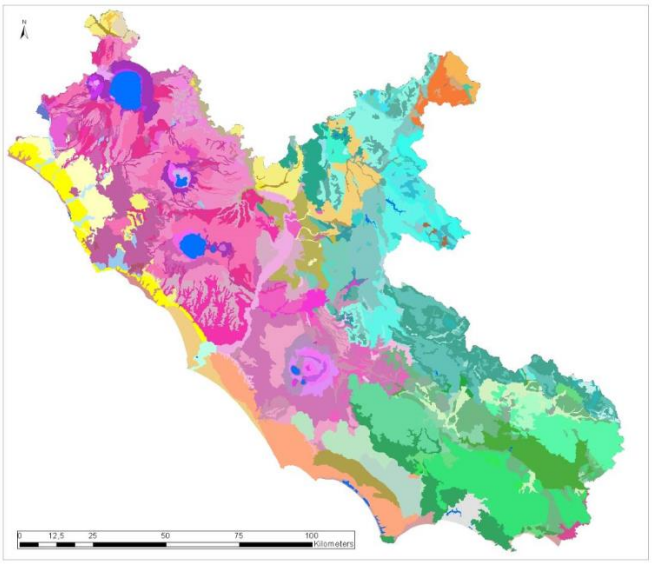


Figura 2 – cartografia dei sottosistemi (approssimazione pre rilevamento).

Il rilevamento è stato suddiviso in cinque lotti, in tre di queste sono previsti degli approfondimenti in scala 1:50.000.

Tabella 1 – I lotti di rilevamento

Lotto	Carta 1:250.000	Aree di approfondimento1:50.000		
	N°Siti	Denominazione	Superficie	N°Siti
LAZ250_1	200	Area Zona Vulnerabile ai Nitrati Tarquinia Montalto (VT)	16.500 ha	100
LAZ250_2	300			
LAZ250_3	218	Aree delle DOC: Frascati, Marino e Montecompatri (RM)	21.000 ha	82
LAZ250_4	300			
LAZ250_5	182	Area Zona Vulnerabile ai Nitrati - Latina (LT)	17.300 ha	118

In totale sono previsti 1.500 siti nei quali effettuare lo scavo, descrizione, classificazione e campionamento di profili pedologici completi e 4.500 osservazioni speditive. Tutte le osservazioni sono georiferite ed archiviate in banca dati. Per gli orizzonti di tutti profili pedologici sono, previsti diversi campionamenti: campioni di suolo disturbati (per le determinazioni chimico fisiche), campioni di suolo disturbati per l'archiviazione in Pedoteca, campioni di suolo per la misura della densità apparente,

campioni di suolo per la determinazione del coefficiente di estensibilità lineare (COLE), campioni per la preparazione di sezioni sottili, campioni di suolo per la determinazione della curva di ritenzione idrica.
Le determinazioni chimiche e fisiche previste su 3.675 campioni di suolo, sono relative a: granulometria (5 classi) conducibilità elettrica, calcare totale ed attivo, reazione, carbonio organico, densità apparente azoto totale e fosforo assimilabile, complesso di scambio, adsorbimento fosfatico, determinazioni specifiche per i suoi vulcanici. A queste si aggiungono,per un sottoinsieme di campioni, la determinazione del coefficiente di estensibilità lineare e delle curve di ritenzione idrica.
Il campionamento, prevede anche l'acquisizione di campioni che sono conservati e resi disponibili per successivi approfondimenti analitici Sono fatti, inoltre, specifici campionamenti per la preparazione di sezioni sottili di suolo finalizzate a studi di micromorfologia. Ad ogni sito di rilevamento sono inoltre associate 6 immagini digitali. I profili di suolo vengono classificato secondo il sistema di classificazione *Soil Taxonomy* (Eleventh Edition, 2010) e *World Reference Base* (revisione 2007).
La qualità dei dati raccolti permetterà, inoltre, lo sviluppo di pedofunzioni appositamente calibrate per i diversi contesti pedologici delle regione. Le pedofunzioni sono modelli matematici utili per stimare caratteristiche del suolo laboriose e costose sia per la fase di campionamento che per quella di laboratorio. Queste permettono la cosiddetta stima "verticale" dei diversi parametri dei suoli. Altro aspetto fondamentale è invece la stima "orizzontale" cioè la rappresentazione areale i diversi parametri del suolo soprattutto quando si richiede una risoluzione più alta delle diverse entità cartografiche che possono presentare delle generalizzazioni oppure delle mancanze a scala inferiore. Per questo ci si avvale di tecniche di Digital Soil Mapping basate sull'utilizzo di GIS e metodologie geostatistiche integrate da dati ancillari (modelli digitali del terreno, dati da telerilevamento, ecc.). L'applicazione di processi di *downscaling* consentono di sostituire costose ed impegnative attività di rilevamento utilizzando procedimenti ripetibili e confrontabili, ma per fornire risultati attendibili necessitano di una valida base di dati che vadano ad alimentare e validare i modelli utilizzati.
L'analisi spaziale ha consentito di quantificare la copertura delle componenti territoriali che definiscono e compongono i sottosistemi, procedimento utile sia per individuare i siti di rilevamento che per la fase di correlazione geografica. Le componenti territoriali sono definite come insiemi di terre che mostrano caratteristiche configurazioni di morfologia, litologia ed uso suolo, descritti da legende specifiche. Per definirle gli strati tematici relativi a substrati geologici, land cover e pendenza (elaborazione da DEM) sono stati semplificati e trasformati in strati raster con cella (cella 100 m). Gli strati raster ottenuti sono stati incrociati in un raster unico con l'operazione *combine raster*. È stata infine definita una relazione spaziale tra le componenti territoriali e i poligoni dei sottosistemi.

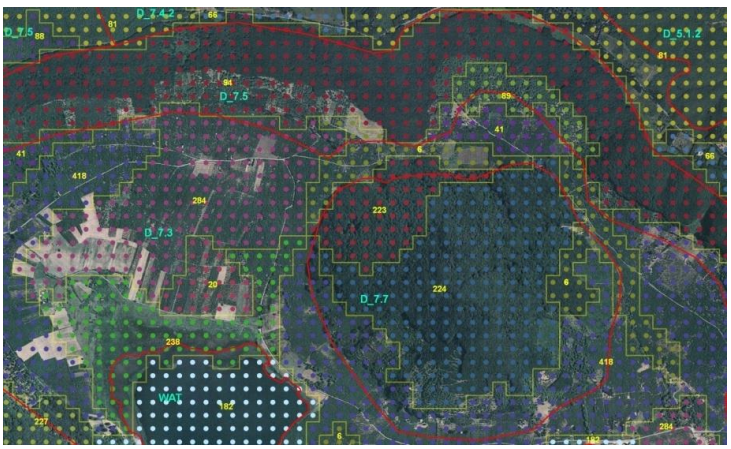


Figura 3 – Distribuzione delle tipologie di Componenti Territoriali nei Sottosistemi sottoforma di celle raster con pixel = 100 m, ed attribuzione dei codici (in giallo il gridcode dei CT, in ciano il codice di SST).

Tale relazione è utilizzata per legare le informazioni pedologiche della Sottounità Tipologica di Suolo (STS) ad una geografia interna al Sottosistema, come nel caso-esempio riportato in tabella 2. In tal modo sarà possibile spazializzare direttamente le valutazioni tematiche effettuate sui singoli tipi di suolo.

Tabella 2. Esempio di relazione tra Sottosistema di Terre, Componente Territoriale e Tipologia di suolo (STS), per il Sottosistema (SST) D_7.7 riportato in fig. 3.

SST	Id_CT	CT % in SST	STS_code	Suolo	Classificazione (ST)
Coni vulcanici dell'area di Bolsena, Vico e Bracciano	224	56	L_CRO_1	VIC1 P82	Typic Melanudands coarse loamy
	418	27	L_CAL_2	VITER P10	Vitrandic Udifluvents fine-silt
	223	13	L_CRO_1	VIC1 P82	Typic Melanudands coarse loamy
	6	5	Inclusioni		

In conclusione è significativo ricordare che il progetto carta dei suoli del Lazio (SOILRELA250) si collega e completa con altri progetti: **VULNRELA**: studio sulle dinamiche dei nitrati nelle ZVN della Regione Lazio e sui sistemi di gestione agrotecnici applicati. **SIAS**: elaborazione degli indicatori ambientali sui suoli del Lazio relativi a erosione idrica e contenuto in carbonio organico; **ARCAN – BIODATI**: archivio e banca dati dei suoli e dei caratteri fisico-idrologici, di fertilità e diversità biologica in relazione alle tipologie Nazionali **Anfibio.**: carta dei sottosistemi di suolo Nazionali

4. Ambito del lavoro

Carta dei suoli della Regione Lazio. Conclusione prevista 2015. Software impiegati, in corso d'opera. Software ArcGIS 9.2® (estensioni di Spatial Analyst® e Geostatistical Analyst®), Microsoft Access 2010®, R ver. 3.03 (estensione Geostatistical Analyst®) SAGA 2.0.7

Bibliografia

COMMISSION OF THE EC.Thematic Strategy for Soil Protection. COM 231,2006

COMMISSION OF THE EC. Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council establishing a framework for the protection of soil and amending Directive 2004/35/EC. COM (2006) 232, 2006

COMMISSION OF THE EC. Towards a Thematic Strategy for Soil Protection. COM (2002) 179, 2002

E. A. C COSTANTINI (.Coordinatore) Linee guida dei metodi di rilevamento e informatizzazione dei dati pedologici. Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali, 2007

E.A.C. COSTANTINI, R. BARBETTI, M. FANTAPPIÈ. G. L'ABATE, R. LORENZETTI, R. NAPOLI, A.

MARCHETTI, R. RIVIECCIO. The soil map of Italy: a hierarchy of geodatabase, from soil regions to sub-system. 1st GlobalSoilMap conference, held 7-9 October 2013 in Orléans. CRC Press/Balkema, 2014

B.D. HUDSON The soil survey as paradigm-based science. Soil. Sc. Soc. Am. J. 56, USA, p. 836-841, 1992

S.J. INDORANTE, J.M.KABRIK, B.D. HUDSON The soils that we map. Poster at the SSSA annual meeting, Salt Lake City, USA, 1999

M. PAOLANTI Linee guida per il trattamento dei suoli nei ripristini ambientali legati alle infrastrutture. Manuali e linee guida 65.2/2010. ISPRA, 2010

L'analisi multicriterio spaziale per l'individuazione di parchi agricoli

AUTORI

Flavio Lupia – Istituto Nazionale di Economia Agraria (INEA) - lupia@inea.it
Silvia Vanino – Istituto Nazionale di Economia Agraria (INEA) -

Parole chiave: analisi multicriterio; parchi agricoli; *weighted overlay*

ABSTRACT

L'agricoltura è il settore primario che maggiormente influenza l'aspetto delle aree rurali. Tale settore, infatti, non viene riconosciuto solo per la produzione di beni alimentari, bensì si sta aprendo sempre più a nuovi mercati, prodotti e servizi. Uno degli strumenti più innovativi che porta un valore aggiunto all'agricoltura è quello dei parchi agricoli. L'individuazione di un parco agricolo è un'operazione multidimensionale e multilivello, in cui le variabili da considerare sono diversificate.
Il contributo descrive una possibile metodologia per l'individuazione di aree agricole con particolari valenze ambientali e paesaggistiche, storiche, archeologiche, antropologiche ed architettoniche utili per la definizione di parchi agricoli.

1. Introduzione

Le aree rurali assumono sempre più un ruolo significativo, non solo in termini di estensione territoriale, ma anche per quanto riguarda la concentrazione di popolazione e di attività economiche. Il territorio italiano classificato come rurale rappresenta il 91% del totale con una popolazione residente di circa il 60% e con un 49% della ricchezza nazionale generata (European Union, 2011). Negli ultimi anni il ruolo dell'agricoltura e delle aree rurali è profondamente cambiato: non viene riconosciuto più come unico valore la produzione di beni alimentari, bensì le aziende agricole stanno aprendo sempre più le porte a nuovi mercati, prodotti e servizi, come ad esempio il turismo e la creazione di energia da fonti rinnovabili.
Tra i diversi strumenti (distretti, GAL, PSR, ecc) che nel tempo hanno sostenuto lo sviluppo dei territori rurali, uno dei più innovativi è quello che fa riferimento ai parchi agricoli (Poli, 2009). Il parco agricolo è definito come un'area composta da terre agricole la cui valorizzazione e conservazione viene stimolata attraverso la loro utilizzazione multifunzionale rivolta ad una moltitudine di cittadini che viene così incoraggiata a diventare più attiva nella sua tutela. L'agricoltura multifunzionale, offrendo servizi di pubblica utilità, oltre a quello alimentare, come quello educativo, economico e socio-relazionale contribuisce allo sviluppo equilibrato del territorio, aggiungendo motivazioni ai cittadini per proteggere le aree naturali creando e ricreando un'importante sinergia tra loro stessi e la natura. Il parco agricolo diventa in questo contesto una struttura competitiva nel sistema economico locale.
L'individuazione di un parco agricolo è un'operazione multidimensionale e multilivello, in cui le variabili da considerare sono diversificate infatti, insieme alla centralità dell'azienda agricola, devono trovare una valorizzazione locale anche la componente ambientale e paesaggistica, gli aspetti storici, archeologici, antropologici ed architettonici.

Supplemento al n° 2-2014 di GEOmedia - ISSN 1128-8132

Per poter individuare in maniera oggettiva le aree a parco agricolo si può applicare il processo di zonizzazione territoriale sfruttando tutte le informazioni su base geografica disponibili generando risultati da discutere con gli *stakeholder* per giungere in modo partecipato alla migliore definizione delle aree idonee.
Il presente contributo illustra una metodologia possibile per individuare delle aree con vocazione di parco agricolo combinando un elevato numero di fattori di diversa natura. Il processo di combinazione è realizzato con tecniche di analisi multicriterio spaziale, in cui i diversi fattori sono strati informativi geografici sommati algebricamente con opportuni pesi in relazione alla loro importanza relativa. I risultati presentati sono alcune simulazioni realizzate nella regione Lazio, tra le prime regioni a formalizzare a livello normativo i parchi agricoli con la L.R. 13/2/2009 n.1. La metodologia presentata per la realizzazione delle simulazioni costituisce un supporto informativo di sicura utilità per i decisori che devono analizzare e combinare le diverse peculiarità dei territori e giungere alla definizione, anche in modo trasparente e partecipativo, di nuove unità territoriali su cui orbitano gli interessi di una moltitudine di soggetti.

2. Materiali e metodi

Lo sviluppo metodologico è incentrato sulla individuazione e combinazione di strati informativi geografici secondo una strategia di elaborazione definita a partire dal concetto di parco agricolo, ovvero di un'area rurale ed agricola dotata di elementi paesaggistici, naturalistici, storici, antropici ed architettonici da tutelare. Questa definizione costituisce di fatto la guida nella selezione della tipologia di strati informativi da utilizzare nella individuazione delle aree vocate a parco.
L'intero processo di elaborazione proposto può essere sintetizzato mediante le seguenti fasi:

1. Raccolta dei dati di base (alfanumerici e geografici);
2. Individuazione e calcolo dei criteri e dei vincoli relativi ai diversi aspetti che caratterizzano un parco agricolo (es. aspetti naturalistici, storici, agricoli, biologici, ecc.);
3. Creazione di una banca dati geografica (geodatabase) attraverso la conversione dei vari criteri in formato geografico;
4. Combinazione dei criteri e vincoli attraverso le tecniche di analisi spaziale multicriterio;
5. Analisi dei risultati della combinazione e proposta di delimitazione di potenziali aree parco.

La fase di ricognizione dati ha consentito di individuare da una moltitudine di fonti informazioni di diversa natura in formato sia alfanumerico che geografico con caratteristiche di qualità, risoluzione spaziale ed estensione (es. comunale, provinciale, regionale, ecc.) variabile. Tra i dati raccolti si citano ad esempio le informazioni agro-alimentari del Censimento agricoltura 2010 dell'ISTAT (ad es. numero aziende, allevamenti, dati sul biologico, prodotti DOP e IGP, ecc.), i dati climatici, le informazioni ambientali (es. le aree a vincolo ambientale come SIC, ZPS e aree parco), i dati sulla biodiversità, la cartografia di uso del suolo e l'elenco georiferito dei borghi storici. Data la variabilità nell'area geografica di riferimento per ciascuna tipologia di dati si è scelto di definire e calcolare i vari criteri a livello comunale, questo semplifica la fase di selezione finale delle potenziali aree parco che può essere effettuata mediante aggregazione di gruppi contigui di unità amministrative.
I dati raccolti sono stati successivamente organizzati in quattro macro-gruppi (agricolo-forestale, ambientale, socio-economico ed uso del suolo) per la definizione di un insieme di criteri e vincoli da utizzare per la definizione di aree parco, la tabella 1 ne riporta un estratto insieme alla relativa procedura di calcolo.
Nella successiva fase, ciascun criterio/vincolo calcolato è stato convertito in formato geografico (raster con dimensione di cella di 100 m) e sottoposto ad un processo di riclassificazione utilizzando cinque livelli di vocazionalità: da 0 (non adatto) a 4 (molto buono). La definizione delle soglie per ciascun criterio/vincolo, preliminare alla fase di riclassificazione nei cinque livelli, è stata eseguita sia su base statistica analizzando la distribuzione dei valori che su base ragionata a "stima di esperto".

Tabella 1 – Alcuni criteri e vincoli utilizzati nella metodologia.

CODICE	CRITERIO/VINCOLO	FORMULA DI CALCOLO
I1	Densità comunale di aziende	Numero di aziende agrituristiche del comune / Superficie Agricola

	agrituristiche	Utilizzata (SAU) comunale (kmq)
I3	Concentrazione di aree verdi per comune	Superficie verde del comune (kmq) / Superficie territoriale del comune (kmq)
I22	Densità di aziende agricole a livello comunale	Numero aziende nel comune / Numero totale di aziende nella regione
I17	Prossimità di aree naturali protette	Distanza delle aree agricole da aree naturali protette e parchi naturali
I18	Prossimità di aree lacustri	Distanza delle aree agricole da specchi d'acqua in km

La fase di combinazione dei vari criteri e vincoli è stata effettuata attraverso l'utilizzo di tecniche di analisi spaziale multicriterio, nello specifico è stata utilizzata la funzione *Weighted Overlay* del toolbox Spatial Analyst con la versione Esri ArcMap 9.2. La funzione consente la combinazione dei vari criteri e vincoli in formato raster definendo per ciascuno il peso relativo (es. peso maggiore per gli strati ritenuti più rilevanti nella definizione delle aree vocate). La funzione è stata utilizzata più volte combinando, con pesi differenti, criteri e vincoli diversi in modo da ottenere diverse simulazioni di aree potenzialmente vocate. I risultati finali sono prodotti con una scala di vocazionalità a cinque livelli da 0 (non vocato) a 4 (altamente vocato).
L'ultima fase realizzata consiste nell'analisi delle simulazioni ottenute e sulla scelta degli aggregati comunali che delimitano le potenziali aree a parco agricolo. Questa demarcazione presuppone la scelta da parte degli analisti e dei decisori del numero totale di parchi da realizzare nella regione nonché la soglia di vocazionalità minima da utilizzare per i vari comuni che parteciperanno alla costituzione del parco.

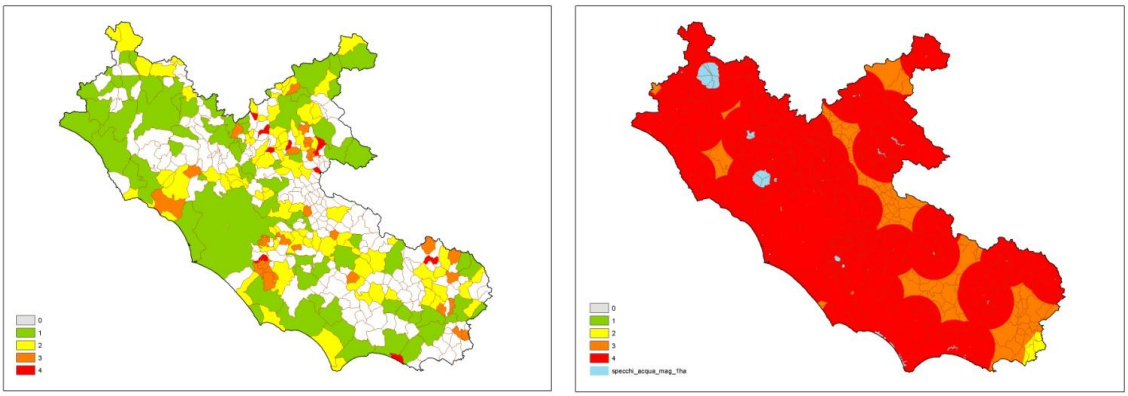


Figura 1 - (da sinistra) Criterio "Densità comunale di aziende agrituristiche" (colori caldi indicano densità maggiori, il bianco indica assenza di dati nel relativo comune), criterio "Distanza dalle aree lacustri" (colori caldi indicano areali più prossimi alle aree lacustri).

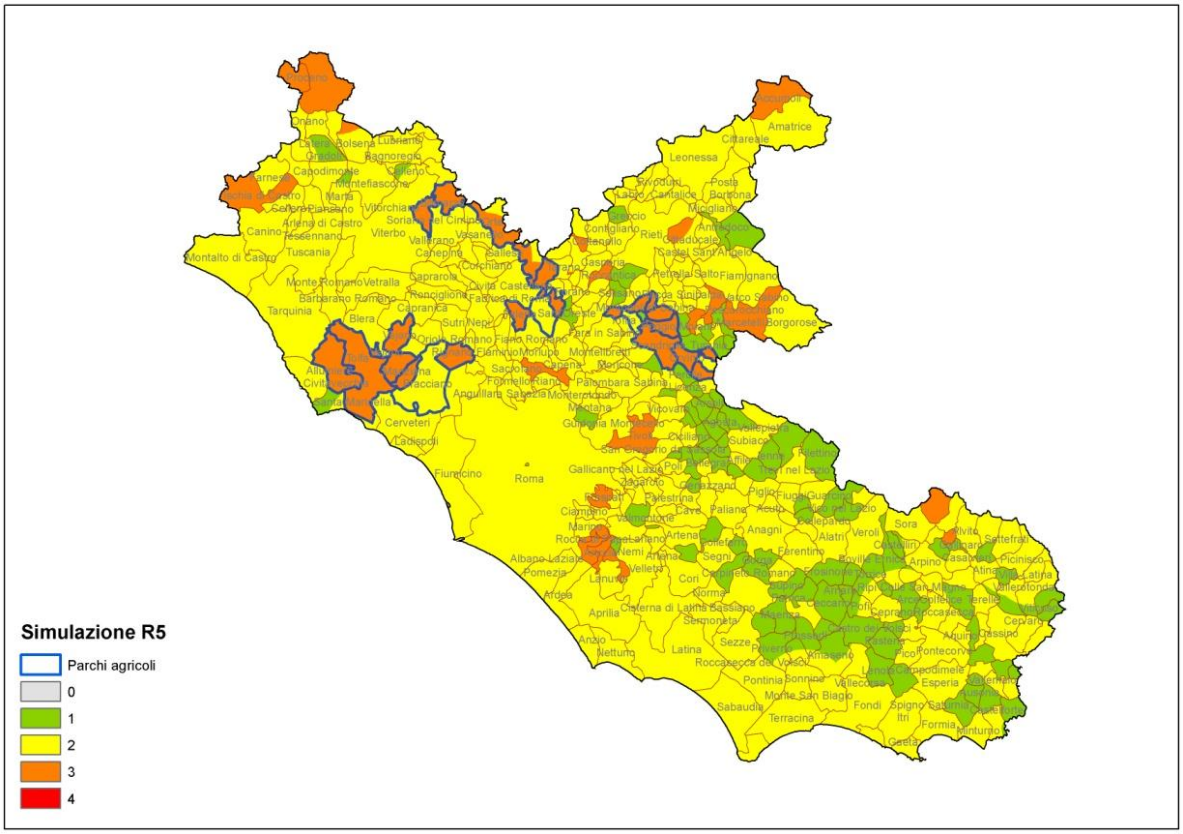


Figura 2 – Esempio di simulazione realizzata combinando i seguenti criteri: “Biologico”, “Vicinanza a parchi naturali” e “Concentrazione di aziende agrituristiche”. Il peso utilizzato è il medesimo per tutti i fattori. I parchi agricoli delimitati sono alcune delle possibili delimitazioni considerando aggregati di comuni contigui con classe di vocazionalità superiore a 2.

3. Conclusioni

La metodologia proposta rappresenta un possibile approccio abbastanza speditivo che permette la creazione di un insieme di simulazioni utili come base di partenza per i decisori nella definizione e delimitazione delle aree a parco agricolo a livello regionale. Ogni simulazione è il risultato della combinazione pesata di un insieme di criteri e vincoli considerati determinanti per l’individuazione di aree vocate. La combinazione è basata sull’applicazione dei metodi di analisi multicriterio spaziali che prevedono una somma pesata di diversi strati informativi in formato raster. L’analisi multicriterio è un processo che notoriamente è affetto da soggettività pertanto le simulazioni prodotte sono da considerarsi in prima istanza puramente indicative. La delimitazione e scelta finale dei parchi agricoli non può prescindere da un’analisi completa in cui, attraverso un processo partecipativo, siano coinvolti sia gli analisti che applicano la metodologia sia i principali portatori di interesse a livello centrale e locale. Soltanto con la partecipazione dei diversi soggetti indicati, anche attraverso attività di animazione e/o *focus group*, è possibile ridurre il livello di soggettività dell’analisi e rispondere al meglio alle esigenze dei diversi portatori di interesse.
Le principali limitazioni legate alla soggettività riguardano oltre che la scelta dei pesi da assegnare anche le soglie per la riclassificazione dei vari criteri (fase 3), queste soglie possono essere decise sia in modo partecipativo oppure si può ricorrere a metodi statistici o a stima di esperto. Quest’ultima tipologia può

essere più efficace qualora sia effettuata da soggetti che hanno una profonda conoscenza dei luoghi e dei fenomeni rappresentati dai criteri/vincoli.
La metodologia proposta ha il vantaggio di poter utilizzare un gran numero di variabili di diversa natura, che opportunamente armonizzate, possono fornire simulazioni differenti con un potenziale informativo di rango superiore rispetto alle informazioni di partenza.
Tale caratteristica è in linea con l'obiettivo della realizzazione di un parco agricolo che richiede sicuramente l'analisi di molteplici aspetti del territorio con una strategia ad ampio spettro che misuri e guidi le iniziative e le politiche urbane e territoriali della pubblica amministrazione e le iniziative e le prospettive imprenditoriali degli attori urbani.

Ambito del lavoro

Il lavoro si colloca nell'ambito delle attività di ricerca INEA incentrate sull'utilizzo delle applicazioni geomatiche in ambito agricolo e rurale.
Lavoro completato, software Esri ArcMap 9.2

Bibliografia

EUROPEAN UNION, Rural Development in the European Union. Statistical and economic information. Bruxelles, 2011.
D. POLI, Il parco agricolo della Toscana centrale: strumenti innovativi di progetto e di governo. Seminario internazionale "Gestione dell'agricoltura in territori periurbani", Pisa, 2009.
ISTAT, Censimento agricoltura, 2010.

Tecniche GIS per la caratterizzazione di attività a Rischio Incidente Rilevante. Un caso di studio: Civitavecchia

AUTORI

Lorenza Fiumi -Istituto sull'Inquinamento Atmosferico – CNR - fiumi@iia.cnr.it
Stefano Tocci - Istituto sull'Inquinamento Atmosferico – CNR - s.tocci@iia.cnr.it
Alessandra Marino - Istituto Nazionale per l'Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro - a.marino@inail.it
Mara Ciucci- Istituto Nazionale per l'Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro - m.ciucci@inail.it

Parole chiave: Telerilevamento; GIS; Attività a Rischio Incidente Rilevante

ABSTRACT

Il lavoro, frutto di una collaborazione tra l'Istituto sull'Inquinamento Atmosferico del CNR e l'INAIL-DIPIA, ha previsto la realizzazione e lo sviluppo di una metodologia applicativa e riproducibile su vasta scala per la caratterizzazione delle attività a Rischio Incidente Rilevante.
L'area di studio ricade nel territorio del Comune di Civitavecchia, ed è stata scelta in quanto caratterizzata dalla compresenza di numerosi elementi vulnerabili. Tramite integrazione dati in ambiente GIS (dati iperspettrali MIVIS, Piani di Emergenza, dati ISTAT, dati da CTR, Schede informative per la popolazione, dati Corine ecc.) sono state identificate le sorgenti di rischio, ponendo particolare attenzione a elementi vulnerabili (edifici residenziali, scuole, ospedali, chiese, linee ferroviarie, autostrade ed aree naturali) e alla possibilità di un *"effetto domino"*.

1. Introduzione: il rischio industriale

Per rischio industriale si intende la possibilità che, in seguito a un incidente in un insediamento industriale si sviluppi un incendio, con il coinvolgimento di sostanze infiammabili, una esplosione, con il coinvolgimento di sostanze esplosive, o una nube tossica, con il coinvolgimento di sostanze che si liberano allo stato gassoso, i cui effetti possano causare danni alla popolazione o all'ambiente [Apat, 2002; Rapporto Vigili del fuoco, 2013]. A tale scopo, il progetto intende raccogliere tutte le informazioni riguardanti gli stabilimenti a Rischio Incidente Rilevante, mettendo a disposizione una serie di dati di base (dati identificativi dell'azienda e dello stabilimento, attività, ubicazione geografica, sostanze detenute con i rispettivi quantitativi e altre informazioni) fondamentali per avere elementi preliminari per la determinazione del rischio potenziale per la popolazione e l'ambiente [Andraghetti, 2009; Legambiente, 2011].
L'importanza del progetto risiede nel fatto che, ad oggi, le informazioni riguardanti gli impianti in oggetto per la Provincia di Roma non sono affatto esaustive, ed ancor meno noti sono gli eventuali effetti scaturiti da un evento incidentale sull'ambiente.
Avvalendosi della tecnologia di telerilevamento con l'uso dei dati MIVIS (Multispectral Infrared Visibile Imaging Spectrometer), è stato possibile studiare e comprendere fenomeni in altro modo non

investigabili. I dati MIVIS infatti rappresentano un moderno ed efficace strumento di controllo ambientale, particolarmente indicato nel caso di realtà complesse, diversificate o estese su vaste superfici, come le aree urbanizzate ed industriali [Fiumi et. al., 2004; Brivio et. al., 2006; Herold et. al, 2003].
Fondamentale risulta, ai fini dello studio, l'uso del GIS, in grado di integrare in modo contestuale e sistematico i dati telerilevati MIVIS e gli altri dati a disposizione (cartografici, statistici e relativi alla pericolosità di ciascun impianto) [Rapporto ISPESL, 2008; Rapporto Provincia di Roma, 2011].

2. Il quadro normativo

La direttiva Seveso è stata recepita in Italia sei anni dopo la sua emanazione, con il decreto del Presidente della Repubblica del 17 maggio 1988, n. 175 "Attuazione della direttiva CEE n.501 del 24 giugno 1982 relativa ai rischi di incidenti rilevanti connessi con determinate attività industriali", in seguito modificato e integrato da diverse disposizioni normative e di carattere tecnico applicativo fino alla Legge n.137 del 19 maggio 1997 "Sanatoria dei decreti legge recanti modifiche al decreto del Presidente della Repubblica 17 maggio 1988 n.175, relativo ai rischi di incidenti rilevanti connessi con determinate attività industriali" [Protezione Civile, 1994].
Il D.P.R. 175/88 distingueva gli impianti a rischio in due tipologie in base al grado di pericolosità:
- Stabilimenti sottoposti a notifica (art. 4);
- Stabilimenti sottoposti a dichiarazione (art 6).

In Italia la direttiva Seveso bis è stata recepita con il D.Lgs 334/99, mentre la direttiva 2003/105/CE con il decreto legislativo 238 del 21 settembre 2005.

Tabella 1 - Riepilogo schematico delle categorie di stabilimenti previste dal D.Lgs. 334/99 ed i relativi obblighi.

Tipologia di stabilimento	Categoria	Principali adempimenti previsti
Stabilimenti in cui sono presenti sostanze pericolose in quantità inferiori a quelle indicate come limite	Art. 5, comma 2	Attuazione delle misure idonee a prevenire gli incidenti rilevanti e a limitarne le conseguenze integrando il documento del D.L.gs 626/94 con l'analisi dei rischi di incidente rilevante.
Stabilimenti in cui sono presenti sostanze pericolose in quantità inferiori a quelle indicate come limite, e superiori ai valori di soglia di cui all'art. 6 del DPR 175/88 e s.m.i. (ex limite di soglia per la Dichiarazione).	Art. 5, comma 3	Relazione Informazione Piano di Emergenza Interno
Stabilimenti in cui sono presenti sostanze pericolose in quantità uguali o superiori ai valori di soglia, parti 1 e 2.	Artt. 6 e 7	Doc. Politica di Prevenzione Sist. Gestione della Sicurezza Informazione
Stabilimenti in cui sono presenti sostanze pericolose in quantità uguali o superiori ai valori di soglia, Allegato I, parti 1 e 2, colonna 3.	Art. 8	Rapporto di Sicurezza + Piano di Emergenza Interno + Piano di Emergenza Esterno

3. Dati utilizzati per la ricerca

E' stato scelto come area di studio il territorio ricadente nel Comune di Civitavecchia in provincia di Roma. I dati di base utilizzati per la realizzazione del progetto sono i dati telerilevati provenienti dal

sensore aeroportato MIVIS, in data 7/10/2010, ad una quota di 1.500 m., ne corrisponde un pixel di 3m x 3m.
L'elenco degli stabilimenti catalogati a Rischio incidente Rilevante per la Provincia di Roma è stato estratto dall'inventario Nazionale degli stabilimenti a Rischio Incidente Rilevante, rispettivamente:
- Documenti relativi ai *Piani di Emergenza Esterni (PEE)* ed alle *Schede Informative per i cittadini ed i lavoratori*, nei quali sono riportate le informazioni relative al tipo ad alla quantità delle sostanze pericolose trattate, le tipologie di scenari incidentali e le distanze di danno relative ad ogni tipologia di evento incidentale.

I dati utilizzati per il progetto, georiferiti nel sistema di riferimento UTM – WGS84, Fuso 33 Nord, sono di seguito elencati:
- Limiti perimetrali degli stabilimenti catalogati come a "Rischio Incidente Rilevante".
- Limiti delle zone di rischio.
- Dato relativo all'edificato della Provincia di Roma, riportante informazione relative all'area, altezza, volume, categoria di utilizzo (residenziale, industriale ecc).
- Dato relativo alla carta dell'uso del suolo *Corine Land Cover* al quinto livello di dettaglio, in formato *Shapefile* vettoriale.
- Dato relativo alla suddivisione del territorio della Provincia di Roma in sezioni di censimento ISTAT.
- CTR (Carta Tecnica Regionale), in scala 1:10.000, in formato raster.
- Ortofoto fornite dall'Agea, relative agli anni 2008 e 2011.
- Dati relativi alle infrastrutture viarie per la Provincia di Roma,
- Dati Istat in formato tabellare, relativi alla popolazione residente, agli addetti alle imprese ed al numero di imprese per la provincia di Roma, suddivisi per sezioni di censimento.

Per quanto riguarda l'elaborazione dei dati geografici, sono stati utilizzati i seguenti software:
- ESRI ArcGIS 10, per le elaborazioni in ambiente GIS [ArcGis Resource Center, 2011];
- ENVI 4.7, sviluppatore: Exelis Visual Information Solutions (Exelis VIS), per l'elaborazione digitale delle immagini [ITT, 2008].

4. Applicazione della metodologia

Al fine di realizzare lo studio in ambiente GIS, l'attività è proseguita secondo le seguenti fasi:
- Identificazione delle sorgenti di rischio.
- Valutazione della pericolosità e delle documentazioni disponibili.
- Definizione delle zone di pianificazione o zone di interferenza (buffer) con il territorio.

Sono state individuate:
- Una Prima Zona "di sicuro impatto" (vedi fig. 1), in colore rosso;
- Una Seconda Zona "di danno" (vedi fig. 1), in colore giallo;
- Una Terza Zona "di attenzione", (vedi fig. 1), in colore azzurro.

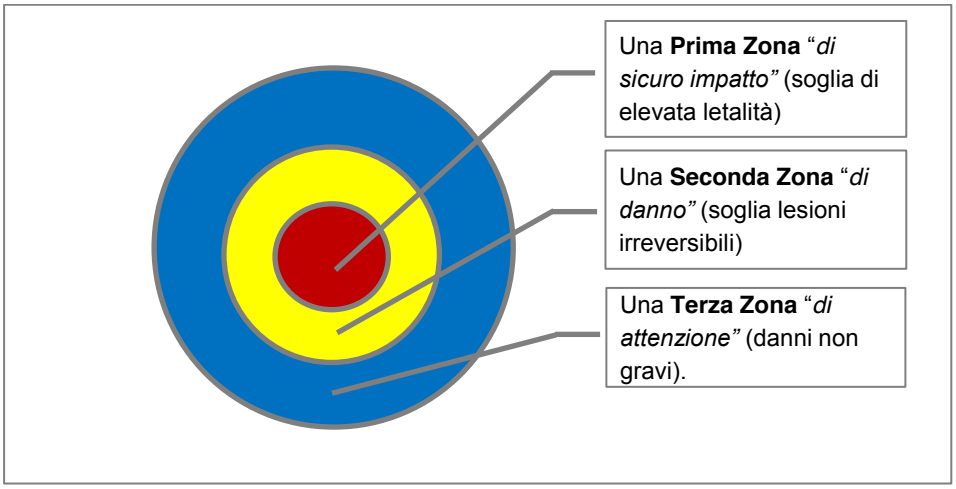
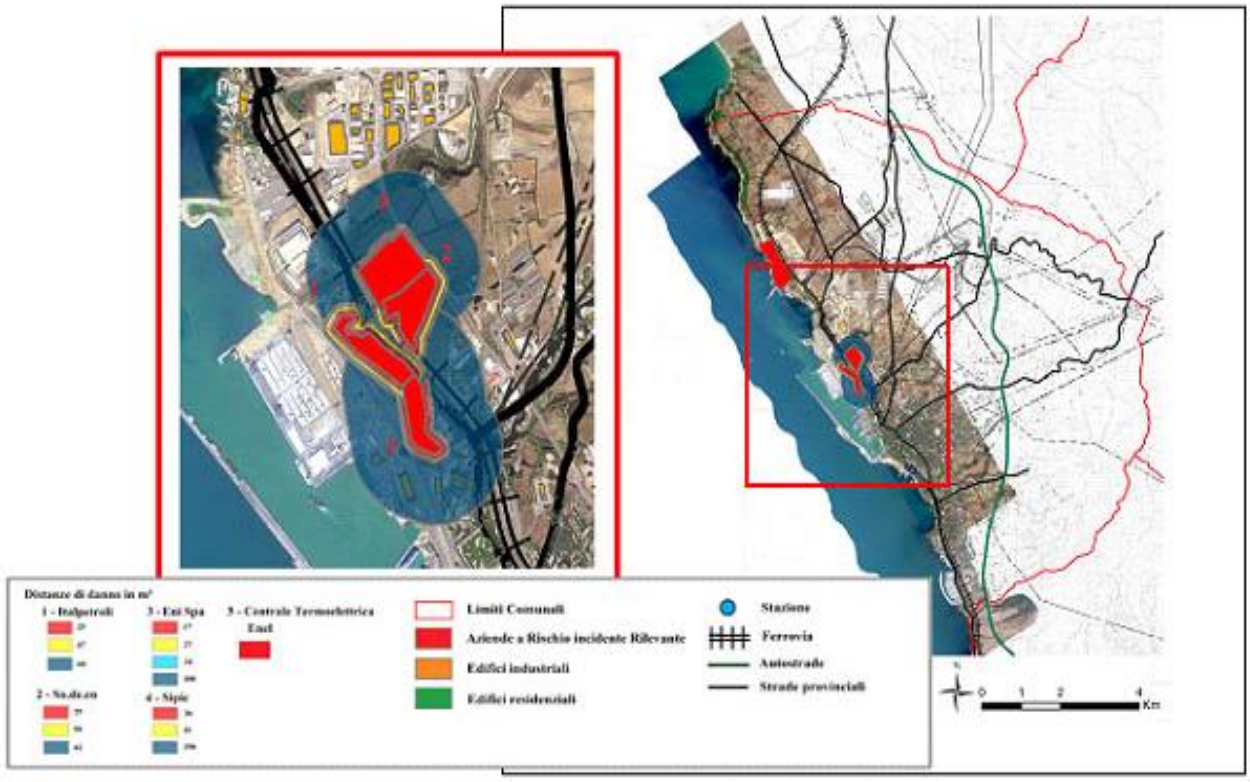
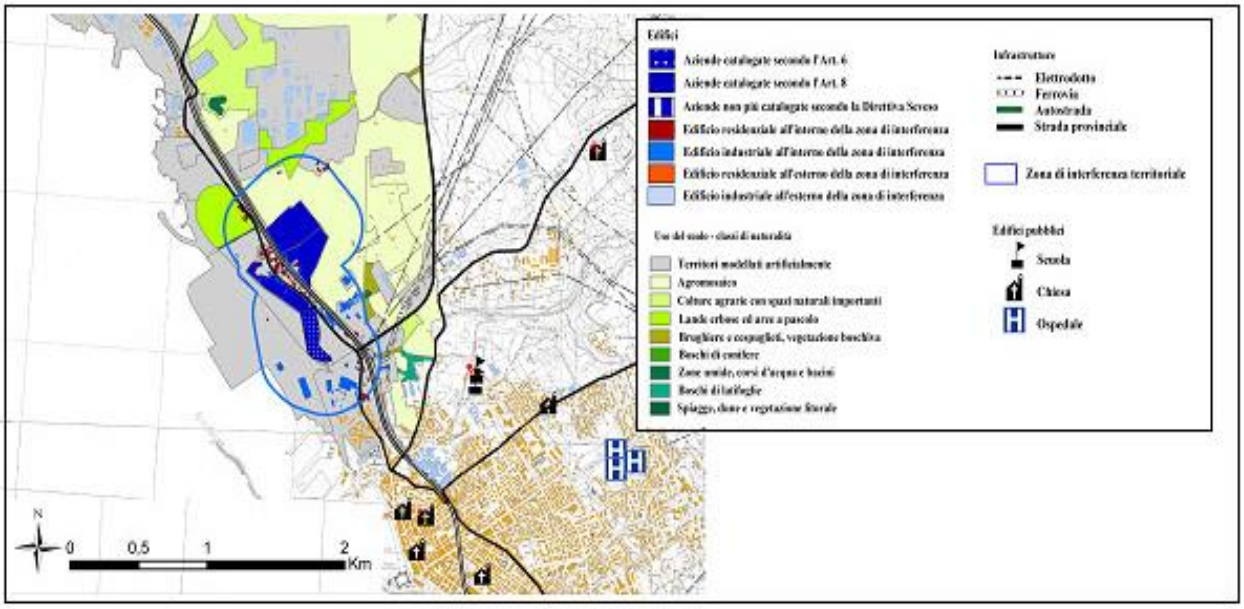


Figura 1 - Rappresentazione schematica delle diverse zone di interferenza. Il centro rappresenta la sorgente di pericolosità, il giallo zona di possibile danno e l'azzurro zona di attenzione.

La metodologia applicata all'area di studio evidenzia la presenza di numerosi edifici industriali e residenziali all'interno della zona di interferenza degli impianti, tutti collocati a ridosso del Porto. Nell'area passano anche importanti infrastrutture viarie (Ferrovia Roma-Firenze e Via Aurelia), mentre nell'immediato esterno della zona sorge il centro abitato di Civitavecchia e numerosi edifici pubblici (scuole, ospedali e chiese).
Tramite intersezione spaziale in ArcGis (*Toolbox/Analisys/Proximity/Intersect*) sono stati individuati, per ogni impianto, gli elementi territoriali a rischio, poiché ricadenti nell'area di intersezione territoriale. Particolare attenzione è stata infine posta nella valutazione del cosiddetto "effetto domino", tramite l'individuazione degli stabilimenti per i quali la probabilità, la possibilità o le conseguenze di un incidente rilevante possono essere maggiori a causa del luogo, della vicinanza degli stabilimenti stessi e dell'inventario delle sostanze pericolose ivi presenti, nonché tramite la valutazione della vulnerabilità territoriale legata a questi particolari scenari incidentali, anche alla luce della presenza di altri edifici industriali in prossimità degli impianti a rischio.





Figg. 2-3 - Civitavecchia. L'elaborazione in ambiente GIS evidenzia la coesistenza di elementi pericolosi ed elementi vulnerabili, tale da indurre a situazioni di potenziale rischio. All'interno della zona di interferenza degli impianti, tutti collocati a ridosso del Porto, sorgono numerosi edifici industriali e residenziali, e vi passano importanti infrastrutture viarie (Ferrovia Roma-Firenze e Via Aurelia), mentre

nell'immediato esterno della zona sorge il centro abitato di Civitavecchia e numerosi edifici pubblici (scuole, ospedali e chiese).

5. Considerazioni finali

Il progetto dal carattere sperimentale ha permesso di caratterizzare i parametri ambientali e produttivi del territorio in grado di determinare le attività a rischio di incidente rilevante. Le diverse informazioni raccolte sono state contestualizzate sul territorio, ed è stato quindi possibile evidenziare il potenziale impatto sulla popolazione, sui lavoratori e sull'ambiente circostante. Sono state inoltre valutate le potenzialità dei software utilizzati per la stima delle conseguenze di un eventuale incidente rilevante, in particolare l'utilizzo di strumenti di visualizzazione grafica del territorio e degli impianti di interesse, nello specifico ArcGIS 10 ed ENVI 4.7.
A conclusione di questo lavoro, si vuole sottolineare come le tecniche GIS permettano delle analisi in altro modo non realizzabili, applicate in questo caso ai fini della prevenzione e della pianificazione del territorio nel quale coesistono insediamenti a Rischio Incidente Rilevante. In particolare, l'opera di pianificazione deve considerare la presenza di più impianti in una medesima zona per ridurre la possibilità che un incidente possa innescare reazioni a catena (il cosiddetto effetto domino). E' altresì importante evidenziare come, l'informazione alla popolazione ed ai lavoratori possa costituire uno strumento di prioritaria importanza, poiché in grado di far crescere la consapevolezza e di educare a tenere comportamenti corretti.

Bibliografia

E. Andraghetti, *Stabilimenti a rischio incidente rilevante: valutazione della vulnerabilità ambientale*, Tesi di laurea in Gestione integrata degli aspetti di salute, sicurezza e ambiente, Dipartimento di ingegneria chimica, Alma Mater Studiorum, Bologna 2009.

Apat, Ministero dell'Ambiente, Mappatura del rischio industriale in Italia, 2002.

P.A. Brivio, G. Lechi, E. Zilioli, , Principi e metodi di telerilevamento, Edizioni Città Studi, 2006.

ESRI ArcGis Resource Center (2011), Available online at: http://resources.arcgis.com/en/home/ (Accessed March 21, 2012).

EEA (European Environmental Agency), Urban sprawl in Europe. The ignored challenge, Technical Report 10 Copenhagen, 2006.

L. Fiumi, L. Camilucci, A. Campopiano, S. Casciardi, D. Ramires, F. Fioravanti, G. Ruocco, Indagine conoscitiva su alcuni fabbricati con coperture in cemento-amianto in località Magliana Roma. Monografico 2004 di Prevenzione Oggi, ISBN 88-89415-01-0, Ed. Global Media System Press 2004.

M. Herold, M. Gardner, D. Roberts, Spectral resolution requirements for mapping urban areas. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 41(9), 1907−1919, 2003.

ITT , ENVI (Enviroment for Visualizing Images) - Environment for Visualizing Images, Version 4.4,. Available at: www.ittvis.com/envi, 2008.

Legambiente e Protezione Civile, Ecosistema a rischio industrie, Dossier sui comuni italiani in cui sono presenti insediamenti a rischio d'incidente rilevante, 2011.

Rapporto Annuale ISPESL, Attività 2008.

Rapporto Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco, Le attività a rischio di incidente rilevante in Italia, 2013.
Rapporto Provincia di Roma, Rapporto Annuale. La situazione della Provincia di Roma, 2011.

Protezione Civile, Pianificazione di Emergenza Esterna per impianti a rischio incidente rilevante – Linee guida,1994.

Ringraziamenti

Si ringrazia il dott. Giuseppe Chillura dell'AGEA, per la concessione delle Ortofoto del 2008-2011.

Riferimenti autori

Lorenza Fiumi, Stefano Tocci: Ricercatori presso l' Istituto sull'Inquinamento Atmosferico – CNR.

Alessandra Marino, Mara Ciucci: Ricercatori presso il Dipartimento Installazioni di Produzione e Insediamenti Antropici – INAIL.

Dasymetric Mapping per lo studio delle pressioni antropiche della Regione Umbria

AUTORI

Giacomo Rapi - ARPA Umbria - g.rapi@arpa.umbria.it
Gianluca Modeo - TeamDev Srl - g.modeo@teamdev.it

Parole chiave: pressioni ambientali; scarichi; dasymetric mapping

ABSTRACT

Nel 2014 la Regione Umbria dovrà predisporre l'aggiornamento del Piano di Tutela delle Acque come Piano Stralcio del Piano di Gestione del Distretto Appennino Centrale; esso dovrà contenere il quadro delle pressioni e degli impatti esercitati dalle attività umane sulle risorse idriche superficiali e sotterrane. Nell'ambito delle pressioni puntuali, ARPA Umbria è stata incaricata di effettuare l'aggiornamento del sistema fognario depurativo umbro, al fine di quantificare i carichi generati. Per la realizzazione di questo studio è stata sviluppata una metodologia di analisi spaziale complessa basata su tecniche di Dasymetric Mapping, per dettagliare la densità della popolazione (su una cella di 100mx100m), ovvero disaggregare l'informazione generalizzata della popolazione (sezioni di censimento ISTAT) su dati ancillari di minore generalizzazione (volume degli edifici). La realizzazione di una superficie a maglie di un ettaro ha permesso di relazionare spazialmente e quantificare anche le altre informazioni presenti oltre alla componente della popolazione residente, ovvero la componente fluttuante e gli scarichi delle attività produttive contenuti nel CEDOC (Centro di Documentazione delle Acque). Questa metodologia ha consentito di valutare con maggiore precisione le pressioni e gli impatti che insistono sul territorio regionale, privilegiando altresì la replicabilità del metodo di calcolo, nell'ottica di un costante aggiornamento dell'informazione.

1. Introduzione

ARPA Umbria è stata incaricata di fornire il supporto tecnico alla Regione per le attività legate alla implementazione della Direttiva 2000/60 CE recepita a livello nazionale con il D.Lgs. 152/2006. Tali norme assegnano un ruolo strategico alla conoscenza approfondita e aggiornata delle pressioni antropiche sulla matrice acqua, indispensabile per la determinazione delle condizioni di rischio, la definizione di reti e programmi di monitoraggio e l'individuazione delle misure da attuare per garantire il raggiungimento degli obiettivi di qualità ambientale.
Considerato che nel 2014 dovrà essere predisposto il primo aggiornamento del Piano Regionale di Tutela che costituisce stralcio del Piano di Gestione del Distretto, contenente una "*sintesi delle pressioni e degli impatti significativi esercitati dalle attività umane sullo stato delle acque superficiali e sotterranee, comprese stime sull'inquinamento da fonti puntuali, stime sull'inquinamento da fonti diffuse, utilizzazioni del suolo, ecc.*", e che ARPA Umbria è stata incaricata di effettuare un approfondimento sulle pressioni antropiche gravanti nel territorio per l'individuazione delle cause della presenza dei nutrienti nei corpi

idrici in stato trofico (D.G.R. 537 del 16/05/2012), si è resa necessaria l'esecuzione di una serie di attività finalizzate alla valutazione dei carichi inquinanti che insistono sui corpi idrici regionali.
Tali attività comprendono la ricostruzione della geometria del sistema fognario depurativo sulla base dei dati e delle informazioni rese disponibili dagli ATI (Ambiti Territoriali Integrati) e della distribuzione sul territorio della popolazione, nonché l'acquisizione di alcune informazioni necessarie alla caratterizzazione degli scarichi di origine produttiva.
In questo contesto, il sistema fognario depurativo urbano e gli scarichi di attività produttive costituiscono già una Sezione del Centro di Documentazione delle Acque (CEDOC), sistema informativo che consente la lettura integrata di stato, pressioni e impatti relativi alla matrice acqua. All'interno del CEDOC è stato sviluppato, inoltre, il Catasto Integrato degli Scarichi contenente le autorizzazioni agli scarichi di acque reflue del sistema fognario depurativo urbano e delle attività produttive nonché uno specifico Strumento di Supporto alle Decisioni (DSS) finalizzato al rilascio delle pratiche autorizzative sugli scarichi.

2. Il dasymetric mapping

Il *dasymetric mapping* è un metodo cartografico che utilizza elementi areali per classificare spazialmente dati volumetrici. Il metodo è stato ideato nel 1911 da Benjamin (Veniamin) Petrovich Semenov-Tyan-Shansky e in seguito reso popolare da J.K. Wright. Il *dasymetric mapping* viene utilizzato per calcolare la densità della popolazione ed è preferito rispetto ad altri metodi per la sua capacità di rappresentare realisticamente i dati sul territorio. Con questa metodologia si è in grado di interpolare dei dati riferiti a un'area su dati secondari che li caratterizzano spazialmente in modo migliore. L'assunto di questa tecnica è molto semplice: è più probabile che la popolazione sia concentrata dove non esistono boschi e in modo direttamente proporzionale al volume degli edifici ad uso abitativo.
Per comprenderne le potenzialità basta vedere le seguenti tre mappe:

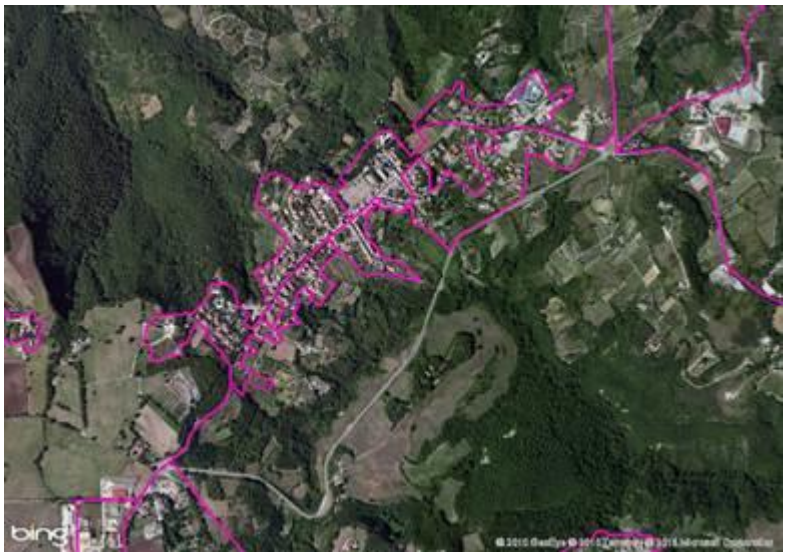


Figura 1 - Mappa del confine della sezione di censimento.

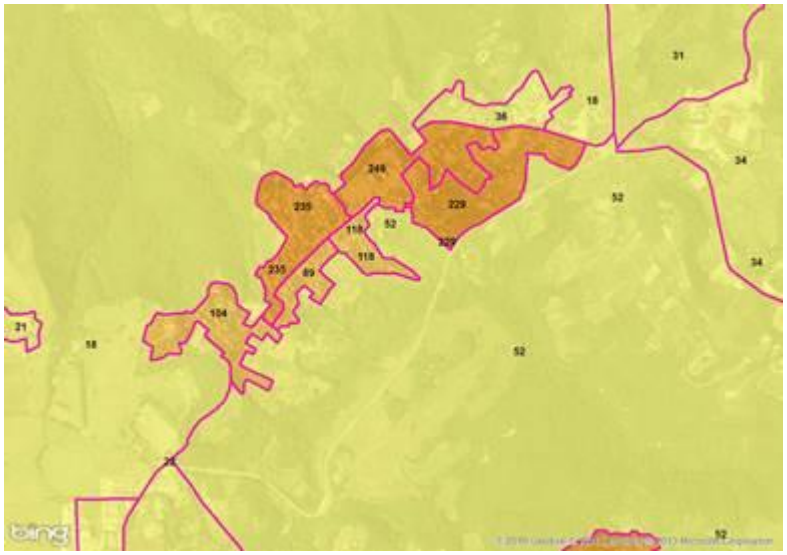


Figura 2 - Mappa della numero di residenti nella sezione di censimento.

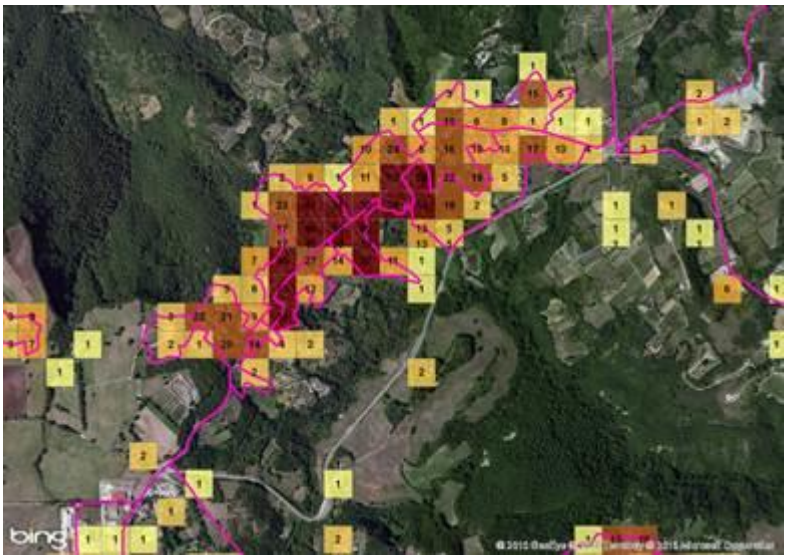


Figura 3 - Mappa del numero di residenti in un quadrato di un ha

Come ogni tecnica d'interpolazione il suo risultato non è preciso ma sicuramente probabile e soprattutto ripetibile e integrabile. Il valore che si ottiene può essere corretto di un:

$k = f(\Delta_d, \Delta_c, e)$ [1]

dove Δ_d è la variazione annuale comunale su base anagrafica trasmessa all'ISTAT; Δ_d è la variazione decennale sulla base del censimento della popolazione; ed e infine rappresenta l'errore residuo.

Possiamo riassumere matematicamente il modello in questo modo:

$\rho_p = f(P_c, V_e) \pm k$ [2]

dove ρ_p è la densità demografica per *ha*; P_c è la popolazione nella sezione di censimento; V_e è il volume dell'edificato.

3. L'analisi delle pressioni ambientali di origine civile e industriale

Nello specifico, il progetto ha avuto come obiettivo finale la realizzazione di una mappa di distribuzione delle pressioni ambientali di origine civile e industriale. Questa è stata possibile attraverso l'incrocio e l'integrazione di due componenti fondamentali che hanno rappresentato due diverse fasi di lavoro:

1. l'aggiornamento del sistema urbano e il calcolo della popolazione per ettaro di territorio mediante la tecnica del Dasymetric Mapping (interpolazione del numero di abitanti della sezione di censimento sul volume dell'edificato di civile abitazione. Il dato è stato corretto tenendo conto dell'andamento storico dell'inter-censimento a livello comunale e la densità della popolazione è stata espressa in abitanti per ettaro di territorio);

Figura 4 - Dasymetric Mapping.

2. l'aggiornamento del Catasto integrato degli scarichi (fonte diretta ufficiale espressa in un pixel di un ettaro) applicando una metodologia che ha avuto come elemento distintivo la caratterizzazione del dato per quantità e qualità).

Figura 5 - Catasto integrato degli scarichi.

Questi due elementi costitutivi hanno portato alla realizzazione della mappa di sintesi delle pressioni ambientali di origine civile e industriale: la mappa presenta dei dati che permettono di rappresentare al meglio e in maniera più dettagliata la distribuzione per ettaro di territorio delle fonti di pressione e di riprodurre lo studio in qualsiasi momento senza limiti temporali. La metodologia adottata ha anche permesso di effettuare un confronto diretto con i risultati dell'analisi delle pressioni antropiche già

effettuata nell'ambito del Piano di Tutela delle Acque attualmente vigente, nell'ottica di fornire un quadro aggiornato da utilizzare per l'aggiornamento dello stesso Piano.

Figura 6 - Mappa delle pressioni ambientali.

Correnti marine e dispersione degli scarichi a mare dei depuratori: dai dati meteo alla piuma di dispersione

AUTORI

Dr.ssa Elisa Traverso – Laboratori Iren Acquagas – elisa.traverso@irenacquagas.it
Prof. Lorenzo Papa – Università degli Studi di Genova (Dip. di Fisica) – papa@fisica.unige.it

Parole chiave: oceanografia; meteorologia; modelli matematici; correnti marine; dispersione inquinanti

ABSTRACT

In questo studio con un modello numerico vengono simulati l'andamento delle correnti marine in prossimità degli scarichi dei depuratori genovesi di Nervi, Sturla, Valpolcevera, Voltri, Darsena e la conseguente dispersione dei liquami nella zona costiera. I dati meteo della stazione di misura del Dipartimento di Fisica dell'Università di Genova sono impiegati come termini forzanti per calcolare le componenti (U,V) delle correnti marine superficiali. Importando in Arcgis Desktop in formato ASCII le grandezze U e V, nelle celle del reticolo numerico sono creati i raster del moduli delle velocità ed analogamente i valori delle direzioni, con la rappresentazione tramite frecce del campo superficiale di velocità. Un ulteriore modello matematico utilizzando le componenti U e V della corrente superficiale calcola per ogni scarico la dispersione dei liquami emessi in mare con un valore unitario di concentrazione della sorgente assunta puntiforme. Vengono poi calcolate nello strato marino superficiale le linee di isoconcentrazione dei liquami per valutazioni del livello di impatto ambientale in prossimità degli scarichi.

1. Il progetto

Lo studio si colloca nell'ambito del progetto del Programma Operativo Regionale (POR 2011) finanziato da Regione Liguria, che prevede la realizzazione di una piattaforma integrata di reti tecnologiche e carte tematiche dei campi di corrente e dispersione di inquinanti in uscita dai depuratori in base ai campi prevalenti di vento (fig.1).

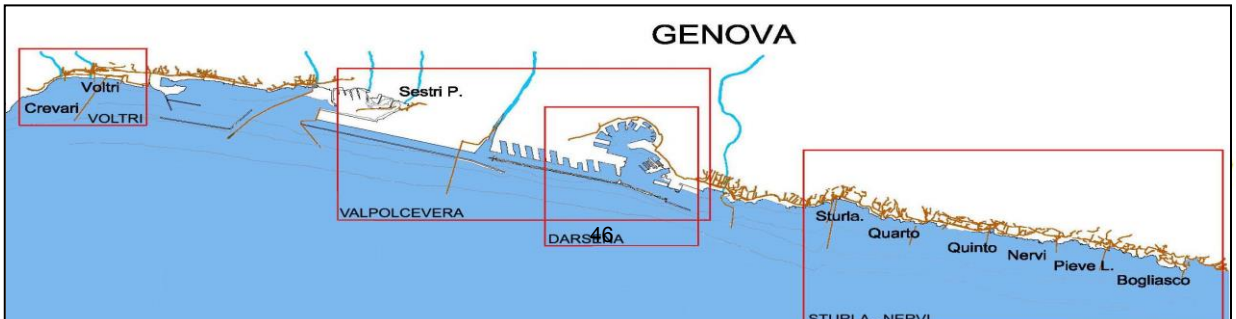


Figura 1 – Area di studio e depuratori dell'area genovese.

Per la produzione delle carte tematiche di dispersione e di livello di inquinamento della zona costiera genovese nel modello di simulazione vengono considerati come venti principali del Golfo Ligure i venti da Sud, Nord, Sud-Est e Sud-Ovest, suddivisi in tre classi di intensità: bassa (5-10 m/s), media (10-20 m/s), alta (20-40 m/s). Per le simulazioni in tempo reale sono invece impiegati i dati meteo della banca dati del Dipartimento di Fisica dell'Università di Genova, dove è operativa da oltre venti anni una stazione automatica che misura l'intensità e la direzione del vento ogni 20 minuti. Un modello numerico tridimensionale calcola in tempo reale la dispersione degli scarichi dei depuratori genovesi in base al vento e alle correnti marine, con la possibilità di produrre accurate previsioni delle concentrazioni superficiali dei liquami e di fornire valutazioni di rischi di inquinamento ambientale.

2. Il modello idrodinamico per lo studio delle correnti marine superficiali e la dispersione degli inquinanti

L'equazione fondamentale impiegata nel modello numerico di simulazione per il calcolo della dispersione di un liquame in mare è la seguente:

$$\frac{\partial C}{\partial t} + U\frac{\partial C}{\partial x} + V\frac{\partial C}{\partial y} + W\frac{\partial C}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x}\left(D_x \frac{\partial C}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(D_y \frac{\partial C}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial z}\left(D_z \frac{\partial C}{\partial z}\right) \qquad [1]$$

dove C è la concentrazione in unità arbitrarie, U, V, W sono le componenti della velocità delle correnti marine e D_x, D_y, D_z, sono i coefficienti di diffusività turbolenta dei liquami rispettivamente nelle direzioni x, y, z. Nel presente lavoro si è impiegato un nuovo modello numerico tridimensionale che descrive processi di interazione del "campo vicino di dispersione" col "campo lontano ". Il codice di calcolo utilizza un metodo classico alle "differenze finite" per la risoluzione numerica delle equazioni di Navier Stokes per liquidi incomprimibili in tre dimensioni (Bazzurro and Papa, 2002; Papa and Vattuone, 2010; Papa and Vattuone, 2011).Le tecniche numeriche utilizzano il MAC Method (Welch et al., 1966; Spraggs and Street, 1975) che è stato esteso per descrivere la dispersione di inquinanti negli strati superficiali di un bacino oceanografico chiuso o semichiuso. Per risolvere numericamente le equazioni del moto e della concentrazione dei reflui emessi dalle condotte sottomarine si introduce una maglia formata da celle rettangolari di passo Δx, Δy, z. I valori discretizzati di pressione, temperatura, salinità e concentrazione dell'inquinante sono localizzati al centro di ciascuna cella, mentre le velocità del mare e la superficie libera sono localizzati ai vertici di ciascuna cella. Le equazioni di Navier Stokes, di continuità e di dispersione vengono risolte numericamente con programmi di calcolo realizzati in FORTRAN 77 e la grafica dei campi vettoriali delle correnti e scalari delle concentrazioni dei liquami sono implementate in ambiente MATLAB e ESRI.

3. Elaborazione dati

Per suddette elaborazioni viene utilizzato Arcmap 10.0, con l'estensione Spatyal Analyst.

I dati in uscita dai modelli matematici vengono importati in formato ASCII e tramite la funzione *ASCII to Raster* si ottengono diversi raster.

3.1 Mappa correnti superficiali

Le componenti della velocità delle correnti marine, U e V, importati in formato ASCII, tramite lo strumento *ASCII to Raster,* danno origine ai rispettivi raster U e V, da cui tramite la funzione *Raster Calculator* [sqrt(U^2+V^2)] , viene calcolato il raster del modulo delle velocità. Vengono stabilite 3 classi di velocità, bassa, media, alta, rispettivamente 5-10 cm/s, 10-20 cm/s, 20-40 cm/s, da cui vengono generate le mappe corrispondenti. Inoltre, ripetendo la funzione *Raster Calculator* [atan2(V,U)] si calcolato la direzione della corrente, rappresentata mediante freccia (fig.2).

3.2 Mappa dispersione inquinanti

Analogamente alla mappa delle correnti, la concentrazione dei liquami calcolata dal modello viene importata in formato ASCII, tramite lo strumento *ASCII to Raster,* creando il raster C delle concentrazioni da cui, tramite la funzione *contour* , si derivano le linee di isoconcentrazione del refluo della condotta (fig.2).

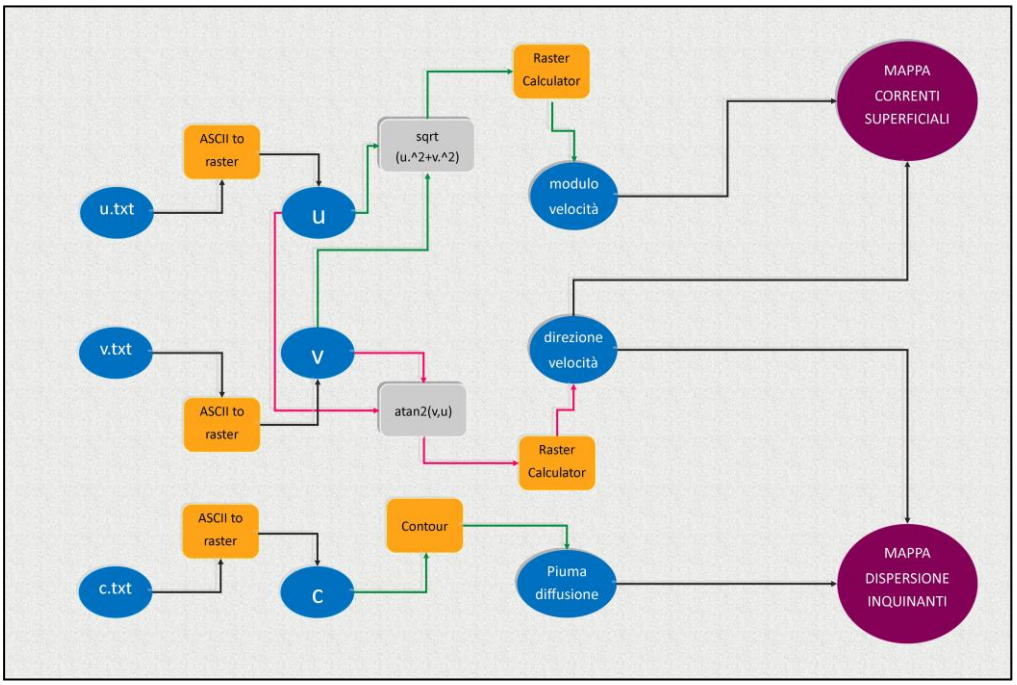
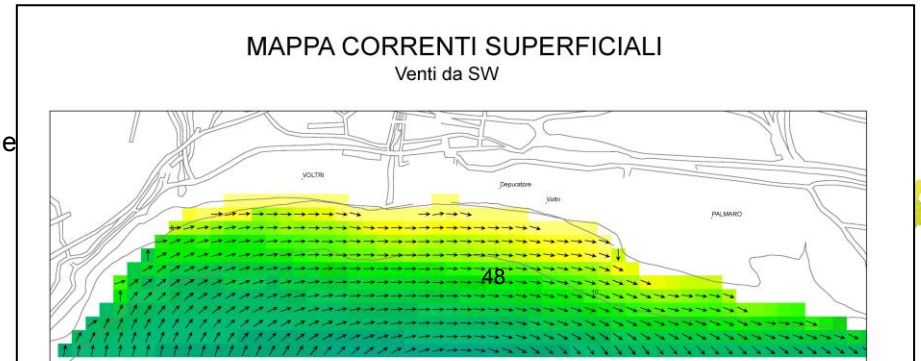


Figura 2 – Schema generale procedura.

4. Conclusioni

Questo studio ha prodotto mappe tematiche dell'andamento delle correnti marine e del trasporto di liquami emessi in mare da scarichi urbani. Il modello oceanografico di simulazione permette, in base ai dati meteo, di prevedere in tempo reale correnti tridimensionali e processi di dispersione in zone costiere e d'altura (fig.3 e fig. 4)



Suppleme

Figura 3 – Mappa di una corrente superficiale nella zona di Voltri (Genova).

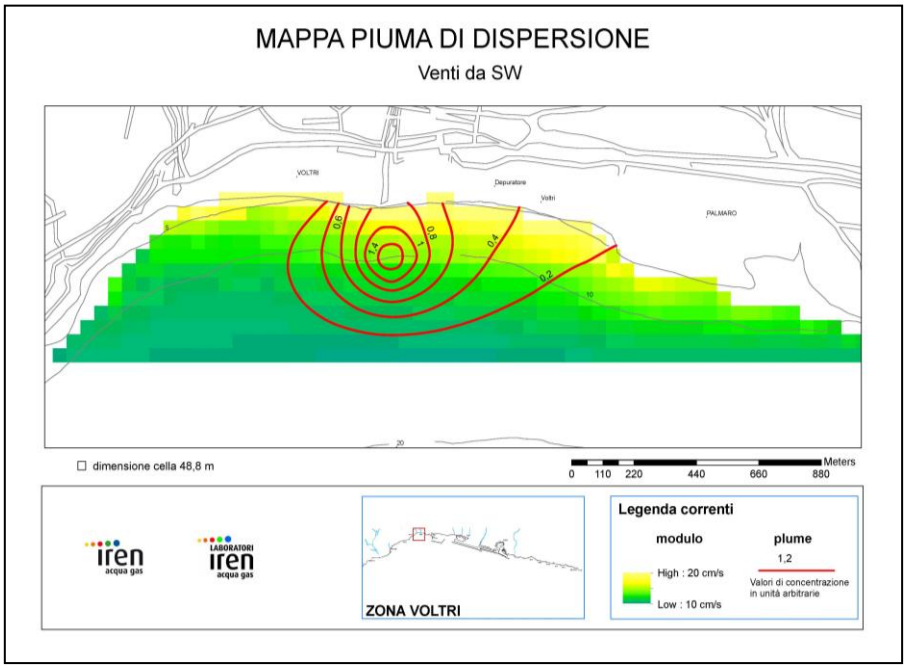


Figura 4 – Mappa di una piuma di dispersione nella zona di Voltri (Genova).

Autori

Dr.ssa Elisa Traverso, responsabile Laboratorio Cartografico IAG/LIAG
Prof. Lorenzo Papa, docente Istituto Idrografico della Marina e Dipartimento di Fisica, Università i di Genova

Ambito del lavoro

Questo studio si colloca nell'ambito del progetto del Programma Operativo Regionale (POR) anno 2011 finanziato da Regione Liguria, di concerto tra Laboratori Iren Acquagas e Iren Acquagas (Gruppo IREN) e il Dipartimento di Fisica dell'Università degli Studi di Genova.

Bibliografia

Bazzurro, N. and Papa, L. (2002). *A numerical model of wind driven circulation and pollutant dispersion in the Ligurian Sea.* 2nd International Conference on Marine Waste Water Discharges (MWWD 2002), Instanbul.

Papa, L. and Vattuone, L. (2010). *Proceedings of the 6th International Conference on Marine Waste Water Discharges and Coastal Environment,* Langkawi Malaysia.

Papa, L. and Vattuone, L. (2011). *Proceedings of The 2011 World Congress on Advances in Structural Engineering and Mechanics (ASEM'11+),* Seoul.

Spraggs., L.D. and Street, R.L. (1975). *Three-dimensional simulation of thermally-influenced hydrodynamic flows.* Stanford University Technical Report n. 190.

Atlante fotografico dei paesaggi costieri

AUTORI

Katiuscia EROE - Legambiente ONLUS - k.eroe@legambiente.it
Maria Assunta VITELLI Legambiente ONLUS - m.vitelli@legambiente.it.

Parole chiave: “consumo di suolo”; paesaggi; ecomostri; coste; spiagge; suolo; legambiente; biodiversità

ABSTRACT

Le aree costiere italiane sono uno straordinario patrimonio ambientale, culturale, storico.
Sono spesso paesaggi poco conosciuti, che in alcuni casi nascondono bellezze ancora da scoprire, ma sono frequentemente anche a rischio cementificazione e degrado. Legambiente intende contribuire a far conoscere questo patrimonio, a tenerlo sotto osservazione, studiarlo attraverso uno strumento originale che abbiamo chiamato "Atlante Fotografico dei Paesaggi Costieri italiani".

1. Introduzione

L’ "Atlante Fotografico dei Paesaggi Costieri Italiani” di Legambiente nasce con l’obiettivo di raccontare attraverso una galleria di immagini georeferenziate, storie e cambiamenti che riguardano i litorali italiani. Tale progetto si inserisce all’interno delle Campagne di Legambiente su Consumo di Suolo. Ogni anno, infatti, in Italia l’azione dell’uomo determina un consumo di territorio pari a circa 500 kmq. Dato quanto mai allarmante se si considera che tale spreco avviene a favore di speculazioni edilizie, abusi e cementificazione.
L’idea è quella di far viaggiare gli utenti attraverso lo Stivale, si potrà navigare attraverso 7.458 chilometri di coste italiane, con fotografie e storie, informazioni sui luoghi, che si andranno arricchendo sempre di più nel tempo grazie alle foto che ognuno potrà inviare e al contributo di fotografi professionisti, di studi e ricerche. Questo spazio interattivo vuole offrire una visione delle coste per come sono e per come erano alcuni anni fa, prima che l’edificazione ne cambiasse i connotati, ma anche denunciare i rischi che incombono su alcuni territori se gli appetiti speculativi non verranno fermati.
Attraverso questo strumento web, cittadini, enti ed associazioni, potranno inserire le immagini delle coste italiane e raccontarne cambiamenti e caratteristiche.

2. Descrizione

Obiettivo di questo nuovo progetto non è solo quello di potenziare lo strumento già in uso, rendendolo maggiormente fruibile agli utenti e offrendo loro la possibilità di scorrere immagini e avere maggiori informazioni su ognuno dei luoghi segnalati attraverso la galleria di immagini georefenziate, ma anche quello di stimolare le Amministrazioni Pubbliche ad approvare criteri o regole precise atte a salvaguardare i territori e i paesaggi che rendono ricco questo Paese, la cui assenza determina al

contrario problemi di dissesto idrogeologico, di congestione e inquinamento delle città, eccessiva emissione di CO2 e della perdita di valore di tanti paesaggi italiani, incidendo in maniera negativa sulla qualità dei territori producendo dispersione e disgregazione sociale. Occorre infatti fare come negli altri paesi europei dove il consumo di suolo viene contrastato attraverso precise normative di tutela, con limiti alla crescita urbana, ed interventi precisi di riqualificazione e densificazione urbana.

Ambito del lavoro

Il progetto è completato ma in continuo divenire, con aggiunta di immagini descrivono la situazione attuale delle nostre coste

Bibliografia

- Stop al carbone. Le ragioni della campagna di Legambiente
- Guida Blu 2013, Roma, Touring Editore
- Bonifiche dei siti inquinati: chimera o realtà? 2014 – Legambiente Legambiente Turismo
- Mare Monstrum 2013, Legambiente
- Tutti giù per Terra 2009 – Legambiente
- Un futuro verde per la chimica italiana 2007 – Legambiente
- Goletta Verde – Legambiente
- La più bella sei tu – Legambiente
- Campagna consumo di suolo – Legambiente

Descrizione Associazione

Legambiente è nata nel 1980, erede dei primi nuclei ecologisti e del movimento antinucleare che si sviluppò in Italia e in tutto il mondo occidentale nella seconda metà degli anni ’70.
Tratto distintivo dell’associazione è stato fin dall'inizio l’ambientalismo scientifico, ovvero la scelta di fondare ogni progetto in difesa dell’ambiente su una solida base di dati scientifici, uno strumento con cui è possibile indicare percorsi alternativi concreti e realizzabili.
L'approccio scientifico, unito a un costante lavoro di informazione, sensibilizzazione e coinvolgimento dei cittadini, ha garantito il profondo radicamento di Legambiente nella società fino a farne l’organizzazione ambientalista con la diffusione più capillare sul territorio: oltre 115.000 tra soci e sostenitori, 1.000 gruppi locali, 30.000 classi che partecipano a programmi di educazione ambientale, più di 3.000 giovani che ogni anno partecipano ai nostri campi di volontariato, oltre 60 aree naturali gestite direttamente o in collaborazione con altre realtà locali.
Legambiente è un’associazione senza fini di lucro, le attività che organizziamo sono frutto dell'impegno volontario di migliaia di cittadini che con tenacia, fantasia e creatività si impegnano per tenere alta l'attenzione sulle emergenze ambientali del Paese.

Il contributo del GIS nel progetto di restauro. La copertura della Pieve di Novi

AUTORI

Marta Casanova. DSA - Dipartimento di Scienze per l'Architettura Scuola Politecnica, Università degli Studi di Genova - casanova.arid@gmail.com
Simonetta Acacia - DSA - Dipartimento di Scienze per l'Architettura Scuola Politecnica, Università degli Studi di Genova - simonetta.acacia@gmail.com

Parole chiave: restauro; copertura; diagnostica

ABSTRACT

La struttura complessa del progetto di conservazione e la molteplicità e multi-disciplinarietà dei dati raccolti in vari formati ne rende difficile la lettura di sintesi. Per tale motivo risulta significativo l'utilizzo di sistemi che ne permettano l'organizzazione strutturata e che consentano di integrare le informazioni grafiche, tabellari e documentazione esterna.
Il presente contributo illustra l'applicazione del sistema GIS (software ArcGIS) per la redazione del progetto di restauro della copertura lignea della chiesa di Santa Maria Assunta della Pieve a Novi Ligure (AL).
Il GIS è stato utilizzato con lo scopo di riunire in un unico "luogo" tutte le informazioni raccolte in modo da poterle confrontare e mettere in relazione in modo dinamico.
Partendo da un rilievo restituito in ambiente CAD sono state realizzate direttamente nel GIS le mappe tematiche dei materiali, del degrado e degli interventi in progetto, integrate con le rispettive tabelle degli attributi e con collegamenti a documentazione fotografica e schede.
La creazione di un efficace modello geo-relazionale ha dato la possibilità di compiere valutazioni (ad esempio il confronto tra diversi scenari di intervento), calcoli (di superfici e costi di intervento) e previsioni.

1. Introduzione

L'intervento in oggetto riguarda il restauro della copertura lignea della Chiesa di Santa Maria Assunta della Pieve a Novi Ligure, edificio le cui origini risalgono al XII secolo e che ha subito svariate modifiche nel corso dei tempi. Oggi la Pieve si presenta come un organismo apparentemente omogeneo e di impianto semplice, articolato in un'aula suddivisa in tre navate, scandite da pilastri ed archi a tutto sesto

e preceduta da un pronao tripartito; la copertura è a due falde, con struttura portante in legno, manto di copertura in coppi e scempiato in cotto all'intradosso [1].
L'esigenza di intervenire sulla copertura nasce dallo stato di conservazione del manto e dalla volontà, da parte della Parrocchia, di isolare la copertura per conseguire un miglior comfort termico principalmente nei mesi estivi.

2. Struttura del progetto GIS

Il presente contributo tratta del progetto di restauro della copertura, affrontato attraverso la realizzazione di un GIS (software ArcGIS 10.2 di ESRI), al fine di gestire in modo funzionale sia le informazioni raccolte in fase di analisi sia le indicazioni di intervento, applicando potenzialità proprie di questo strumento ad esigenze peculiari della conservazione dei beni culturali.
Si tratta quindi di un'applicazione del GIS al costruito, assumendo come piano operativo la proiezione degli elementi che costituiscono la copertura dell'edificio.
Il progetto di restauro è consistito in una prima fase conoscitiva, in cui è stato svolto il rilievo topografico, la cui restituzione grafica in ambiente CAD è stata utilizzata come supporto nel corso delle indagini diagnostiche eseguite *in situ* sugli elementi lignei [2].
Parallelamente è stata svolta una ricerca presso l'Ufficio Tecnico del Comune di Novi Ligure (proprietario del bene) e l'archivio parrocchiale, finalizzata a ricostruire la storia recente degli interventi realizzati sull'edificio e in particolare sulla copertura. Il materiale raccolto, consistente in fotografie, articoli di giornale, relazioni tecniche e documentazione di cantiere, è stato digitalizzato.
Questa prima fase di raccolta di materiale ha compreso anche una campagna fotografica e l'osservazione sul posto dei materiali presenti e dei fenomeni di degrado in atto.
Il progetto in ambiente GIS è stato affrontato innanzitutto importando il file del rilievo (formato *.dwg*), per procedere poi con la creazione di specifici shapefiles.

2.1 Shapefiles contenenti informazioni su dimensioni, materiali ed indagini svolte

Gli elementi lignei sono stati identificati con un numero/codice, assegnatogli già in fase di rilievo; per travi principali e travetti sono stati inseriti dati dimensionali diretti e calcolati (sezione, sviluppo della superficie) e dati derivanti dall'indagine diagnostica (specie legnosa, sezione efficace, classificazione, ecc).
Per quanto riguarda lo scempiato, realizzato in cotto, sono stati evidenziati gli elementi sostituiti in materiale differente ed eventuali mancanze; è stata conteggiata, tramite l'apposita funzione offerta dal software, la superficie di ciascuna porzione.
Tramite la tematizzazione del campo “materiale” è stata realizzata la mappa dei materiali; un vantaggio offerto dal GIS è la possibilità di avere, a fianco del dato qualitativo anche una quantificazione di ciascun materiale individuato (figura 1).

1 Nel corso delle indagini sul campo, realizzate con l'ausilio di una piattaforma elevatrice, si è riscontrata - grazie ad una discontinuità nello scempiato – la presenza di una seconda struttura con elementi portanti in legno (travi, travetti e listelli) e una lastra ondulata a supporto del manto. All'estradosso dello scempiato è inoltre presente uno strato di materiale isolante molto deteriorato. Ad oggi quindi la struttura lignea visibile all'intradosso della copertura non porta più i carichi relativi al manto di copertura e altri accidentali.

2 Le indagini diagnostiche sugli elementi lignei sono state svolte dall'Arch. Gerolamo Stagno e dal Geom. Emilio Costantino.

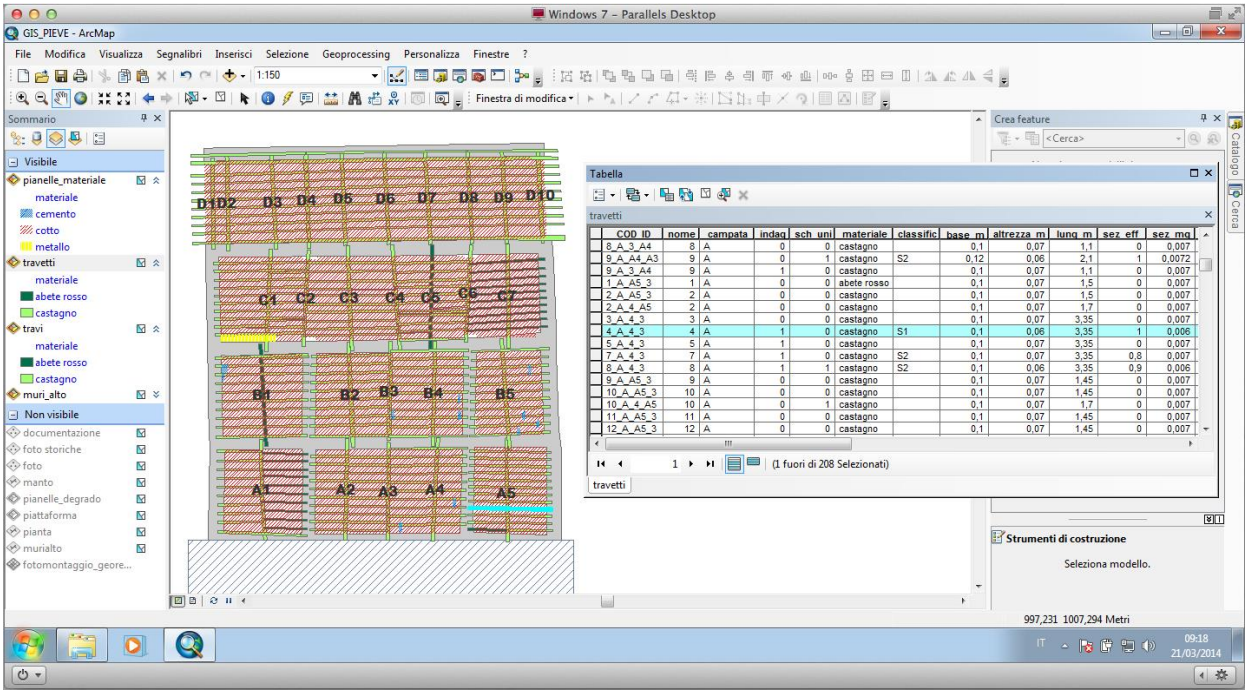


Figura 1 - Schermata del software ArcGIS 10.2 con la tematizzazione dei materiali (mappa) affiancata dalla tabella relativa allo shapefile *travetti.*

2.2 Shapefiles contenenti la localizzazione delle indagini diagnostiche

Sono stati inseriti punti che identificano dove sono state realizzate le indagini diagnostiche su travi principali e travetti (tematizzazione per “indagini diagnostiche”); e sono stati impostati hyperlink ai risultati delle analisi contenuti nella relazione specialistica [3].

2.3 Shapefile contenente indicazioni sullo stato di conservazione dello scempiato

Sono stati individuati i fenomeni di degrado riscontrati sulle pianelle dello scempiato; anche in questo caso è stato inserito un campo relativo all'estensione del fenomeno.
E' stato possibile compiere l'operazione di mappatura inserendo nel GIS il GEOtiff del foto-piano dell'intradosso della copertura.

2.4 Shapefiles relativi alla documentazione fotografica

Le fotografie realizzate in sede di sopralluogo e quelle storiche raccolte sono state archiviate compilando per ciascuna di esse campi quali la tipologia di ripresa (esterno/interno/dettaglio), il soggetto rappresentato, data e autore, oltre al riferimento ad un eventuale elemento (campo Codice_ID); un *Hyperlink* consente di visualizzare la fotografia a cui si fa riferimento.

2.5 Shapefile relativo alla documentazione storica

3 E' stato realizzato un ulteriore shapefile per in cui sono indicate le aree di stazionamento della piattaforma elevatrice, al fine di comunicare in maniera sintetica quali porzioni della copertura sono state visionate ed analizzate più nel dettaglio.

La documentazione storica (articoli di giornale, saggi, corrispondenza, relazioni tecniche, documentazione di cantiere) è stata archiviata in modo analogo a quello delle fotografie; anche in questo caso è stato inserito un *Hyperlink*, tramite il quale si accede alla scansione del documento.

Sia per la documentazione fotografica sia per quella scritta di carattere storico, si è ritenuto interessante inserire un campo che contenesse il riferimento ad eventuali interventi edilizi che il fotogramma vuole documentare, nell'ottica di avere la possibilità, in un secondo momento, di riunire tutte le informazioni - organizzate in tabelle differenti – che fanno capo ad una specifica azione sul manufatto.

2.6 Shapefiles contenenti indicazioni sugli interventi in progetto

Per gli elementi lignei e lo scempiato in cotto è stato inserito e tematizzato un campo relativo agli interventi da eseguire sui singoli elementi o su porzioni più ampie, corredato dalla quantificazione dell'estensione superficiale di ciascuno di essi.
Tale tabella è stata rielaborata poi come foglio di calcolo esterno, al fine di realizzare il computo metrico estimativo dell'intervento.

3. Conclusioni

L'adozione di un software GIS nel progetto di restauro in oggetto si è rivelata positiva, in particolare per la possibilità di visualizzare simultaneamente, in sovrapposizione, mappe/tematizzazioni differenti e di consultare con estrema facilità dati ad esse associati, fra tutti quelli dimensionali e quelli collegati tramiti link a file esterni, siano essi risultati in analisi, documentazione d'archivio o fotografie (figura 2).

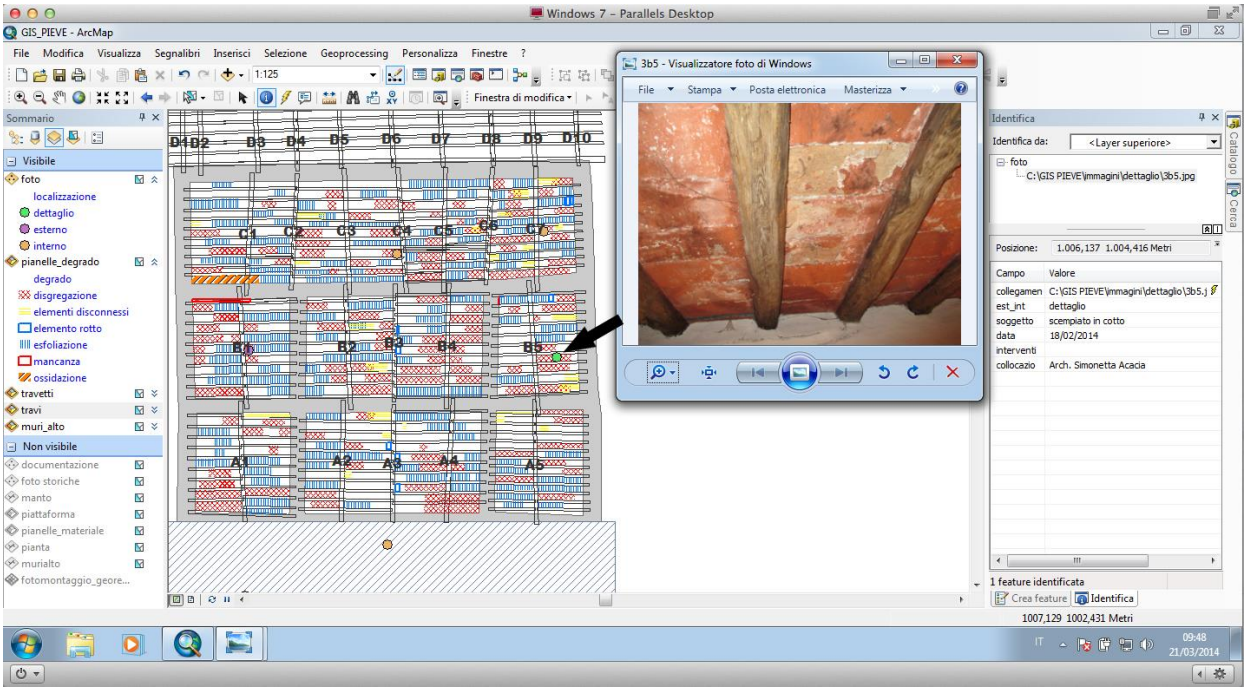


Figura 2 - Schermata del software ArcGIS 10.2 con la tematizzazione dei fenomeni di degrado (mappa) affiancata da una fotografia linkata e relativa scheda informativa.

Si ritiene che l'apporto di tale strumento abbia influito in modo significativo sulla minimizzazione dell'errore nella compilazione delle mappe, sia di analisi sia di intervento.
Il progetto qui illustrato è ancora aperto: i risultati del lavoro svolto sono stati utilizzati nella redazione della richiesta di autorizzazione presso la Soprintendenza per i Beni Architettonici e Paesaggistici; intendiamo avvalerci dello strumento GIS anche nel corso del cantiere, implementando il progetto con la documentazione che verrà puntualmente acquisita sulle lavorazioni che si stanno eseguendo.

"*[…] La gestione delle informazioni è un compito cruciale per il Restauro, anche perché i "dati" con i quali abbiamo a che fare ci preesistono e costituiscono (o racchiudono in sé) i molti valori che riconosciamo agli edifici di cui vogliamo garantire la sopravvivenza. Conoscerli, non smarrirli, poterli analizzare e confrontare e, al limite estremo, conservare quale unica praticabile alternativa rispetto alla perdita e al definitivo oblio del bene, sono obiettivi centrali dalla ricerca e della più aggiornata strategia per la conservazione e valorizzazione del patrimonio esistente*." [4]

Bibliografia

Biallo G., *Introduzione ai sistemi informativi geografici*, Mondo-GIS, Roma, 2002

Brusaporci S., Centofanti M., Continenza R., Trizio I., *Sistemi Informativi Architettonici per l a gestione, tutela e fruizione dell'edilizia storica*, in Atti della 16a Conferenza Nazionale ASITA (6-9 novembre 2012, Centro Congressi Fiera di Vicenza), pp. 315-322

Musso Stefano F., Tecniche di Restauro, Utet Scienze tecniche, Torino, 2013

Saygi G.,Agugiaro G., Hamamcıoğlu-Turan M., Remondino F., *Evaluation of GIS and BIM roles for the information management of historical building*, in ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume II-5/W1, XXIV International CIPA Symposium, 2 – 6 September 2013, Strasbourg, France, pp. 283-288

Trizio Ilaria, *Indagini Stratigrafiche e Sistemi Informativi Architettonici: il GIS della chiesa di S. Maria in Valle Porclaneta*, in "Arqueología de la Arquitectura", n. 6, gennaio – dicembre 2009, pp. 91-111

4 Musso, 2013, pag. 18

Un GIS dei casali storici dell'Agro Romano

AUTORI

Marina Marcelli - Sovrintendenza Capitolina ai Beni Culturali - Laboratorio di Cartografia
marina.marcelli@comune.roma.it
Gianluca Schingo - Sovrintendenza Capitolina ai Beni Culturali - Laboratorio di Cartografia
gschingo@gmail.com
Roberta Lanna Sovrintendenza Capitolina ai Beni Culturali - Laboratorio di Cartografia
robertalanna@virgilio.it

Parole chiave: censimento beni culturali; webgis; casali; agro romano

ABSTRACT

Nel 1980 fu pubblicata in allegato al P.R.G. di Roma la *Carta storica archeologica monumentale e paesistica del suburbio e dell'agro romano,* in cui erano censiti i beni culturali presenti sul territorio. Nel 2000 i dati sono confluiti in un GIS, in cui gli elementi, cartografati su base vettoriale del Comune e collegati a un database relazionale, sono consultabili tramite un WebGIS interno al sistema di catalogo della Sovrintendenza SIMART. Il WebGIS, oggi accessibile intranet ma in prospettiva di una futura fruizione su Internet, é pensato come un'interfaccia fra mappe e catalogo, utilizzabile anche da utenti inesperti. Gli elementi censiti sono rappresentati con specifici tematismi vettoriali, forniti di una tabella dati interrogabile in base a diversi attributi (categoria, nome, indirizzo, tipologia di bene, numero carta dell'agro, proprietà). Ad oggi sono stati inseriti circa 4.500 poligoni relativi a casali storici, torri e fontanili della campagna romana. Sono inoltre state georiferite le principali cartografie storiche e numerosi tematismi vettoriali di sfondo che costituiscono fondamentali strumenti per la creazione di mappe tematiche.

1. Introduzione: La Carta dell'Agro Romano e la Carta per la Qualità del Piano Regolatore Generale di Roma

Agli inizi degli anni '60 nell'ambito dell'elaborazione del nuovo Piano Regolatore Generale di Roma, destinato per la prima volta ad includere l'intero Agro Romano, si rese necessaria l'individuazione, la catalogazione e la rappresentazione cartografica di tutti i beni storici presenti sul territorio. L'iniziativa, avviata dalla allora Ripartizione X Antichità e Belle Arti del Comune di Roma (oggi Sovrintendenza Capitolina), portò negli anni '80 alla pubblicazione, in allegato al P.R.G., della *Carta storica archeologica monumentale e paesistica del suburbio e dell'agro romano*[1]. Le finalità che doveva perseguire il nuovo

[1] Approvata con Del. C.C. n. 959/1980, la carta utilizzava la base aerofotogrammetrica SARA-Nistri, 1:10.000, la stessa del Piano Regolatore. L'edizione a stampa della Carta (1982 – 1988) è costituita da 38 tavole comprendenti l'intero territorio comunale al di fuori del perimetro delle mura Aureliane. Per i beni censiti (circa 6000), fu elaborata un'apposita simbologia a colori, in cui erano distinti elementi di

strumento erano di salvaguardare i beni “minori”, più a rischio, come gli elementi archeologici secondari le torri, i casali e le tenute storiche.

Negli anni successivi furono pubblicati alcuni allegati tematici: la carta del Parco Regionale dell’Appia Antica (1990), la Carta dei vincoli (1992) e la Carta dell’Archeologia Industriale (1996).
Nel 2000 l’aggiornamento dei dati è confluito in un sistema GIS[2], in cui gli elementi, antichi e moderni, sono stati cartografati sulla nuova base vettoriale del Comune di Roma, e collegati ad un database relazionale in continuo aggiornamento. Questi elementi sono stati poi recepiti nell’allegato G “Carta per la Qualità” del nuovo P.R.G. di Roma (2003-2008), dove sono stati integrati con ulteriori elementi relativi a edifici di pregio e morfologie della città storica e contemporanea[3]. Obiettivo principale della Carta è infatti quello di documentare e salvaguardare le singole evidenze in rapporto al tessuto della città contemporanea, nell’ambito delle scelte progettuali e urbanistiche. Le Norme Tecniche di Attuazione del piano prevedono infatti la conservazione e valorizzazione di tutti gli elementi censiti e dettano specifiche indicazioni per la loro eventuale trasformazione.

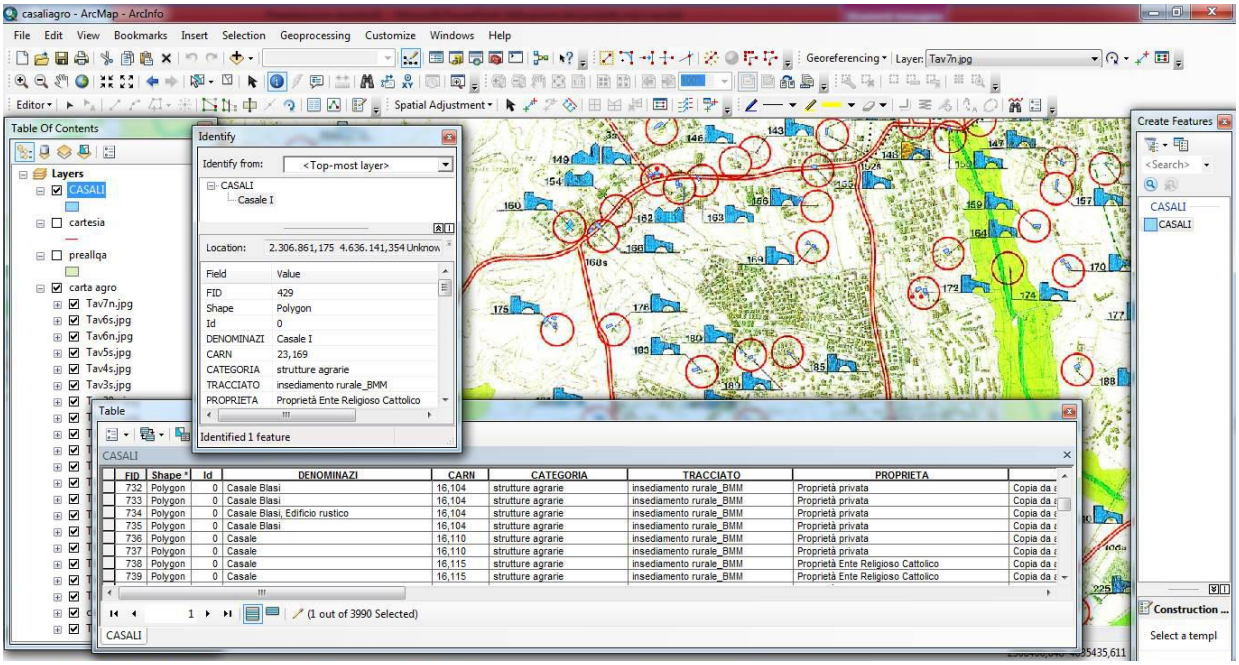


Figura 1 - Elaborazione GIS della Carta dell’Agro Romano, foglio 23: dettaglio della valle dei Casali.

2. Il GIS della Carta dell’Agro Romano

Nel 2010 il SIT della Carta dell’Agro è confluito nel Sistema di Catalogo Unico della Sovrintendenza ai Beni Culturali, “Sistema Informativo Musei Arte Territorio” (SIMART)[4], finalizzato alla gestione dell’intero

interesse storico-monumentale e paesistico, al fine di rendere percepibile con immediatezza la tipologia del manufatto, la sua cronologia ed il relativo stato di conservazione

[2] Per la parte di mappatura vettoriale degli elementi sono stati utilizzati software ESRI, in una prima fase ArcView 3.2 e successivamente ArcGis 9.3.1

[3] Il sistema informativo della *Carta per la Qualità* è realizzato per Roma Capitale da Risorse per Roma s.p.a, con il coordinamento dell’arch. Daniela Santarelli.

[4] Il sistema, i cui contenuti scientifici sono affidati ad un gruppo di lavoro interno alla Sovrintendenza coordinato da Nicoletta Cardano, utilizza uno specifico software messo a punto dalla SIRTI s.p.a. su Oracle 10, con il supporto, per la parte GIS e WebGIS, della Sysdeco Italia s.r.l.

patrimonio storico-culturale di Roma. Per la parte schedografica e documentaria è stato utilizzato il settore "Censimento territoriale" del SIMART, comprendente un vastissimo capitale informativo riguardante circa 8000 beni, divisi tra archeologici e medievali/moderni, inseriti all'interno di specifiche categorie tipologiche. Il sistema è inoltre dotato di un patrimonio iconografico allegato di oltre 48.000 immagini, nel quale è confluito l'intero Archivio Fotografico Storico della Carta dell'Agro[5]. Ciascun bene, di cui viene fornita localizzazione, descrizione e dati catastali e amministrativi, è agganciato inoltre alle schede del "censimento secondario", nel quale viene effettuata la schedatura di toponimi, documenti d'archivio, fonti bibliografiche, epigrafiche e cartografiche.
La componente geografica del sistema informativo, il cui aggiornamento è affidato al Laboratorio di Cartografia della Sovrintendenza Capitolina, è consultabile tramite un sistema WebGIS - attualmente accessibile solo intranet - pensato come un'agile interfaccia fra le mappe e le schede di catalogo e facilmente utilizzabile anche da utenti inesperti. Gli elementi censiti sono individuati mediante specifici tematismi vettoriali (punti, linee, poligoni), forniti di una tabella dati nella quale è possibile effettuare interrogazioni incrociate in base a diversi attributi (ad esempio categoria, nome, indirizzo, tipologia di bene, numero carta dell'agro, proprietà).
L'obiettivo del WebGIS è di integrare nell'architettura del SIMART le funzionalità geografiche offerte dalla tecnologia GIS. In particolare sono state progettate e sviluppate tutta una serie di interfacce che consentono agli utenti, utilizzando la rete Intranet, di navigare su un sistema di mappe digitali, georeferendo le informazioni descritte nelle singole schede dei beni. Il Sistema prevede accessi controllati e specializzati per creare/modificare informazioni geografiche, per collegare schede dei beni a elementi geografici esistenti e un supporto a ricerche spaziali utilizzando le varie cartografie raster e vettoriali disponibili.
Ad oggi sono stati inseriti i dati relativi a tutti i casali storici della campagna romana, a tutte le aree archeologiche di proprietà capitolina, mentre sono in corso d'inserimento i poligoni, collegati alle schede di catalogo, relativi all'archeologia industriale di Roma.
Nel sistema sono disponibili, georiferite alla base moderna, le principali cartografie storiche relative al territorio di Roma e numerosi tematismi vettoriali di sfondo (stradario di Roma, viabilità, idrologia, geologia) che costituiscono fondamentali strumenti per la creazione e l'esportazione di specifiche mappe tematiche.

[5] Il lavoro di censimento territoriale viene svolto in stretta collaborazione con Laura Asor Rosa e Paola Rossi, responsabili del settore schedografico rispettivamente per la parte antica e medioevale-moderna.

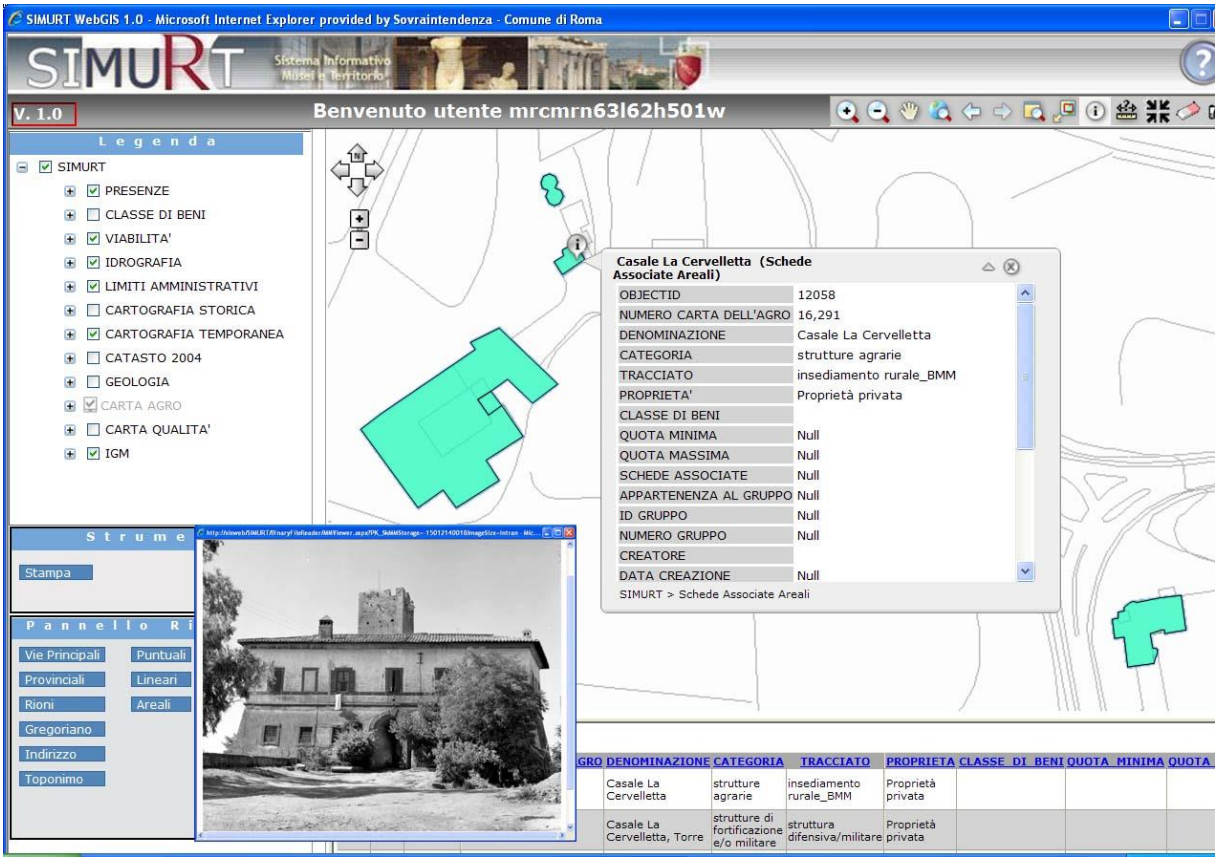


Figura 2 - Il casale della Cervelletta in un'elaborazione WebGIS.

3. Il progetto "Casali dell'Agro Romano"

L'obiettivo del progetto è quello di creare un archivio interattivo, consultabile e aggiornabile in tempo reale, relativo a torri medievali, fontanili, casali storici e loro annessi[6] finalizzato ad una migliore conoscenza, conservazione e valorizzazione di queste architetture tipiche della Campagna Romana.
Il lavoro è stato sviluppato mediante l'utilizzo di tecnologia ESRI (ArcGis 9.3.1 e ArcGis10); gli elementi sono stati cartografati su base vettoriale e collegati a un database di tipo relazionale.
Il corretto posizionamento degli elementi è stato effettuato mediante il confronto fra cartografie storiche e attuali georiferite[7], foto aeree e satellitari, ricerche bibliografiche e d'archivio, con l'ausilio, quando necessario, di sopralluoghi sul campo.
Allo stato attuale sono state censite e cartografate circa 4500 presenze tra casali, torri e fontanili della campagna romana.
All'interno del GIS, ogni presenza censita, distinta in pianta attraverso un poligono, è corredata da informazioni alfanumeriche quali la denominazione, il tracciato, la categoria, il numero di carta dell'agro, la proprietà, la classe di bene, la tecnica, il metodo di acquisizione, etc. Queste informazioni, contenute nelle tabelle degli attributi e collegate ad ogni singolo oggetto, consentono di effettuare una serie di interrogazioni incrociate riguardanti sia la componente descrittiva che la componente spaziale.

[6] Il termine cronologico finale è il 1949, in relazione alla presenza di detti beni sulla tavoletta I.G.M. di quella data.
[7] Le principali cartografie di riferimento sono: il Catasto Gregoriano Suburbano, la Carta Topografica del Censo del 1839, tutte le tavolette IGM dal 1872 ad oggi, il Catasto Urbano, La Carta dell'Agro Romano e la Carta per la Qualità del PRG.

Il sistema è collegato inoltre alle schede di censimento territoriale e di catalogo SIMART.

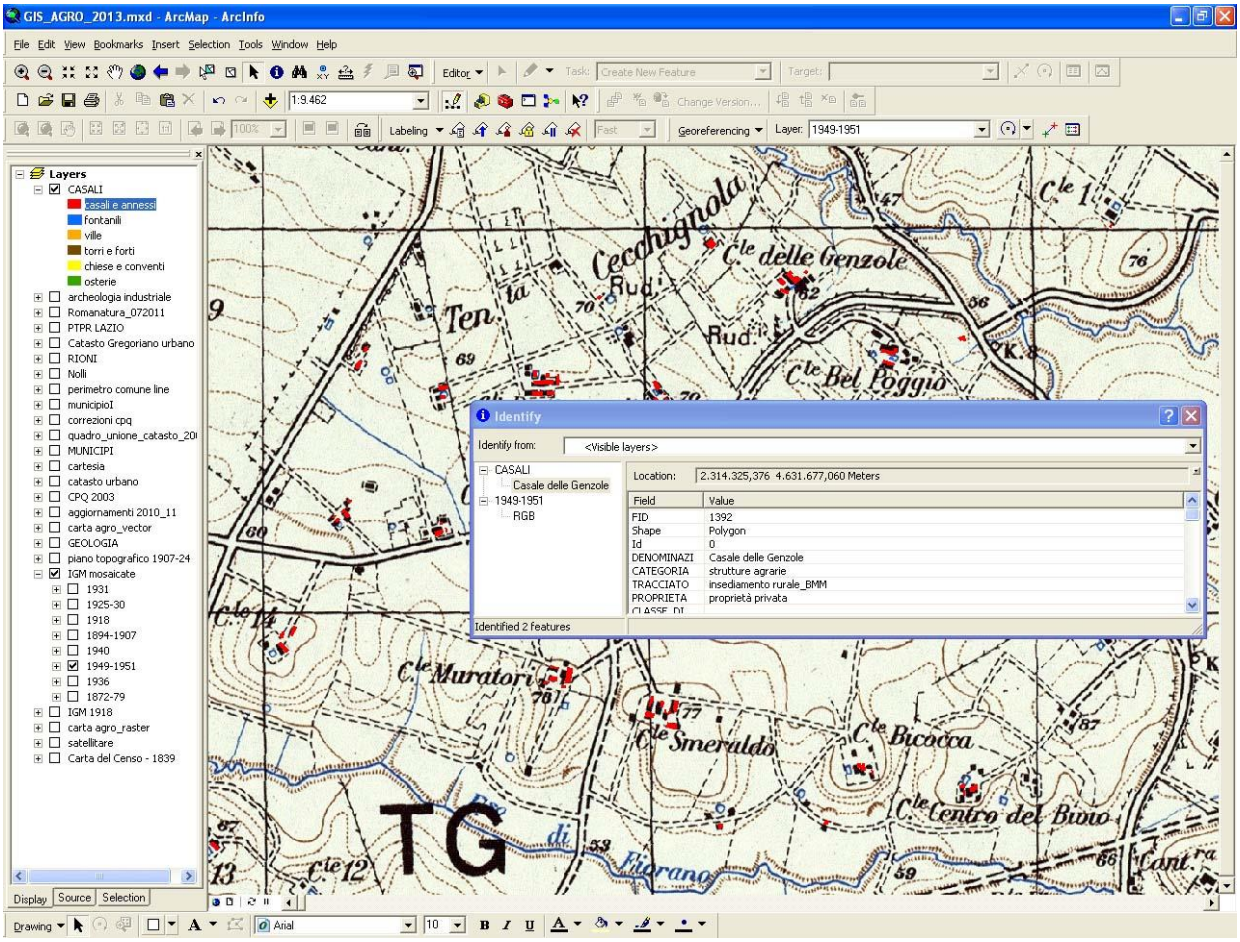


Figura 3 – Elaborazione GIS con posizionamento dei casali su tavoletta I.G.M. 1949.

4. Conclusioni e sviluppi futuri

Obiettivo finale del progetto è la pubblicazione on-line dei dati elaborati, che potranno essere esplorati e consultati attraverso un semplice browser, con accesso eventualmente regolato da differenti profilature. Ciò consentirà, oltre alla consultazione del WebGIS da parte di studiosi o semplici utenti, la realizzazione di una piattaforma per l'interrogazione e lo scambio dei dati fra gli uffici della P.A. e altri soggetti pubblici e privati coinvolti in progetti comuni.
In conclusione, il GIS della Carta dell'Agro costituisce non solo un sistema scientifico per la conoscenza dell'evoluzione storica del territorio ma uno strumento fondamentale per una corretta pianificazione urbanistica, nella quale trovino posto e siano valorizzati tutti gli elementi storici e naturalistici che hanno lasciato un segno nel territorio.

Ambito tecnico

Livello Dati: Oracle 10
Livello Server: Windows 2003 Server, ESRI ArcSDE, ArcGIS Server 9.3.1,
ArcGIS 9.3.1 ArcInfo
Livello Client: HTML Client, ESRI ArcMap

Supplemento al n° 2-2014 di GEOmedia - ISSN 1128-8132

Bibliografia

L. Asor Rosa, M. Marcelli, P. Rossi, L. Sasso d'Elia, Strumenti cartografici per la tutela e pianificazione del suburbio di Roma: dalla Carta dell'Agro Romano alla Carta per la Qualità nel Nuovo Piano Regolatore" in «Semestrale di Studi e Ricerche di Geografia», 2007,1, pp. 61-84;

N. Cardano, SIMART, il sistema per la conoscenza e la gestione del patrimonio di Roma Capitale: allineamento agli standard catalografici nazionali e normative di sistema, intervento al convegno Il catalogo nazionale dei beni culturali, Roma ICCD, 16-17 gennaio 2013

L. Asor Rosa, P. Rossi, Cento anni di storia del Territorio: la Campagna Romana e Tomassetti, la Carta dell'Agro Romano e noi, in Giuseppe Tomassetti a cento anni dalla sua morte e la sua opera sulla Campagna Romana (Atti del Convegno di Studio, Roma 6-7 dicembre 2011), in corso di pubblicazione.

Comune di Roma, Piano Regolatore Generale, all. G1, *Carta per la Qualità*, scala 1:10.000, Roma 2008.

IL PROGETTO PILOTA "Deruta nel mondo – tra Arte ed Innovazione"

AUTORI

Paolo Ricciarelli - Presidente dell'associazione Pro Deruta - paolo.ricciarelli@alice.it
Leonello Artegiani - Team Informatica - lartegiani@teaminformatica.it

Parole chiave: Marketing Territoriale; GIS; Mobile App; Web Gis

ABSTRACT

L'accentuarsi dei fenomeni di globalizzazione ha prodotto lo sviluppo di una maggiore consapevolezza rispetto alla reale importanza e valenza strategica delle specificità e delle potenzialità locali che vengono quindi oggi interpretate quali volani dello sviluppo economico e sociale. Il progetto prototipale si pone il preciso obiettivo di definire e supportare il rilancio e lo sviluppo di comprensori territoriali in funzione delle specifiche caratteristiche ed esigenze producendo la più stretta simbiosi tra territorio, potenziali clienti e mercati, grazie anche ed attraverso l'utilizzo dei Sistemi Informativi Territoriali.
La creazione di un sistema ICT basato sulla comunicazione via internet, è il motore che permetterà di rilanciare e valorizzare la città d' arte di Deruta, grazie alla creazione di un cluster omogeneo di artigiani in grado di comunicare in maniera coordinata la tradizione della ceramica derutese tramite le nuove tecnologie.
Il progetto prevede attività di Web marketing e geomarketing incentrate sulla gestione della relazione con il cliente/visitatore. Ciascuna azienda artigiana partecipa in maniera attiva e personale al popolamento dei contenuti che, attraverso la distribuzione gratuita di apposita App, favorirà la conoscenza della città, degli operatori e del contesto di servizi utili all'accoglienza. Il progetto è supportato da accordi con associazioni di categoria, enti pubblici (Umbria Innovazione, pro loco, Museo della Ceramica), strutture recettive e di servizi in genere.

1. Introduzione

L'obiettivo del progetto è quello di creare un sistema ICT basato sulla comunicazione via internet che permetta di rilanciare e valorizzare la città di arte di Deruta, attraverso la creazione di un cluster omogeneo di artigiani in grado di *comunicare in maniera coordinata la tradizione della ceramica derutese attraverso nuove tecnologie.*
Il progetto prevede attività di Web marketing e geomarketing in cluster incentrati sulla gestione della relazione con il cliente/visitatore (CRM). Ciascuna azienda artigiana partecipa in maniera attiva e personale al popolamento dei contenuti, che attraverso la distribuzione gratuita di applicativi mobile, favorisce la conoscenza della città, degli operatori e del contesto di servizi utili all'accoglienza. Inoltre il cluster è supportato da accordi con associazioni di categoria, enti pubblici (Umbria Innovazione, pro loco, Museo della Ceramica), strutture recettive e di servizi in genere.
Il progetto non è indirizzato alla realizzazione di un semplice sito Web, ma ha come peculiarità quella di:

- Utilizzare tecniche di geomarketing attraverso strumenti Web GIS;
- Utilizzare tecnologia CRM per la creazione e la gestione di una banca dati dei contatti (leads);

- Sviluppare la disseminazione dei contenuti comunicativi attraverso strumenti di innovazione mobile e di social network.

Il Cluster è composto da aziende artigiane del distretto della ceramica di Deruta unite fra loro dalla nota tradizione artistica. La peculiarità del cluster creato si basa sull'esigenza di proporsi al mercato nazionale ed internazionale, indipendentemente dalla grandezza di ciascuna azienda, promovendo nel contempo sia il contesto ambientale e territoriale che denota le origini sia la capacità di dialogare con tutti attraverso le nuove tecnologie della comunicazione. Ciascuna azienda mantiene intatte le proprie caratteristiche artistiche e di proposta commerciale, individuando come trait d'union tra di loro il desiderio di emancipazione attraverso l'apprendimento e la conoscenza dei nuovi media, con obiettivo finale di costruire una rete comunicativa comune.

Figura 1 - Schermata dell'applicazione - Ricerca artigiani.

2. Obiettivi progettuali

Il progetto ha come obiettivo quello di dare un concreto impulso al processo comunicativo e di marketing attraverso l'innovazione tecnologica che si pone oggi come unica strada percorribile per riuscire a proporsi su mercati sempre più competitivi, pur continuando a fare leva sull'unicità e la tradizione del proprio prodotto.

Nello specifico il progetto si propone i seguenti obiettivi:

- Fornire un'analisi dettagliata dello stato attuale e potenziale del mercato (punti di debolezza e punti di forza, matrice SWOT) al fine di definire le linee strategiche e gli obiettivi operativi di sviluppo del settore;

- Un piano di web marketing strategico che a partire dall'analisi del mercato attuale di riferimento disegni la futura promozione delle aziende (cluster), la valorizzazione dei contesti territoriali ed ambientali su mercati nazionali ed internazionali.

- Utilizzo di nuove tecnologie quali:
  - il Web Gis e Applicazione Mobile per la contestualizzazione del borgo derutese, la geo codifica delle aziende per poter essere raggiunte attraverso un'applicazione mobile (liberamente scaricabile) che include il routing e nel contempo dedicata ad un contatto più diretto tra il cliente finale e il singolo artigiano;
  - CRM quale contenitore dei contatti di possibili clienti ottenuti sia da visitatori reali sia da internauti che attraverso la promozione web marketing desiderano avere un contatto con Deruta e la sua ceramica d'arte.

- Data center ovvero la possibilità di creare una struttura informatica dedicata alla erogazione di servizi web utili alla disseminazione e alla diffusione del cluster “artigiano”.

2.1 Applicazione mobile e webgis

Al fine di portare a termine gli obiettivi progettuali è in fase progettuale un'applicazione per Android e iOS basata sulla consolidata piattaforma TEAM Outdoor con le seguenti specifiche:

- Si presenta come una mappa attraverso cui visualizzare attività artigiane, percorsi tematici, luoghi di interesse storico e culturale, etc.
- scegliere tra diversi temi di interesse con la possibilità di approfondire la ricerca
- Ad ogni artigiano viene fornito uno strumento attraverso cui modificare a piacere e senza bisogno di intermediari, le informazioni sulla propria attività.
- l'informazione è predisposta per essere promossa attraverso i social network
- Il risultato di ricerche con tematiche differenti è evidenziato in mappa (ad esempio dal colore)

Oltre il cluster originale qualsiasi tipo di realtà che, nel territorio, abbia il bisogno di essere promossa può usufruire dell’applicazione (altri artigiani, strutture ricettive, realtà produttive locali)

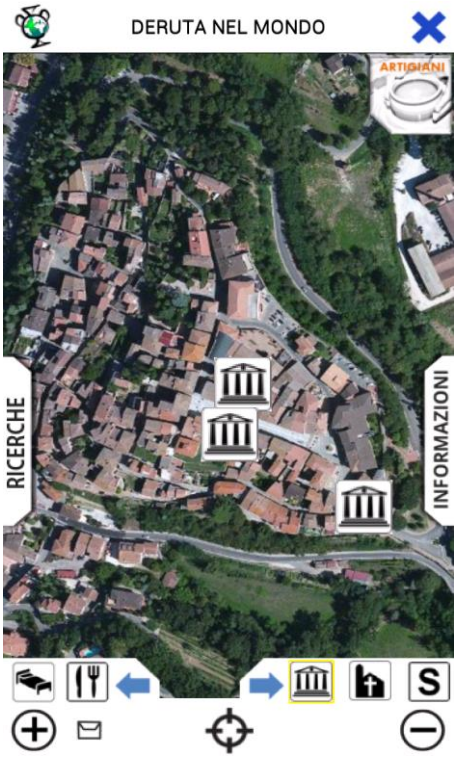


Figura 2 - Schermata dell'applicazione - Ricerca punti di interesse.

2.2 DATA Storage

Dopo lo sviluppo degli strumenti tecnologici, gli stessi saranno utilizzati come canalizzatori di informazione sui potenziali leads e clienti; questi dati saranno gestiti attraverso un CRM e in alcuni casi utilizzati come dato base da essere utilizzato in analisi di geomarketing.

Le analisi così effettuate porteranno anche ad un'azione di e-mail marketing mirata sulle esigenze dei clienti.

3. Caratteristiche tecniche del sistema

L'applicazione mobile Deruta Nel Mondo è stata concepita come un sistema modulare formato da più parti che interagiscono tra loro per fornire informazioni sulle diverse risorse presenti sul territorio (servizi, artigiani, luoghi di culto, luoghi di interesse, ristoranti e alberghi) in modo dettagliato. L'applicazione è stata sviluppata con tecnologia Adobe AIR per Flex utilizzando le apposite API fornite da ESRI. La piattaforma Abobe Air Flex permette lo sviluppo contemporaneo di una sola app su tre piattaforme: Android, IOS e BlackBarry. L'applicazione mobile è stata sviluppata per Anroid e IOS e sarà disponibile nei relativi market (App Store per IOS e Play Store per Android). Le mappe caricate nell'applicazione come base sono fornite da ArcGis Online mentre mappe personalizzate (servizi, artigiani, luoghi di culto, luoghi di interesse, ristoranti e alberghi) vengono fornite attraverso la tecnologia ArcGis Server. All'interno dell'applicazione è possibile interrogare i vari elementi presenti in mappa che forniscono informazioni caricate attraverso una specifica chiamata via internet al nostro sistema CMS usato per memorizza i diversi contenuti per ogni risorsa (descrizioni, foto, video ed altro). L'applicazione permette anche l'iscrizione alla newsletter (dedicata al progetto) richiedendo all'utente il nome, cognome e indirizzo internet che vengono spediti attraverso una specifica chiamata al sistema di gestione delle newsletter Hi-sender.
Oltre l'applicazione mobile sarà sviluppata una soluzione web (webgis) con le stesse funzionalità ma consultabile tramite browser. La scelta della tecnologia per lo sviluppo di tale applicazione web sarà l'HTML5. A differenza del Flash l'HTML5 non prevede l'installazione di plugin o add-on per i diversi browser. Inoltre viene garantita l'estrema versatilità è compatibile con i diversi smartphone e tablet presenti sul mercato e i differenti browser.

Ringraziamenti

Si ringraziano per la collaborazione al progetto l'associazione ProDeruta, Umbria Innovazione e le aziende Maras Maioliche s.n.c, La Pinturicchio di Gialletti F&G, Ceramiche Goretti, Ceramiche Artistiche G&P s.n.c. di Gialletti e Pimpinelli, Alvaro Binaglia, Agostino Veschini.

Spatial analyst per lo studio di manufatti dipinti su tela e su tavola a supporto della documentazione per la conservazione e il restauro delle opere d'arte

AUTORI

Laura Baratin - Università degli Studi di Urbino "Carlo Bo" - laura.baratin@uniurb.it
Elvio Moretti - Università degli Studi di Urbino "Carlo Bo" - elvio.moretti@uniurb.it
Sara Bertozzi - Università degli Studi di Urbino "Carlo Bo" - sara.bertozzi@uniurb.it

Parole chiave: Spatial Analyst; Patch Analyst; Surface Analysis; Cultural heritage; Landscape Metrics

ABSTRACT

Le estensioni Spatial Analyst e 3d Analyst consentono di valutare una serie di parametri derivando nuove informazioni da dati esistenti, venendo comunemente utilizzati per analizzare la superficie del territorio in relazione a caratteristiche naturali oppure antropiche. In questa nuova ricerca si propone il superamento del concetto territoriale, ampliando questo tipo di analisi alle superfici pittoriche su tele, tavole e affreschi, identificandone le caratteristiche grafiche e strutturali. La sperimentazione vuole verificare se si tratta solo di un cambiamento di scala e quali possono essere le nuove potenzialità di questo strumento ed possibili futuri utilizzi fino ad oggi poco indagati.
Le opere prese in esame fino ad ora confermano la versatilità e l'utilità di svariati tools compresi in queste estensioni (Contour Aspect, Slope, ecc.), volti alla documentazione e l'organizzazione della successiva fase di restauro delle opere, oltre alla struttura multilayer del GIS che consente indagini collegate tra la superficie pittorica e il retro delle opere. L'utilizzo dei layer 3d, direttamente rilevati in loco, permette di riconoscere le correlazioni esistenti tra deformazioni dei supporti e problemi di deterioramento della superfice pittorica. L'applicazione del GIS per questo tipo di studi, apparentemente insolita, risulta una ulteriore dimostrazione della sua flessibilità e adattabilità a diversi scenari e alle svariate potenzialità di analisi ed elaborazione dati.

1. Introduzione: Analisi spaziali di superfici pittoriche

Un intervento di restauro su un'opera d'arte deve essere preceduto da una raccolta, più ampia possibile, di notizie storiche e di analisi a carattere scientifico finalizzate ad una conoscenza approfondita dell'oggetto, in modo da impostare in maniera corretta l'operazione di restauro. L'esame scientifico non può e non deve essere fine a se stesso, ma deve rappresentare la raccolta di un insieme di dati ottenuti con l'applicazione dei diversi metodi di analisi, la cui elaborazione deve costituire la base per una collaborazione fra esperti dei settori tecnico-scientifico e storico-artistico che, attraverso una valutazione globale, potranno trarre le più corrette conclusioni (Faldi e Polini, 1987). L'elemento con cui ci si confronta in fase di analisi e caratterizzazione dell'opera è la sua superficie, importante fonte di informazione. Sulla superficie è possibile mettere in evidenza tutto ciò che non è visibile ad occhio nudo

(composizione dei materiali, tecnologie di preparazione, tecniche esecutive, ripensamenti, etc.). Nel campo del restauro vengono già impiegate una serie di tecniche diagnostiche volte a uno studio analitico-scientifico dell'opera, associate a tecnologie sempre più all'avanguardia per il rilevamento e la modellazione informatica. Il GIS comincia ad affacciarsi ora a questo tipo di applicazioni cercando di sfruttare la sua flessibilità e adattabilità a diversi scenari e alle svariate potenzialità di analisi ed elaborazione dati. Sicuramente l'applicazione di questo strumento risulta decisamente insolita se si parla di analisi pittoriche, ma offre anche in questo campo grandi potenzialità e un potente ausilio in fase di valutazione e identificazione degli elementi caratterizzanti la superficie di un'opera. Si tende quindi ad affiancare ad indagini diagnostiche fisiche e chimiche, rilievi informatici automatici degli elementi visibili, che di norma vengono effettuati manualmente e quindi legati a un certo grado di soggettività.
Un software quale ArcGIS di ESRI offre una gamma di estensioni e tools per l'analisi dei raster e in particolare delle superfici. Di particolare interesse nell'ambito dell'analisi di immagini pittoriche sono le estensioni Spatial Analyst, 3d Analyst e Patch Analyst. Si tratta di estensioni nate per l'analisi della superficie territoriale, tramite elaborazioni spaziali e valutazioni della conformazione del paesaggio da un punto di vista qualitativo e quantitativo nell'ottica di pianificazioni e indagini dell'evoluzione territoriale.
Spatial Analyst consente l'interpretazione di informazioni spaziali e l'individuazione di relazioni e proprietà, tramite una vasta gamma di strumenti di modellazione e di analisi, sia per dati raster che vettoriali. I tools forniti da questa estensione portano alla valutazione di una serie di parametri spaziali quali superfici, distanze, densità ecc., derivando nuove informazioni da dati esistenti. Si parla di "analisi spaziali", con un chiaro riferimento a elementi territoriali e geografici. L'ottica di questi strumenti è la valutazione, nelle immagini, dei valori di ogni pixel per riuscire a individuare variazioni di colore identificative di fenomeni quali variazioni di quota, diversificazione degli elementi, individuazione di caratteristiche eterogenee, ecc. Si analizza in pratica la superficie suddivisa in tanti pixel di un'immagine, che può essere quella di un paesaggio, di un'area archeologica o, in questo caso, di un dipinto. In fondo si tratta solo di un cambiamento di scala, ma le potenzialità dello strumento non cambiano.
ArcGIS 3D Analyst fornisce strumenti per la visualizzazione avanzata, l'analisi e la generazione di superfici 3D. Con l'utilizzo di questa estensione è possibile la visualizzazione tridimensionale, da differenti prospettive, di vaste quantità di dati, si possono effettuare analisi delle superfici e creare immagini prospettiche realistiche. L'applicazione di questi strumenti a dei dipinti su tavola parte sempre dal concetto di analisi della superficie come di un ipotetico territorio, creando modelli di elevazione che facciano emergere facilmente possibili problemi di deformazione dei supporti, anche grazie a restituzioni simboliche in grado di valutare le distribuzioni di valori nelle diverse elaborazioni.
Patch Analyst è sempre un'estensione per elaborazioni spaziali sviluppata da Geomatics Services Group, Ontario Ministry of Natural Resources, basata prevalentemente sull'individuazione e analisi delle patch che compongono un paesaggio con relativa modellizzazione degli attributi ad esse associati. Vengono valutati quantitativamente i pattern spaziali caratterizzando le patch tramite una serie di indici che consentono un'analisi metrica del paesaggio, definita Landscape Metrics. Anche in questo caso, con un adeguato cambiamento di scala, gli elementi della superficie pittorica possono essere paragonati, come indicato da Henriques e. Gonçalves (2010), a classi di uso del suolo per ottenere una descrizione quantitativa di pattern spaziali. La superficie pittorica viene vista come un territorio frammentato associando ad una specifica collocazione un valore (uso del suolo/colore o patologie). Si può così procedere ad analisi areali e di complessità delle forme sia per quanto riguarda la restituzione iconografica di un'opera, valutando anche possibili modificazioni di approccio pittorico di uno stesso artista in quadri differenti, sia riguardo a lacune o elementi di degrado della superficie e del supporto pittorico.

2. Metodologia: GIS Surface Analysis

L'applicazione degli strumenti di analisi spaziale a superfici pittoriche, nei casi analizzati, è stata organizzata prevalentemente in tre fasi:

- Analisi Raster: indagine approfondita dell'ortofoto di un dipinto, tramite Surface Analysis, per ottenere una prima identificazione delle principali criticità della superficie pittorica (lacune e vari elementi di degrado);

- Rilievo tridimensionale della superficie del supporto pittorico in differenti step temporali per valutare la conformazione morfologica e possibili deformazioni intercorse, creando un modello 3D gestito ed elaborato tramite i tools dello Spatial Analyst e 3d Analyst;
- Rilievo grafico delle caratteristiche iconografiche e di degrado del dipinto, per effettuare una serie di analisi quantitative di Landscape Metrics tramite Patch Analyst

Il primo livello di indagine prevede l'acquisizione in ambiente GIS dell'ortofoto del dipinto nel suo insieme e di dettagli ad alta risoluzione, nel suo status originario, nell'ottica di una valutazione qualitativa e di individuazione immediata delle principali criticità. Si lavora in un progetto in ArcMap non georeferenziato a cui vengono attribuite coordinate metriche nelle proprietà generali dei layers, utilizzando semplicemente il piano di coordinate cartesiane XY per posizionare l'immagine. I raster le elaborazioni grafiche che verranno quindi utilizzate, dovranno essere adeguatamente scalati per ottenere le misure corrette e consentire successive analisi areali. Non essendoci georeferenziazione si è stabilito di portare i layer a livello dell'asse X, identificata da un apposito shape di linee creato come base, in modo da poter avere i diversi rilievi (fronte e retro), su uno stesso piano per un confronto. I layer con le basi delle diverse parti del dipinto verranno poi trasformate "a specchio" (il retro viene ruotato di 180° lungo un'asse verticale arrivando a corrispondere al fronte) per consentire un Overlay e identificare possibili correlazioni tra gli elementi presenti sul retro del dipinto, ed elementi di degrado apparsi sul fronte. L'ortofoto viene georeferenziata tramite Georeferencing, nel caso ci siano già elaborazioni grafiche del dipinto create in ambiente CAD adeguatamente scalate, ci sarà una coincidenza oppure semplicemente una traslazione sull'asse X.
All'interno dell'estensione Spatial Analyst si trovano una serie di strumenti raggruppati sotto il nome di "Surface", destinati ad analisi di superficie. Fra questi un importante tool utilizzato è il Contour, che consente la creazione di linee che connettono elementi di ugual valore, rappresentanti quindi un fenomeno continuo, in un raster dataset. La feature di linee che ne deriva connette celle di valore costante nel raster di input. La distribuzione delle linee di contorno mostra come i valori varino lungo una superficie. Dove intervengono piccole variazioni di valore le linee saranno maggiormente distanziate, mentre in zone in cui i valori aumentano o diminuiscono rapidamente ci sarà una maggiore vicinanza tra le linee. Essendo il GIS uno strumento nato per la gestione del territorio, questo tool è stato sviluppato per identificare le variazioni di quota presenti in un paesaggio, sia esso terrestre o marino, ma l'ottica di base può essere correttamente trasposta all'analisi di una qualunque superficie soggetta a variazioni di quota, seppure in un'altra scala di valutazione. Nell'ambito di un'analisi raster consente infatti di evidenziare variazioni di spessore o profondità, come quelle che possono essere presenti su una tela o su un supporto ligneo, come singoli elementi pittorici. La presenza e la densità delle isolinee porta a una rapida individuazione di zone in cui possono essere presenti lacune o abrasioni della pellicola pittorica e relativa profondità. Considerando l'importanza, nell'ambito del restauro, di una valutazione oggettiva delle dimensioni e posizioni delle lacune, questo strumento consente di superare la soggettività di valutazione di un singolo elemento che si trovi a dover interpretare gli elementi grafici di un'immagine, arrivando a una restituzione oggettiva e omogenea della superficie morfologica della tela o di qualunque altro supporto pittorico.
Una visualizzazione delle isolinee su scala semaforica (con uno stretch dei valori dal verde al rosso passando per il giallo) consente di identificare visivamente nell'immediato zone con maggiori profondità, normalmente di difficile individuazione ad occhio nudo (Figura 1).

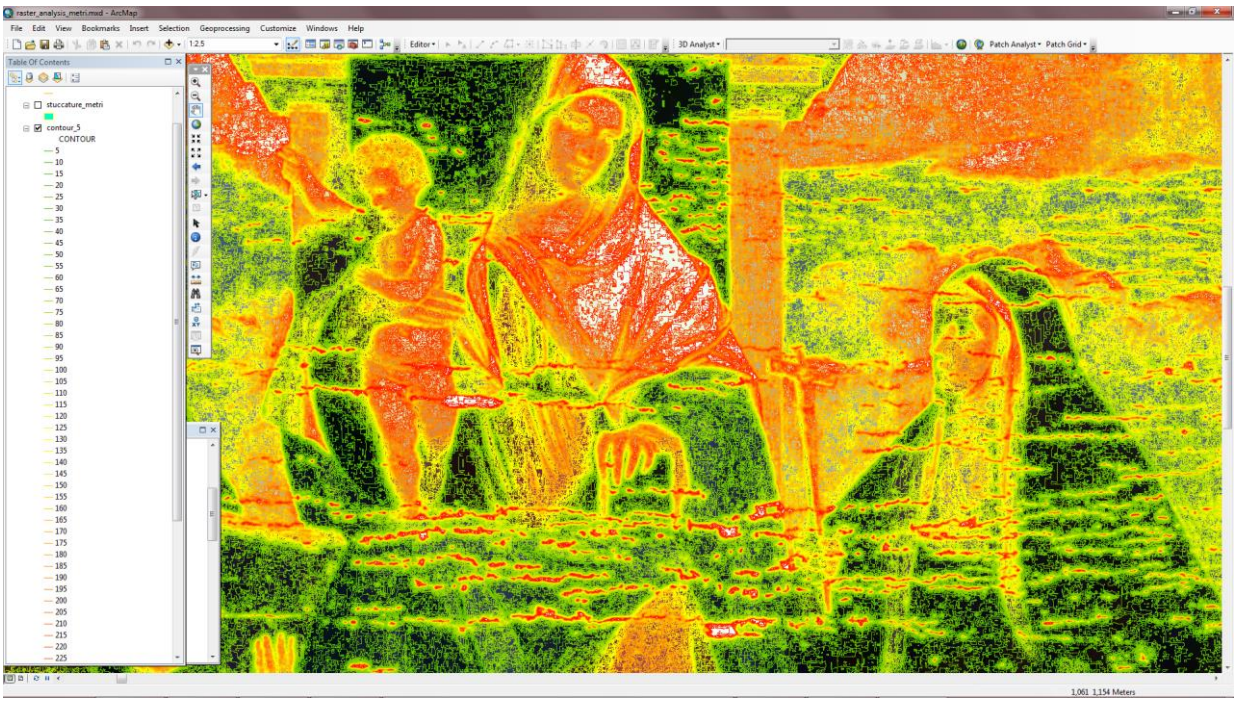


Figura 1 - L'applicazione del tool "Contour" consente di rilevare oggettivamente variazioni di profondità e di colore della superficie pittorica.

L'utilizzo del "Contour" porta alla creazione di elementi vettoriali a partire da un raster, mentre un'altra potenzialità fornita da queste estensioni è la creazione di raster che rielaborino l'immagine iniziale per ottenere nuove informazioni sulle caratteristiche composizionali e strutturali dell'opera, quali "Aspect" e "Slope".
Lo strumento "Slope" valuta, per ogni cella, il massimo tasso di variazione di valore da quella cella a quelle immediatamente vicine. Fondamentalmente, la variazione massima di elevazione sulla distanza tra la cella e le otto vicine, identifica maggior pendenza (o il massimo tasso di variazione dal valore Z) dalla cella. Il tool "Aspect" definisce invece la direzione della pendenza del massimo tasso di variazione da ogni cella a quelle vicine, in pratica la direzione dello "Slope". I valori di ogni cella del raster di output indicano la direzione della superficie in quel determinato punto. Si misura in gradi in senso orario da 0 (verso nord) a 360 (di nuovo a nord), ottenendo un intero cerchio. Le aree pianeggianti in cui non sono rilevate discese sono valutate con un valore pari a -1. Questo tipo di elaborazione ci fornisce subito visivamente l'andamento delle irregolarità colorimetriche sottostanti in rilievo, che verranno poi analizzate nel dettaglio tramite rilievo diretto della superficie.
Il modello tridimensionale della superficie rilevato con la creazione di un file *.stl che può essere trasformato in *.dxf, tramite software dedicati per essere importato poi nel progetto GIS based. Questi dati saranno esportati come shapefile di linee e successivamente rielaborati arrivando alla creazione di un raster caratterizzato da attributi altitudinali da sottoporre ad analisi di superficie. Il raster tridimensionale già fornisce in sé una serie di informazioni sulla tavola di estremo interesse, soprattutto nell'ottica di un confronto diacronico tra periodi diversi, per riuscire ad evidenziare eventuali deformazioni subite dal supporto o dalle diverse aree del dipinto. Osservando la Figura 2a di sinistra si può notare come, dai rilievi 3d effettuati nel mese di ottobre 2013 sul Trittico del Martirio di Santa Liberata di Hieronymus Bosch, le tavole presentano una struttura spaziale molto ben definita (la visualizzazione è stata ottenuta utilizzando il metodo dei Quantili con 32 classi ottenute dal campo "value". Sono presenti 614112 count, il valore minimo è pari a -48,066 e quello massimo è di 47,132, la somma è pari a -7.670.334, con una media di -12,490 e una deviazione standard di 2,220).

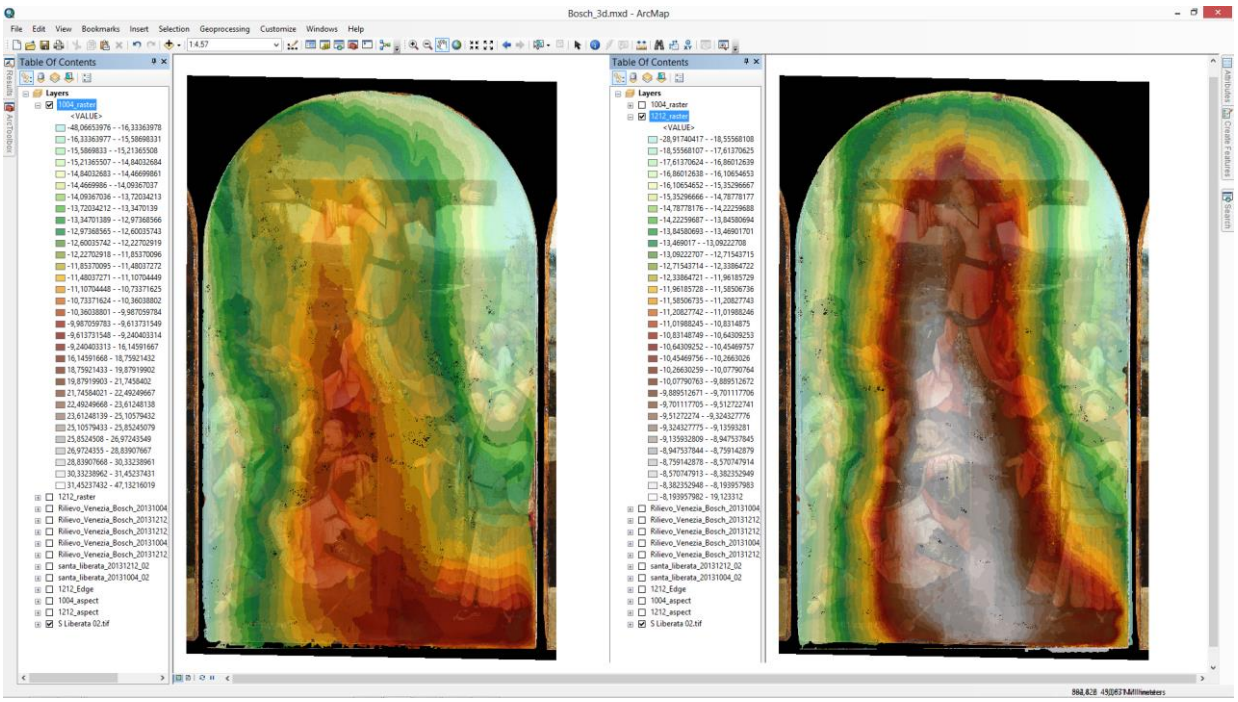


Figura 2a - Confronto tra la visualizzazione dei dati 3d rilevati nel mese di ottobre 2013 a sinistra e dicembre 2013 a destra, per il dipinto su tavola di Hieronymus Bosch. Le visualizzazioni sono effettuate tramite il metodo dei Quantili, utilizzando 32 classi ottenute dal campo “value” del rilievo laser scanner.

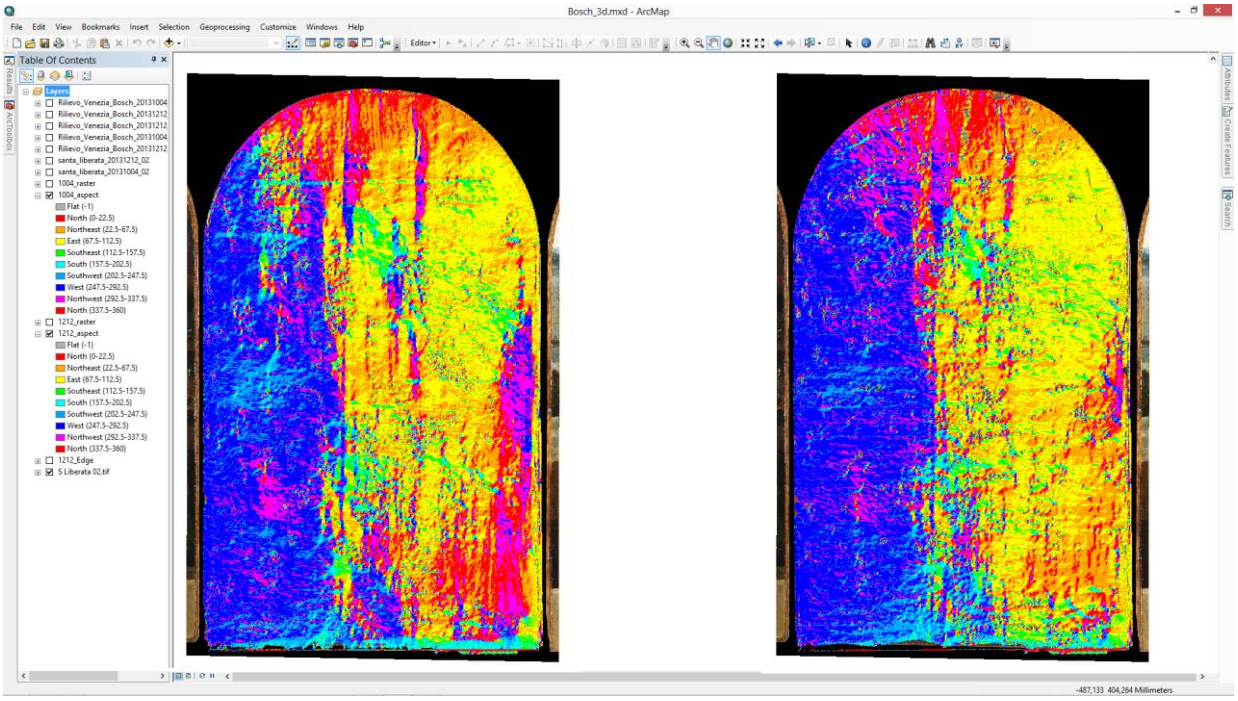


Figura 2b - Confronto tra la visualizzazione dei dati 3d rilevati nel mese di ottobre 2013 a sinistra e dicembre 2013 a destra, per il dipinto su tavola di Bosch, utilizzando il tool Aspect di ArcGIS.

Sempre nella Figura 2a, nella parte destra, si può osservare la stessa elaborazione, effettuata questa volta sui dati 3d rilevati nel dicembre dello stesso anno (metodo dei Quantili con 32 classi ottenute dal

campo “value”. Sono presenti 615845 count, il valore minimo è pari a -28,917 e quello massimo è di 19,123, la somma è pari a -7.547115 con una media di -12,254 e una deviazione standard di 3,323). Si può facilmente rilevare come le tavole costituenti il supporto per la pellicola pittorica abbiamo subito una notevole modificazione e come queste variazioni nella struttura siano confermate anche utilizzando il tool Aspect (Figura 2b). Tramite questo tool i dati di elevazione possono essere rappresentati tramite l’esposizione delle singole componenti, utilizzando otto differenti esposizioni più una, per le zone “flat”. Il GIS definisce queste esposizioni utilizzando i punti cardinali, e dal momento che per questo progetto non si basa su un sistema di riferimento geografico, bensì su un piano delineato da assi cartesiani, il Nord (N) corrisponderà all’’alto il Sud (S) al basso, Est (E) a destra e Ovest (W) a sinistra. In Figura 2b, risultato dell’Aspect, a sinistra sono visualizzati i dati risalenti ai rilievi di ottobre 2013 e a destra quelli del dicembre dello stesso anno. Questa elaborazione conferma chiaramente quanto già emerso in precedenza, evidenziando come le variazioni e i movimenti più significativi siano ubicati in corrispondenza della giunzione delle varie tavole che costituiscono il supporto ligneo e come la parte sinistra del manufatto tenda a ruotare verso sinistra e la parte destra verso destra, evidenziando una più forte curvatura della parte centrale, come già emerso dall’analisi raster (Figura 2a).
Nella prassi di documentazione di un’opera l’ultimo passaggio consiste in un rilievo grafico della base iconografica dello stato di conservazione, lacune, abrasioni, stuccature, ritocchi ecc.., che può essere fatto normalmente in ambiente CAD sia direttamente nel GIS. Ovviamente un rilievo direttamente in ArcMap eviterebbe tutta una serie di passaggi ed elaborazioni che possono risultare anche piuttosto lunghi, ma l’utilizzo di un software in ambiente CAD è sicuramente più diffuso nel campo dei beni culturali. Le criticità di passaggio tra i due software consistono essenzialmente in:

1. File scalati, non rilevati in scala 1:1, che devono subire un riprocessamento di scalatura effettuabile o nello stesso ambiente CAD o in ArcMap attraverso un tool esterno, scaricabile gratuitamente, ET Geowizard.
2. Trasformazione di polyline in poligoni
3. Attribuzione degli attributi ai poligoni

Il principale problema legato alla trasformazione delle polilinee consiste nel fatto che, se si decide di lavorare in metri, gli elementi spesso diventano troppo piccoli e nella trasformazione in poligoni non seguono la geometria corretta, mentre se si scala il file ingrandendolo molti elementi non risultano più chiusi e non vengono creati i poligoni in automatico nella trasformazione “feature to polygon”. Occorre quindi andare a reintegrare manualmente il disegno grafico. Altro problema chiave è la tabella degli attributi. Il sistema non riesce spesso in automatico ad attribuire le catalogazioni corrette agli elementi poligonali sulla base delle feature di linee, neppure utilizzando uno spatial join, essendo comunque gli archi dei confini tra due entità differenti. Anche per ovviare a questo problema si dovrà ad andare ad agire tramite attribuzioni manuali, inserendo in tabella tutti le caratteristiche di interesse attraverso la creazione di campi differenti, tra cui non potranno mancare quelli indicanti area e poligono di ogni feature. Questi ci serviranno nella fase di “Analisi Metrica” attraverso l’estensione Patch Analyst.
Si può andare ad agire su tre differenti categorie di analisi, a livello di singole patch, di classi, quindi analizzando set di patch appartenenti a una stessa categoria, o di landscape, valutando caratteristiche delle patch rispetto al totale. Si è stabilito di andare ad agire su due layer di interesse, la base iconografica e il degrado. Applicando analisi metriche a questi due differenti aspetti si possono valutare, da una parte come l’autore di un’opera possa dare più o meno risalto a certi elementi iconografici rispetto ad altri, anche nell’ottica di un confronto stilistico tra quadri fatti in diversi periodi, dall’altra come lacune, ritocchi, stuccature ecc.., vadano ad inserirsi nel contesto totale attraverso un’analisi dettagliata delle forme, frammentazioni, dimensioni ecc…
In particolare sono state effettuate elaborazioni e livello di classi e di landscape attraverso il menù Spatial Statistics, dedicato proprio ad analisi metriche di paesaggio, che include una serie di funzioni per il calcolo di densità, forma, dimensioni, indici di diversità e statistiche delle patch presenti. In particolare sono previste sei categorie statistiche che includono una serie di indici, Area, Patch Density and Size Metrics, Edge Metrics, Shape Metrics, Diversity Metrics e Core Area Metrics. Queste analisi sono state applicate a due differenti tavole, Madonna con il Bambino tra i santi Monica, Agostino e la Trinità di Vittore Belliniano e Madonna in gloria con Bambino e Santi di Vincenzo Pagani di cui sono state fatte

analisi sia della base iconografica, sia delle lacune su cui sono state applicate stuccature per il successivo ritocco pittorico.
In Figura 3a è riportata la tabella creata con analisi di landscape e di classi delle stuccature in relazione al dipinto nella sua totalità della tavola del Belliniano. I primi 4 indici, SDI (Shannon's Diversity Index), SDE (Shannon's Evenness Index), AWMSI (Area Weighted Mean Shape Index) e MSI (Mean Shape Index), si applicano solo a livello di landscape e valutano numero, forma e complessità delle patch. Vediamo in questo caso ad esempio un SDI di 0,203, un SEI di 0,2936 e un MSI di 1,4666. L'SDI è uguale a 0 se c'è solo una patch e cresce all'aumentare del numero, il SEI è uguale a zero quando la distribuzione di patch osservata è bassa e si avvicina uno quando la distribuzione dei tipi di patch diventa più uniforme e il MSI è uguale a 1 quando tutte le patch sono circolari e aumenta all'aumentare dell'irregolarità della forma. Già quindi si riesce a individuare una certa presenza di patch, una distribuzione piuttosto eterogenea e una certa irregolarità delle forme. Nell'analisi per classi (in alto nella figura) delle stuccature sull'area totale si evidenzia la presenza di 4037 patch (NumP), un perimetro medio per patch di 0,0329 (MPE), dimensioni medie di 0,000042 (MPS) e totale aree di tutte le patch definenti le stuccature di 0,17108 su un totale di 3,30832 metri. Ci sono poi indici indicanti mediana, deviazione standard, coefficiente di variazione delle patch, ecc.
In Figura 3b è riportata l'analisi iconografica della Pala del Pagani con la tabella dell'analisi per classi. E' molto interessante cercare di capire come l'autore abbia utilizzato elementi semplici o frastagliati, quali elementi abbia enfatizzato come occupazione areale, le dimensioni degli elementi. Si nota come ad esempio le forme più complesse presenti in questo quadro siano quelle appartenenti alla categoria "Nuvole" mentre le figure in alto che contornano la Madonna hanno valori molto alti di MPAR (Mean Perimeter-Area Ratio, somma dei rapporti di area/perimetro di ogni patch diviso per il numero totale di pacth). Le immagini che compongono lo sfondo occupano il maggiore spazio (CA, Class Area) e il maggior perimetro (TE, Total Edge), avendo quindi il maggior valore di ED (Edge Density, TE/TLA, perimetro delle patch appartenenti a quella classe/ area totale di tutte le patch).

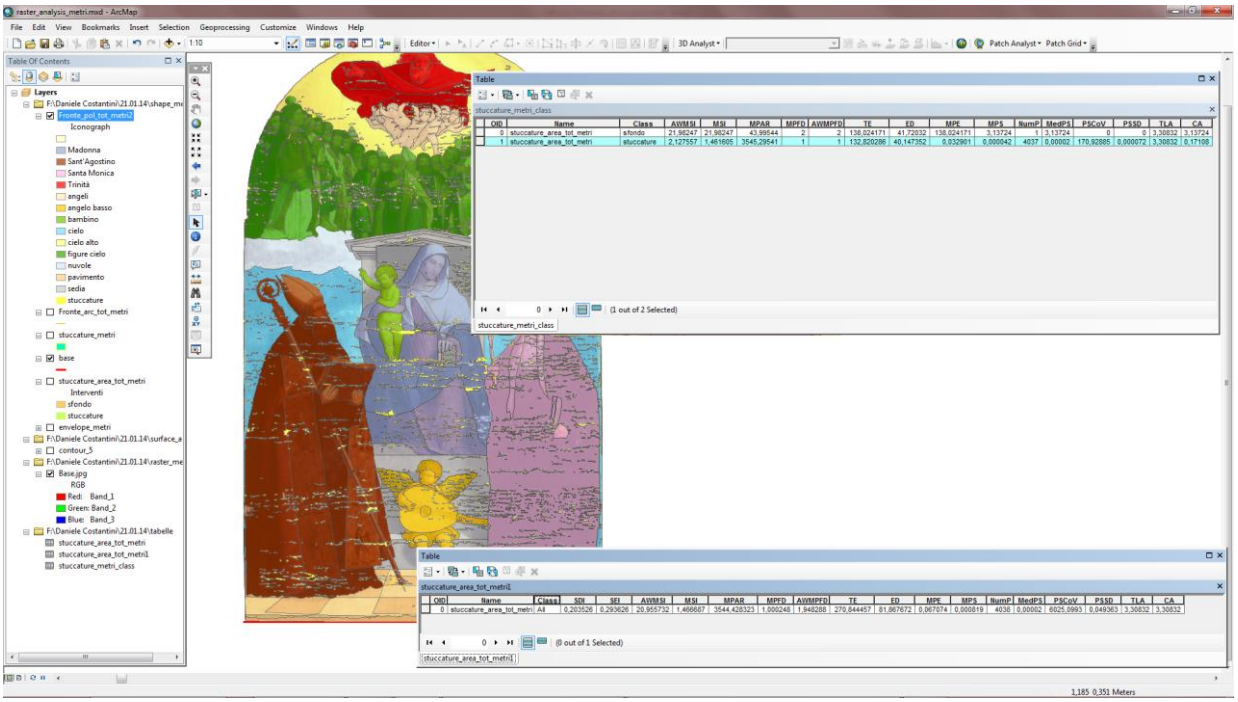


Figura 3a - Tabelle di analisi degli elementi di degrado create tramite Spatial Statistics, per l'opera di Vittore Belliniano, con i principali indici di analisi metriche sia per classi che per il livello "landscape".

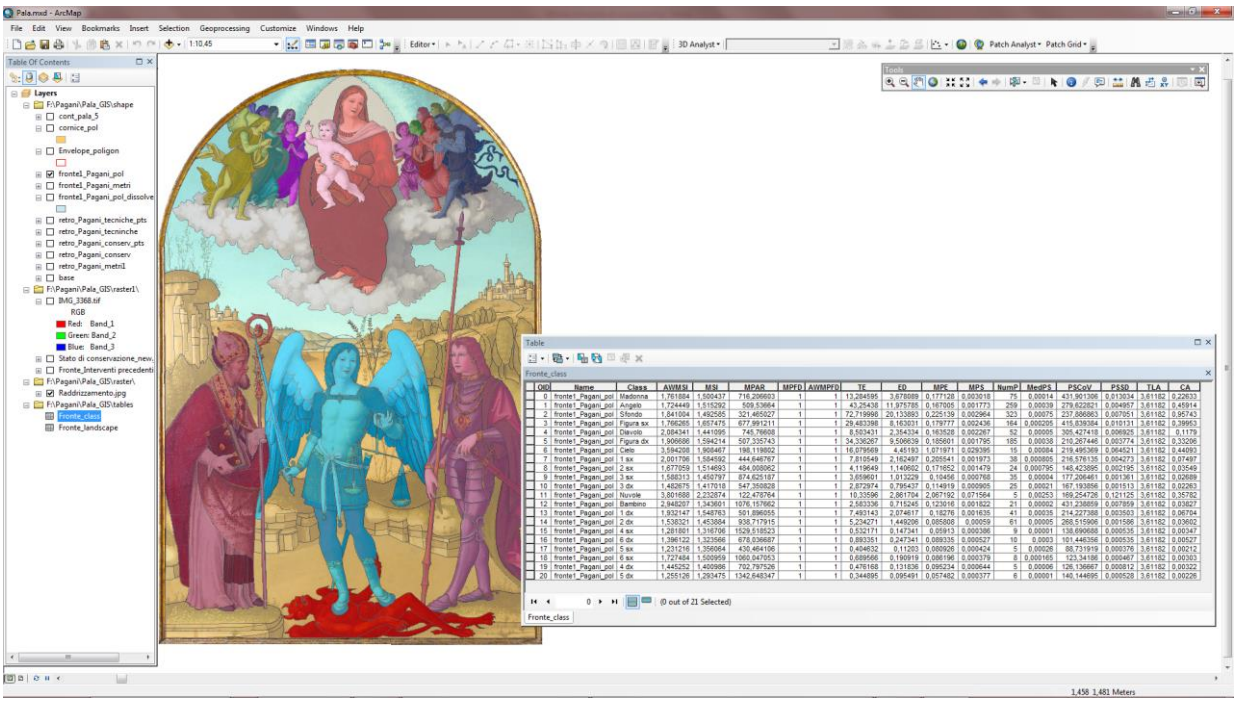


Figura 3b - Tabella di analisi per classi per l'analisi iconografica della Pala di Vincenzo Pagani.

3. Conclusioni

La ricerca qui proposta dimostra ancora una volta come il GIS costituisca uno strumento flessibile e altamente performante, anche quando trova applicazione in settori molto differenti e spesso lontani da quelli per cui è stato predisposto. L'applicazione di questo approccio metodologico a elementi pittorici differenti ha dimostrato la sua utilità e le potenzialità offerte dallo strumento. Le analisi di superficie consentono sicuramente un primo grado di analisi e documentazione dell'opera in una fase iniziale di indagine del suo stato, affiancandosi ad elaborazioni tridimensionali di superficie estremamente interessanti, soprattutto nell'ottica di un'analisi diacronica. Questa pratica di elaborazione dati 3D rilevati con laser scanner ed elaborati tramite GIS può costituire una pratica di sicuro interesse per il monitoraggio e lo studio micromorfologico di tavole utilizzate come supporto per dipinti al fine di evidenziare tendenze di movimenti o criticità dello stesso. Il raster tridimensionale, sottoposto a queste elaborazioni, tende ad evidenziare chiaramente il reale andamento della superficie pittorica e i suoi spostamenti nel tempo. Questi dati come già detto, oltre a consentire di individuare le zone di maggior criticità sicuramente utili per poter passare alle successive fasi d'intervento, costituiscono anche un prezioso database a livello di documentazione, da mantenere come descrizione operativa nel percorso di conservazione e restauro che subisce l'opera. Infine una valutazione quantitativa della distribuzione, dimensione e forma delle patch che compongono la base iconografica e gli elementi di degrado consentono di identificare sia il modus operandi dell'artista in opere diverse sia l'impatto di certi tipi di degrado che possono essere posti in relazione anche al supporto su cui si trovano, al tipo di colore utilizzato ecc..
La ricerca sull'analisi delle superfici pittoriche di tele e tavole è ancora in una fase iniziale e si prevede che siano possibili ulteriori progressi nella metodologia e nei risultati, anche se quelli ottenuti in questa prima fase appaiono già di grande interesse. Uno sviluppo che si intende perseguire è quello di uno stretto coordinamento con i restauratori per approfondire come i dati ottenuti dalle elaborazioni GIS based possano trovare un'applicazione pratica nelle operazioni di restauro.

.

Riferimenti

Faldi, M. and Paolini, C. (1987). Tecniche fotografiche per la documentazione delle opere d'arte, Quaderni dell'Istituto per l'Arte e il Restauro, Firenze 1987.

Henriques, F. and Goncalves, A. (2010). Analysis of lacunae and retouching areas in panel paintings using landscape metrics. Digital Heritage: Third International Euro-Mediterranean Conference, EuroMed 2010, Lemessos, Cyprus, November 8-13, 2010. Proceedings: 99–109.

La ricerca semantica nel catalogo del portale del Servizio Geologico d'Italia

AUTORI

Carlo Cipolloni - Servizio Geologico d'Italia - ISPRA, Roma - carlo.cipolloni@isprambiente.it
Maria Pia Congi - Servizio Geologico d'Italia - ISPRA, Roma - Mariapia.congi@isprambiente.it
Gianni Campanile - Esri Italia, Roma - gcampanile@esriitalia.it

Parole chiave: semantica; geoportale; INSPIRE

ABSTRACT

Per implementare la ricerca e l'uso dei dati geografici nel campo della Geologia, il Servizio Geologico d'Italia (ISPRA) ha sviluppato in ambito internazionale una serie di vocabolari e thesaurus di Scienze della Terra in formato digitale SKOS, che oltre a permettere e facilitare l'armonizzazione dei dati geologici e la loro diffusione, implementati come ontology service nel portale SGI (http://sgi.isprambiente.it/geoportal) permettono una ricerca affinata dei metadati nel catalogo. Per far ciò in collaborazione con Esri Italia è stata implementata un'applicazione Java che sfrutta il ThIST (Thesaurus Scienze della Terra) in lingua italiana e inglese per effettuare le ricerche nel catalogo. Pertanto nel Portale che ha come motore il Geoportal Server 1.2.2 della Esri è possibile utilizzare le semplici keyword di ricerca oppure utilizzando il termine "like|" è possibile fare la ricerca nelle due lingue (italiano, inglese) utilizzando il ThIST o eventualmente un altro vocabolario di termini (like|water@en, oppure like|calcari@it).

.

1. Introduzione

Da diversi anni il Servizio Geologico d'Italia ha realizzato in collaborazione con Esri Italia un portale geografico con cui dare accesso ai propri dei dati spaziali. La realizzazione dell'infrastruttura (SDI) era partita già nel 1990 e è composta allo stato attuale da oltre 15 geodatabase relazionali di dati geologici e geotematici.
Il portale del Servizio Geologico d'Italia (anche detto Portale SGI http://sgi.isprambiente.it/geoportal) è basato sulla piattaforma tecnologica ESRI open-source Geoportal Server 1.2.2 e nel corso dell'ultimo anno molte energie sono state spese per migliorare le capacità di ricerca e interoperabilità del geoportale inserendo nel motore di ricerca un Thesaurus multi-lingua in format skos.

2. Interoperabilità semantica

La necessità di supportare i dati geo-spaziali con l'interoperabilità semantica è dettata dall'esperienza che SGI ha maturato in ambito internazionale con I vocabolari geologici sviluppati con IUGS-CGI e il progetto europeo OneGeology-Europe e a livello nazionale con lo sviluppo dell'ontologia ThIST per amplificare la ricerca di metadata. Tale attività si è resa necessaria nella comunità gerologica internazionale per facilitare il processo di armonizzazione dei dati. Per facilitare tale azione la comunità

ha fatto in modo che l'uso dei vocabolari semantici fosse parte integrante sia del modello dati INSPIRE del tema Geologia sia del modello dati geologico internazionale GeoSciML (ora standard OGC).
La libreria dei vocabolari geologici è al momento composta da 30 ontologie in lingua inglese già disponibili e da alter 38 in corso di realizzazione da parte del Gruppo di Lavoro delle terminologie di Scienze della Terra del CGI (GTWG-CGI). Oltre alle ontologie più generali si affiancano altri 17 vocabolari sviluppati nel progetto OneGeology-Europe a partire da quelli CGI che sono disponibili al momento in 19 differenti lingue, per meglio supportare la semantica di armonizzazione ai confine tra paesi europei.
In parallelo in ISPRA alcuni anni fa è stato sviluppato il Thesaurus Italiano di Scienze della Terra che è composto da 10350 termini descrittivi e da oltre 100000 relazioni gerarchiche ontologiche; recentemente il Servizio Geologico d'Italia ha trasformato tale thesaurus in una ontologia digitale in linguaggio SKOS/RDF (Simple Knowledge Organization System). Quest'anno infine nell'ambito del progetto eENVplus (http://www.eenvplus.eu) SGI ha intrapreso il processo di registrazione del ThIST nel cloud LOD (LinkOpenData) e nel framework semantico di termini ambientali (Di Franco et al., 2013; Albertoni et al., 2014).

Questo che segue è un estratto del vocabloario:

```
  <rdf:Description rdf:about="http://sgi.isprambiente.it/Thist/concept/delta">
    <skos:prefLabel>delta</skos:prefLabel>
   <skos:definition xml:lang="it">Definito come: delta</skos:definition>
<skos:related rdf:resource="http://sgi.isprambiente.it/Thist/concept/paleoecologia"/>
    <skos:related rdf:resource="http://sgi.isprambiente.it/Thist/concept/sedimentazione"/>
    <skos:narrower rdf:resource="http://sgi.isprambiente.it/Thist/concept/fan delta"/>
          ……..
  </rdf:Description>
```

Come si vede una sezione contiene la definizione di un termine e le relazioni (narrower, broader, related) con altri termini del ThiST stesso.

L'insieme dei thesaurus e ontologie finora descritte rappresenta la base semantica di interoperabilità su cui il SGI sta sviluppando e arricchendo I propri dati e metadata, nonché le procedure di ricerca degli stessi.
Al momento per supportare il motore di ricerca dei metadati del Portale SGI sono stati sviluppati due servizi web di ontologie basati su ThIST e GEMET; mentre per l'uso della semantica via web nel modello dati INSPIRE sono stati sviluppati servizi di mappa (WMS/WFS) con attributi basati su URI.

3. Tecnologia utilizzata

Il servizio di "discovery" erogato dal Geoportal Server Esri è già predisposto all'uso di motori ontologici per la ricerca delle informazioni. Tale processo di ricerca avanzato viene attivato utilizzando il termine e lo specifico separatore (esempio "like" e "|") componendo quindi una richiesta terminologica. A titolo di esempio il termine "like|roccia" genera nel motore di ricerca l'uso del servizio ontologico di base (GEMET) per cercare metadati che contengono sia il termine inserito che quelli ad esso associate secondo lo schema di classificazione pre-definito nel servizio ontologico GEMET o ThIST. Operativamente la richiesta generate invia una richiesta al motore semantico chiedendo di restituire una stringa di termini a esso associate secondo l'albero gerarchico del termine inserito.
Utilizzando ilmotore sul termine roccia, ad esempio viene ritornata un astringa di interrogazione così composta

"roccia effusiva" "roccia vulcanica"^0.5 "microgranito"^0.7 (prosegue…)

Dove i valori 0.5 e 0.7 sono i "pesi" che verranno utilizzati nella ricerca dei metadati e che rispettano la gercarchia dei termini indicata nel ThiST.

In collaborazione con Esri Italia per far sì che tale processo fosse valido con più servizi di ontologia anche multi-lingua sono state estese le funzionalità per la ricerca dei termini in base alla lingua e al thesaurus di riferimento.
La nuova funzionalità sviluppata da Esri Italia che supporta il motore di ricerca del Portale SGI permette di ricercare specifici termini secondo una lingua, come ad esempio: “like|water@en” oppure di uno specifico thesaurus (thist|geologia marina – vedi esempio figura 1).

Figura 1 - Esempio di ricerca utilizzando il servizio di ontologia Thist.

Se si attivano pertanto più servizi ontologici alla base del motore di ricerca è possibile anche eseguire una ricerca incrociata sfruttando entrambi, quindi se il primo servizio si chiama “voc1” e il secondo “voc2” è possibile comporre una richiesta di parole chiave concatenate, come: “voc1|voc2|termine”. In questo caso il termine è ricercato nel primo servizio e la stringa di risultato è passata al secondo servizio, generando un’amplificazione dei termini associati.

4. Conclusioni

Questo lavoro ha mostrato come l’uso dell’interoperabilità semantica sfruttando specifici thesauri di definizione può migliorare l’interfaccia di ricerca facilitando l’utente a identificare quanto ricercato. Quanto sviluppato ha dimostrato concretamente come l’uso dei thesaurus o dei servizi ontologici collegati a metadati e dati migliori la qualità della ricerca identificando un maggior numero di record rispondenti a quanto ricercato. Infine il Geoportal Server sviluppato dal Servizio Geologico d’Italia e esteso da Esri Italia supportando anche termini multi-lingua facilita la ricerca delle informazioni anche in ambito della direttiva INSPIRE volta a mettere in condivisioni informazioni a livello europeo.

Riferimenti

Di Franco S., Plini P., Albertoni R., De Martino M. (2013). EARTh vs INSPIRE: an Environmental Thesaurus in the Linked Open Data Cloud, INSPIRE Conference 2013 Online Proceeding n° #183 [http://inspire.ec.europa.eu/events/conferences/inspire_2013/schedule/submissions/183.pdf].

Albertoni R., De Martino M., Podestà P., Plini P. (2014). LusTRE: a Linked Thesaurus fRamework for Environment, W3C-LOD 2014 Conference, Online Proceeding [http://www.w3c.it/events/2014/lod2014/slides/paper33-slides.pdf].

Sviluppo di applicazioni statistiche attraverso le funzionalità di Geoprocessing ArcGIS

AUTORI

Claudio Santoro - ISTAT - claudio.santoro@istat.it
Simone Portuesi - ISTAT - portuesi@istat.it
Sonia Scialanca - ISTAT - sonia.scialanca@istat.it

Parole chiave: ISTAT; statistica; GIS; WEB; framework; SOA; Orchestratore; integrazione

ABSTRACT

L'obiettivo del lavoro proposto risponde all'esigenza degli utenti statistici non specializzati in GIS, di usufruire delle funzionalità avanzate di analisi geografica e di applicarle ai propri dati.
Una risposta a queste esigenze viene tradotta attraverso un framework per la realizzazione di applicazioni WEB. Tali applicazioni sono caratterizzate da tre funzionalità:
- un visualizzatore cartografico guidato sia dalla variabile temporale che dalle gerarchie di istituzioni/entità politico territoriali;
- un gestore di dati statistici prodotti dall'utente;
- un catalogo di modelli di Geoprocessing parametrizzati tramite una interazione utente profilata.
L'architettura è di tipo SOA ed è caratterizzata da un Orchestratore di natura server-side che coniuga sia i servizi istituzionali che i servizi ArcGIS. L'Orchestratore guida i flussi informativi e di controllo tra l'applicativo WEB client e i server autonomi di dominio. I modelli di analisi offerti dall'ArcGis Server, vengono così messi a disposizione mediante una opportuna user experience profilata per funzione ed utenza statistica.
Questa soluzione pone le basi per un eventuale sviluppo di applicazioni integrate con i sistemi istituzionali.

1. Introduzione

A fronte di una crescente richiesta di analisi GIS su dati statistici che coniughi semplicità di utilizzo e possibilità di applicare funzionalità avanzate anche ai propri dati, ha avuto inizio lo studio della soluzione di seguito descritta.

La soluzione in oggetto si pone l'obiettivo di strutturare una progettazione architetturale di base finalizzata alla realizzazione di specifici applicativi a fronte di specifici requisiti funzionali.

La possibilità di interagire in formato cartografico strutturato su variabile temporale e gerarchie di istituzioni/entità politico territoriali, la possibilità di avere a disposizione moduli funzionali i cui parametri possono essere impostati runtime e la cui elaborazione è visibile in tempo reale, coniugata alla possibilità di poter applicare tali moduli funzionali sia ai dati pubblicati che a propri file di elaborazione,

pone le basi per lo sviluppo di due diversi filoni applicativi: la realizzazione di applicazioni ad-hoc e la realizzazione di uno strumento di analisi generalizzato.

In particolare, le applicazioni ad hoc, a fronte di specifiche di requisito, possono essere realizzate con largo riuso di moduli di base individuati in questa trattazione, facilitando così i costi di produzione e le tempistiche. Questo approccio di tipo modulare e scalabile consente agevole produzione di applicazioni ad hoc. Nel contempo tali requisiti arricchiscono la soluzione proposta e ne permettono l'evoluzione verso un prodotto finito che, integrato con i sistemi istituzionali, può diventare strumento di ausilio all'analisi statistica.

In virtù del contesto di presentazione, la trattazione in oggetto, pur trattando le tematiche di base, ha volutamente un taglio discorsivo e di alto livello.

La soluzione proposta è frutto dell'analisi e della progettazione di Claudio Santoro.
Il design della PoC, ad opera di Claudio Santoro, è stato realizzato da Simone Portuesi e Sonia Scialanca. In particolare, l'approfondimento orientato alla realizzazione della sezione di Front-end e l'integrazione verso il sistema di Back-end è opera di Simone Portuesi. La realizzazione della sezione di Back-end, con riferimento all'integrazione tra Orchestratore e il Server GIS è opera di Sonia Scialanca.

2. Architettura

Nell'ottica di una progettazione scalare, modulare ed integrata, l'architettura proposta è di tipo SOA (Service-Oriented Architecture) e consta di tre moduli principali:

- Applicazione WEB;
- Server GIS;
- Orchestratore.

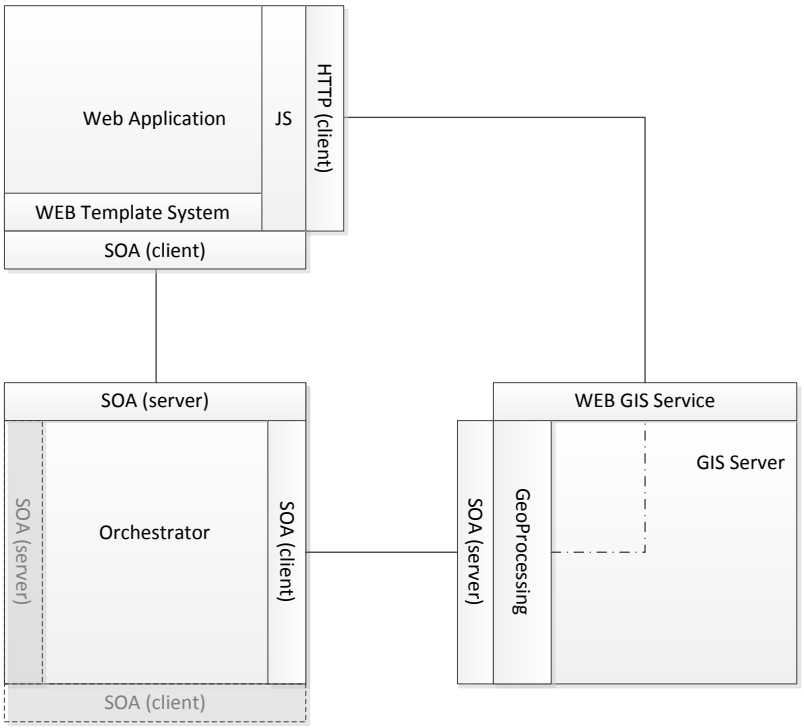


Figura 1 - High level architecture.

L'introduzione del sistema Orchestratore, permette di assegnare le responsabilità di sodisfare i requisiti e le specifiche di progetto ai componenti al fine di rispettare i cinque principi primari del GRASP (General Responsibility Assignment Software Pattern):

- Information Expert, il componente responsabile è quello che ha le informazioni necessarie;
- Low Coupling, le responsabilità sono distribuite tra i componenti in modo da minimizzarne il loro accoppiamento;
- High Coesion, le responsabilità sono assegnate allo stesso componente in maniera di mantenerlo coeso e focalizzato;
- Creator, la responsabilità della creazione delle risorsa A è assegnata alla specifica entità B tale che (in ordine di preferenza): B contiene o è composto da A; B registra A; B usa A; B può inizializzare A;
- Controller, la responsabilità (oltre alla UI) di ricevere e coordinare l'operatività del sistema è assegnata al componente che rappresenta una delle due scelte: rappresenta il sistema nella sua totalità o maggioranza (facade controller); rappresenta uno scenario di uso (use case or session controller).

3. Descrizione della soluzione

A seguito dell'analisi sulle necessità di utenti statistici, si sono identificate tre macro funzionalità di base e concretizzate con la progettazione di un framework che consente lo sviluppo di applicazioni WEB:

- Accesso e gestione dei dati;
- Accesso alle funzioni di analisi GIS;
- Visualizzazione interattiva cartografica.

3.1 Applicazione WEB

Le applicazioni WEB prodotte con in framework in oggetto sono caratterizzate da:

- un visualizzatore cartografico guidato sia dalla variabile temporale che dalle gerarchie di istituzioni/entità politico territoriali;
- un gestore di dati statistici prodotti dall'utente;
- un catalogo di modelli di Geoprocessing parametrizzati tramite una interazione utente profilata.

3.2 Orchestratore

A fronte di un'interazione diretta per funzionalità di base GIS tra WEB application e server GIS, l'Orchestratore ha il compito di arricchire i dati o i processi dando modo, ad un'utenza statistica, di ottenere informazioni profilate alla propria esigenza.

L'Orchestratore offre due funzionalità di base:

- Gestione dei dati;
- Gestione delle funzionalità di analisi.

Relativamente alla gestione del dato, l'Orchestratore consente di accede a dati certificati e resi disponibili dal sistema o di importare propri dati in formato CSV.
La struttura del CSV non presenta particolari limitazioni, è infatti possibile profilare opportunamente le logiche di struttura del CSV stesso mediante apposito file di properties.

Mediante un'opportuna configurazione è possibile mappare le funzioni di analisi GIS con i rispettivi parametri nell'applicazione WEB, tale da consentire un'esperienza d'uso agevole ed uniforme e col pieno supporto di messaggi o label multilingua configurabili anch'essi con apposito file di properties.

L'Orchestratore inoltre consente di profilare l'utenza che pertanto, una volta accreditata, ha accesso a specifiche aree (dati e funzioni).

3.3 Server GIS

Il server GIS si occupa delle sole funzionalità di analisi GIS, demandando ogni altra attività di business all'Orchestratore. Di particolare attenzione è la famiglia di servizi di Geoprocessing che rende fruibili modelli preparati ad-hoc. I servizi sono catalogati in apposite famiglie e invocabili sia dall'applicazione WEB che dall'Orchestratore.

4. Proof of Concept

Al fine di dimostrare la fattibilità della soluzione sopra descritta, è stata realizzata una PoC con le seguenti funzionalità:

- Visualizzatore cartografico interattivo con possibilità di navigazione e funzionalità identify;
- Gestione delle gerarchie di istituzioni/entità politico territoriali guidate dalla variabile temporale;

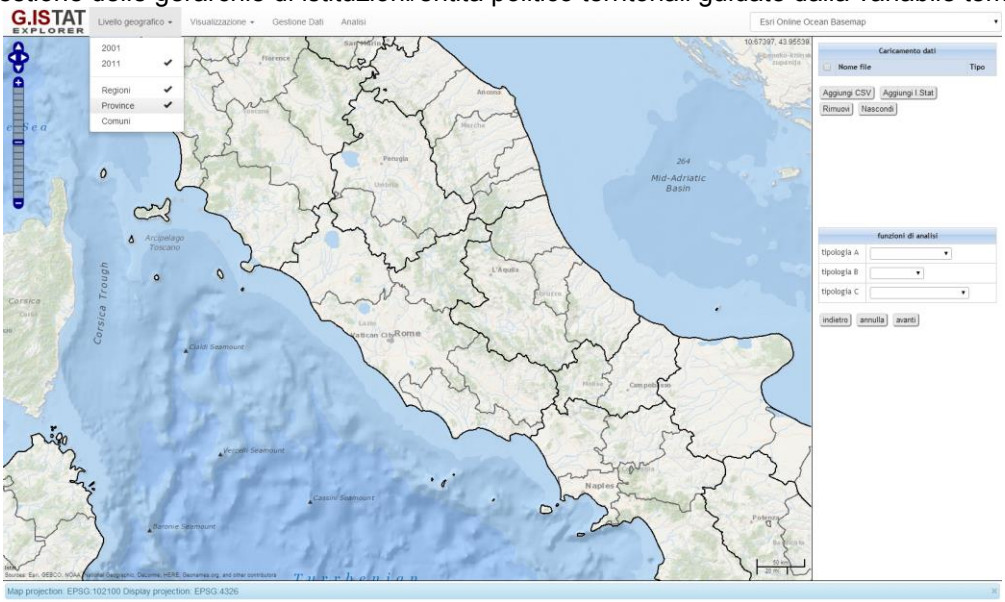


Figura 2 - Gerarchie di istituzioni/entità politico territoriali guidate dalla variabile temporale.

- Gestione dei tematismi con funzionalità di selezione e deselezione in modalità lista;

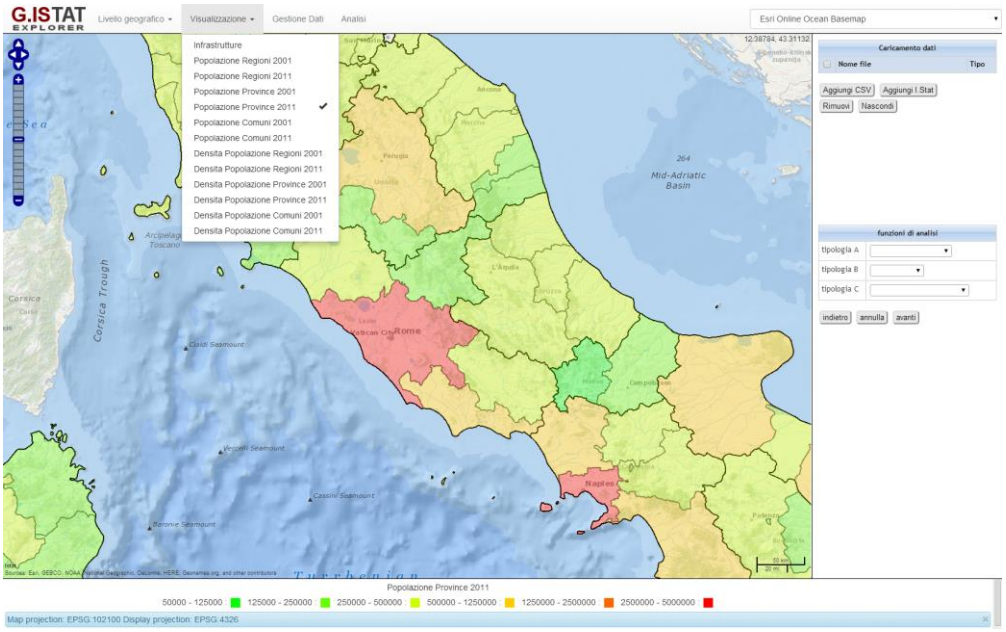


Figura 3 - Gestione dei tematismi.

- Caricamento dei dati in formato CSV con strutturazione profilabile mediante file di configurazione;
- Funzione di processamento/visualizzazione in tempo reale di lista di coordinate in formato latitudine e longitudine caricabili mediante formato CSV;

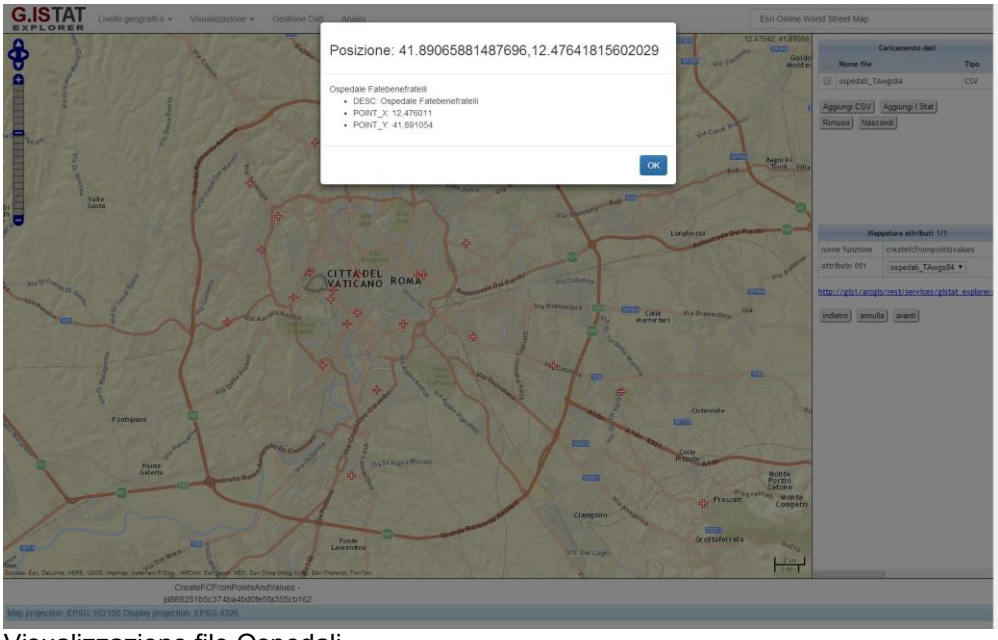


Figura 4 - Visualizzazione file Ospedali.

- Caricamento dei dati in formato CSV provenienti da I.STAT – SEP (Single Exit Point) istituzionale;
- Funzione di processamento/visualizzazione in tempo reale di una lista di indicatori provenienti da I.STAT basati su anno e confine amministrativo;

Figura 5 - Visualizzazione indicatore file ISTAT.

- Area funzioni con la possibilità di aggiungere, rimuovere, profilare e raggruppare le funzioni di analisi GIS;
- Funzione di processamento/visualizzazione in tempo reale di uno studio in corso d'opera sui flussi di pendolarismo del 2011 per la regione Sardegna.

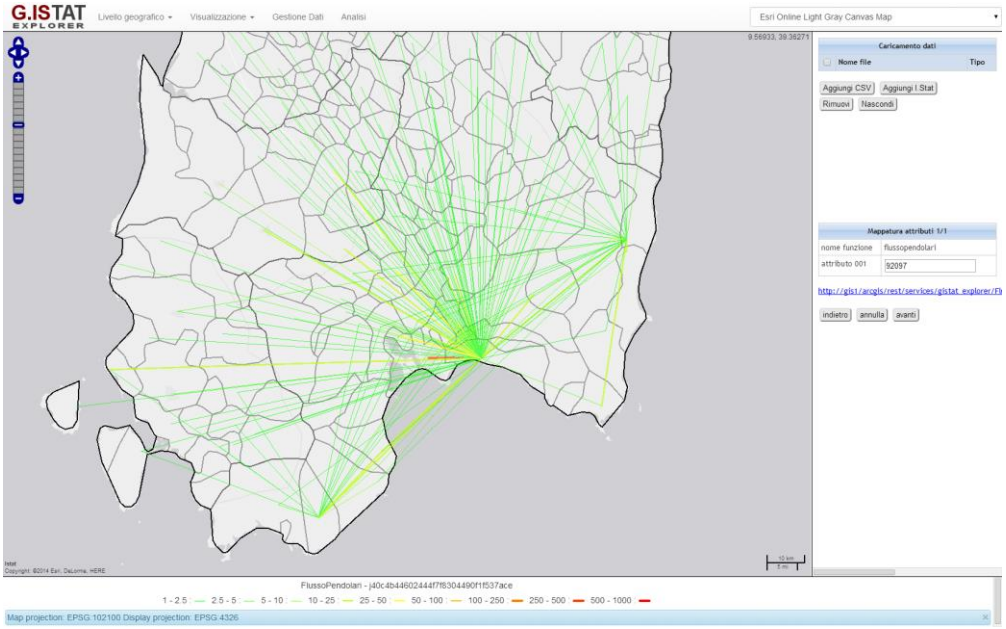


Figura 6 - Visualizzazione flussi di pendolarismo.

A partire dall'architettura generale sopra proposta, la PoC prevede la seguente architettura semplificata:

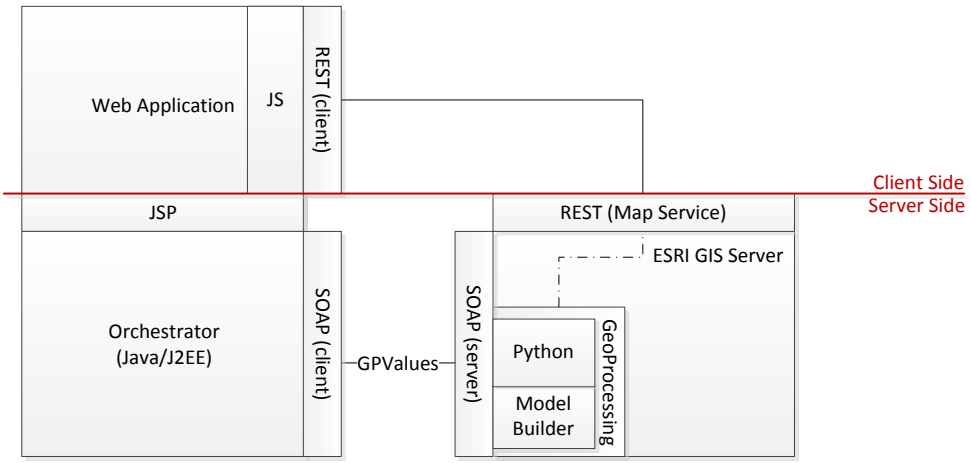


Figura 7 - PoC high level architecture.

L'interazione avviene mediante i protocolli di comunicazione tra i tre principali moduli come da tabella sotto riportata.

Tabella 1. Protocollo comunicazione.

Sistema	SOAP (Client)	SOAP (Server)	REST (Client)	REST (Server)
Applicazione WEB	No	No	Si	No
Server GIS	No	Si	No	Si
Orchestratore	Si	No	No	No

4.1 Applicazione WEB

L'applicazione WEB è sviluppata in HTML e JavaScript con librerie OpenLayers 2.13 lato client, e sviluppata in JSP su ambiente di esecuzione Apache Tomcat 7 lato server. La comunicazione tra il client e ArcGIS Server avviene mediante ArcGIS REST API.

E' costituita dalle seguenti aree funzionali:

- Tendina di selezione mappa di base;
- Menu con le funzioni di: "Livello geografico", "Visualizzazione", "Gestione dati" e "Analisi".
- "Livello geografico" sovrappone alla mappa di base scelta, le gerarchie di istituzioni/entità politico territoriali relative ad uno specifico anno;
- "Visualizzazione" mostra un elenco di tematismi visualizzabili. Tali tematismi (sovrapponibili) possono essere pubblicati (ovvero esempio di studi certificati e resi disponibili) oppure incrementati in tempo reale come output di elaborazione funzionale. Quest'ultimi, visualizzati nella sessione di lavoro, seguono policy di svecchiamento impostabili ad hoc;
- "Gestione dati" da accesso ad un pannello di gestione del dato. In particolare si ha la possibilità di aggiungere o rimuovere dati in sessione importabili in formato CSV generico o CSV proveniente dal SEP ISTAT I.STAT;
- "Analisi" da accesso ad un pannello di gestione delle funzioni disponibili. Tali funzioni sono raggruppate in categorie per una migliore ricerca. Selezionata una particolare funzione, il sistema propone all'utente i parametri (definendone il tipo) di cui essa necessita per l'elaborazione. L'utente può quindi impostare i parametri di elaborazione. Tra le principali

tipologie di parametri sono: intero file, singoli attributi provenienti da un file, attributi provenienti da struttura dati interna, stringhe, valori numerici, range di colore con definizione intervalli, etc.
- Area di visualizzazione cartografica e interattiva con funzionalità identify;
- Notifica dello stato di visualizzazione;
- Possibilità di visualizzazione di mappe tematiche con rispettiva legenda in apposita area informativa.

4.2 Orchestratore

L'Orchestratore gestisce il flusso dati, arricchisce l'informazione attraverso la gestione dei dati utente e profila le funzioni di Geoprocessing.

La navigazione è realizzata mediante JSP (Java Server Page) integrata con libreria JavaScript e la sezione di comunicazione tra Orchestratore e GIS Server avviene mediante SOAP WEB Service la cui sezione client è stata prodotta a partire dal WSDL relativo il solo servizio di Geoprocessing di ArcGIS Server versione 10.1.

La comunicazione tra Orchestratore e Server GIS avviene in modalità asincrona: una volta invocato il server ed assegnato un PID identificativo al processo di elaborazione, la sezione client GIS dell'Orchestratore effettua operazione di polling fino alla ricezione dell'Ok per l'avvenuto processamento (in caso di successo) ad opera del server GIS.
Tutte le funzionalità prodotte per la PoC in oggetto producono anche come output di elaborazione del Server GIS una URI (in caso di successo) contenente l'indirizzo del Map Service interrogabile/navigabile direttamente dall'applicazione WEB.

La gestione del dato utente avviene attraverso la funzionalità di upload di file CSV generalizzati mediante profilatura della struttura configurabile tramite apposito file di propreties e mappati in memoria su Java Bean. Tra le strutture in formato CSV supportate è di particolare rilievo quella generata dal Single Exit Point I.STAT.

L'Orchestratore inoltre si occupa della mappatura tra le segnature delle funzioni di analisi GIS, poste nel dominio del Server GIS, e la valorizzazione runtime dei parametri di elaborazione. Tale funzionalità, profilabile in modo agevole attraverso opportuno file di properties, oltre a consentire di uniformare l'esperienza d'uso nell'interazione ed utilizzo delle funzionalità specifiche, consente, anche ad utenza statistica non necessariamente specializzata, di interagire in modo guidato nella costruzione della corretta invocazione del modello di analisi selezionato. L'output di elaborazione sarà poi resto disponibile come tematismo nell'apposita sezione "Visualizzazione" dell'applicazione WEB e sarà così agevolmente applicabile e consultabile in tempo reale nell'ambito della sessione di lavoro.

4.3 Server GIS

Il server GIS adottato è ESRI ArcGIS Server versione 10.1.
Nel sistema sono presenti i modelli relativi le funzionalità sopra elencate. La comunicazione tra Orchestratore e Server GIS avviene mediante protocollo SOAP e l'utilizzo del tipo di dato GPValue (come richiesto dal WSDL).
Gli strumenti di analisi della suite applicativa del sistema di Geoprocessing possono essere combinati nel Model Builder ed arricchiti con sviluppi ad hoc in Python.

5. Evoluzioni

Le principali evoluzioni riguardano cinque macro tematiche:
- Integrazione con i sistemi istituzionali;
- Introduzione di un sistema di analisi statistica;
- Realizzazione di applicazioni ad hoc sulla base di specifiche funzionali;
- Introduzione di un flusso di pubblicazione e fruizione dei modelli di analisi;

- Arricchimento delle funzionalità della soluzione proposta, con le specifiche delle applicazioni ad hoc, evolvendo l'attuale framework in prodotto di analisi statistica.

Il primo punto, già in fase di studio, riguarda - in una prima fase - l'integrazione machine-to-machine tra il SEP istituzionale (I.STAT) e l'Orchestratore. In particolare l'integrazione prevede l'utilizzo del protocollo SDMX.
Altro percorso di studio è l'integrazione con il sistema istituzionale SSO (Single Sign-On) al fine di profilare l'accesso alle varie aree (dati e funzioni e produzione) secondo logiche di identificazione utente.

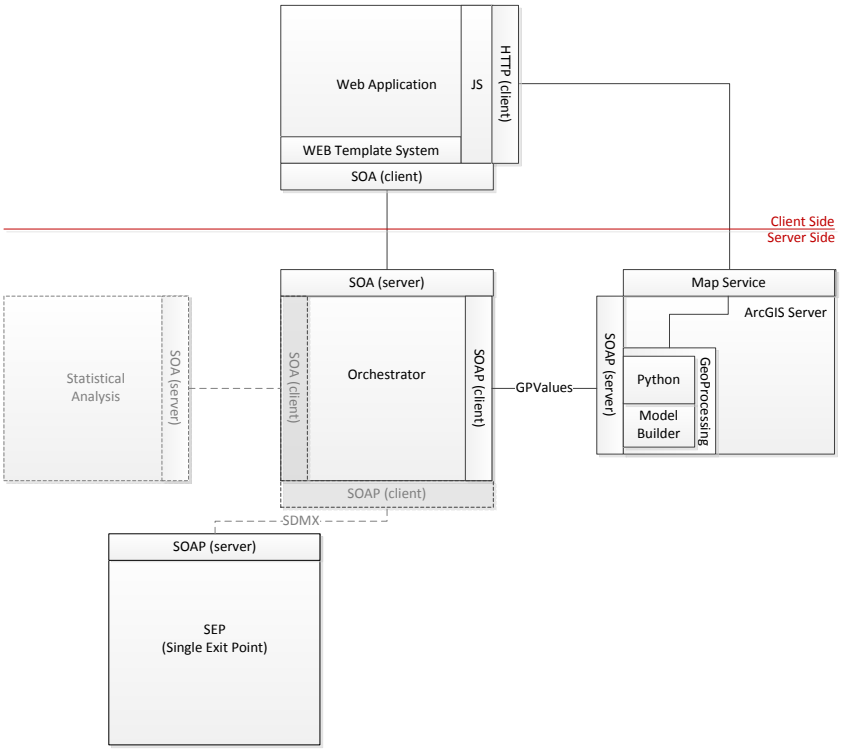


Figura 8 - High level architecture evolution.

Il secondo punto è atto ad arricchire le funzionalità di analisi, estendendo il campo dalla sola analisi GIS anche a quella statistica. Si propone inoltre l'introduzione di sistemi di visualizzazione interconnessi tra la rappresentazione cartografica e rappresentazione di tipo grafico, tabellare, dashboard, etc.

Il terzo punto prevede raccolta di requisiti per la realizzazione di applicazioni ad hoc. Tali applicazioni, opportunamente disegnate, potranno prevedere largo riuso di moduli funzionali messi a disposizione dal framework proposto, garantendo così ridotti costi di produzione e ridotti tempi di sviluppo.

Il quarto punto prevede la possibilità di introdurre logiche di pubblicazione del lavori svolti con applicazioni sviluppate ad hoc, in un sistema generalizzato di analisi statistica. In questo modo, a valle di un processo di certificazione e pubblicazione, sarà possibile rendere disponibile all'utenza i vari lavori svolti gettando così le basi per ulteriori sviluppi di ricerca statistica.

Il quinto punto si propone come evoluzione del framework in prodotto. Una volta arricchito di funzionalità e di quanto definito nei punti precedenti, sarà possibile mettere a disposizione dell'utenza statistica uno strumento di analisi ricco di funzionalità GIS, statistiche ed elaborati prodotti.

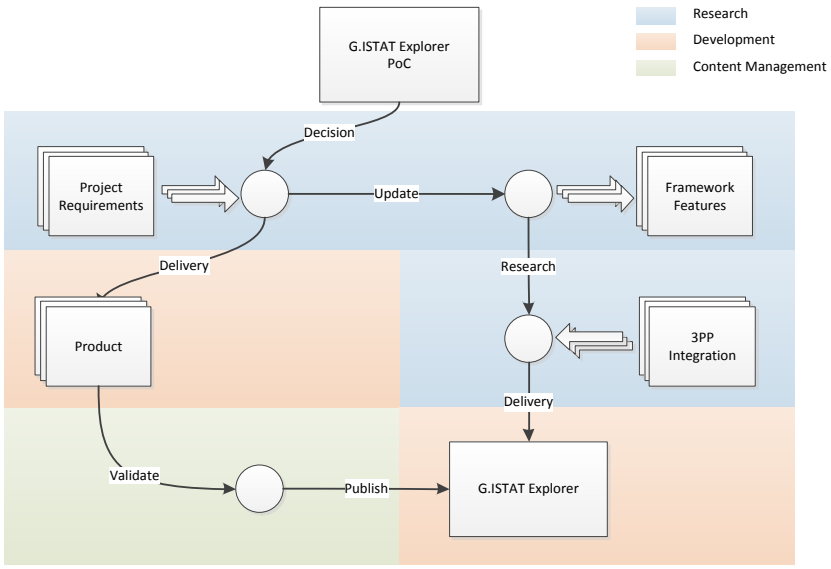


Figura 9 - Framework and products delivery strategy.

6. Materiali soggetti a copyright

Gli autori sono responsabili per ottenere il consenso alla pubblicazione dei loro contenuti.

Ringraziamenti

Si ringraziano il dipartimento DIQR, la direzione DCIQ, il servizio INT e l'unità operativa B dell'ISTAT per aver dato modo di studiare la tematica descritta e averne consentito l'analisi, la progettazione ed anche lo sviluppo di una PoC.
Si ringrazia Jody Marca per aver collaborato alla realizzazione della sezione di back-end, con particolare riferimento all'implementazione dei moduli JSP e Java Bean.
Si ringrazia Angela Pappagallo per il contributo offerto nell'ambito della sperimentazione dell'integrazione tra OpenLayers ed il server ESRI ArcGIS.
Si ringrazia il gruppo di lavoro ISTAT relativo lo studio riguardante "I sistemi locali del lavoro 2011", con particolare riferimento a Rossella Molinaro per lo sviluppo di una prima release del modello di Geoprocessing.

Riferimenti

Christophe Porteneuve (2007). *Sviluppare Applicazioni Web 2.0,* Apogeo, ISBN 8850326599.

Brian P. Hogan (2012). *HTML5 and CSS3: Develop with Tomorrow's Standards Today (Pragmatic Programmers)*, 1st edition, Pragmatic Bookshelf, ASIN: B00A376DBA.

Craig Larman (2005). *Applying UML and Patterns: An Introduction To Object-Oriented Analysis And Design And Iterative Development*, (3rd Edition), Prentice Hall PTR Upper Saddle River, NJ, USA, ISBN 0131489062.

David Flanagan (2011). *Javascript: The Definitive Guide*, 6th Edition, Oreilly & Associates Inc, ISBN 0596805527.

Marijn Haverbeke (2011), *Eloquent JavaScript: A Modern Introduction to Programming*, No Starch Press, ISBN 1593272820.

Kevin Mukhar, Chris Zelenak, James L. Weaver, Jim Crume (2005), *Beginning Java EE 5 Platform: From Novice to Professional*, Apress, ISBN: 1590594703.

ESRI (2014), *ArcGIS Server SOAP web services,* http://resources.arcgis.com/en/help/soap/10.1/ .

ESRI (2014), *ArcGIS REST API*, http://resources.arcgis.com/en/help/arcgis-rest-api/ .

ISTAT (2014), *I.STAT,* http://dati.istat.it/ .

SDMX.ORG (2014), *Statistical Data and Metadata eXchange*, http://sdmx.org/ .

OPENLAYERS.ORG (2014), *OpenLayers: Free Maps for the Web*, http://openlayers.org/ .

Il servizio INSPIRE dell'Idrografia di ISPRA

AUTORI

Francesca Piva – ISPRA - francesca.piva@isprambiente.it
Gianni Campanile - ESRI - campanile@esriitalia.it

Parole chiave: Idrografia; INSPIRE; Bacino idrografico

ABSTRACT

L'Istituto Per la Ricerca e la Protezione dell'Ambiente offre già da tempo la possibilità di scaricare gratuitamente alcune banche dati di interesse nazionale. Fra queste una delle più interessanti è quella relativa all'Idrografia, contenente i bacini principali e secondari ed il reticolo idrografico con i relativi nodi e punti di interesse.
Partendo da questi dati, ISPRA con il supporto di Esri Italia ha costruito un servizio mappa compatibile con le specifiche INSPIRE sull'idrografia (Data Specifications 3.0.1 del tema Hydrography).
Sul catalogo ISPRA, disponibile all'indirizzo http://www.geoportale.isprambiente.it sono presenti i metadati per i vari dataset e per il relativo servizio, compilati secondo lo standard nazionale RNDT compatibile con INSPIRE.
Il geodatabase e la relativa documentazione è inoltre stata resa disponibile per il download.

1. Introduzione

Il progetto Reticolo Idrografico, realizzato dal Dipartimento Tutela delle Acque Interne e Marino Costiere dell'ISPRA, si basa sulla digitalizzazione della cartografia IGMI 1:250.000 serie JOG per quanto riguarda la geometria vettoriale e sulla cartografia IGMI 1:100.000 per la toponomastica. La base dati lineare è integrata da uno strato informativo puntuale con i nodi del reticolo (sorgente, foce, confluenza, ecc.); tutti gli elementi sono classificati secondo specifiche tipologie. Inoltre, per garantire la continuità idraulica del reticolo idrografico, sono stati tracciati gli archi di reticolo all'interno dei laghi (tipologia: virtuale), differenziandoli dal reticolo reale (tipologia: fisico).
La banca dati associata agli elementi lineari prevede un codice univoco per ogni tratta di corso d'acqua e un codice univoco per ciascun corso d'acqua. Oltre alla toponomastica e alla tipologia, a ciascun tratto sono stati assegnati l'ordine idrografico, il bacino di appartenenza, l'origine (es. sorgente, confluenza) e la destinazione (es. confluenza, foce).

La base dati è sta implementata anche come geodatabase in cui le entità del reticolo idrografico e dei relativi attributi sono state organizzate in classi e sono state definite relazioni e regole di comportamento tra esse.
Questo ha permesso di strutturare il reticolo come un grafo orientato che può essere gestito dai tool di Network, essendo presenti sia elementi lineari che elementi puntuali.
Il reticolo idrografico è poi progettato in modo tale da avere le funzionalità di segmentazione dinamica.

Il reticolo idrografico è disponibile, come shapefile, per il download, sul sito dell'ISPRA.

A seguito del recepimento della Direttiva INSPIRE, ISPRA, in collaborazione con Esri Italia, ha sviluppato un'architettura per supportare l'architettura INSPIRE e l'Idrografia è il primo tema su cui sono stati sviluppati metadati, dati e servizi compatibili con le specifiche INSPIRE.

L'idrografia infatti è presente nelle specifiche dell'Annex I di INSPIRE (Hydrography) ed è quindi uno dei temi per i quali devono essere disponibili i metadati dalla data del 3/12/2010 e i servizi di View e Discovery a partire dal 23/11/2017, come risulta dalla tabella cronologica (Figura 1) disponibile sul sito INSPIRE:

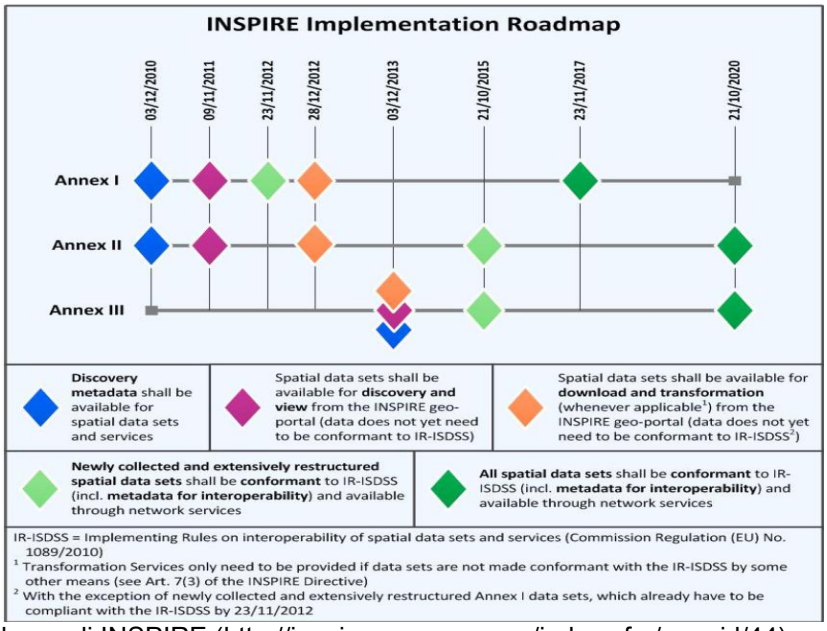


Figura 1 - Le scadenze di INSPIRE (http://inspire.ec.europa.eu/index.cfm/pageid/44).

In considerazione degli obblighi derivanti dalla direttiva INSPIRE, i dati sono stati trasformati in un Geodatabase compatibile con INSPIRE e sono stati creati i metadati relativi ai dataset e ai servizi.

2. I dati di base

La banca dati del reticolo idrografico è disponibile in formato shapefile.

Le Feature Classes disponibili sono:

- Reticolo idrografico (1:250.000)
- Bacini idrografici principali (1:250.000)
- Bacini idrografici secondari (1:250.000)

Queste Feature Classes permettono di creare agevolmente una mappa completa dell'Idrografia dell'Italia, e i campi disponibili documentano in modo completo i fiumi, gli affluenti e le caratteristiche dei bacini principali e secondari. La completezza della base dati ha reso più agevole la trasformazione nel Geodatabase INSPIRE.

3. I metadati INSPIRE

L'architettura INSPIRE è un'architettura integrata che, a partire dal servizio di Discovery, permette di recuperare le risorse necessarie in forma di servizio mappa o di dati scaricabili. Il punto di partenza sono quindi i metadati, che devono documentare nel modo corretto sia il contenuto dei dati (dataset) che i servizi (services) costruiti sopra di essi.
Il catalogo dei metadati di ISPRA, disponibile all'indirizzo http://www.geoportale.isprambiente.it/geoportale contiene quindi i record di metadati che documentano i dataset e servizi mappa, come si vede dalla Figura 2:

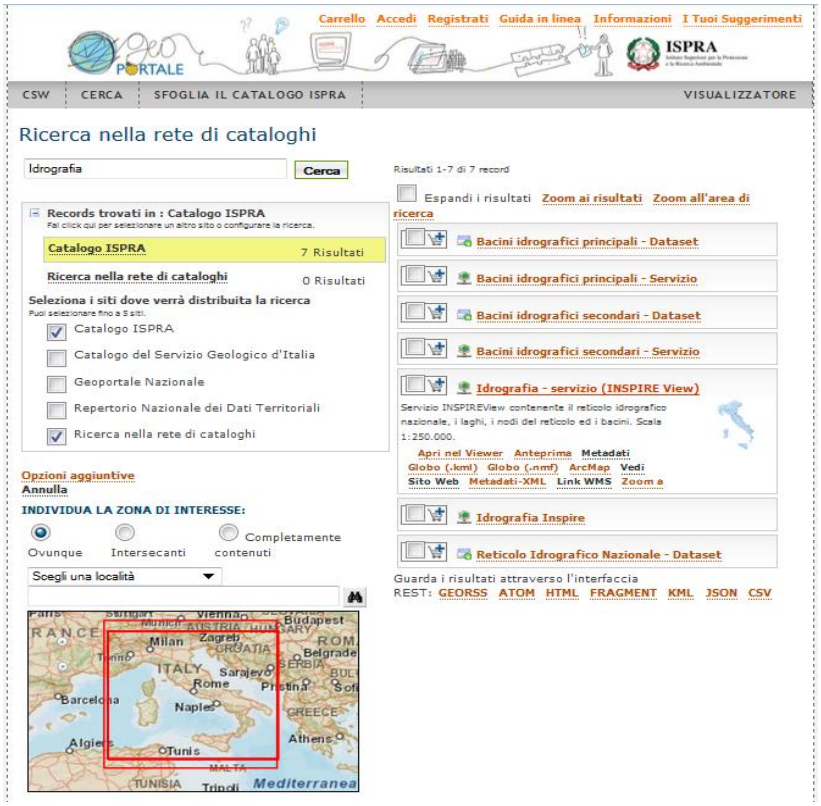


Figura 2 - Il catalogo dei metadati ISPRA (http://www.geoportale.isprambiente.it/geoportale).

Per una maggiore fruibilità, in alcuni casi sono stati creati servizi su un singolo dataset (ad.es. *Bacini idrografici principali – Servizio)* in altri casi servizi con più dataset insieme (ad.es. *Idrografia*). Ciascuno di essi è stato documentato separatamente ed è stata inserita la relazione fra dataset e servizi. In Figura 3 è rappresentato l'elenco dei metadati relativi al tema idrografia disponibili sul sito dell'ISPRA

Figura 3 - I metadati dell'Idrografia.

Inoltre è stato documentato il servizio specifico INSPIRE View *(Idrografia – servizio (INSPIRE View))* in quanto il servizio INSPIRE View è basato sulla specifica WMS ma contiene diversi elementi aggiuntivi che richiedono una documentazione esplicita.

Il catalogo è basato sul prodotto Esri Geoportal Server, il prodotto FOSS (Free and Open Source Software) di Esri per la gestione dei metadati. Questo prodotto è stato ampliato da Esri Italia con funzionalità aggiuntive quali la localizzazione italiana e soprattutto la disponibilità dei profili RNDT per i metadati allineati alle linee guida
3. Guida operativa per la compilazione dei metadati RNDT sui servizi in coerenza con il Regolamento INSPIRE
v.1.2 pubblicate dall'Agenzia per l'Italia digitale. (http://www.rndt.gov.it/RNDT/home/images/struttura/documenti/RNDT_guida_operativa_servizi_v1.2.pdf)

4. I servizi INSPIRE

I servizi INSPIRE implementati sono quindi:

- Il servizio di Discovery;
- Il servizio di INSPIRE View;
- Il servizio di INSPIRE Download;

4.1 Servizio di Discovery

Il servizio di Discovery non è specifico dell'Idrografia ma è implementato dal catalogo dei metadti di ISPRA. Questo è basato sul prodotto Esri Geoportal Server e offre un servizio compatibile con le specifiche "Technical Guidance for the implementation of INSPIRE Discovery Service 3.1".
Il servizio è raggiungibile all'indirizzo: http://www.geoportale.isprambiente.it/geoportale/csw.

4.2 Servizio di INSPIRE View

Il servizio di INSPIRE View è stato implementation utilizzando ArcGIS for Desktop per la creazione del documento di pubblicazione e ArcGIS for Server e ArcGIS for INSPIRE per la pubblicazione del servizio.

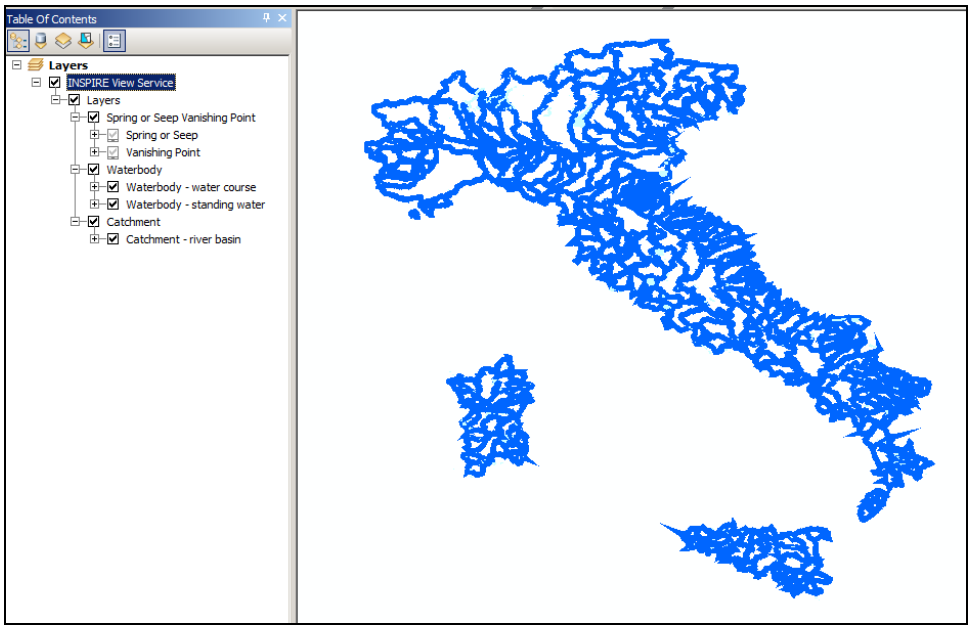


Figura 4 - Il servizio di INSPIRE View dell'Idrografia.

Il servizio dell'Idrografia è compatibile con le specifiche "Technical Guidance for the implementation of INSPIRE View Services 3.1".

4.3 Servizio di INSPIRE Download

Il servizio di Download si basa sulle capacità di ArcGIS for INSPIRE 10.2.1 di utilizzare ATOM come protocollo per il download dei dati. E' stato quindi preparato un elemento di download, contenente il Geodatabase INSPIRE, ed è stato costruito un end point ATOM.
Il servizio di Download è compatibile con le specifiche "Technical Guidance Download Services 3.1".
Al momento della scrittura di questo articolo il servizio non è ancora pubblico, anche se il Geodatabase è disponibile fra le basi dati scaricabili.

5. I dati INSPIRE

Il Geodatabase INSPIRE è stato costruito utilizzando l'estensione ArcGIS for INSPIRE 10.2.1. Il Geodatabase andava poi popolato con i dati dell'Idrografia esistenti, ed è stato quindi necessario effettuare una trasformazione dati.

5.1 Il Geodatabase INSPIRE

Il Geodatabase è stato costruito semplicemente importando il documento XML presente nel pacchetto di ArcGIS for INSPIRE; questo ha permesso di creare un Geodb compatibile con le specifiche dell'Idrografia di INSPIRE (Hydrography Data Specifications 3.0.1) .

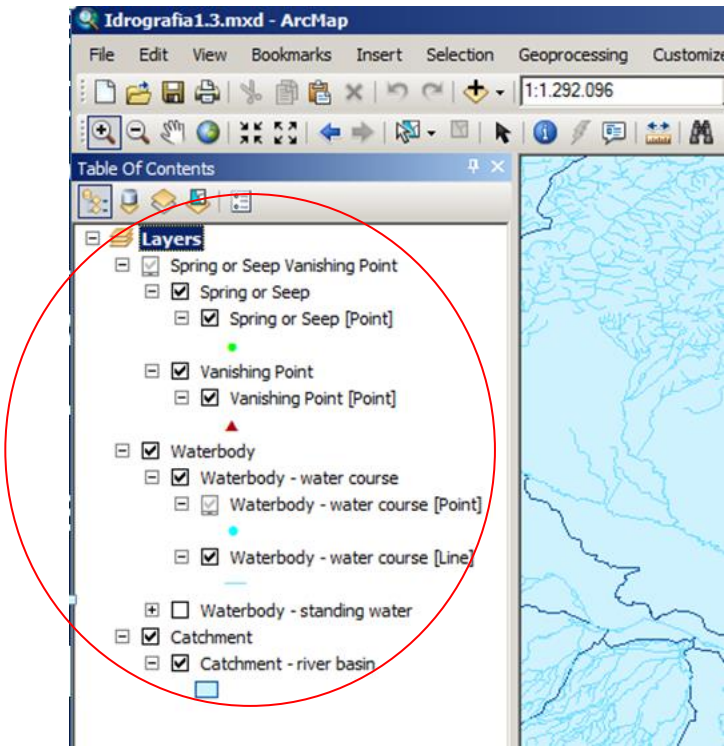


Figura 5 - Il Geodatabase di ArcGIS for INSPIRE per l'Idrografia.

5.2 La trasformazione ETL

Per convertire i dati esistenti nel Geodatabase INSPIRE è stata applicata una trasformazione ETL, rispettando le relazioni fra i vari oggetti e creando opportunamente i vari campi richiesti da INSPIRE.
Per questa trasformazione è stato utilizzato lo strumento Model Builder presente in ArcGIS for Desktop e il motore FME disponibile con l'estensione Data Interoperability del Desktop. FME Workbench è riconosciuto essere il più potente strumento per la trasformazione di dati spaziali, e, unito alle ulteriori capacità del Model Builder, ha permesso di costruire una trasformazione estremamente potente.

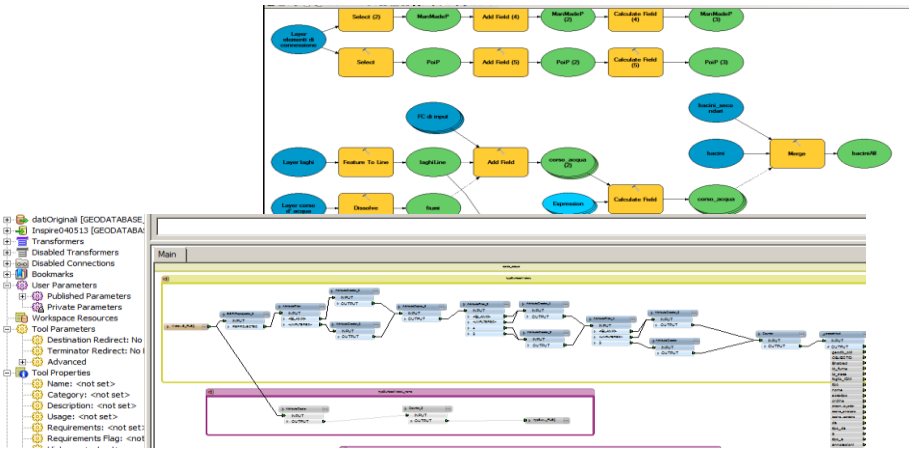


Figura 6 - La trasformazione con il Model Builder e FME Workbench.

6. Conclusioni

Il servizio dell'Idrografia di ISPRA è uno dei primi in Italia ad essere stato pubblicato secondo l'architettura INSPIRE completa, a partire dai metadati fino ad arrivare al servizio di View e di Discovery.

Riferimenti

Piva F., Ursino S., Giannicchi L., (2004). Il reticolo idrografico nazionale" articolo pubblicato nel notiziario dei dati geografici, *CartoGraphica n. 10*

RNDT (2013). 3. Guida operativa per la compilazione dei metadati RNDT sui servizi in coerenza con il Regolamento INSPIRE v.1.2

Il GIS Enterprise eni per la condivisione worldwide dei progetti con le affiliate

AUTORI

Carlo Michele Garbujo - eni e&p - carlo.garbujo@eni.com
Paolo Viarigi - eni e&p - paolo.viarigi@eni.com

Parole chiave: GIS Enterprise eni e&p; GIS Global Project; ArcGIS 10.2

ABSTRACT

Le evolutive, del sistema GIS Enterprise eni e&p, realizzate attraverso il progetto GIS Global Project (vedi figura 1) nel 2013 consentiranno alla sede e alle affiliate eni di gestire, distribuire e condividere dati, mappe, immagini geo-referenziate, servizi web e progetti.
Il patrimonio informativo geografico sarà facilmente accessibile dal desktop e da applicazioni web e mobile.
La nuova piattaforma GIS Enterprise eni definisce un unico punto di accesso per gli utenti finali. Il sistema mette a disposizione un unico catalogo di dati mondiali.
I progetti GIS ed i relativi dati saranno sincronizzati attraverso un motore GIS proprietario dalle affiliate verso la sede e viceversa. Ogni affiliata senza una buona connessione di rete invierà e riceverà i dati utilizzando una soluzione GIS locale mentre affiliate con una buona connessione di rete utilizzeranno direttamente il sistema GIS enterprise della sede.
L'infrastruttura della nuova piattaforma GIS enterprise sarà configurata nel corso del 2014 presso il nuovo data center eni e sarà basata sulla piattaforma ArcGIS 10.2, Portal for ArcGIS ed un motore di ricerca disponibile dalla intranet e su device mobile.
La distribuzione completa della soluzione a tutte le affiliate è prevista per la fine del 2014.

1. Introduzione

L'Eni e&p GIS global project è un sistema enterprise che abiliterà la sede e le affiliate worldwide a gestire, distribuire e condividere dati GIS, mappe, metadata, web services e progetti geografici. Tutte le informazioni geografiche saranno facilmente accessibili da desktop, web e da applicazioni mobile.

I dati ed i progetti GIS saranno sincronizzati attraverso un engine proprietario dalle affiliate alla sede e viceversa. Ogni business unit senza una buona connessione di rete invierà e riceverà dati geografici utilizzando un'installazione ArcGIS locale denominata ENGIS Satellite, le affiliate con una buona connessione di rete utilizzeranno il sistema GIS enterprise di sede.

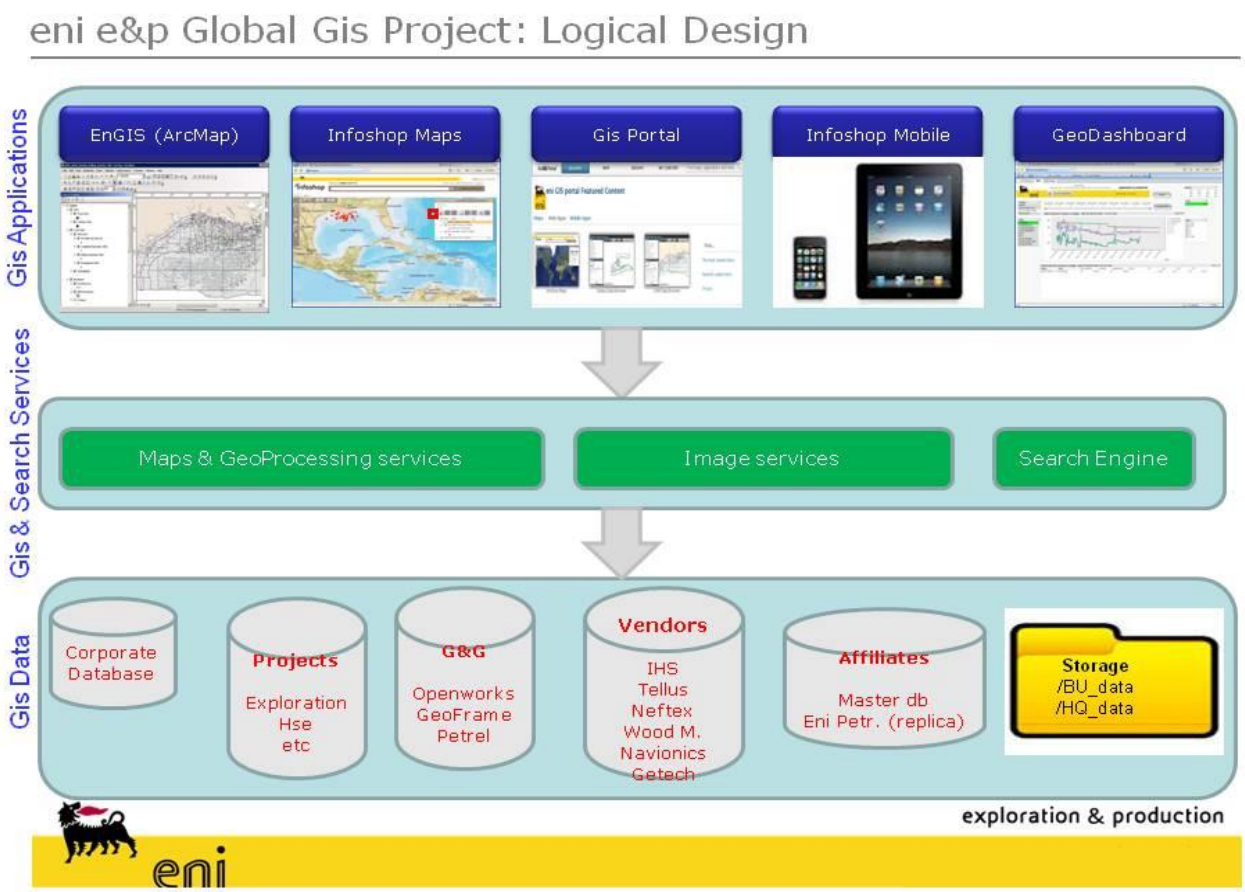


Figura 1 - Logical design.

2. Scopo del progetto

Lo scopo è creare un unico sistema GIS per la sede e le affiliate world-wide. La nuova piattaforma GIS fornirà una catalogo dati e progetti condiviso a livello mondiale. Il sistema supporterà un accesso semplificato ai progetti ed alle mappe attraverso il GIS Portal (Portal for ArcGIS intranet), applicazioni web e mobile, geo-dashboard ed un'applicazione desktop custom o meglio un 'estensione di ArcMap denominata EnGIS.

3. Ambito progetto

La prima fase del progetto è durata 8 mesi da maggio a dicembre 2013; la seconda fase durerà tutto il 2014. Il 2014 sarà dedicato al deployment a tutte le affiliate worldwide (vedi figura 2).

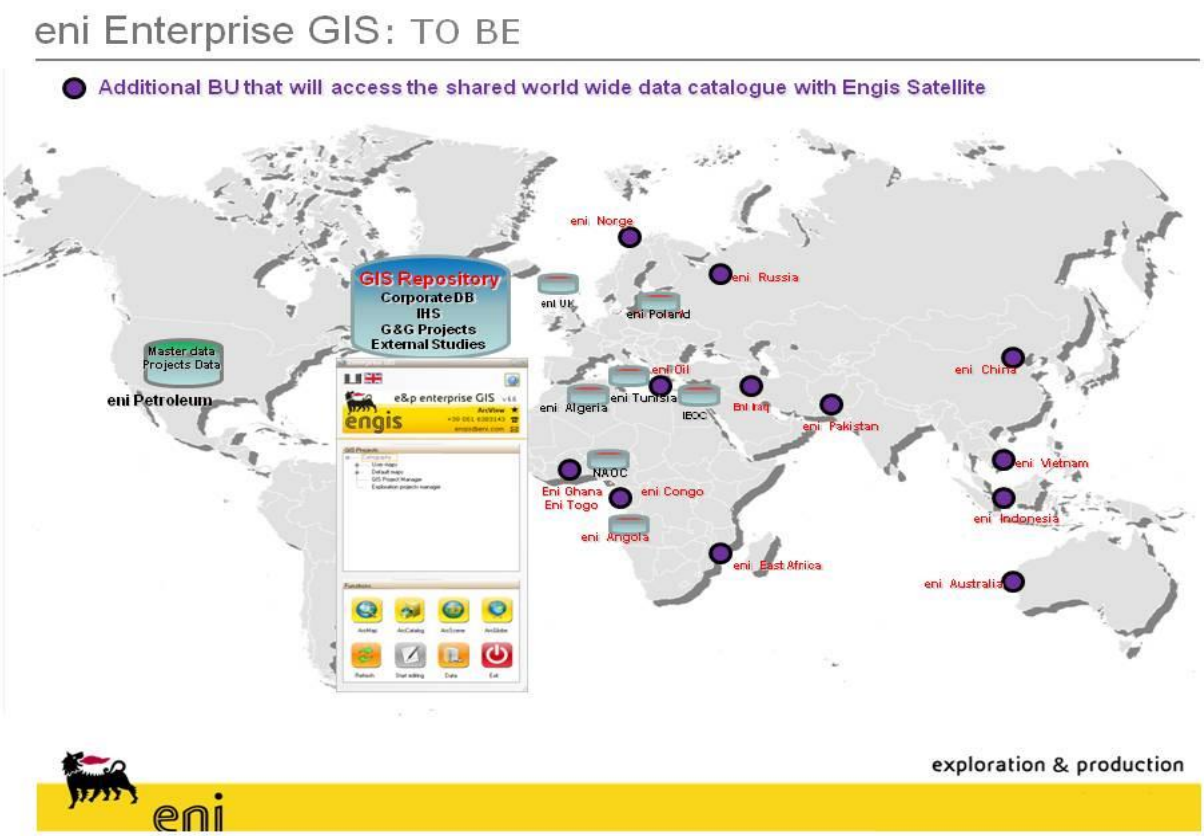


Figura 2 - Eni Enterprise GIS: to be.

4. Progetto

Un risultato rilevante della prima fase (maggio/dicembre 2013) del progetto è stata l'implementazione di una nuova infrastruttura GIS compatibile con il nuovo Data center eni denominato Green Data Center.

Un altro risultato significativo della prima fase è stata l'implementazione dei GIS tools che abilitano gli utenti eni worldwide alle seguenti funzionalità:

- Federazione dei cataloghi dei dati GIS delle differenti affiliate con quello della sede.
- Sincronizzazione dei dati tra sede ed affiliate e tra affiliate se necessario.
- Entitlement dei dati
- Collaborazione e Map sharing tra sede ed affiliate
- Accesso semplificato a dati e mappe per utenti professional ed utenti finali.

Un ulteriore risultato è rappresentato dalla stesura delle GIS guidelines che supporteranno il GIS data management nelle affiliate.

Eni e&p ha appena definito un enterprise license agreement (ELA) con ESRI della validità di 3 anni. L'ELA sarà applicabile a tutte le affiliate Eni. Questo accordo garantirà ad ogni affiliata un accesso illimitato ad una parte rilevante del portfolio software ESRI. L'ELA include la manutenzione (bug fixing e nuove releases) di tutto il sw ArcGIS ed il supporto worldwide di secondo livello.

L'ultimo risultato della prima fase è consistito dal rilascio in produzione di una app mobile per internet denominata infoshop mobile. Questa app per tablet e smartphone abilita tutti gli utenti eni ad effettuare ricerche di documenti tecnico scientifici e dati GIS.

5. Project deliverables

I “project deliverables” sono i seguenti:

- realizzare una nuova architettura compatibile con il nuovo centro elaborazione dati eni denominato Green Data Center.
- Distribuire la piattaforma software GIS standard a tutte le affiliate
- Creare un catalogo dati mondiale con mappe e layers enterprise garantendo l’univocità del dato (vedi figura 3).

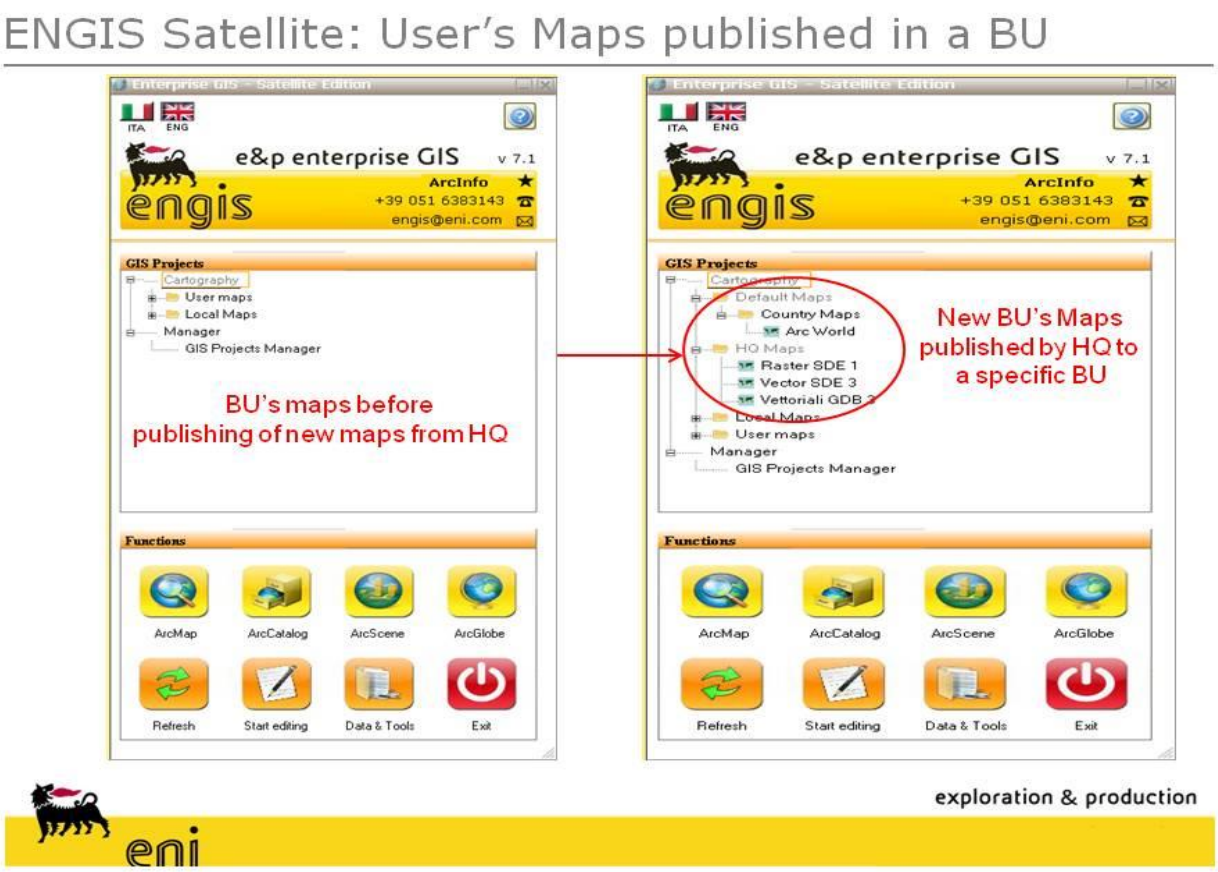


Figura 3 - ENGIS Satellite: User’s Maps published in a BU.

- Definire un’unica piattaforma per accedere e gestire I dati geografici in eni.
- Pubblicare un insieme di linee guida eni per il mondo GIS.

6. Next Steps

L’attività principale del 2014 è correlata al deployment alle affiliate di tutti i tool GIS realizzati nel corso del 2013.

Nel 2014 effettueremo il deployment del tool GIS con uno specifico training alle seguenti affiliate:

eni Australia
eni China

eni Congo
eni east Africa
Eni Energhia
eni India
eni Indonesia
Eni Iraq
eni Norge
Eni North Africa
eni Pakistan
eni Petroleum
Eni Venezuela/eni Dacion
eni Zubair
eni Algeria
Eni Angola
Eni Cipro
eni Norge
eni Poland
eni Tunisia
Eni Ucrania
eni Uk
IEOC
NAOC
Etc

La tipologia di configurazione di ogni consociata può essere di due tipi ed è definita in funzione della qualità della network verso la sede.

Per le affiliate che non dispongono di una buona connessione verso la sede installeremo in locale ENGIS Satellite che gli consentirà di disporre in locale di un proprio catalogo di mappe e layer. Tali cataloghi locali saranno sincronizzati quotidianamente con il catalogo centrale.

Nel 2014 saranno realizzati diversi miglioramenti dei tool GIS per la gestione e sincronizzazione con ENGIS Satellite del catalogo dei dati locali alle consociate.

7. Tecnologia

Le principali componenti tecnologiche del GIS Global Project si basano sui seguenti software:

- ArcGISServer 10.2
- ArcGIS DeskTop 10.2
- Portal for ArcGIS (versione intranet)

8. Infrastruttura

L'infrastruttura utilizza in produzione le seguenti componenti:

- ArcGisDeskTop:
- 8 blade per supportare circa 120 utenti concorrenti

- Schede grafiche K2 con 2 GPU (8 utenti per GPU)
- Citrix/Xen DeskTop 7.x con sistema operativo Windows 2008.

- GeoDatabase su Oracle 11 con Oracle RAC

- ArcGisServer: 2 web adaptor IIS con 4 cluster (default, image, maps e geo-processing)
- Ogni cluster ArcGisServer si compone di 2 server in bilanciamento
- Ogni server ArcGisServer dispone di 32 Gb RAM e 8 virtual core; sistema operativo Windows 2008

9. Conclusioni

Il GIS Global Project fa parte della strategia eni che nell'ambito tecnico scientifico sta realizzando un insieme di sistemi che renderanno i dati e le informazioni più accessibili, condivise e distribuite. Il progetto intende offrire a tutti gli utenti di sede e delle affiliate un servizio integrato per la gestione dei dati e dei progetti GIS. Il Green Data Center consentirà di offrire una nuova infrastruttura con un nuovo hardware che garantirà la business continuity ed una gestione ottimale delle applicazioni GIS 2D/3D.

10. Azienda

Eni è un'impresa integrata nell'energia, impegnata a crescere nell'attività di ricerca, produzione, trasporto, trasformazione e commercializzazione di petrolio e gas naturale. L'eni svolge le sue attività in 79 paesi ed ha circa 80.000 dipendenti.

Gistat-BT.Carto: un sistema di rappresentazione cartografica interattiva di indicatori censuari.

AUTORI

Sonia Scialanca - Istat - scialanca@istat.it
Marina Arcasenza - Istat - arcasenz@istat.it

Parole chiave: cartogrammi; indicatori; censimento

ABSTRACT

L'Istat ha rilasciato Gistat-BT.Carto, un nuovo strumento per la definizione e la consultazione di mappe tematiche interattive. BT.Carto è un applicativo legato a Gistat, il sistema informativo geografico dell'Istat. BT.Carto consente all'utente di produrre ed esportare rappresentazioni cartografiche riferite ad un insieme di indicatori censuari (anni 2011 e 2001) calcolati a livello comunale, provinciale e regionale adattandole alle proprie esigenze di reportistica.
I dati geografici e gli indicatori censuari associati sono archiviati all'interno di un database geografico Oracle, accessibile sia dai client ArcGIS sia attraverso i mapservice relativi. Il sistema di accesso agli indicatori statistici a partire dai dati geografici, è stato realizzato attraverso un insieme di relationship classes; questo consente sia la facilità di navigazione, sia la scalabilità della quantità dei dati. L'applicazione è facilmente in grado di riflettere l'incremento sia dei dati geografici, che degli indicatori associati.
Per la realizzazione del progetto è stata utilizzata la piattaforma ArcGIS Server 10.1 e le API Javascript di Esri.

1. Introduzione

Nel dicembre 2013 l'Istat, Istituto Nazionale di Statistica, ha pubblicato i dati geografici del sistema di basi territoriali degli anni 1999, 2001 e 2011.
Contestualmente ha rilasciato l'applicazione web BT.Carto, per la consultazione dinamica degli indicatori censuari relativi agli anni 2001 e 2011, su vari livelli territoriali: regionale, provinciale e comunale.
In questa presentazione descriveremo come i dati realizzati dal dipartimento per i censimenti e gli archivi amministrativi e statistici siano stati opportunamente elaborati dal gruppo di lavoro del sistema informativo geografico dell'istituto per l'accesso e la fruizione tramite web.
Presenteremo, inoltre, il processo di disegno e sviluppo tecnico che ha portato alla realizzazione dell'applicazione web BT.Carto.

2. Finalità

L'esigenza di concepire e costruire un prodotto di questo tipo è nata dalla necessità di estendere le informazioni di natura socio–demografica ad un'utenza sempre più vasta.

In particolare si vuole consentire agli utenti statistici evoluti di produrre cartogrammi personalizzati, grazie alla possibilità di manipolare i range di valori della classificazione, ma allo stesso tempo far sì che anche gli utenti meno esperti riescano a generare rappresentazioni geografiche di dati statistici elaborati.

3. Soluzione: l'applicazione web

L'applicazione web BT.Carto è stata pensata per produrre mappe tematiche dinamiche di indicatori censuari e realizzare stampe personalizzate dei risultati ottenuti.
Per fare ciò sono state impiegate le API Javascript di Esri (versione 3.6) che consentono una comunicazione fluida ed efficace tra i servizi di ArcGIS Server e le applicazioni web.
L'architettura è composta da un server dati, un server ArcGIS (AGS) contenente i servizi mappa che accedono ai dati e un server web contenente l'applicazione vera e propria.

L'applicazione ha un'interfaccia composta essenzialmente da due barre degli strumenti (Figura 1):
- quella in alto che permette di navigare la mappa, personalizzata dall'inserimento di segnalibri
- quella in basso che consente di produrre dinamicamente i cartogrammi

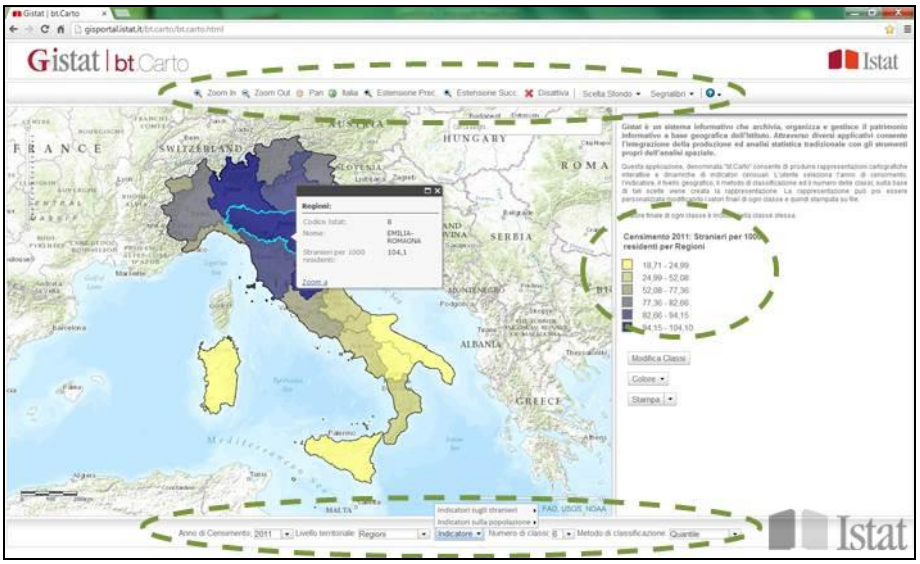


Figura 1 - Interfaccia applicazione Bt.Carto.

L'utente è in grado di generare dinamicamente tematismi in base all'indicatore censuario, proposto nel menù a tendina, all'anno di censimento (2011/2001), al livello geografico (Regione, Provincia, Comune).
E' possibile, inoltre, decidere la modalità di classificazione (Quantile, Natural Breaks, Equal-Interval), il numero di classi e la scala di colori.
I valori calcolati dinamicamente dal sistema sono modificabili attraverso l'interfaccia web in modo da rendere i range di ogni classe personalizzabili.

3.1 Dati

L'applicazione interroga il sistema informativo geografico dell'Istat (Gistat) accessibile dai client ArcGIS 10.1 o attraverso i *Map Service* relativi.
Il database è costituito da una serie di dataset geografici e tabelle collegate tra loro mediante *relationship class*, basate su chiave univoca (Figura 2).

Figura 2 - Esempio di dataset e tabelle di Gistat.

Per ottimizzare i tempi di risposta sono stati predisposti layers geografici a cui è stato applicato un algoritmo di semplificazione, che consente di ridurre il dettaglio dei poligoni, diminuendone così le sinuosità delle loro forme geometriche.

I diversi layers si alternano in funzione della scala di visualizzazione passando quindi dall'intera penisola al dettaglio comunale.
Per razionalizzare il flusso di lavoro e contemporaneamente migliorare le prestazioni dell'applicazione si è pensato di archiviare i dati censuari in tabelle esterne anziché nelle *Feature Class* (FC) stesse (Figura 3). Pertanto sono stati preparati schemi di tabelle contenenti un campo chiave e altri campi relativi ad altrettanti indicatori censuari; il *Field Name* è decodificato grazie alla presenza di un alias, mentre il rapporto tra le FC e le tabelle si esplica mediante opportune *relationship class*. Le tabelle, quindi, sono state popolate di dati statistici, differenti in base all'anno di censimento e al livello geografico.
La Figura 4 illustra la possibilità di 'navigare' la relazione nell'applicazione ArcGIS e il risultato dell'interrogazione di un elemento geografico riporta tutti i dati ad esso esterni. I *Map Services*, preparati e pubblicati sfruttano proprio questa correlazione per interrogare la mappa e realizzare il cartogramma desiderato (Figura 5).

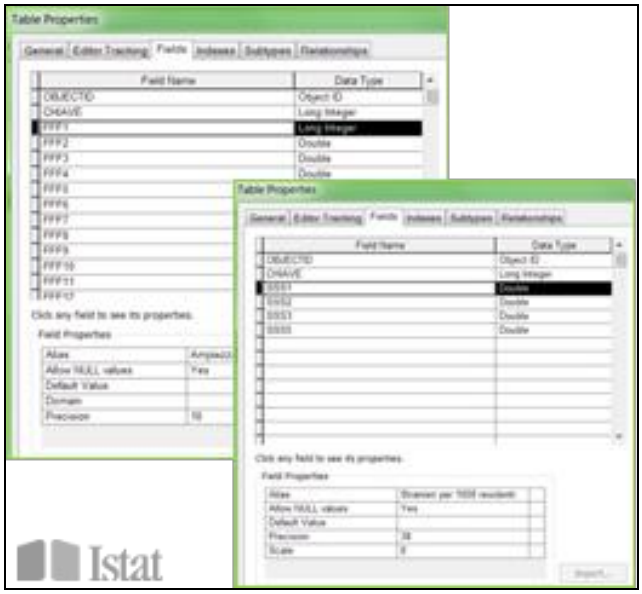


Figura 3 - Proprietà delle tabelle relazionate alle FC.

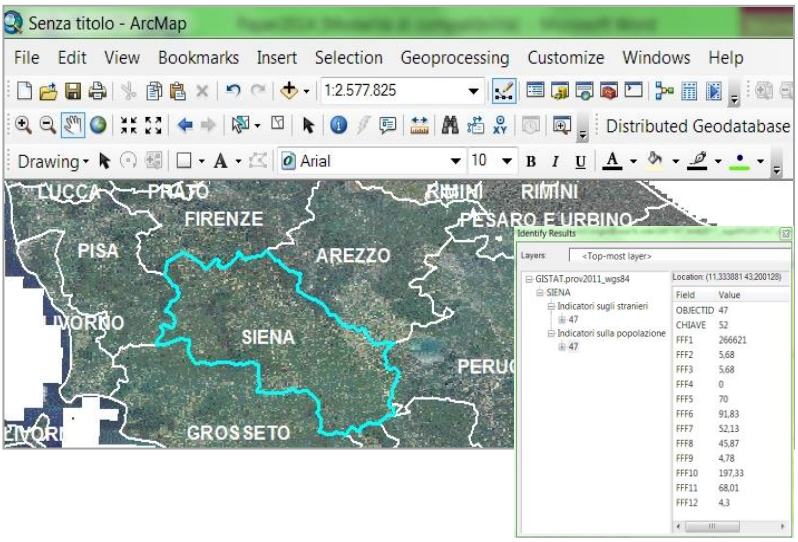


Figura 4 - La relate consente di legare dati esterni alla singola feature.

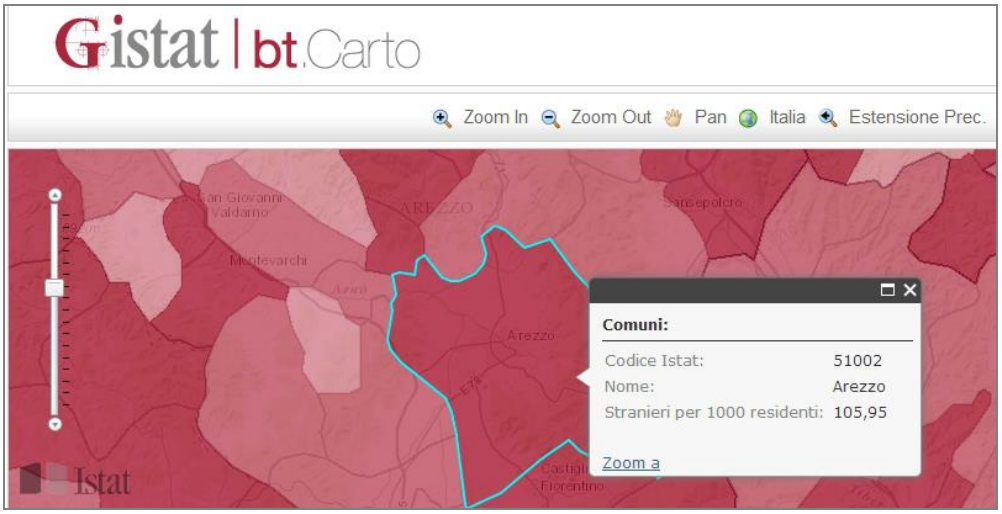


Figura 5 - Risultato dell'interrogazione sull'applicazione.

3.2 Servizi

Per la realizzazione del sistema è stato utilizzato ArcGIS Server versione 10.1 SP1 che accede al Geodatabase su Oracle versione 11g. Le connessioni al database sono state registrate su AGS per una migliore gestione del carico dati.
Per ogni anno censuario preso in considerazione, 2001 e 2011, sono stati definiti relativi servizi mappa per il disegno dei limiti territoriali e servizi mappa contenenti i dati statistici e geografici su cui intervenire per la tematizzazione, a livello regionale, provinciale e comunale.
I servizi per i confini territoriali sono stati separati dai servizi dati per consentirne una gestione di visualizzazione più accurata.
Al fine di rendere l'applicazione dinamica su un'ampia quantità di indicatori che possono essere di volta in volta aggiornati ed estesi, i servizi dati sono stati disegnati in maniera tale da relazionare differenti tabelle, contenenti differenti tipologie di indicatori, al dato geografico: ogni strato territoriale è infatti collegato attraverso un join esportato nel servizio stesso (quindi non solo a livello di definizione nel database) ed interrogabile attraverso opportuni utilizzi delle librerie Esri for Javascript.

Inoltre, per facilitare la procedura di stampa, è stato creato anche un servizio personalizzato che utilizza template di layout definiti dall'Istat.

3.3 Architettura

L'architettura realizzata per l'applicazione è composta da: server GIS, su cui risiede ArcGIS Server; server di storage condiviso, su cui è presente Oracle; application server (IIS), su cui è installata la vera e propria applicazione web.
BT.Carto comunica con i server GIS per le tematizzazioni dinamiche attraverso l'interfaccia REST esposta dai servizi mappa.
AGS a sua volta si collega allo storage attraverso le connessioni ai database su di esso registrate e recupera i dati definiti come descritto nel paragrafo 3.1.
Il carico di lavoro è suddiviso su più macchine per garantire una risposta efficiente e una totale disponibilità dell'applicazione.

3.4 Sviluppo

La scelta di fare uso delle API Esri for Javascript è stata dettata dal rapido spostamento delle tecnologie verso questa direzione.
Tali librerie permettono infatti un'alta interazione con l'utente e una risposta adeguata alle interrogazioni client-side.
Inoltre lo sviluppo di codice vero e proprio è facilitato dalle entità costruite ad hoc da Esri, grazie all'estensione del *Dojo build system*, sistema che consente di manipolare oggetti con semplicità ed arricchirli di un layout appetibile, robusto e funzionale.
Questo esonera il programmatore dal preoccuparsi della gestione dell'interazione con l'utente, attraverso una vasta serie di funzionalità predisposte, in grado di coprire la maggior parte delle necessità legate alla fruizione dinamica delle applicazioni web.

3.4.1 Join dinamico

La particolarità introdotta in BT.Carto, rispetto ad analoghe applicazioni, è quella di servirsi delle relazioni per esplorare i dati statistici.
E' infatti possibile effettuare un join dinamico che risponda rapidamente alla richiesta del client, attraverso una opportuna configurazione del servizio mappa.
Questa possibilità era stata finora poco esplorata: grazie anche al supporto tecnico di Esri Italia, è stato deciso di metterla in pratica a vantaggio di una maggiore flessibilità dell'applicazione, rispetto a strutture dati così complesse e in continua evoluzione.
L'esigenza è nata dal fatto che, negli anni, differenti censimenti hanno dato luogo a differenti catalogazione di dati e ciò ha reso necessario trovare una struttura applicativa adattabile che non dovesse essere ridisegnata ad ogni aggiornamento dei contenuti statistici.
E' lo specifico oggetto *JoinDataSource* presente nelle API Esri che si occupa di realizzare il collegamento tra indicatori censuari e dati geografici.
In pratica il servizio mappa possiede degli identificativi di relazioni tra tabelle dati e layer geografici.
Con le API Javascript si può effettuare una richiesta JSON sul layer dinamico (*Dynamic Layer*) definito proprio grazie a tali identificativi e al join attraverso un campo chiave.
A quel punto l'applicazione genererà pacchetti di dati suddivisi per relazione, oltre che per livello territoriale e anno censuario. In questo caso ogni relazione corrisponde ad un ambito diverso.

Figura 6 - Indicatori Censuari.

L'utente, una volta scelto l'anno censuario, si ritrova così a poter selezionare prima l'ambito degli indicatori di interesse (es. "Indicatori sulla popolazione") e poi a scegliere l'indicatore desiderato (es. "Densità di popolazione").
Di conseguenza viene inviata una richiesta al server che risponde dinamicamente tematizzando le aree geografiche in oggetto, sulla base del metodo di classificazione e del numero di classi scelto.

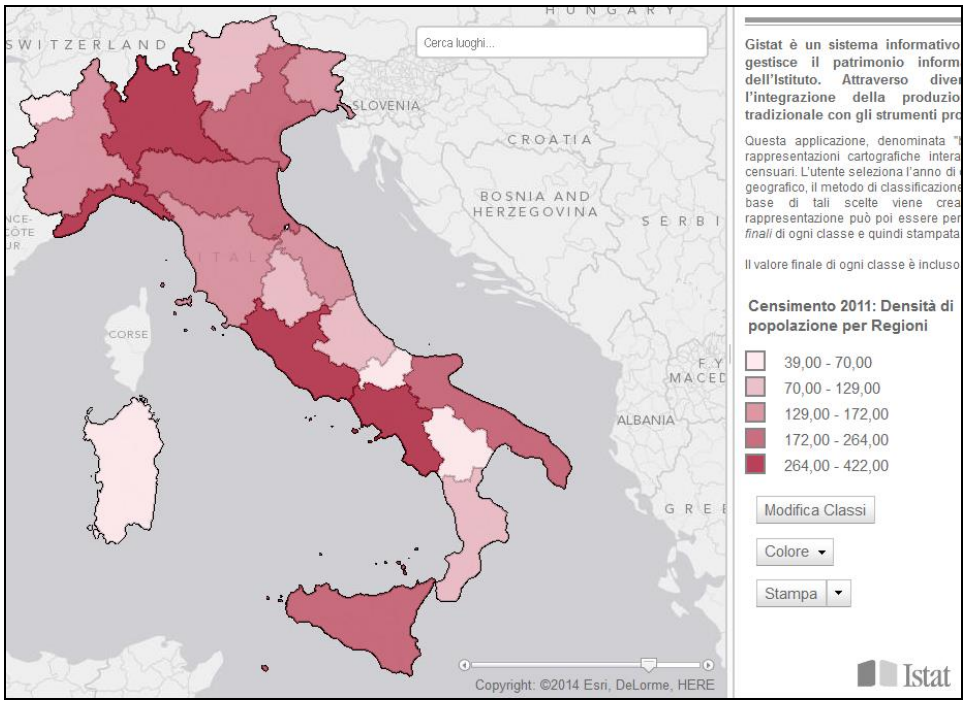


Figura 7 - Esempio tematizzazione.

3.4.2 Colorazione dinamica

Anche la colorazione è dinamica e quindi selezionabile dall'utente: per fare ciò sono state utilizzate le librerie grafiche vettoriali GFX di Dojo, che permettono di costruire oggetti grafici a prescindere dalle differenti implementazioni dei singoli browser.
In questo modo sono state implementate delle anteprime personalizzate di possibili sfumature (rampe) di colore, che corrispondono alle analoghe sfumature ottenute con la renderizzazione di ArcGIS Server.

Tali rampe sono una tipologia di oggetto non presente di default nelle API Esri for Javascript versione 3.6, per questo sono state ricostruite in maniera programmatica.

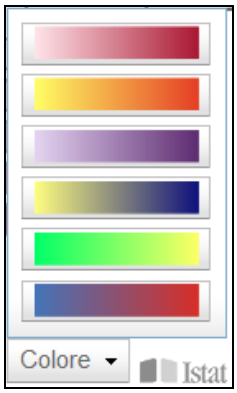


Figura 8 - Rampe di colori personalizzate.

3.4.3 Personalizzazione range di classi

Oltre alla tipologia di tematizzazione l'utente può effettuare ulteriori modifiche sul risultato ottenuto, andando ad intervenire direttamente sul range di ogni classe: questo è reso possibile attraverso un oggetto griglia di Dojo che visualizza in una tabella i valori della legenda e ne permette l'editing.
La griglia non è un oggetto preesistente nelle librerie Esri for Javascript legato all'output di ArcGIS Server, ma è stata implementata e personalizzata a partire dalle librerie di default di Dojo, per venire incontro alle esigenze dell'utenza statistica che necessita di manipolare il dato.
Cliccando il tasto "Modifica Classi", infatti, alla legenda si sostituisce il pannello di modifica dei valori: ogni cella viene valorizzata con il contenuto delle classi calcolate in automatico da ArcGIS Server e all'utente viene data la possibilità di intervenire sul valore finale di ogni classe.
L'input immesso viene controllato e, se corretto, cioè se risulta essere un valore numerico inferiore al valore massimo dell'indicatore in oggetto, viene inserito nella tabella.
Nel caso in cui le classi successive a quella modificata dovessero risultare inferiori al dato appena immesso, tale valore viene aggiornato in cascata anche sul resto della tabella (Figura 9).

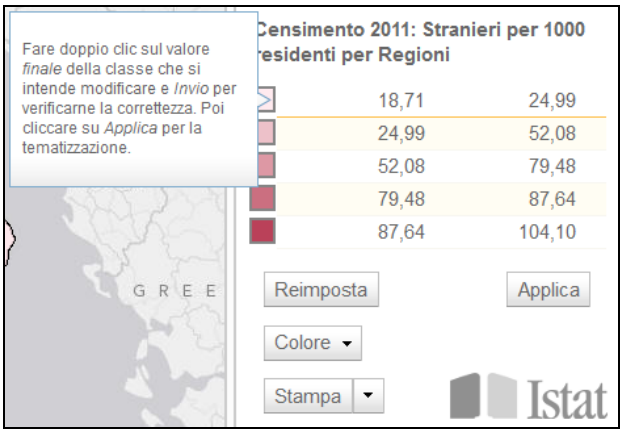


Figura 9 - Modifica valori classi:
a) Prima della modifica dell'utente b) Dopo la modifica dell'utente

Successivamente, cliccando sul tasto "Applica" si invia la richiesta di aggiornamento della tematizzazione ad ArcGIS Server con i valori opportunamente modificati: sarà il server stesso ad occuparsi di riassegnare la corretta colorazione alle nuove classi di valori.

4. Sviluppi futuri

Nell'ottica di fornire una visualizzazione ancora più accurata del dato statistico, è stata testata una versione dell'applicazione in cui è stato aggiunto lo strato geografico relativo alle aree di censimento, cioè raggruppamenti di sezioni di censimento tra loro contigue e appartenenti ai centri capoluogo.
Si prevede di pubblicare tali dati in una versione futura dell'applicazione.
Inoltre a breve termine saranno rilasciati i dati relativi ai Sistemi Locali del Lavoro attualmente in fase di preparazione da parte del gruppo di lavoro dedicato.

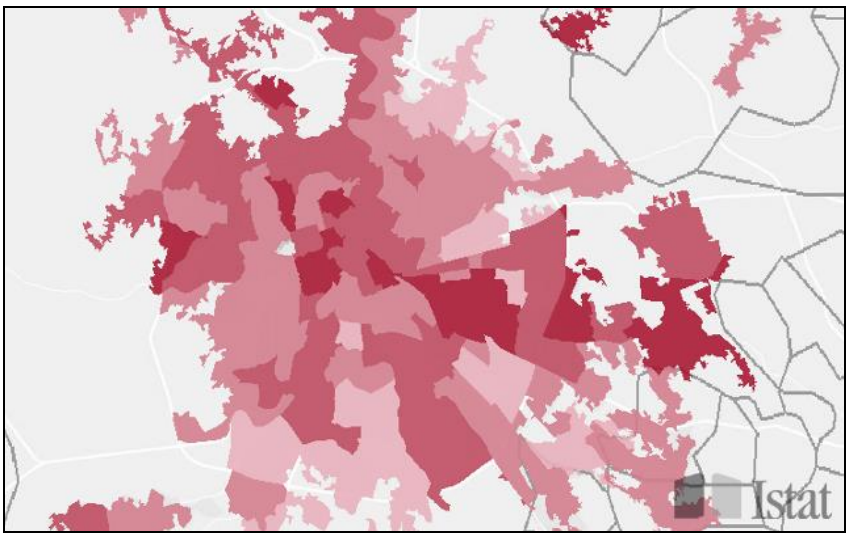


Figura 10 - Aree di Censimento (ACE).

Ringraziamenti

Si ringraziano: Marina Arcasenza per il contributo fondamentale nella stesura del documento e nell'elaborazione dei dati; Pina Grazia Ticca per la direzione e il coordinamento del gruppo di lavoro del Sistema Informativo Geografico dell'Istat; Antonella Gigantino, Marco Politi e Francesco Roberto (Istat, ufficio Sistema Informativo Geografico) per il supporto tecnico; Esri Italia per le consulenze specialistiche.

Riferimenti

Istat, basi territoriali e variabili censuarie: http://www.istat.it/it/archivio/104317

Gistat: http://gistat.istat.it/Default.aspx

BT.Carto: http://gisportal.istat.it/bt.carto/bt.carto.html

ArcGIS API for Javascript: https://developers.arcgis.com/javascript/

The Dojo Toolkit API: http://dojotoolkit.org/api/

ArcGIS REST API, Dynamic Layer:
http://resources.arcgis.com/en/help/arcgis-rest-api/#/Dynamic_Layer_Table/02r3000000q0000000/

Gli strumenti Software di ISPRA per INSPIRE

AUTORI

Michele Munafò – ISPRA - michele.munafo@isprambiente.it

Parole chiave: Geoportale; dati territoriali e ambientali; catalogazione

ABSTRACT

L'Istituto Per la Ricerca e la Protezione dell'Ambiente si è dotato, da circa un anno, di una nuova architettura virtualizzata e ridondata basata sulla piattaforma ArcGIS. Su questa architettura sono stati sviluppati degli strumenti per la consultazione dei metadati e per la visualizzazione e interrogazione di servizi mappa.
Il catalogo di metadati (http://www.geoportale.isprambiente.it) permette la ricerca di metadati sia sul catalogo locale che su cataloghi federati, quali ad esempio il catalogo RNDT e il catalogo GI-Cat che a sua volta fa da broker verso altri cataloghi regionali. I metadati sono compilati secondo lo standard nazionale RNDT compatibile con INSPIRE e il catalogo stesso è compatibile con il servizio di Discovery di INSPIRE.
Il visualizzatore (http://www.geoviewer.isprambiente.it), presenta i servizi disponibili nel catalogo ISPRA, e offre numerosi strumenti per l'interrogazione, l'aggiunta di servizi, la gestione della TOC. E' inoltre presente una sezione di approfondimenti tematici che permette di eseguire funzioni specifiche su diversi temi quali ad esempio la Carta della Natura, la Difesa del Suolo, l'inventario dei Fenomeni Franosi.

1. Introduzione

Il Decreto Legislativo n. 32 del 27 Gennaio 2010, che recepisce la direttiva INSPIRE, prevede che i set di dati necessari per gli scopi delle politiche ambientali e delle politiche o delle attività che possono avere ripercussioni sull'ambiente dovranno, a cura di ISPRA e ferma restando la proprietà e la responsabilità del dato da parte delle altre autorità pubbliche, essere integrati nell'ambito del Sistema informativo nazionale ambientale (SINA), per il tramite della rete SINAnet, e che le autorità pubbliche dovranno rendere disponibili all'ISPRA gli elementi informativi necessari ad assicurare l'interoperabilità dei set di dati territoriali e del monitoraggio ambientale e dei servizi ad essi relativi.

La legge 7 agosto 2012, n. 135 ha contribuito a chiarire ulteriormente questo compito, definendo che: "…la catalogazione e la raccolta dei dati geografici, territoriali ed ambientali generati da tutte le attività sostenute da risorse pubbliche è curata da ISPRA" e che "…con decreto del Presidente della Repubblica, sulla base di una intesa tra Presidenza del Consiglio - Dipartimento della Protezione Civile, Ministero della difesa, Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, Ministero dell'istruzione, dell'università e della ricerca e regioni, adottata dalla Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato, le regioni e le province autonome di Trento e di Bolzano, sono definite le modalità per la gestione della piattaforma e per l'accesso, l'interoperatività e la condivisione, anche in tempo reale, dei dati e delle informazioni in essa conservati, e gli obblighi di comunicazione e disponibilità dei

dati acquisiti da parte di tutti i soggetti che svolgono tale attività con il sostegno pubblico, anche parziale".

A tal fine, per supportare al meglio le richieste di metadati, dati e servizi, ISPRA in collaborazione con Esri Italia ha creato un'architettura virtualizzata e ridondata che, sfruttando al meglio le capacità di clusterizzaione di ArcGIS for Server, permette di erogare i servizi in modo continuativo ed con un'alta efficienza.

Gli obiettivi principali del sistema erano di offrire una piattaforma per ospitare i dati dei diversi dipartimenti e servizi dell'ISPRA, quali il servizio Natura, il servizio IFFI (Inventario dei fenomeni franosi), ed altri, unificando al contempo i visualizzatori tematici già presenti in un unico framework adattabile e configurabile secondo il tema trattato.

Altro obiettivo importante era di creare un'architettura INSPIRE completa, che, attraverso i vari servizi di Network descritti da INSPIRE, desse la possibilità di ricercare, scoprire e utilizzare la diverse banche dati di ISPRA e delle altre Amministrazioni.

2. L'architettura di ISPRA

L'architettura di ISPRA è visualizzata nella seguente figura:

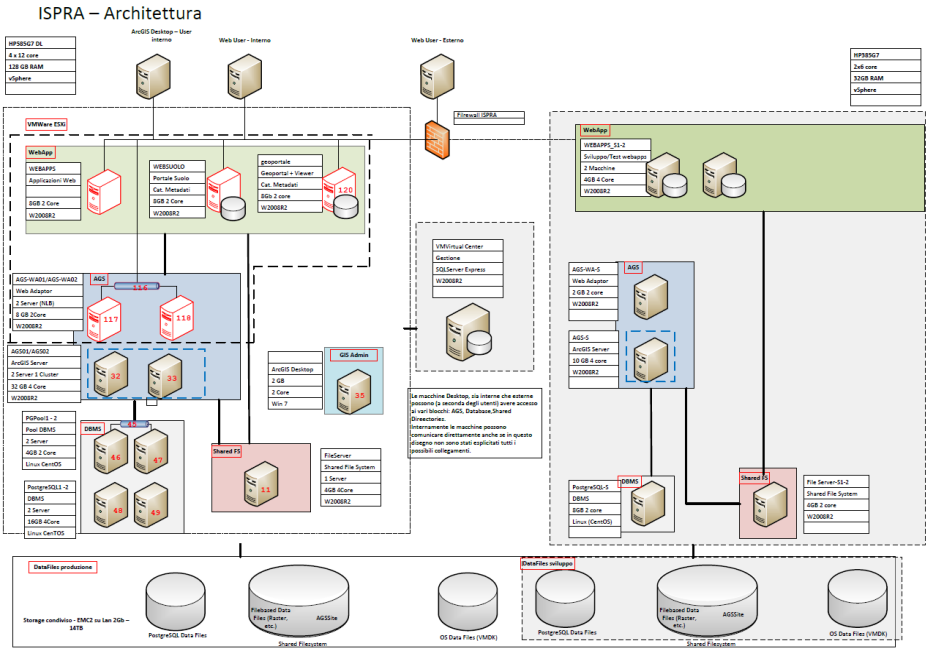


Figura 1 - L'architettura hardware di ISPRA.

Tale architettura è basata sul sistema di virtualizzazione VMWare ESXi, e permette di offrire i servizi in continuità grazie alla ridondanza dei server ArcGIS e del DBMS Postgres.

Dal punto di vista software l'architettura GIS si basa su ArCGIS for Server 10.2.1, con estensioni Image web Server e ArcGIS for INSPIRE.

La parte di front-end è costituita dal gestore dei metadati basato su Esri Geoportal Server, il prodotto FOSS (free and open source software) sul quale Esri Italia ha aggiunto i profili di metadati RNDT.

3. Gli strumenti per INSPIRE

L'architettura ISPRA supporta INSPIRE con diversi strumenti direttamente utilizzabili dagli utenti:

- Catalogo di metadati e servizio di Discovery;
- Visualizzatore Web e visualizzatori tematici

3.1 Il catalogo dei metadati e il servizio di Discovery

Il catalogo dei metadati di ISPRA, disponibile all'indirizzo http://www.geoportale.isprambiente.it/geoportale contiene i record di metadati che documentano i dataset e servizi mappa, come si vede dalla figura seguente:

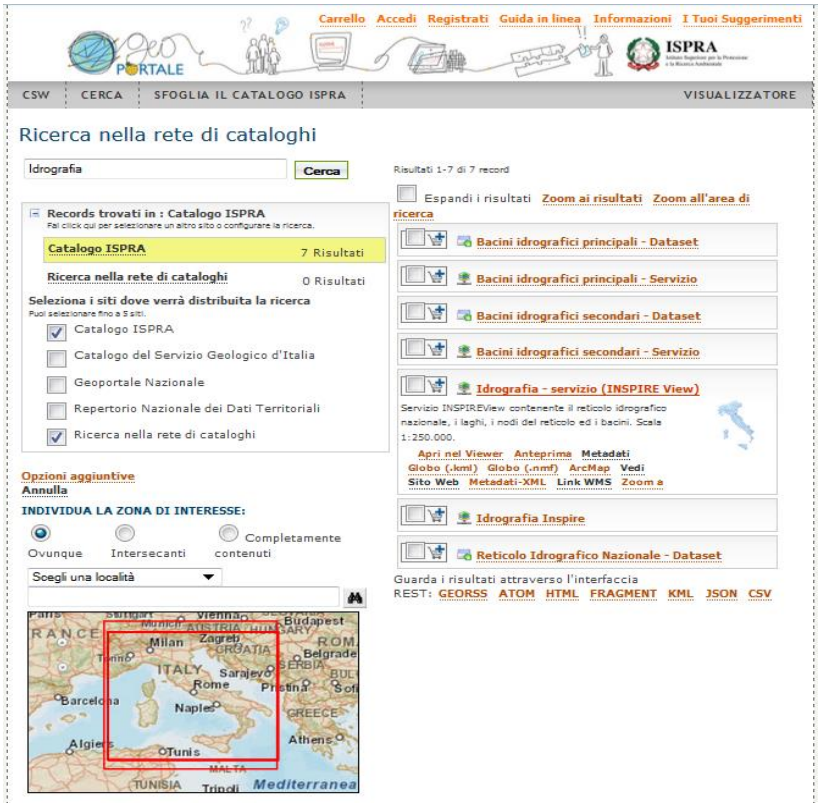


Figura 2 - Il catalogo dei metadati ISPRA (http://www.geoportale.isprambiente.it/geoportale).

Una delle caratteristiche del Catalogo è quella di permettere le ricerche federate in cataloghi rispondenti al protocollo CSW, senza necessità di effettuare una raccolta dei metadati (che è comunque possibile):

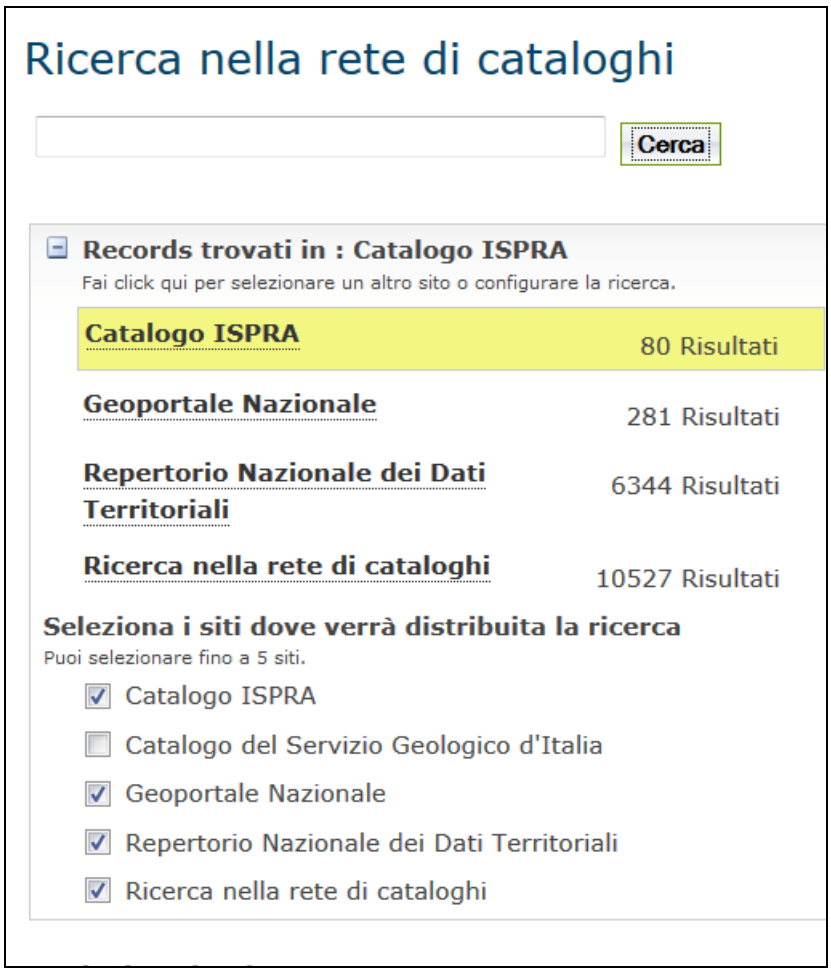


Figura 3 - La ricerca federata.

I metadati sono rispondenti alle specifiche RNDT e in particolare al manuale per i dataset, raster e servizi versione 1.2 pubblicato dal sito dell'AGID.

Lo stesso Catalogo di metadati è un endpoint CSW, qunidi permette di effettuare chiamate al servizio di Discovery compatibile con INSPIRE. Il servizio è presente all'indirizzo: http://www.geoportale.isprambiente.it/geoportale/csw.

3.2 Il visualizzatore Web e visualizzatori tematici

Per rendere fruibili con facilità i servizi disponibili in ISPRA e anche in Internet, è stato sviluppato un Visualizzatore Web basato su tecnologia Flex disponibile all'indirizzo:
http://www.geoviewer.isprambiente.it

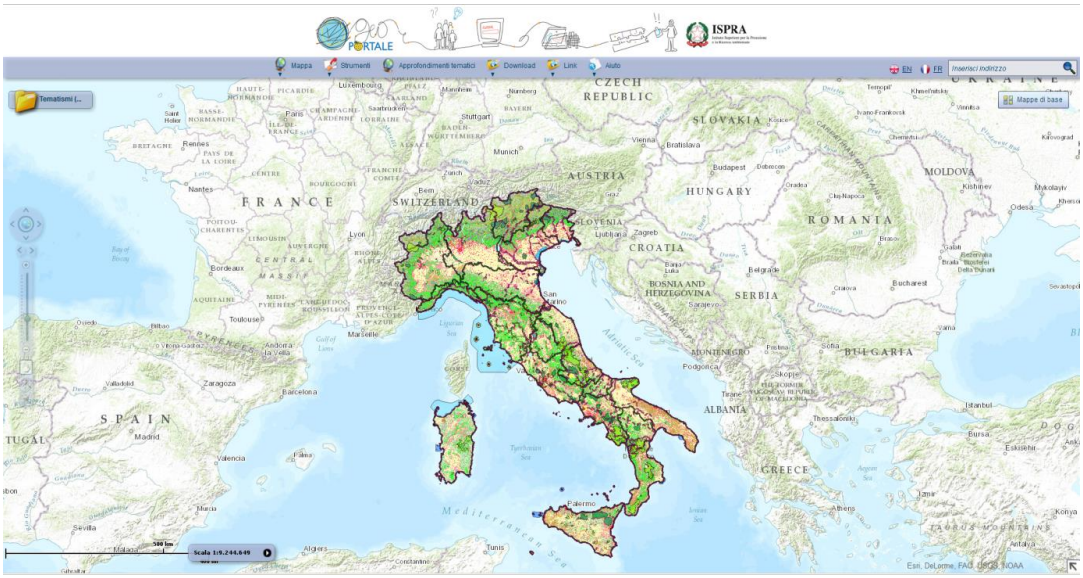


Figura 4 - Il viewer Web.

Le caratteristiche principali del visualizzatore sono:

- Gestione di visibilità e stili nella TOC
- Aggiunta di servizi REST, WMS, WFS, Image
- Ricerca integrata nei cataloghi di metadati
- Stampa basata su modelli
- Integrazione con StreetView

Oltre a queste e a molte altre caratteristiche, il visualizzatore può essere configurato su temi specifici, quali ad esempio la Carta della Natura o l'Inventario dei Fenomeni Franosi. Attraverso il menu degli Approfondimenti tematici è possibile richiamare un visualizzatore specifico:

Figura 5 - Approfondimenti tematici.

In questo caso il visualizzatore presenta già i layer specifici del tema ed eventualmente un menu con funzioni di interrogazione preconfigurate.

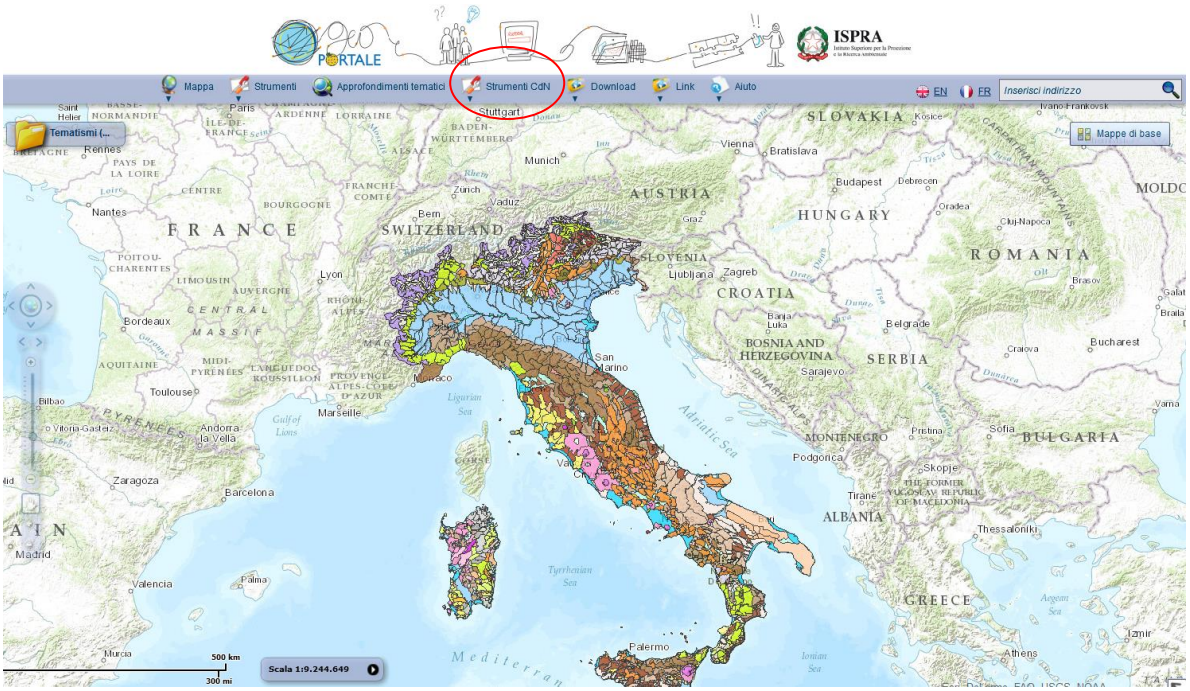


Figura 5 - Viewer configurato per Carta della Natura con menu specifico.

4. Conclusioni

ISPRA sta mettendo a disposizione un'architettura integrata che permette di utilizzare il paradigma INSPIRE per la ricerca e la consultazione dei dati geografici. In aggiunta sta unificando i vari visualizzatori presenti già da tempo su vari siti tematici in modo da offrire un portale integrato di tutti i dati e servizi ambientali.

L'Istat e la direttiva INSPIRE: un primo approccio per la produzione dei dati

AUTORI

Pina Grazia Ticca – Istat - ticca@istat.it
Antonella Gigantino – Istat - gigantin@istat.it

Parole chiave: INSPIRE; Agenda Digitale; metadati geografici; GeoPortale

ABSTRACT

Il presente articolo descrive una sperimentazione realizzata utilizzando il GeoProcessor di ArcGIS allo scopo di produrre i dati secondo quanto previsto dalla direttiva INSPIRE. Il modello applicativo per la produzione dei dati è tuttora in fase di ottimizzazione. E' inoltre in fase di test il miglioramento dell'architettura di esercizio del sistema informativo geografico dell'Istat, per poter rendere disponibili i dati prodotti attraverso l'utilizzo del modello, secondo i requisiti di condivisione della direttiva stessa.

1. Il progetto

Il presente lavoro si colloca nell'ambito del potenziamento del sistema informativo geografico dell'Istat, denominato Gistat, allo scopo di massimizzare la condivisione dell'informazione statistica georiferita nel rispetto degli standard nazionali ed internazionali ed in particolare nell'ambito delle attività istituzionali per l'attuazione della direttiva INSPIRE.

La direttiva INSPIRE nasce in ambito UE con lo scopo di agevolare la ricerca e la condivisione dei dati spaziali, tramite servizi web che ne permettano la ricerca, la visualizzazione ed il *download* dei dati stessi.

Le categorie tematiche di INSPIRE in cui l'Istat è coinvolto sono riportate negli Annex I e III. In particolare nell'Annex I si fa riferimento alle unità amministrative e nell'Annex III alle unità statistiche: unità per referenziare le sezioni di censimento o altri dati statistici. Al fine di contribuire al Sistema Statistico Europeo (ESS) rendendo disponibili i propri dati statistici georiferiti, ogni Stato Membro deve quindi rispettare le *Data Specification* definite nell'ambito della direttiva.

Inoltre visti anche gli obblighi relativi alla realizzazione dell'Agenda Digitale, per la condivisione ed il riuso dei dati prodotti dagli enti pubblici, l'Istat ha iniziato la sperimentazione per la produzione di dati e metadati secondo gli standard nazionali (Agenda Digitale – RNDT) ed internazionali (INSPIRE).

L'Istat seguendo i principi dell'*Opendata*, pubblica gratuitamente sul proprio sito internet, i dati geografici prodotti a scopi censuari; questi sono disponibili, sia per i confini amministrativi, sia per le basi territoriali per i censimenti al link http://www.istat.it/it/archivio/104317

Tramite Gistat tali dati sono resi disponibili anche attraverso applicazioni web per l'utente finale realizzate con ArcGIS Server. In particolare l'applicativo **BT.Carto** consente la realizzazione di rappresentazioni cartografiche interattive di indicatori censuari; l'applicativo **BT.Viewer** consente la navigazione geografica ed analisi di dati statistici georiferiti per gli anni censuri 1991, 2001 e 2011.

L'Istat sta inoltre adoperandosi per rendere l'informazione statistica georiferita condivisa e interoperabile attraverso l'uso di moderne architetture e tecnologie GIS. Nell'ambito di tale evoluzione, sono state avviate le attività per la produzione dei metadati per dati e servizi seguendo gli standard per la realizzazione dell'interoperabilità.

In particolare, per adempiere agli obblighi di INSPIRE, è stata avviata una sperimentazione orientata alla produzione dei dati secondo le INSPIRE *Data Specification* e la realizzazione di un'infrastruttura INSPIRE *compliant*, per poter rendere disponibili i servizi di *Discovery*, *Viewing* e *Download*.

Di seguito la descrizione del modello per la conversione dei dati.

2. Il modello di GeoProcessing per produrre i dati secondo INSPIRE

Il modello di GeoProcessing oggetto della sperimentazione è stato applicato ai limiti amministrativi dell'Istat (INSPIRE Admin Units); tali limiti amministrativi hanno un'organizzazione gerarchica e sono divisi in regioni (NUTS2), province (NUTS3) e comuni (LAU2). Da un punto di vista GIS, tali entità amministrative sono descritte da geometrie poligonali e sono caratterizzate da implicite relazioni spaziali di inclusione e/o contenimento, dipendentemente dal verso di navigazione. Secondo le specifiche di INSPIRE le Admin Units hanno definizioni geometriche più generiche e sono caratterizzate da esplicite relazioni spaziali.

Il modello realizzato si è occupato essenzialmente di produrre l'informazione geospaziale laddove le definizione Istat e quella INSPIRE differiscono. In particolare:

-produzione delle geometrie lineari (confini lineari) per ogni entità poligonale

-codifica delle relazione alfanumerica tra ogni singola 'parte' lineare e l'entità amministrativa a cui il confine appartiene

-codifica delle relazione spaziale tra ogni singola 'parte' lineare e la geometria poligonale di cui la 'parte' costituisce il confine.

Per la produzione di tali informazioni i passi principali da realizzare sono in seguenti:

-generare tutti i confini lineari per regioni, province e comuni (poligonali)

-'spezzare' tali confini sulle intersezioni

-eliminare i duplicati

-creare le relazioni

-correggere i dati topologicamente.

Data la complessità delle operazioni da realizzare, si è fatto di uso di potenti e complessi operatori resi disponibili dal Data Interoperability Extension di ArcGIS che si basa sulla tecnologia FME, e con cui è

stato possibile realizzare tutti gli ETL necessari. Si è inoltre fatto uso del Model Builder per sistematizzare tutte le operazioni. (Figura 2)

Il Geodatabase di destinazione è strutturato secondo le specifiche di INSPIRE.

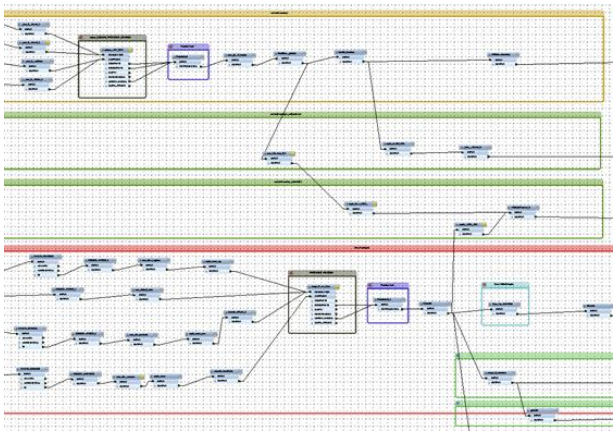


Figura 1 - Modello dati secondo limiti amministrativi Istat secondo INSPIRE.

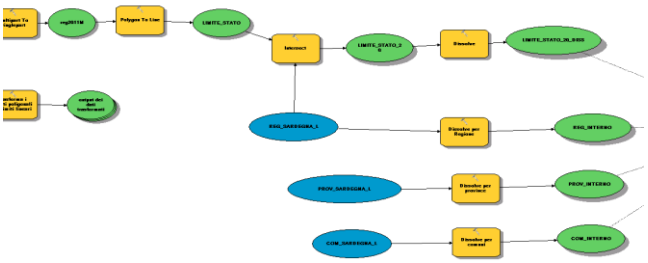


Figura 2 - Modello di GeoProcessing per la conversione dati.

3. Conclusioni

La sperimentazione ha consentito la produzione dei dataset secondo INSPIRE ed i relativi servizi, che sono stati pubblicati sulla piattaforma di sviluppo di Gistat. Sono stati poi prodotti i relativi metadati ed il test è in fase di conclusione per l'accesso a dati, metadati e servizi dal GeoPortale.

L'istat è fortemente orientato a continuare e far evolvere le politiche di condivisione dei dati statistici georiferiti, questo sia per contribuire al Sistema Statistico Europeo, sia per favorirne il riuso e l'arricchimento da parte di tutti.

Ammodernamento del software per la produzione delle tavole Tuttocittà

AUTORI

Stefano Lanzi - Responsabile gruppo cartografia SEAT PG - stefano.lanzi@seat.it
Lorenzo Panarello - Responsabile cartografia SEAT PG - lorenzo.panarello@seat.it

Parole chiave: Tuttocittà; cartografia; stradario

ABSTRACT

SEAT PagineGialle Italia S.p.A. utilizza da anni la tecnologia ESRI ArcGIS per la realizzazione dei servizi cartografici presenti sui suoi portali web ed applicazioni mobile.
ESRI si è proposta di poter semplificare e rendere più efficiente l'attività di produzione di Tavole di Tuttocittà e PagineGialle utilizzando la tecnologia ArcGIS 10.1. Sulla base dei tools sviluppati dal settore R&D di SEAT in ambiente ArcGIS 9.2, ha contribuito alla portabilità degli stessi in ambiente ArcGIS 10.1 e realizzato procedure automatiche di supporto tali da non sostituire l'intervento umano, essenziale per la valutazione di leggibilità delle tavole, ma fornendo un ausilio che ha lo scopo di velocizzare e migliorare quanto usato internamente. Questo ha permesso di aumentare l'efficienza degli operatori abbassando di conseguenza i costi della produzione delle tavole e al tempo stesso ha reso possibile l'aggiornamento di postazioni di lavoro vincolate a versioni di sistema ormai obsolete.
Il processo parte dalla base dati cartografica HERE, ne permette l'integrazione con la base dati SEAT, la successiva deformazione geometrica ed elaborazione della toponomastica. Il prodotto finale è rappresentato da una tavola cartografica e da un elenco delle vie normalizzate secondo le specifiche di stampa SEAT.

1. Introduzione

Il primo utilizzo dell'architettura ESRI da parte di Seat PagineGialle per la produzione delle tavole cartografiche di Tuttocittà viene sviluppata in ArcGis 9.2 nel 2008 sotto forma di estensione composta da diverse menu bar .NET e tools Python. Lo sviluppo richiede ben 2 anni di lavoro e affinamenti per aderire alla complessa serie di vincoli di prodotto: regole di etichettatura, svariati formati di tavola, ottimizzazione di font, vestizioni e impaginazione. La sfida più complessa per lo sviluppo è sicuramente il bisogno da parte dell'operatore di poter deformare le geometrie dello stradario, in fase di progettazione, per permettere un risparmio di tavole nella rappresentazione di una data località e quindi un risparmio di pagine nel relativo volume. Il costo della stampa, date le tirature, è una voce di bilancio molto sensibile per Seat.
In questi anni il prodotto Tuttocittà ha subito severe trasformazioni, sia di formato che di contenuto. Il formato è diventato di tipo "pocket", per le località ancora stampate, ma molte tavole sono state pubblicate all'interno dei volumi di PagineGialle sempre nell'ottica di riequilibrio dei costi, che si è dovuta intraprendere, a fronte dell'emergente utilizzo di media digitali a discapito dei prodotti cartacei. Tutto questo ha portato anche ad una progressiva semplificazione delle stesse tavole essendo decaduti buona

parte dei vincoli iniziali, rendendo così del tutto pleonastiche alcune caratteristiche della piattaforma in uso. Inoltre, le versioni più recenti di ArcGIS non possono mantenere la piena retro compatibilità con le API Python e .NET rendendo difficile l'aggiornamento dei sistemi operativi su cui sono installate le piattaforme di produzione. Nasce l'esigenza quindi di un "porting" del software verso versioni più recenti del software di ESRI e quindi anche di un aggiornamento del sistema operativo su cui sono installate. Con l'occasione si vuole anche ottimizzare e razionalizzare il software in modo da renderlo più snello ed efficiente. Lo sviluppo viene affidato ad ESRI.

1.1 Dal grafo stradale alle tavole

La sorgente del dato geometrico attuale per la cartografia stradale è il grafo di HERE, conosciuto in passato come Navteq®.

Da esso, tramite diversi passaggi di elaborazione, vengono ottenute le Feature Class ottimizzate per la vestizione e l'elaborazione finale del prodotto. Dai cinque dataset iniziali rappresentanti le macro-aree del territorio italiano si dà vita ad altrettanti geodatabase.

Tramite un'area di ritaglio scelta dall'utente si estraggono le superfici che vanno a costituire i geodatabase generali di località. Completano la struttura dati un geodatabase di integrazioni contenente le geometrie dei vari tematismi che arricchiscono la base di HERE.

L'operatore deforma il pattern stradale per creare o ridurre gli spazi ottimizzando il numero di tavole in cui deve essere rappresentata la località per esigenze editoriali. Allo scopo si utilizzano diversi tipi di algoritmi di deformazione che prevedono il tracciamento di un centro di deformazione, la decisione di un raggio e una magnitudo. Quindi si avranno allungamenti in asse, esplosioni circolari o contrazioni *(Figura 1)*.

a) lineare b) circolare

Figura 1 – Deformazioni.

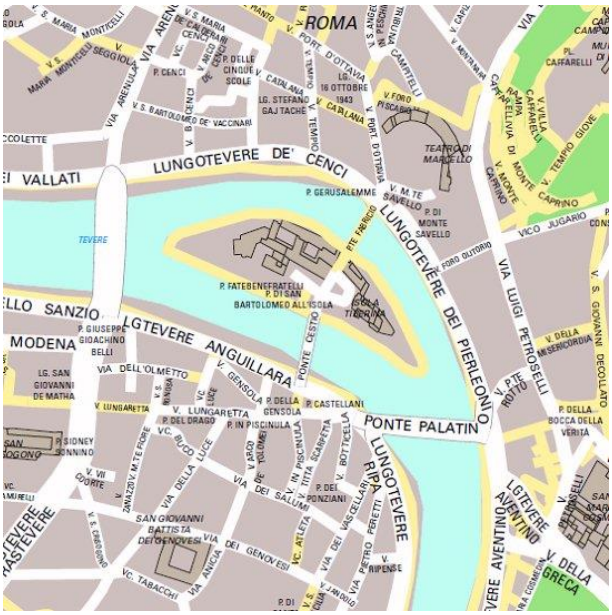
Una funzione di deformazione, lineare, concava o convessa, deciderà poi come avviene lo smorzamento dal centro o asse verso i limiti dell'area interessata.

Sempre l'operatore tramite l'ausilio di tools che facilitano l'editing, disegna la griglia delle tavole e finalizza il progetto creando le annotations dal labeling automatico. Si compila un geodatabase di località che conserva gli elementi specifici per l'edizione. Un documento di progetto presenta all'operatore i layers di vestizione, studiati per ottenere il massimo della leggibilità per una stampa tipografica in quadricromia che ha caratteristiche molto diverse rispetto alla stampa digitale. L'operatore può ora

editare i toponimi a mano spostando le annotazioni non posizionate correttamente sull'arco stradale. Trattandosi di redigere uno stradario cittadino, molta importanza viene data a questa fase del lavoro che, eseguita da un operatore esperto, deve garantire di posizionare il toponimo in tavola per tutte le strade *(Figura. 2)*.

Figura 2 - Distribuzione delle annotazioni (in rosso quelle da sistemare manualmente).

Un tool di normalizzazione permette di archiviare varie abbreviazioni di ogni singolo toponimo che poi verranno utilizzate in modo selettivo in tavola o in elenco vie. Conclusasi la fase operativa di displacing ed editing delle annotazioni si procede con l'esportazione degli elenchi vie da pubblicare in coda alle tavole all'interno dei volumi *(Figura 3)*.



esri Italia
Intelligenza del Territorio

Figura 3 - Tavola ultimata.

2. Analisi dei requisiti procedurali, fase di porting

Il progetto nasce come detto dall'esigenza di aggiornamento delle postazioni di lavoro e ottimizzazione della piattaforma utilizzata fino al 2012. Il miglior approccio al problema è sembrato quello di un'attenta analisi del procedimento operativo, del codice sorgente scritto in .NET e Python 2.4 e dei nuovi vincoli di prodotto. Si è cercato quindi di razionalizzare e accorciare il più possibile il flusso di lavoro e i tempi di processing. Si è optato per un plugin scritto in Python 2.7 sostituendo la parte di finestre per l'interazione con l'utente con wxPython. Si sono sfruttate inoltre le nuove funzionalità di ArcGIS 10.1 for Desktop come le Data Driven Pages che permettono di avere più layout, uno per ogni tavola, in un solo documento di progetto (mxd). Il sistema guida l'utente attraverso una sequenza di tools all'interno di una toolbar suddivisi in macro-attività: 'data seed' ovvero il pre-processing dei dati cartografici, 'clip wrap', 'time off' ovvero la normalizzazione dei toponimi, 'streets adjustament' ovvero le deformazioni, 'driven paging', 'annotation correction' per la posizione ottimale delle strade e 'pdf export' per la finalizzazione delle tavole.

3. Conclusioni

Il progetto ha avuto una durata di 10 mesi circa: da Marzo 2013 a Dicembre 2013. Attualmente è in fase di collaudo e stiamo realizzando interventi di automazione batch per recuperare i tempi di inattività dovuti alle elaborazioni complesse e prolungate.

Ringraziamenti

Un ringraziamento a tutte le persone che hanno partecipato al progetto della sede di Torino e Milano ed uno particolare a Stefano Vinci di ESRI per la sua professionalità e disponibilità dimostrata nel progetto.

Generalizzazione delle banche dati topografiche della Regione Toscana. Cartografia per la pianificazione paesaggistica

AUTORI

Christian Ciampi – LCart/DIDA, Università degli Studi di Firenze - christian.ciampi@gmail.com
Fabio Lucchesi – LCart/DIDA, Università degli Studi di Firenze - fabio.lucchesi@unifi.it
Fabio Nardini – LCart/DIDA, Università degli Studi di Firenze - fabio.nardini@gmail.com
Ilaria Scatarzi – LCart/DIDA, Università degli Studi di Firenze - ilaria.scatarzi@gmail.com

Parole chiave: generalizzazione cartografica; cartografia e pianificazione; integrazione banche dati spaziali

ABSTRACT

Le potenzialità degli strumenti desktop GIS rispetto alle necessità connesse alla generalizzazione cartografica sono oggi molto alte. Nel lavoro qui descritto tali potenzialità sono state valorizzate per la produzione speditiva di un fondo topografico a media scala, generato per derivazione delle banche dati topografiche di Regione Toscana. È stata così realizzata una cartografia in grado di supportare le analisi, gli studi e le elaborazioni previste dall'attività di revisione della disciplina paesaggistica del Piano di Indirizzo Territoriale Regionale attualmente in corso di adozione. Tale cartografia descrive i principali caratteri della fisiografia, dell'uso del suolo, dell'idrografia, delle infrastrutture e degli insediamenti con caratteri geometrici coerenti con la scala di rappresentazione. Particolare attenzione è stata posta all'aggiornamento delle informazioni mediante implementazione e integrazione tra le banche dati disponibili, istituzionali o meno, nello spirito dei principi fondamentali della direttiva INSPIRE: condivisione e interoperabilità.

1. Il contesto della sperimentazione - La cartografia per il Piano Paesaggistico della Regione Toscana

La sperimentazione presentata è stata sviluppata nell'ambito delle attività di revisione della disciplina paesaggistica del PIT svolta dalla Regione Toscana, anche attraverso un accordo di ricerca con il Centro Interuniversitario di Scienze del Territorio (CIST). Il programma di lavoro ha previsto una fase preliminare di sistematizzazione e implementazione del quadro conoscitivo del Piano. Alcune specifiche tematizzazioni (rispettivamente relative alle caratterizzazioni geomorfologiche, ecosistemiche, di organizzazione insediativa e rurale del paesaggio toscano), sono state oggetto di un particolare approfondimento descrittivo; gli esiti di tali approfondimenti sono confluite in cartografie tematiche originali. Già nelle fasi iniziali di queste attività si è tuttavia manifestata la necessità di sopperire, ancorché speditivamente, alla assenza di un "fondo" topografico aggiornato, in scala adeguata al tema di indagine, ed esteso all'intero territorio regionale. L'attuale indisponibilità di una carta recente in scala 1:50.000, capace di dar conto della morfologia e dei caratteri di copertura del suolo, della articolazione e gerarchia delle infrastrutture di trasporto, della tessitura degli insediamenti, ha condotto il gruppo di

ricerca alla decisione di sperimentare metodi speditivi di generalizzazione delle numerose banche dati geografiche di grande dettaglio disponibili.
Come è noto, la generalizzazione cartografica è un tipo di elaborazione che comporta la produzione di un dato geografico di basso dettaglio (piccola scala) a partire da un dato geografico di alto dettaglio (grande scala) attraverso una serie di operazioni che hanno lo scopo di ridurre la dotazione informativa del dato senza comprometterne chiarezza ed esaustività informativa alla scala desiderata. È implicito che un processo del genere sia fortemente influenzato dalle finalità della carta che si vuole ottenere.
L'avanzamento tecnologico nel campo della potenza di calcolo informatico e lo sviluppo di software sempre più efficaci ha reso possibile affrontare le complessità di elaborazione delle operazioni di generalizzazione utilizzando personal computer in ambiente desktop che hanno permesso di ottenere risultati soddisfacenti se rapportati al tempo di elaborazione. La quasi totalità delle operazioni complesse di generalizzazione cartografica effettuate nel corso della ricerca è stata effettuata mediante l'utilizzo della Suite ArcGis prodotta da Esri.
Il problema emergente nella redazione cartografica contemporanea non consiste tanto nelle limitazioni tecniche e tecnologiche delle risorse e degli strumenti a disposizione quanto dalla efficace progettazione e redazione di cartografie "tailor-made", ovvero costruite a misura di esigenze del tutto specifiche.

1.1 Aggiornamento e interoperabilità dei dati geografici

La sperimentazione si è mossa attraversando i temi che il dibattito istituzionale e i recenti riferimenti normativi hanno messo in luce: in particolare la interoperabilità e l'aggiornamento dei dati. Le fonti informative fondamentali, costituite principalmente dal DB topografico multiscala e dalle banche dati prodotte e gestite dal Sistema Informativo Territoriale e Ambientale regionale, sono state implementate con altri dati più aggiornati, attraverso procedure capaci di costruire archivi omogenei, concettualmente e geometricamente coerenti. In particolare, come vedremo, le informazioni relative all'edificato e alle infrastrutture viarie provenienti dagli archivi cartografici regionali sono state integrate con dati aggiornati provenienti rispettivamente dalla banca dati catastale vettoriale SISTER della Agenzia del territorio e dalla banca dati della viabilità, liberamente disponibile, del progetto OpenStreetMap.
Lo stato di aggiornamento delle banche dati topografiche può essere così descritto: Regione Toscana ha realizzato una cartografia tecnica numerica in scala 1:10.000 che si estende all'intero territorio regionale; i rilievi documentano lo stato dei luoghi alla fine degli anni '90. Per le parti di territorio più densamente edificate le informazioni topografiche sono state rilevate per la produzione della CTR in scala 1:2.000 e, in generale, documentano lo stato dei luoghi descritti ai primi anni del 2000. La banca dati regionale contiene altresì una serie di dati provenienti dalla banca dati SISTER dell'Agenzia del Territorio aggiornata al marzo 2012 che si è rivelata utile per l'implementazione e l'aggiornamento del dato riferito agli edifici. Anche l'elaborazione delle infrastrutture viarie è stata realizzata a partire dal dato corrispondente contenuto nel DB Topografico multiscala regionale; integrato con i dati provenienti dalla banca dati OpenStreetMap; tale integrazione ha permesso di rendere aggiornato e quanto più possibile diffuso il reticolo viario. La sperimentazione si è infine misurata anche con la generalizzazione delle informazioni cartografiche di grande dettaglio relative alla copertura del suolo. La possibilità di impiegare le informazioni contenute nella Banca Dati Geografica della Regione Toscana 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. Tale copertura presenta una struttura di legenda gerarchica affine a quella del progetto Corine Land Cover, con casi di classi di quarto livello.

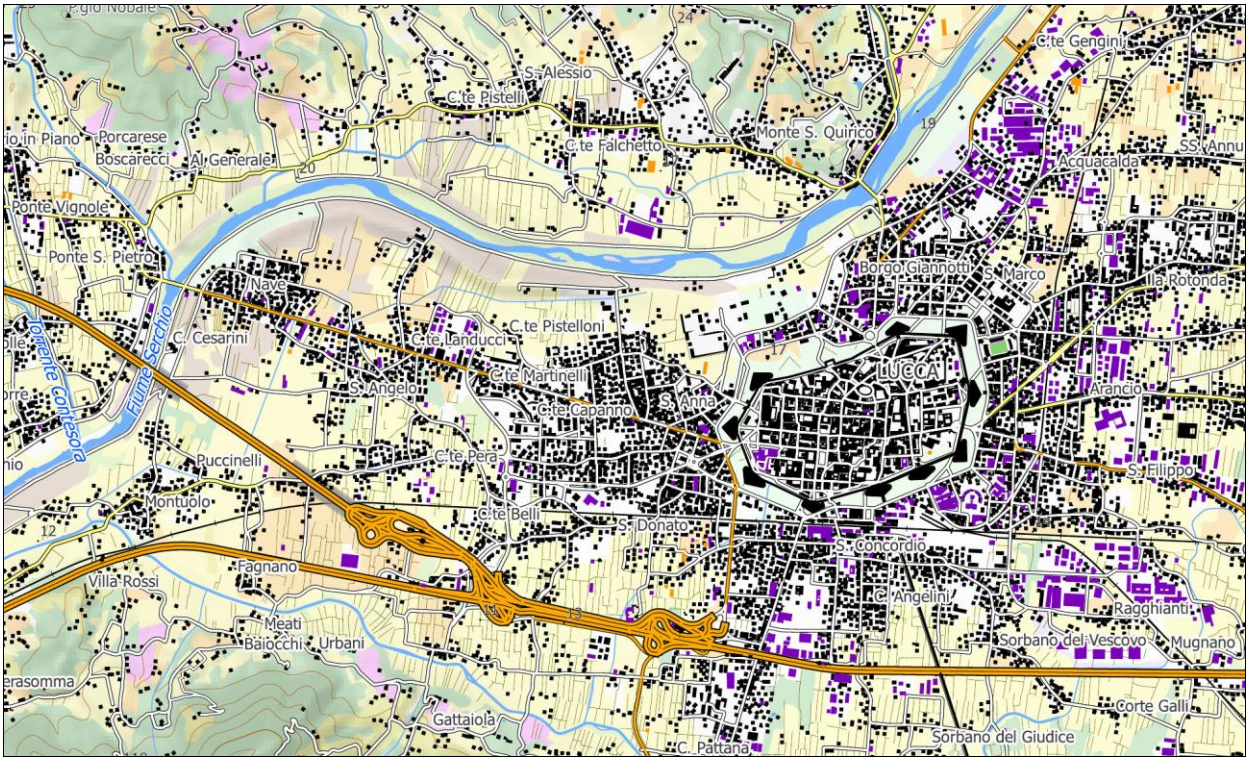


Figura 1 - esito delle elaborazioni – carta topografica della toscana in scala 1:50.000 – Lucca.

2. Il progetto - Fonti e strati informativi

Come è stato anticipato, le fonti per la realizzazione della cartografia in oggetto fanno riferimento, per la maggior parte, all'archivio dei dati geografici gestito dalla Regione Toscana (SITA), implementate e aggiornate attraverso l'integrazione di altri archivi. Di seguito si darà conto dei processi utilizzati, articolandoli nei seguenti temi: uso del suolo, elementi della rete infrastrutturale, edifici.

2.1 Generalizzazione dell'uso del suolo

L'informazione di base utilizzata consiste nell'uso del suolo regionale, realizzato per fotointerpretazione del volo 2007 a colori, in scala 1:10.000 geometricamente coerente con la Carta Tecnica Regionale alla stessa scala nominale. Le specifiche finalità descrittive della carta che si voleva ottenere (si ricorda: una chiara denotazione dei caratteri paesaggistici del territorio regionale) hanno guidato l'intero processo di generalizzazione indirizzando le scelte tecniche allo scopo di ottenere un *layer* che mantenesse le informazioni della struttura territoriale e nello stesso tempo ne valorizzasse gli elementi di peculiarità. Per quest'ultimo motivo le operazioni svolte hanno dato particolare peso alle caratteristiche geometriche dei poligoni e alle relazioni spaziali tra elementi contigui.
Tutte le fasi di elaborazione dei dati sono state compiute in ambiente ESRI ArcGIS; l'estensione *PatchAnalyst* è stata impiegata per il calcolo degli indici spaziali che hanno guidato le diverse fasi e permesso la verifica dei risultati.
Le operazioni di generalizzazione sono state progettate e realizzate entro l'estensione degli "ambiti di paesaggio", vale a dire aree sovracomunali tendenzialmente omogenee dal punto di vista dei caratteri paesaggistici. Tale articolazione ha permesso di evidenziare le peculiarità locali delle diverse aree per quanto riguarda la presenza e la distribuzione delle classi di uso del suolo e di svolgere le operazioni su grandezze di dati accettabili in termini di quantità di memoria e di potenza di calcolo richiesti ai dispositivi *hardware*.
Una prima fase preparatoria è consistita nell'eliminazione di poligoni delle classi corrispondenti a viabilità e idrografia che presentano caratteristiche geometriche incongrue con il livello di dettaglio previsto con la

scala finale. Le operazioni di eliminazione di queste informazioni non hanno pregiudicato le informazioni dei poligoni limitrofi ed hanno mantenuto la continuità spaziale del dato.

La precisa messa a punto del modello di generalizzazione dipende, ambito per ambito, dalla conoscenza del territorio e delle caratteristiche che lo contraddistinguono. Da questo punto di vista il processo non va quindi inteso 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* per i criteri da mettere in atto nelle operazioni successive. A tale scopo per ciascun ambito è stata fatta una valutazione preliminare delle metriche spaziali della distribuzione delle *patch* di uso del suolo. Utilizzando l'estensione *PatchAnalyst* è stato possibile calcolare per ogni classe di uso del suolo indici spaziali (caratteristici degli studi di ecologia del paesaggio) relativi alle caratteristiche geometriche dei poligoni e alla loro ripartizione. Attraverso tale valutazione è stato possibile comprendere quali fossero le classi più rappresentate, la loro ripartizione percentuale, le caratteristiche geometriche, se rappresentate da una maggioranza di elementi di superficie piccola, e così via. Tali indici veicolano una valutazione qualitativa in termini analitici; tale valutazione può dunque dare maggiore consistenza a giudizi interpretativi, sia essi derivino da una conoscenza approfondita del territorio, sia da un approccio multidisciplinare, sia da una sensibilità specificatamente paesaggistica.

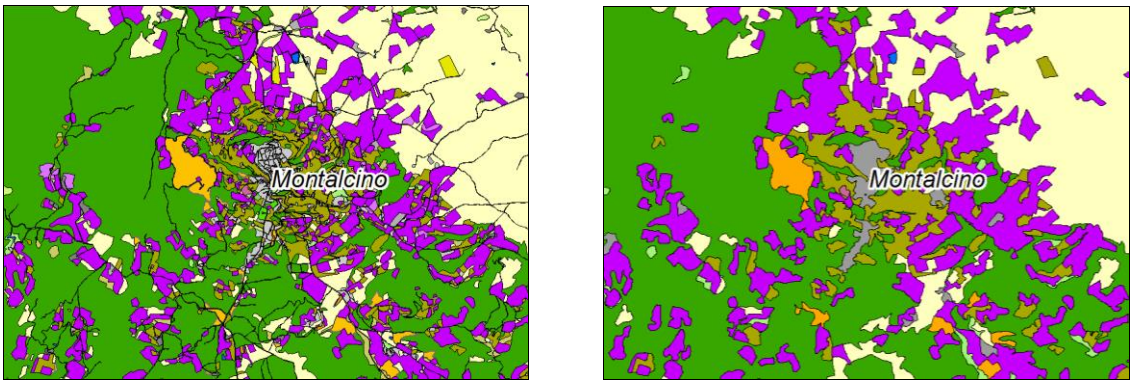


Figura 2 – uso del suolo: a sinistra il dato originario, a destra il dato sottoposto a generalizzazione.

La legenda in output è successivamente definita attraverso una fase di riclassificazione, che ha accorpato voci di legenda di maggior dettaglio in singole voci di minor dettaglio. Tale semplificazione non deve compromettere la caratterizzazione del territorio e deve dare priorità nell'accorpamento delle voci di legenda a classi rappresentate da pochissimi elementi limitati per estensione. Una successiva analisi degli indici statistici della copertura tematicamente generalizzata permette di valutare la coerenza delle caratteristiche geometriche e distributive della legenda raggruppata. Sono di seguito individuate le classi di uso del suolo che, per il proprio ruolo paesaggisticamente caratterizzante devono essere enfatizzate nella loro rappresentazione, e quindi geometricamente ingrandite per impedire il rischio di una loro scomparsa nelle successive operazioni di semplificazione geometrica. Sono 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 un numero alto di poligoni e ad una mediana molto bassa). I poligoni di queste classi inferiori all'unità minima cartografabile (assunta pari a 2 ha) vengono sottoposti ad un processo di "esagerazione" proporzionale alle dimensioni del poligono originale. Il reinserimento dei poligoni delle classi esagerate nella copertura di uso del suolo è regolato in funzione della percentuale della classe stessa: la classe più rappresentata in termini di percentuale sarà la prima ad essere inserita, mentre quella meno rappresentata sarà l'ultima; si deve considerare che, poiché l'inserimento delle diverse voci avviene attraverso l'applicazione del comando *Erase*, l'ultima classe ad essere inserita sarà quella che meno risentirà della semplificazione geometrica.

Le operazioni di generalizzazione comportano inevitabilmente l'eliminazione per accorpamento di poligoni di estensione inferiore all'unità minima cartografabile della scala di arrivo. In questo caso volendo mantenere una certa coerenza con le informazioni originarie e cercando di evitare il più possibile che l'accorpamento coinvolgesse poligoni di uso del suolo non simili, si è applicato un criterio di affinità tra i poligoni coinvolti. Esportando in *layers* diversi le classi 2xx (aree agricole) e 3xx (aree naturali e seminaturali) e lanciando il processo di eliminazione separatamente è stato possibile ridistribuire i poligoni piccoli in classi di uso simili. Inoltre per avere una migliore ripartizione delle aggregazioni il processo è stato progressivo con intervalli di superficie di 2.500 m^2.
La fase successiva del processo di generalizzazione ha comportato una elaborazione geometrica: attraverso una operazione di *smoothing* è stato possibile arrotondare le geometrie dei poligoni dando loro una forma più adatta alla scala finale.
Il controllo della coerenza geometrica con i confini dell'ambito ha permesso quindi di ricomporre tutti gli ambiti per avere continuità geometrica regionale.
L'eliminazione finale dei poligoni inferiori all'unità minima cartografabile ha coinvolto tutti quei poligoni interamente inclusi in usi del suolo non affini. In questa fase per evidenti motivi di significatività paesaggistica i poligoni superiori a 1 ha ma inferiori all'unità minima cartografabile appartenenti alle classi 4xx e 5xx sono stati esclusi dal processo.
Il controllo topologico finale con regole di verifica ha permesso di evidenziare eventuali errori sulle relazioni spaziali degli elementi.
Un nuovo calcolo degli indici spaziali della copertura generalizzata ha infine permesso di valutare l'attendibilità e correttezza della metodologia applicata.

Tabella 1 - Fasi della generalizzazione dell'uso del suolo.
Schema generalizzazione uso del suolo

Fase		descrizione	esito
1	Collassamento viabilità ed idrografia	▪ conversione in vertici elementi stradali e fluviali (*feature vertices to points*); ▪ creazione poligoni Thiessen (*create thiessen polygons*); ▪ eliminazione con criterio "border" (*eliminate*)	Eliminazione poligoni con spessori inferiori ai parametri di rappresentazione mantenendo continuità dato
2	Elaborazione preliminare degli indici spaziali	▪ calcolo degli indici spaziali (Patch Analyst)	Analisi qualiquantitativa dell'ambito da elaborare
3	Riclassificazione	▪ raggruppamento classi maggior dettaglio in classi minor dettaglio	Adattamento legenda alla scala di rappresentazione
4	Seconda elaborazione degli indici spaziali	▪ calcolo indici spaziali (Patch Analyst)	Individuazione classi da esagerare
5	Esagerazione	▪ selezione dei poligoni inferiori all'UMC; ▪ creazione buffer secondo la formula: ▪ RaggioBuffer = Area poligono/2*Perimetro poligono	Enfatizzazione classi UDS caratteristiche rappresentate da numerosi piccoli poligoni
6	Reinserimento classi esagerate	▪ Erase della singola classe esagerata sull'UDS; ▪ Merge della classe esagerata sull'UDS	Ricostruzione continuità copertura vettoriale
7	Eliminazione 1	▪ selezione classi 2xx e 3xx in 2 layers distinti; ▪ selezione poligoni < UMC; ▪ eliminazione con criterio "border" (eliminate)	Accorpamento poligoni inferiori all'UMC ai poligoni adiacenti con UDS simile
8	Arrotondamento del perimetro delle geometrie	▪ Smooth polygon con passo 50m	Ammorbidimento geometrie
9	Coerenza	▪ Identity con confine;	Coerenza geometrica con

	geometrica con confine	▪ eliminazione micropoligoni originati con criterio “border” (eliminate)	confine
10	Eliminazione 2	▪ selezione poligoni < UMC; ▪ eliminazione con criterio “border” (eliminate)	Accorpamento poligoni inferiori all’UMC inclusi completamente in altri poligoni di classe non affine
11	Controllo topologico	▪ controllo sovrapposizioni e gaps	Accertamento correttezza regole spaziali tra elementi rappresentati
12	Elaborazione finale indici spaziali	▪ calcolo indici spaziali (Patch Analyst)	Verifica risultati ottenuti confrontando gli indici spaziali ottenuti con la fase 4

2.2 Generalizzazione degli elementi della rete infrastrutturale

Il Grafo viario della Regione Toscana (da qui in avanti GRT) ha costituito il fondamentale nucleo delle informazioni utilizzate per la rete infrastrutturale. È stato tuttavia ritenuto utile sperimentare l’implementazione del GRT con il grafo OpenStreetMap (OSM), il quale, almeno per alcune aree della Toscana, conteneva elementi non altrimenti documentati.
Come già accennato in precedenza le potenzialità offerte dagli strumenti software attualmente disponibili hanno permesso di intervenire su una grande quantità di dati eseguendo operazioni anche molto complesse.
Mediante una serie di passaggi tecnici il dato del GRT è stato integrato con i tratti presenti in OSM e non documentati nel GRT. Ciò ha inoltre previsto una necessaria verifica della congruità geometrica tra i due dati. Il grafo integrato presentava una serie di “nodi appesi” in corrispondenza delle soluzioni di connessione tra gli archi provenienti dall’una e dall’altra fonte. La correzione topologica di questo problema è stata ottenuta imponendo il rispetto di un specifica regola topologica “*must not have dangles*”. Mediante la validazione della topologia così impostata è stato possibile selezionare tutti gli errori e correggerli.
Nel risultato finale i tratti sconnessi sono risultati quasi del tutto eliminati. Infine si è proceduto a integrare gli attributi gerarchici di ciascun arco ereditati dalle proprie fonti. La gerarchia prevede 9 classi: (i) autostrade e superstrade; (ii) strade statali; (iii) strade regionali; (iv) strade provinciali; (v) strade comunali principali; (vi) strade comunali secondarie; (vii) altre strade comunali; (viii) strade private e di servizio; (ix) piste e rampe di accesso.
Il grafo così integrato e aggiornato è stato successivamente sottoposto a una generalizzazione finalizzata a ridurne ponderatamente il numero dei tratti. L’ambiente ESRI ArcGIS mette a disposizione una serie di strumenti dedicati alla generalizzazione cartografica e in particolare riserva alla viabilità due strumenti: *Thin Road Network* e *Merge Divided Roads*. Il primo strumento permette di ridurre il numero di tratti di una maglia viaria interconnessa; il secondo permette di riunire due o più tratti paralleli. Quest’ultimo strumento si è reso molto utile, per esempio, per ridurre le corsie di autostrade, superstrade e viali a un unica linea.
Il grafo integrato generalizzato così ottenuto è risultato quindi correttamente diffuso sul territorio, sufficientemente “denso” per una lettura della carta in scala 1:50.000 e privo di duplicazioni di corsie.

Figura 3 - grafo viario: a sinistra il grafo originario, a destra il grafo sottoposto a generalizzazione.

Le fasi di generalizzazione cartografica che hanno interessato la viabilità sono state dunque condotte ponendo l'attenzione dovuta ai "riflessi" che tali scelte avrebbero avuto in ambito di definizione delle elaborazioni del piano paesaggistico.
Ad esempio, come illustrato in precedenza, nella definizione delle principali regole di generalizzazione del grafo stradale si è deciso di non escludere da subito le strade poderali, le strade vicinali e le strade private ma, piuttosto, si è stabilito di mantenerle nel set di dati di partenza. L'eventuale loro eliminazione è stata ponderata sulla importanza di connessione esclusiva che ciascun tratto aveva nel mettere in comunicazione i nodi della rete viaria.
Il "riflesso" di tale scelta costituisce l'attribuzione di importanza a tratti non importanti sotto il profilo di velocità di percorrenza o di importanza storica ma di rilevanza ai fini della connessione, ad esempio, di centri minori o frazioni periferiche.
Allo stesso modo la scelta di evidenziare i viadotti e i ponti nasce dall'esigenza di rappresentare elementi che influenzano la percezione comune del paesaggio e possono diventare eventualmente argomenti di riflessione per il pianificatore che si deve confrontare con il paesaggio.
Il Grafo Regionale delle Infrastrutture Ferroviarie presente nel DB multiscala Regionale alla scala nominale di 1:10.000, perfettamente aggiornato e senza problemi di duplicazione dei binari paralleli, è stato utilizzato senza effettuare alcuna modifica.

Tabella 2 - Fasi della generalizzazione degli elementi della rete infrastrutturale

Fase		descrizione	esito
1	Integrazione ed identificazione degli elementi GRT e OSM	▪ archi viari del GRT trasformati in punti; ciascuno convertito nei propri vertici; ▪ elementi lineari OSM spezzati in corrispondenza elementi puntuali di inizio e fine del GRT; ▪ archi del GRT convertiti punto intermedio. Selezione spaziale tratti OSM non coincidenti con dato puntuale GRT; ▪ aggiunta attributo per distinguere origine di ciascun elemento copertura finale	Grafo viario GRT + OSM scala 1:10.000 (GV)
2	Correzione topologica dei punti di raccordo tra i dati di fonte diversa	▪ correzione "nodi sconnessi" mediante comandi Snap, Extend e Trim (tolleranza:15m) con regola topologica Must Not Have Dangles	GV topologicamente corretto
3	Definizione della gerarchia dei percorsi	▪ integrazione attributi gerarchici di ciascun arco ereditati dalle proprie fonti; ▪ gerarchizzazione grafo in 9 classi	GV gerarchizzato
4	Riduzione ponderata del	▪ eliminazione ponderata su gerarchia singoli tratti e loro interconnessione (Thin	GV ridotto ai soli tratti necessari alla

	numero dei tratti	Road Network: lungh. max 500m)	interconnessione
5	Riduzione ad unico tracciato di strade multicorsia	▪ riduzione ad unico tratto percorsi omologhi per gerarchia, paralleli e molto ravvicinati (Merge Divided Roads: dist. max 25m)	GV ridotto e privo di tracciati multipli
6	Definizione dell'attributo relativo alla sede di percorrenza	▪ ciascun tratto descritto in funzione della sua dislocazione in quota, al suolo o in viadotto/ponte.	GV generalizzato e aggettivato con sede di percorrenza

2.3 Generalizzazione degli edifici

La particolare finalità di rappresentazione della carta ha dettato l'esigenza di generare l'insieme delle geometrie dell'edificato ponendo particolare attenzione alla leggibilità della forma degli insediamenti, alla riconoscibilità delle principali funzioni, alla presenza di infrastrutture e complessi rilevanti e alla "densità" e alla distribuzione dell'edificato sparso. Nell'impostare le operazioni tecniche di costruzione del dato geografico si è reso dunque necessario stabilire una serie di parametri/scelte che avrebbero poi determinato, quale risultato, la "grana" e la forma degli agglomerati edilizi.
La fonte geometrica fondamentale per la costruzione dello strato relativo agli edifici è stata la Carta Tecnica Regionale Toscana (CTR); l'edizione 1:10k, che copre l'intero territorio, individua i poligoni degli edifici attraverso la proiezione orizzontale degli edifici "isolati"; l'edizione in scala 1:2k, disponibile per le aree più densamente edificate, distingue negli isolati i poligoni relativi ai singoli corpi di fabbrica. Per le ragioni specificate poco sopra, queste informazioni sono state integrate con quelle di provenienza catastale aggiornate al marzo 2012. L'integrazione è avvenuta sia sulla base di analisi di relazione spaziale, sia sulla base di principi di generalizzazione cartografica. Le due fonti CTR sono state integrate in ambiente ESRI ArcGIS: le geometrie di scala più grande sono state semplificate e ridotte sotto il profilo della complessità geometrica dei perimetri. Con la medesima procedura la banca dati realizzata è stata integrata con i poligoni descrittivi di fabbricati provenienti da fonte catastale.
Le operazioni successive hanno riguardato la generalizzazione cartografica della banca dati integrata. L'ambiente ESRI ArcGIS dispone di una nutrita serie di strumenti e dedica al tema degli edifici uno strumento molto potente che, in estrema sintesi, permette di effettuare una serie articolata di operazioni sulle geometrie da generalizzare: gli edifici vengono traslati e ruotati in funzione della loro prossimità a elementi cartografici quali corsi d'acqua, specchi d'acqua, strade o ferrovie; i poligoni degli edifici troppo piccoli per una corretta visualizzazione vengono ingranditi. È utile precisare che le tutte le scelte sono coerenti con la scala di riferimento della mappa generalizzata desiderata, e che è necessario definire preliminarmente la precisa vestizione cartografica di ciascun tematismo poiché il software opera le trasformazioni in base agli elementi grafici della mappa e non in base agli elementi geometrici del dato geografico.
In particolare, in merito alla forma dell'insediamento, si è scelto di eliminare dal dato originale dell'insieme degli edifici solamente gli edifici aventi una superficie coperta pari o superiore a 50 mq. Tale scelta ha determinato quindi "l'esagerazione" dei fabbricati risultanti da tale eliminazione; il risultato è stato quello di dare importanza ai piccoli edifici che in Toscana, spesso, costituiscono un elemento tradizionale del paesaggio. Detta "esagerazione" è avvenuta impostando 25 m. (equivalente a 5mm alla scala 1:50.000) quale dimensione minima del lato del perimetro del singolo sedime edilizio generalizzato. Tale decisione ha determinato anche un "collassamento" dell'edificato in corrispondenza dei quartieri particolarmente densi e privi di spazi liberi generando aree quasi interamente coperte da edificato. Nella generalizzazione sono stati mantenuti anche gli orientamenti e le principali forme geometriche degli edifici modificandone prevalentemente la grandezza.
Anche la scelta della distanza da mantenere in fase di generalizzazione tra edifici ed elementi lineari come strade, ferrovie e corsi d'acqua è stata oggetto di attenzione al fine di rendere leggibili ed esplicite le caratteristiche cartografiche delle relazioni tra edifici e percorsi e tra edifici e corsi d'acqua.
Nei vari passaggi si è posta inoltre particolare attenzione al mantenimento degli attributi originari contenuti nella Carta Tecnica Regionale; in particolare l'attributo "CODICE", che individua la tipologia di edificio a cui si riferisce il singolo poligono. Tale accorgimento permette di distinguere facilmente, anche

nel dato generalizzato, gli edifici civili da quelli industriali e poterli quindi vestire correttamente in fase di redazione cartografica.

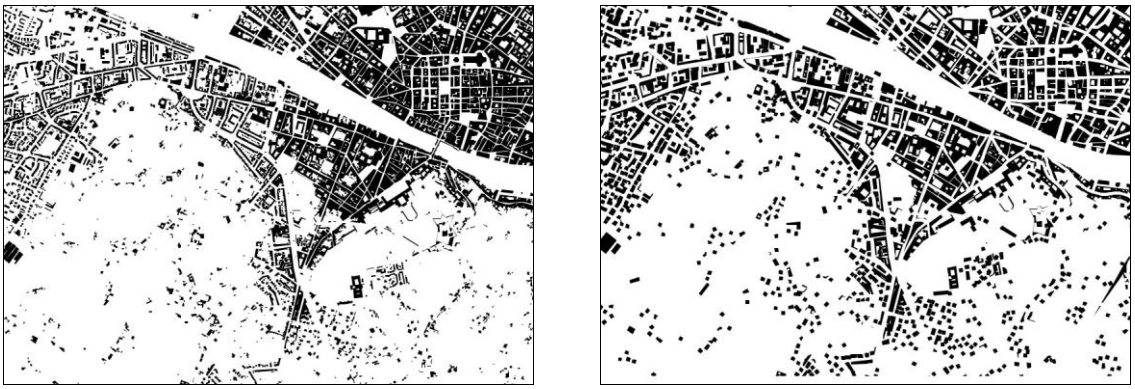


Figura 4 - edifici: a sinistra il dato originario, a destra il dato sottoposto a generalizzazione

Le scelte e i parametri stabiliti nell'applicazione degli strumenti di generalizzazione della forma e della distribuzione dell'edificato hanno avuto quale conseguenza una restituzione cartografica simbolica a scala territoriale del tessuto edificato utile a una lettura finalizzata alla pianificazione territoriale. Risulta evidente la distribuzione e la composizione degli agglomerati edilizi garantendo la riconoscibilità della forma dell'insediamento nel suo complesso e dei suoi "tipi". Grazie al mantenimento di specifici attributi relativi alle funzioni degli edifici è permesso al pianificatore, ad esempio, di approfondire i rapporti tra funzione e forma degli edifici individuando con facilità fabbricati di grande dimensione e i complessi destinati ad una funzione monotematica.

Tabella 3 - Fasi della generalizzazione degli edifici

Fase		descrizione	esito
1	Integrazione dati edifici CTR 10k, 2k e catasto	▪ trascrizione ponderata su area attributi da edifici CTR 2k a edifici CTR 10k (Eliminate edifici CTR 2k che non intersecano edifici CTR 10k per fondere edifici contigui e Simplify Building per semplificare geometrie e uniformarle con quelle 10k: Simplification Tolerance 25m e Minimum Area 50 m2); ▪ semplificazione geometrie edifici catasto (stesso procedimento sopra descritto); ▪ integrazione edifici CTR e catasto mantenendo informazioni e attributi (merge)	- Edifici CTR 10k + Edifici - CTR 2k + Edifici catasto - (Edifici 10k)
2	Generalizzazione Edifici 10k alla scala 1:50.000	▪ Resolve Building Conflicts ▪ (Scale Reference 1:50.000): ▪ traslazione e rotazione edifici in funzione loro prossimità a elementi cartografici: corsi d'acqua, specchi d'acqua, strade o ferrovie; ▪ ingrandimento poligoni edifici troppo piccoli per corretta resa cartografica alla scala di riferimento; ▪ impostazione distanza 15m per tematismi barriera ad eccezione viabilità: distanza pari a 0m (Input Barrier Layers); ▪ distanza reciproca edifici generalizzati (Building Gap) di 15m e dimensione minima (Allowable Building Size) lato poligono edificio gener. di 25m	Edifici 50k

2.4 Altri elementi: idrografia, forme del suolo, toponomastica e annotazioni

Particolare attenzione è stata data alla visualizzazione della "profondità tridimensionale" delle informazioni rappresentate. Oltre che dallo sfumo che evidenzia versanti, crinali e vallate, sono state inserite informazioni relative alle quote con punti e curve di livello e la localizzazione dei principali rilievi.
La redazione dello sfumo ha come base l'informazione contenuta nel DTM a copertura del territorio regionale di passo 20m realizzato dal Laboratorio di cartografia del Dipartimento di Architettura dell'Università di Firenze attraverso la interpolazione dell'informazione altimetrica disponibile nella CTR. Lo sfumo è il risultato dell'opportuna fusione grafica tra gli elaborati derivati dai processi di *Spatial Analysis* sul DTM (*slope* e *hillshade*) e il DTM stesso. In una carta a scala 1:50k l'utilizzo di un DTM di maggior dettaglio consente di evidenziare in maniera ancora più efficace l'andamento dei rilievi principali e minori, le aree pianeggianti, le valli fluviali e tutto il sistema dei crinali. Per questo motivo questo tematismo non è stato sottoposto a particolari processi di generalizzazione, che si affidano esclusivamente agli algoritmi di interpolazione per la visualizzazione e la stampa di file raster.

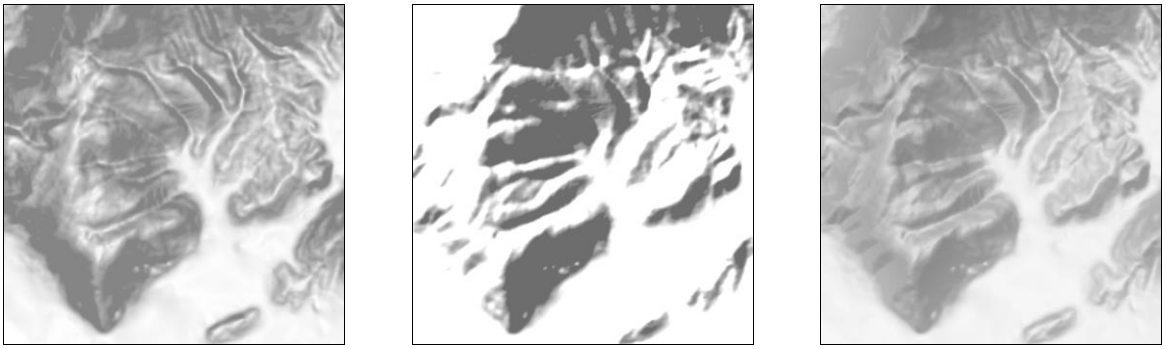


Figura 5 - Modello digitale del terreno: da sinistra, slope, hillshade ed elaborazione finale dello sfumo.

L'informazione delle quote è rappresentata dal relativo tema puntuale estratto dal 10k CTR della regione, opportunamente elaborato e sfoltito per renderlo adatto alla scala di rappresentazione e sovrapposto il meno possibile con le altre informazioni presenti nella tavola. Attraverso una serie di query spaziali se ne è privilegiata la presenza sulle aree agricole e naturali a scapito delle aree urbane dove avrebbe avuto problemi di sovrapposizione con gli edifici e la toponomastica degli insediamenti. Sugli elementi così selezionati attraverso la funzione "*near*" sono stati effettuati degli sfoltimenti secondo una griglia esagonale di vertici che ha permesso per ogni vertice di individuare il punto quotato più vicino. La conclusiva eliminazione dal valore di quota dei decimali ha reso le *label* di questo *layer* adatte alla scala di rappresentazione.
Le curve di livello sono state generalizzate dal dato CTR 10k attraverso una serie di selezioni tematiche andando ad individuare i valori multipli di 50m per renderle adatte alla scala di rappresentazione, e successivamente operando una funzione di semplificazione geometrica attraverso *Bend Simplify* con tolleranza 100 m. La rappresentazione dei valori di quota è si è basata sugli spessori, richiamando l'usuale rappresentazione cartografica, attribuendo spessore maggiore alle curve direttrici (multiple di 250m) e spessore minore a quelle ordinarie.
La toponomastica ha coinvolto diversi elementi gli insediamenti, l'idrografia e i rilievi. La toponomastica degli insediamenti è derivata dalla fonte IGMI 50k ove è stato possibile differenziarne la tipologia (medi, grandi, piccoli) attribuendo etichettature di dimensioni diverse. La toponomastica dell'idrografia è stata attribuita ai corsi d'acqua principali e di livello >= 5 nella classificazione *Strahler* e ai principali corpi idrici. La localizzazione orientata secondo il tracciato del corso d'acqua e il colore affine a quello degli elementi rappresentati ne facilitano la comprensione e l'informazione. La toponomastica dei rilievi è derivata dall'IGMI 50k riferiti agli elementi naturali grandi.
Le informazioni riguardanti gli elementi idrografici sono state ottenute a partire dai tematismi presenti nell'archivio regionale toscano. Sono stati utilizzati i seguenti strati informativi, lineari e poligonali: (i) grafo idrografico regionale (costituito da tutti gli archi idrici costituenti il reticolo fluviale toscano); (ii) grafo degli elementi idrici minori (costituito da scoline e canalette, proveniente dal DB multi scala Regionale);

(iii) aree bagnate (costituito dalle aree bagnate degli elementi fluviali e lacustri principali, contenute nelle CTR alle due scale); (iv) aree idriche (costituito dalle aree umide di pertinenza degli elementi fluviali e lacustri principali, contenute nelle CTR alla due scale).

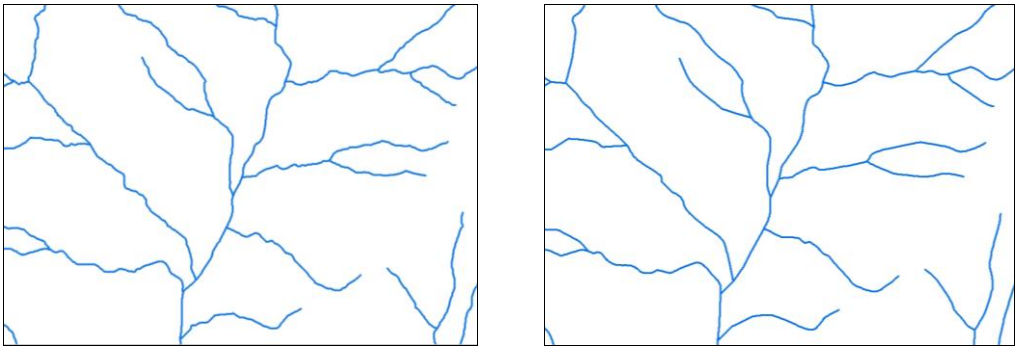


Figura 6 - grafo idrografico: a sinistra il dato di origine, a destra il dato sottoposto a smoothing.

Non per tutti gli strati informativi è stato ritenuto necessario un processo di generalizzazione. Le informazioni relative alle aree bagnate ed alle aree idriche nonché al sistema degli elementi lineari minori sono state assunte senza modifiche. Questo ha permesso di evidenziare in maniera ben leggibile gli elementi più importanti, contribuendo a caratterizzare il reticolo idrografico principale. Il grafo idrografico regionale, per la sua complessità, ha invece necessitato di una generalizzazione dei suoi elementi. Sono stati sottratti dal grafo tutti gli elementi minori (in parte già compresi nello strato informativo delle scoline e canalette), rimuovendo i corsi d'acqua privi di toponimo. Successivamente le geometrie sono state generalizzate in ambiente ESRI ArcGIS attraverso lo strumento *Smooth Line*. Questo strumento propone due algoritmi che consentono di smussare la forma delle linee originali. Il primo di essi, *Polynomial Approximation with Exponential Kernel* (PAEK), ridefinisce i nuovi tratti calcolando un "percorso" simile a quello degli elementi lineari originali, ma producendo una nuova linea più arrotondata che, fatta eccezione per i punti di chiusura, non necessariamente contiene i vertici della linea di origine. È importante la scelta della tolleranza da considerare per l'elaborazione dei dati, che definisce la dimensione del passo di analisi per l'operazione di *smoothing*: più piccola è la dimensione del passo, maggiore è l'approssimazione della linea generalizzata all'originale. Il grado di tolleranza utilizzato per la generalizzazione del grafo idrografico regionale è stato individuato in 100m.

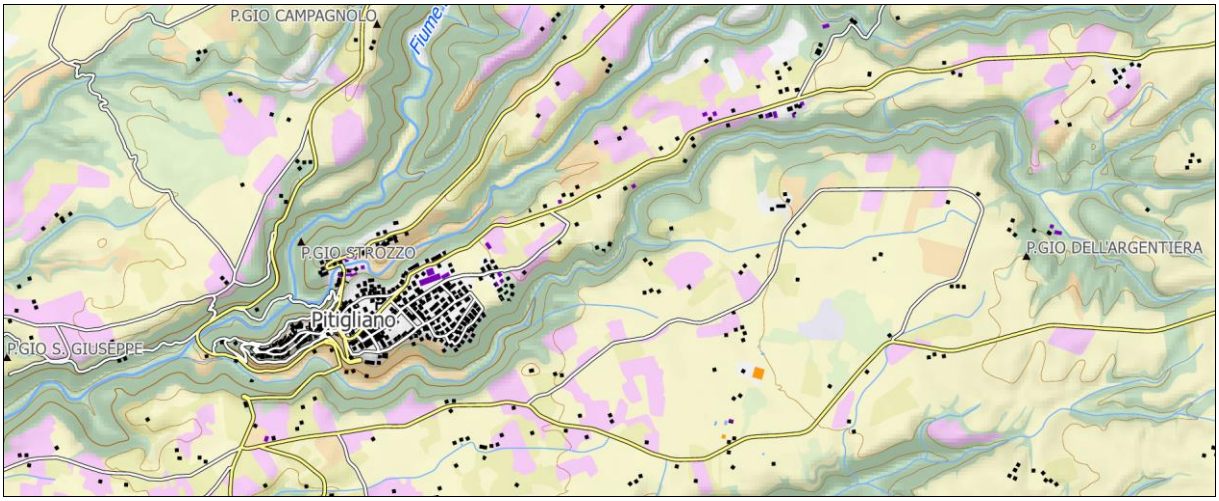


Figura 7 – Estratto cartografico 1:50.000: il centro di Pitigliano (GR).

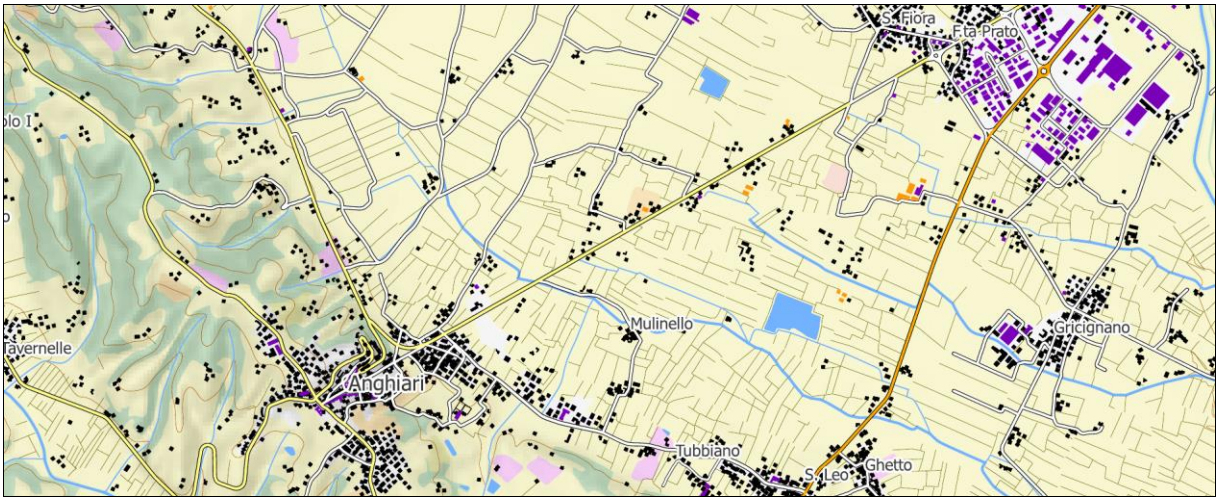


Figura 8 – Estratto cartografico 1:50.000: il centro di Anghiari (AR).

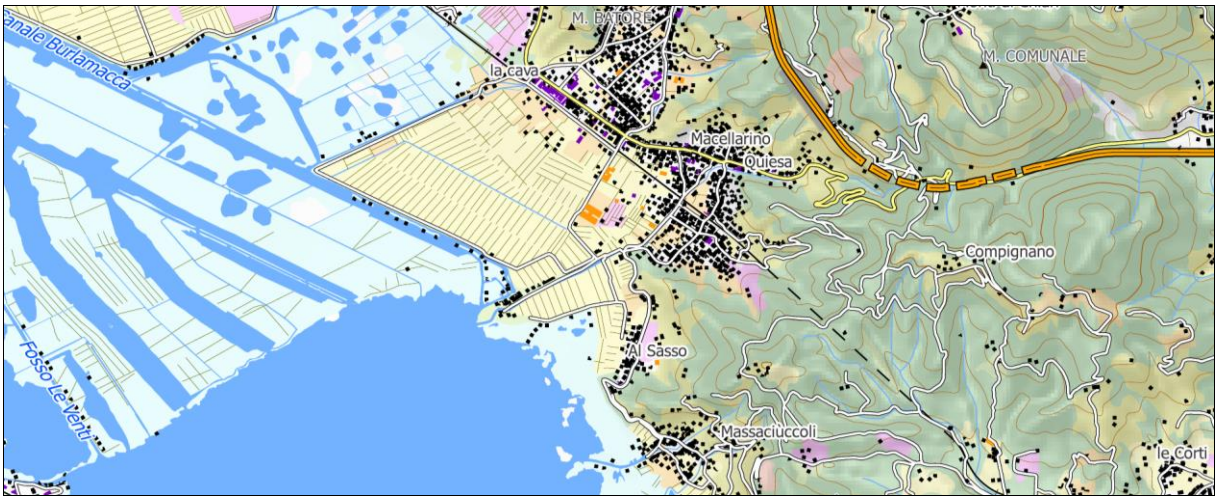


Figura 9 – Estratto cartografico 1:50.000: Lago di Massaciuccoli.

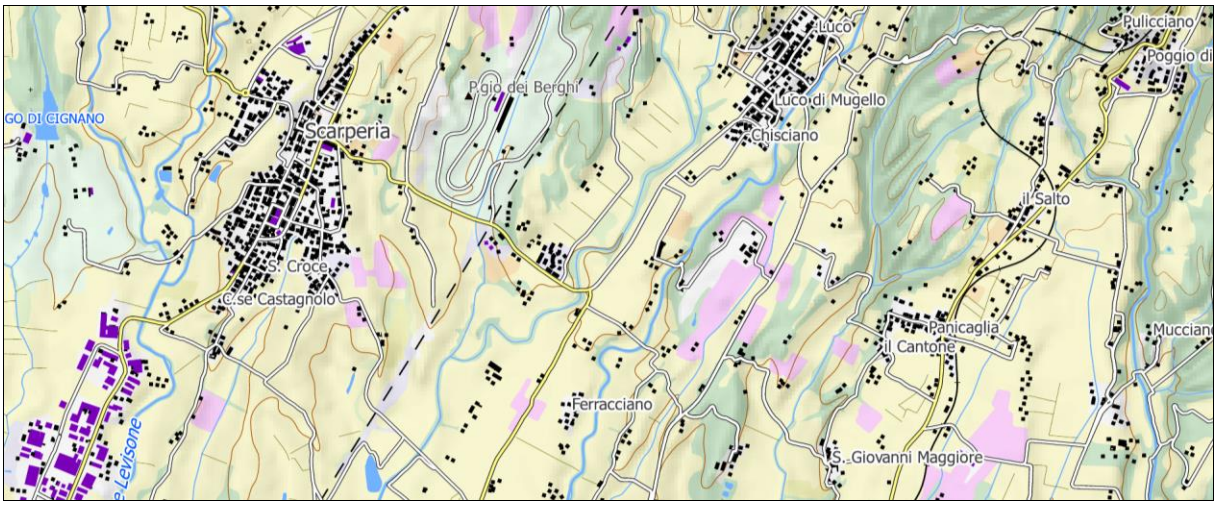


Figura 10 – Estratto cartografico 1:50.000: Mugello: Scarperia e autodromo.

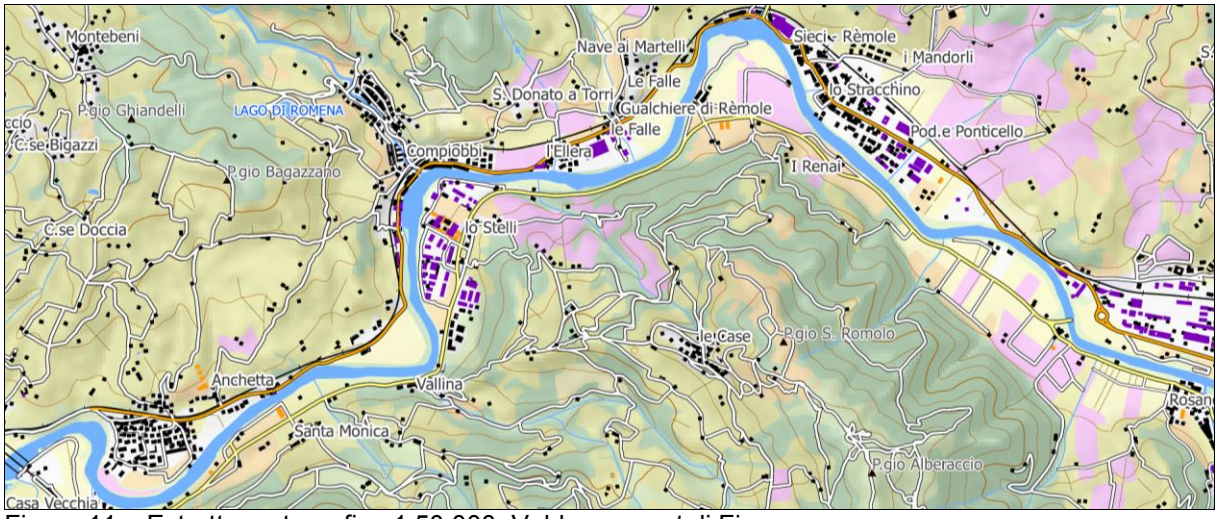


Figura 11 – Estratto cartografico 1:50.000: Valdarno a est di Firenze.

3. Conclusioni

Il risultato dei processi di generalizzazione dei vari strati informativi ha costituito la base per la costruzione di una carta regionale toscana in scala 1:50.000. La messa a punto delle scelte di simbolizzazione ha occupato un ruolo rilevante nella redazione della carta soprattutto per quanto riguarda il lumeggiamento, i cromatismi corrispondenti alle voci di copertura del suolo, i tratti corrispondenti alle gerarchie dei percorsi.
Il presente lavoro si è sviluppato dell'ambito di una convenzione tra Regione Toscana e CIST per l'attività di revisione della disciplina paesaggistica del Piano di Indirizzo Territoriale. La realizzazione della cartografia 1:50.000 a copertura regionale (71 fogli su taglio IGM) è stata completata in un anno (Gennaio 2012 – Dicembre 2012), salvo successivi perfezionamenti e correzioni. La quasi totalità delle operazioni è stata effettuata in ambiente ESRI ArcGis (ArcInfo 10.x), fatta eccezione del lavoro relativo al montaggio e alla vestizione cartografica effettuati con software Open Source (QGis). I risultati fanno emergere le grandi potenzialità di produzione cartografica delle tecnologie software correnti e, insieme, segnalano l'urgenza di un pieno accoglimento, presso le istituzioni che conservano banche dati spaziali, dei principi sanciti dalla direttiva INSPIRE: condivisione, interoperabilità e chiarezza di metainformazione.

Riferimenti

H. CARRAO, (et al.), MapGen – Automated Generalization for Thematic Cartography - National Centre for Geographic Information (CNIG), 2011.

S. CHILTON, Crowdsourcing is Radically Changing the Geodata Landscape: Case Study of Openstreetmap, Proceedings of the 24th International Cartographic Conference, Santiago de Chile, Chile, 2009.

ESRI, Automation of Map Generalization, The cutting-Edge Technology, ESRI White Paper Series, 1996

S. FRITZ, (et al.), Geo-Wiki.Org: The Use of Crowdsourcing to Improve Global Land Cover, Remote Sensing, 2009.

Y.L. LIU, (et al.), 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, 2010.

F. LUCCHESI, (et al.), La rappresentazione cartografica dei caratteri dei paesaggi toscani, Atti 16a

Conferenza Nazionale ASITA, Vicenza, 2012.

R. MCMASTER, S. SHEA, Generalization in Digital Cartography, Association of American Cartographers, 1992.

F. NARDINI, (et al.), Generalizzazione degli elementi della CTR Toscana e delle banche dati regionali per finalità paesaggistiche: una sperimentazione, Atti 16a Conferenza Nazionale ASITA, Vicenza, 2012.

R.S. REMPEL, (et al.), Patch Analyst and Patch Grid. Ontario Ministry of Natural Resources. Centre for Northern Forest Ecosystem Research, Thunder Bay, Ontario, 2012.

I. SCATARZI, (et al.), Generalizzazione dell'Uso del Suolo ai fini paesaggistici, Atti 16a Conferenza Nazionale ASITA, Vicenza, 2012.

F. THIEMANN, (et al.), A Scalable Approach for Generalization of Land Cover Data, Advancing Geoinformation Science for a Changing World, p. 399 - 420, Heidelberg, 2011.

Alluvione Sardegna: Dati RapidEye (elaborati da Iptsat srl)

AUTORI

Fabiano Campo - Iptsat srl - f.campo@iptsat.com
Stefano De Corso - Iptsat srl - s.decorso@iptsat.com

Parole chiave: alluvione; RapidEye; Sardegna

ABSTRACT

Il 18 novembre del 2013 la Sardegna è stata colpita da un'alluvione che ha interessato soprattutto le zone centrale e settentrionale dell'isola.

La Iptsat srl di Roma (Sales Partner di BlackBridge per la distribuzione dei dati satellitari RapidEye e facente parte dell'Esri Partner Network e del Business Network Esri Italia), per rispondere alle esigenze logistiche e di studio degli enti pubblici e delle realtà private interessate, ha messo a disposizione gratuitamente sia la consultazione (sulla pagina ArcGIS Online iptsat dedicata) delle mappe tematiche elaborate dai dati RapidEye pre (25 ottobre 2013) e post evento (25 novembre 2013) su parte della provincia di Oristano e del Medio Campidano, sia la possibilità di download degli stessi.

I dati sono sottoposti a licenza pubblica non commerciale che permette a tutti di usarli solo per scopi non commerciali. Tutto ciò è stato possibile anche grazie al sentito interessamento della BlackBridge, proprietaria della missione satellitare RapidEye. RapidEye è una costellazione di 5 satelliti che permettono l'acquisizione d'immagini alla risoluzione di 5 metri e in 5 bande multispettrali.

1. Introduzione: Telerilevamento

Il termine Telerilevamento (Remote Sensing), indica l'acquisizione a distanza di dati riguardanti il territorio e l'ambiente nonché l'insieme dei metodi e delle tecniche per la successiva elaborazione e interpretazione. Il principio del Telerilevamento si basa sulla capacità di differenziare il maggior numero possibile di elementi o oggetti sul territorio (suolo, vegetazione, acqua, urbanizzato ecc.) cercando di descrivere le caratteristiche spettrali di ciascuno di loro.
Le potenzialità e i risultati offerti dai satelliti per il telerilevamento sono notevoli se si considera la relativa facilità di ottenere informazioni di qualsiasi tipo (in particolar modo i parametri ambientali), in breve tempo, a distanza, con riprese ripetute nel tempo, con una grande copertura spaziale, con maggior oggettività e precisione e soprattutto una maggiore economicità complessiva rispetto ad altri metodi di rilevazione.
Le applicazioni dei dati satellitari in campo ambientale sono svariate ma tutte di grande importanza, come il monitoraggio e la gestione del territorio; la valutazione di impatto ambientale, la lotta all'abusivismo edilizio e al crimine ambientale; le previsioni e il controllo delle catastrofi grazie alla valutazione di rischi come incendi, alluvioni; il controllo di faglie e anomalie dei movimenti tettonici,

instabilità pendii; lo studio dell'idrologia e delle risorse idriche; l'aggiornamento della cartografia e della topografia; il monitoraggio di sostanze inquinanti; il monitoraggio dell'atmosfera e dei mari...

2. Costellazione RapidEye

Sono molti i satelliti che acquisiscono dati (GeoEye, Worldview, Pleiades, RapidEye, Spot, Landsat…) ognuno con una propria risoluzione, ampiezza di ripresa, numero e tipologie di bande spettrali.
Il sistema satellitare RapidEye, è una costellazione satellitare unica nel campo dell'osservazione della terra dallo spazio; è, infatti, costituita da cinque satelliti artificiali eliosincroni allineati sulla stessa orbita e perfettamente identici che permettono l'acquisizione di immagini alla risoluzione di 5 metri e in cinque bande multispettrali di aree molto vaste (fino a 5 milioni di km2 al giorno), con un tempo di rivisitazione molto breve (anche giornaliero).
Inoltre, RapidEye è stata la prima costellazione di satelliti commerciali a disporre della banda "red-edge" che, grazie alla sua capacità di individuare variazioni nel contenuto in clorofilla, è particolarmente indicata per la classificazione, l'analisi, il monitoraggio e lo stato di salute delle specie vegetali. Le immagini RapidEye, grazie anche al loro costo contenuto si prestano, quindi, ad essere utilizzate in particolar modo per lo studio della vegetazione, dell'agricoltura, delle foreste, dell'ambiente e in tutti i campi applicativi che richiedono monitoraggio aggiornato, rivisitazione frequente e informazioni in tempo quasi reale.

2.1 Caratteristiche tecniche RapidEye

5 metri di risoluzione a 12 bit (scala di riferimento 1:25.000)
5 bande spettrali: (Blue: 440–510nm; Green: 520–590nm; Red: 630–685nm; Red Edge: 690–730nm; NIR: 760–850nm)
Frequenza aggiornamento: giornaliero (off-nadir) / 5.5 giorni (at nadir)
Swath ampio 77 km che si estende con strisciate fino a 1500 km

2.2 L'utilizzo del dato RapidEye per la sicurezza e le emergenze

RapidEye è in grado di fornire potenti strumenti per aiutare le amministrazioni pubbliche e le aziende interessate alla gestione delle emergenze (e di conseguenza alla tutela della sicurezza nazionale), oltre che al controllo delle modifiche del paesaggio e degli interventi urbanistici.

Figura 1 - Alluvione in Germania. Immagini RapidEye del 10 e del 25 giugno 2013.

L'incredibile capacità di rivisitazione del satellite RapidEye permette a questa costellazione di acquisire e rendere disponibili in tempi rapidissimi immagini sulle modifiche ambientali e strutturali in zone d'interesse anche di grandi dimensioni e mostrare le condizioni di una determinata zona in seguito a un disastro naturale o ad un qualsiasi altro evento. I cinque satelliti inoltre forniscono un importante contributo all'individuazione ed al controllo di eventuali aree a rischio disastro o per supportare valutazioni d'impatto ambientale (come quello di una futura lottizzazione); ciò è finalizzato sia alla prevenzione e di conseguenza ad una migliore risposta alle emergenze derivanti dalle tempeste, dagli incendi, dalle alluvioni, dai terremoti e dalle frane, sia all'ottimizzazione delle attività di pianificazione del territorio.

2.3 Alcuni esempi relativi ad indagini post alluvione con utilizzo di dati RapidEye

http://www.blackbridge.com/rapideye/news/action/flood.htm
http://www.blackbridge.com/rapideye/news/action/mexicoflood.html
http://www.blackbridge.com/rapideye/news/action/germany2013.html
http://www.blackbridge.com/rapideye/news/action/sloveniaflood.html

3. Alluvione in Sardegna

Il 18 novembre del 2013 la Sardegna è stata colpita da un'alluvione che ha interessato soprattutto la zona centrale e settentrionale dell'isola.
La Iptsat srl di Roma (Partner di BlackBridge per la distribuzione dei dati satellitari RapidEye per l'Italia e facente parte dell'Esri Partner Network e del Business Network Esri Italia), per rispondere alle esigenze logistiche e di studio degli enti pubblici e delle realtà private interessate, ha messo a disposizione gratuitamente sia la consultazione (sulla pagina ArcGIS Online iptsat dedicata) delle mappe tematiche elaborate dai dati RapidEye pre (25 ottobre 2013) e post evento (25 novembre 2013) su parte della provincia di Oristano e del Medio Campidano, sia la possibilità di download degli stessi. I dati sono sottoposti a licenza pubblica non commerciale che permette a tutti di usarli solo per scopi non commerciali. Tutto ciò è stato possibile anche grazie al sentito interessamento della BlackBridge. proprietaria della missione satellitare RapidEye.

3.1 Procedura di elaborazione e pubblicazione del dato RapidEye

- Le immagini Rapideye sono state sottoposte a processo di ortorettifica e correzione atmosferica. I processi sono stati eseguiti al fine di rendere gli indici confrontabili in una sequenza temporale. Sia per l'ortorettifica che per la correzione atmosferica è stato utilizzato il software specializzato PCI Geomatica.
- Per l'ortorettifica è stata adottata una metodologia che prevede l'utilizzo di gcp e il modello orbitale di Toutin. La correzione atmosferica è stata eseguita con Modulo ATCOR-Ground-Reflectance. Il modulo lavora su parametri meteo generalizzati e su un target di zona climatica. La correzione prodotta restituisce un dato di riflettanza al suolo corretta degli effetti atmosferici.

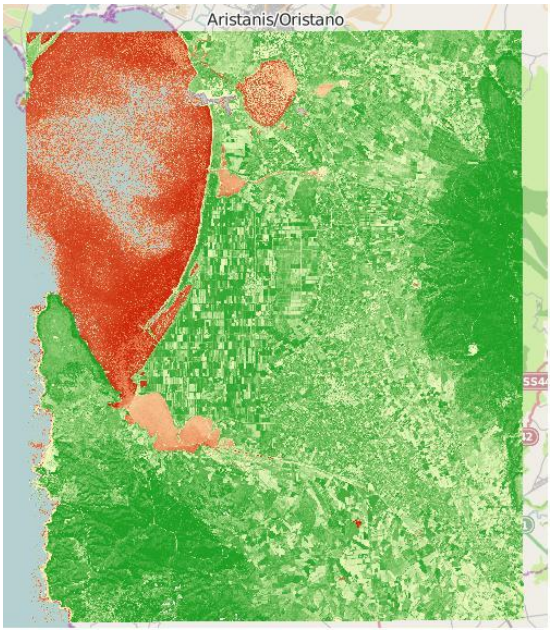


Figura 2 - Mappa Indice OSAVI elaborata da immagine RapidEye del 25 11 2013.

Per ogni set di dati sono stati utilizzati una serie di indici di vegetazione ormai noti alla comunità scientifica e ampiamente utilizzati in diversi ambiti.
I dati prodotti sono stati pubblicati attraverso i servizi cloud di esri che mettono a disposizione i servizi e le applicazioni necessarie alla consultazione dei dati.
In particoilare sono stati prodotti servizi e applicazione che mettono a confronto immagini in colore naturale, falso colore e indici di vegetazione pre e post evento.

3.2 Modalità di consultazione

La Iptsat srl ha reso possibile la consultazione delle mappe tematiche elaborate dai dati RapidEye pre (25 ottobre 2013) e post evento (25 novembre 2013) su parte della provincia di Oristano e del Medio Campidano sulla pagina ArcGIS Online iptsat dedicata:

http://iptsat.maps.arcgis.com/home/group.html?owner=iptsat2&title=Alluvione%20Sardegna%3A%20BlackBridge%20rilascia%20Immagini%20Satellitari%20RapidEye%20sulla%20provincia%20di%20Oristano%20e%20del%20Medio%20Campidano

Web Map e Web Mapping Application relative ad Immagini RapidEye del 25 10 2013 - 25 11 2013:

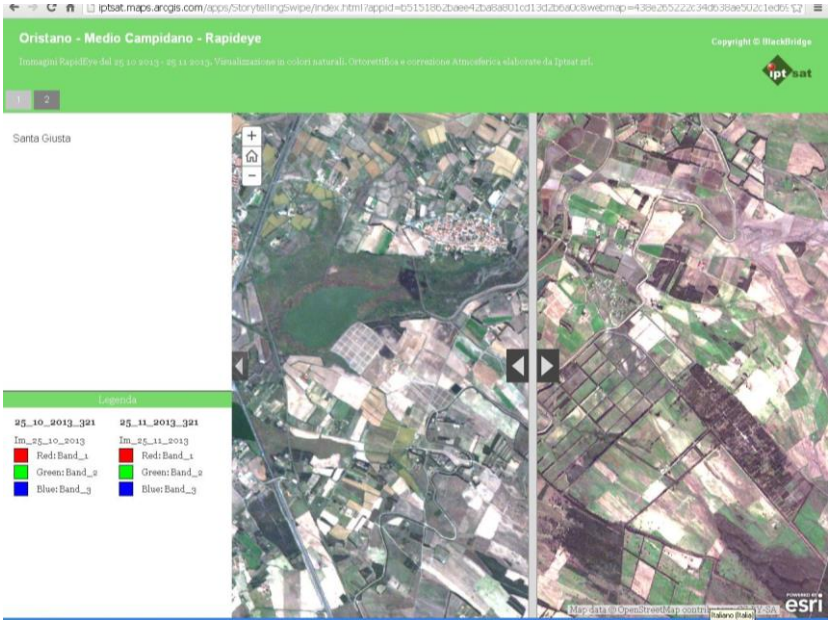


Figura 3 - Web Mapping Application relative ad Immagini RapidEye del 25 10 2013 - 25 11 2013.

Visualizzazione in colori naturali. Ortorettifica e correzione Atmosferica elaborate da Iptsat srl.
Visualizzazione in colori. Ortorettifica e correzione Atmosferica elaborate da Iptsat srl.
Mappe Indice di Vegetazione NDVI. Elaborazione Iptsat srl
La Mappa di indice NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) mostra le differenze nel vigore delle piante, combinando l'alto assorbimento della clorofilla nella banda spettrale del Rosso e l'elevata riflettanza fogliare vegetativa nell' Infrarosso Vicino.

Mappe Indice di Vegetazione NDVI Red-Edge. Elaborazione Iptsat srl
La mappa dell'indice NDVI Red Edge si basa sullo stesso principio dell' indice NDVI. La scelta del canale Red Edge al posto della banda spettrale del Rosso fornisce una minore saturazione dell' indice rispetto all' NDVI nelle regioni con una ricca copertura di vegetazione come foreste e boschi.

Mappe Indice di Vegetazione OSAVI. Elaborazione Iptsat srl
Con l'Indice di Vegetazione Ottimizzato Rettificato per il Suolo (OSAVI: Optimized Soil-Adjusted Vegetation Index), grazie alla combinazione con la linea dei suoli, si ha un miglioramento dei contributi di riflettanza dell'ambiente circostante e un miglioramento della sensibilità alle variazioni di contenuto di clorofilla fogliare. Si rivela un indice utile nello scenario agricolo operativo in quanto la sua determinazione non necessita di informazioni sulle proprietà ottiche del suolo e fornisce ottimi risultati per molti tipi di colture.

3.3 Modalità di download

La Iptsat srl ha reso possibile il download dei dati RapidEye pre (25 ottobre 2013) e post evento (25 novembre 2013) su parte della provincia di Oristano e del Medio Campidano ai seguenti link:

http://sdrv.ms/1d4XVYd

(Dato RapidEye del 25/11/2013, con ortorettifica e correzione atmosferica elaborati da iptsat srl)

http://sdrv.ms/1d4Y1z7

(Dato RapidEye del 25/10/2013, con ortorettifica e correzione atmosferica elaborati da iptsat srl)

3.4 Vincoli di accesso e uso

I dati sono sottoposti a licenza pubblica non commerciale che permette a tutti di usarli solo per scopi non commerciali. Tutto ciò è stato possibile anche grazie al sentito interessamento della BlackBridge (proprietaria della missione satellitare RapidEye).

Nel caso di pubblicazione del dato RapidEye fornito, chiediamo la cortesia di citare la iptsat srl come promotrice dell'iniziativa e seguire le regole di copyright della BackBridge, di seguito esposte:

Qualsiasi utilizzo di immagini Blackbridge in stampa cartacea o trasmissione deve includere i seguenti crediti accanto o sull'immagine:

"Source: BlackBridge" or "Satellite image by BlackBridge"

Ogni utilizzo delle immagini pubblicate sul World Wide Web deve contenere le seguenti parole: "Copyright © BlackBridge" or "BlackBridge" or "Satellite image courtesy of BlackBridge".

Ove possibile, la parola "Blackbridge" deve essere collegata al sito Web Blackbridge (www.BlackBridge.com)

4. Conclusioni

Iptsat e BlackBridge hanno messo a disposizione gratuitamente i dati satellitari Rapideye pre e post evento sull'unica zona della Sardegna dove il meteo ha permesso una rapida acquisizione del dato dopo l'alluvione.

La Iptsat, prima di distribuire il dato, si è occupata di elaborarlo con ortorettifica e correzione atmosferica al suolo, per permettere a tutte le realtà pubbliche e private interessate, di produrre più rapidamente possibile mappe tematiche e analisi finalizzate alla gestione dell'evento e della stima dei danni.

La Iptsat ha elaborato anche mappe di Indici di vegetazione (solitamente utilizzati con questo tipo di dato multispettrale), ma ha appositamente lasciato alle realtà scientifiche il compito di creare mappe ancora più specifiche sull'evento per non sovrapporsi e/o creare discussioni sui risultati ottenuti, dando però massima disponibilità, anche su questo aspetto, a qualsiasi Ente ne avesse fatto richiesta.

5. Iptsat srl

Iptsat è Sales Partner di BlackBridge per la distribuzione dei dati satellitari RapidEye.

Oltre alla distribuzione, iptsat si occupa dell'elaborazione dei dati Rapideye per i seguenti campi applicativi: Agricoltura, Vegetazione, Foreste, Pianificazione del Territorio, Emergenze, Sicurezza, Sistemi Informativi Geografici.

La iptsat è da anni impegnata a interagire con la comunità degli utenti GIS e del Telerilevamento fornendo alta professionalità su tutti gli aspetti legati all'utilizzo di tali tecnologie e proponendo soluzioni ad alto valore aggiunto a supporto dei propri clienti; da oltre 15 anni fa parte dell'Esri Partner Network e del Business Network Esri Italia.

Iptsat annovera tra i propri clienti alcune tra le più importanti Università, Pubbliche Amministrazioni, e realtà private italiane.

Iptsat s.r.l.
Via Sallustiana, 23 - 00187 Roma
Phone: +39 06 42041717
Fax: +39 06 42041703
E-mail: info@iptsat.com
Web : http://www.iptsat.com

Tecnologie GIS per l'analisi dell'accessibilità ferroviaria in emergenza

AUTORI

Fabio Borghetti - Politecnico di Milano - fabio.borghetti@polimi.it
Gabriele Malavasi - Sapienza Università di Roma - gabriele.malavasi@uniroma1.it

Parole chiave: accessibilità ferroviaria; gestione emergenze; sicurezza trasporti

ABSTRACT

Il lavoro di ricerca propone un modello per il calcolo dell'accessibilità delle tratte ferroviarie a cielo aperto in condizioni di emergenza.
L'obiettivo consiste nell'implementazione di uno Strumento innovativo di Supporto alle Decisioni utile sia per gestire le situazioni di emergenza sia per individuare archi della rete ferroviaria caratterizzati da limitata o nulla accessibilità al fine di identificare interventi di carattere infrastrutturale finalizzati al miglioramento dell'accessibilità stessa.
Il metodo analizza le caratteristiche territoriali e contestuali della linea identificando quei parametri che concorrono all'implementazione dell'Indice di Accessibilità.
Per valutare la validità e la consistenza del metodo, vengono riportati alcune applicazioni sulla linea storica Torino – Milano evidenziando il contributo che le tecnologie GIS potrebbero apportare all'efficacia ed alla sostenibilità del modello.

1. Presupposti e motivazioni

Negli ultimi anni la cronaca nazionale e internazionale ha confermato quanto gli incidenti in ambito ferroviario siano caratterizzati da un'evidente difficoltà nella gestione dell'emergenza. I principali eventi evidenziano come l'accessibilità al sistema ferroviario utilizzando veicoli di soccorso stradali non sia sempre garantita sull'intera linea per la presenza di condizioni territoriali che limitano o talvolta non permettono il passaggio di persone, di veicoli e di attrezzature.
Nella maggior parte dei casi, infatti, l'analisi tecnica dell'evento incidentale ha dimostrato come la risoluzione dello stesso sia stata complicata dalla difficoltà di poter sopraggiungere tempestivamente sul punto dell'incidente mettendo in sicurezza l'area ed evacuando le persone coinvolte.
In Figura **1** si riporta un'immagine contenete alcuni eventi rilevanti avvenuti in ambito nazionale e internazionale che hanno evidenziato l'importanza dell'accessibilità sul luogo dell'evento da parte delle squadre di soccorso.

Figura 1 – Incidenti ferroviari. Da sinistra: 2006 Italia; 2013 Belgio; 2013 Stati Uniti.

2. Ambiti di utilizzo e potenziali utenti

Gli ambiti di utilizzo riguardano una fase *pre-evento* e una *post-evento*: nella prima è possibile pianificare e programmare gli interventi; la seconda riguarda la gestione congiunta dell'emergenza in cui è richiesto l'arrivo delle squadre di soccorso nel minor tempo possibile. I potenziali utenti dello strumento sono, ad esempio, Gestori dell'Infrastruttura Ferroviaria, Servizi di Pronto Intervento, Protezione Civile e Prefetture.

3. Modello di accessibilità

Il modello di calcolo dell'accessibilità alla rete ferroviaria in seguito a eventi rilevanti prevede l'implementazione di due diversi Indici:

- Indice di Accessibilità Singolo - *IAS*;
- Indice di Accessibilità Combinato - *IAC*.

Il primo, IAS_i, consiste nel calcolo del valore di accessibilità di ciascun arco *i* della rete ferroviaria senza considerare le interazioni tra archi contigui. In particolare non si tiene conto del valore di accessibilità degli archi limitrofi. Può accadere, infatti, che un arco presenti un valore limitato o nullo di accessibilità ma sia interposto tra due archi a elevata accessibilità: in questo caso l'arco sarà caratterizzato da un valore di accessibilità (anche nullo) indipendentemente dal fatto che i due archi limitrofi siano accessibili e che permettano quindi di accedere anche all'arco in esame.
Nel secondo caso, invece, l'indice di accessibilità combinato - IAC_i considera le reciproche interazioni tra archi contigui. La formulazione analitica è quindi:

$$IAC_i = k * IAS_{i-1} + IAS_i + k * IAS_{i+1}$$

dove:
IAC_i = Indice di Accessibilità Combinato dell'arco *i – esimo*;
k = coefficiente di vicinanza/contiguità;
IAS_{i-1} = Indice di Accessibilità Singolo dell'arco immediatamente precedente;
IAS_i = Indice di Accessibilità Singolo dell'arco *i-esimo*;
IAS_{i+1} = Indice di Accessibilità Singolo dell'arco immediatamente successivo.

In questo modo all'interno del modello viene considerata la possibilità che un arco avente accessibilità limitata possa comunque essere raggiunto utilizzando gli archi limitrofi (contigui) con accessibilità maggiore valutata attraverso il coefficiente *k*.
Il territorio circostante la linea ferroviaria viene suddiviso in *buffer* di ampiezza variabile in funzione del livello di dettaglio e di precisione atteso e dell'onere computazionale: la dimensione degli archi e dei *buffer* definisce in modo univoco una *cella* che permette di discretizzare il territorio in elementi finiti.

3.1 L'individuazione dei parametri e l'aggregazione in indicatori

Le variabili elementari identificate prendono il nome di parametri del modello. Un singolo parametro non sempre fornisce un'informazione completa ed esaustiva: in alcuni casi, infatti, è necessario correlare tra loro più parametri in indicatori.
Ad esempio la presenza di un passaggio a livello - *PL* su un arco contribuisce ad aumentarne il valore di accessibilità permettendo l'accesso alla rete ferroviaria da parte delle squadre di soccorso. Tuttavia la presenza di un passaggio a livello non può essere considerata sufficiente per determinare l'accessibilità dell'arco stesso. È, infatti, necessario considerare anche se su un arco siano presenti più *PL* e in caso affermativo la loro interdistanza: come illustrato di seguito, l'aggregazione di questi due parametri, presenza e interdistanza tra *PL* costituisce un indicatore.
Nel presente lavoro i parametri individuati, riportati in Tabella **1**, corrispondono a 15 *informazioni* da inserire nel modello, le quali vengono successivamente aggregate in 9 indicatori.

Tabella 1 - Parametri e indicatori del modello di accessibilità.

Parametro		Indicatore		Descrizione	Elementi di accessibilità al sistema
1	numero di passaggi a livello	*1*	*IPL*	passaggio a livello	Elementi di ingresso al sistema
2	interdistanza passaggi a livello				
3	numero stazioni/fermate	*2*	*ISF*	stazione/fermata	
4	interdistanza stazioni/fermate				
5	estensione di strade carrabili parallele	3	*IEST*	rete stradale carrabile	
6	distanza dalla ferrovia della strada carrabile parallela				
7	superficie piazzale di emergenza	*4*	*IPI*	piazzale di emergenza	
8	distanza dalla ferrovia del piazzale di emergenza				
9	limiti di massa al transito dei veicoli	*5*	*ILI*	limiti di massa e sagoma	Elementi di chiusura al sistema
10	limiti di sagoma al transito dei veicoli				
11	estensione di barriere o cancellate di protezione valicabili	*6*	*IBV*	barriere o cancellate di protezione valicabili	
12	estensione di barriere o cancellate di protezione invalicabili	*7*	*IBI*	barriere o cancellate di protezione invalicabili	
13	classe di uso del suolo	*8*	*IUS*	uso del suolo	
14	estensione della classe di uso del suolo				
15	tempo di arrivo dei Vigili del Fuoco	*9*	*IARR*	tempo di arrivo dei Vigili del Fuoco	Tempo di intervento

In questa fase della ricerca si è ritenuto utile concentrare l'attenzione su alcuni degli indicatori considerati rappresentativi del problema per ognuno dei quali è stato implementato un sotto modello di calcolo. Più nello specifico il modello è stato implementato in funzione di:

- IPL_i - indicatore relativo alla presenza di un passaggio a livello;
- ISF_i - indicatore relativo la presenza di una stazione/fermata;
- $IEST_i$ - indicatore relativo alla presenza ed estensione di una rete stradale carrabile;
- IUS_i - indicatore relativo alla destinazione di uso del suolo;
- $IARR_i$ - indicatore relativo al tempo di arrivo dei Vigili del Fuoco.

L'indice di accessibilità singolo IAS_i dell'arco *i-esimo* consiste quindi nella definizione di un numero adimensionale; esso viene determinato come funzione linearmente dipendente degli indicatori sopra descritti utilizzando dei pesi di importanza relativa:

$$IAS_i = \alpha * IPL_i + \beta * ISF_i + \gamma * IEST_i + \delta * IUS_i + \varepsilon * IARR_i$$

4. Un caso applicativo: la linea Torino – Milano

Il modello proposto è stato applicato alla linea storica ferroviaria Torino – Milano al fine di verificarne la validità e l'affidabilità dei risultati. Come si evince in Figura **2**, l'indice di accessibilità è stato determinato considerando una lunghezza dell'arco ferroviario pari a 100 m e un'area di studio (buffer) pari a 150 metri a sinistra e destra della linea ferroviaria. Sono stati quindi definiti 6 buffer all'interno dell'area di studio aventi ampiezza variabile:

- Buffer 1: 10 m;
- Buffer 2: 20 m;
- Buffer 3: 30 m;
- Buffer 4: 30 m;
- Buffer 5: 30 m;
- Buffer 6: 30 m.

In questo modo è stato possibile garantire un maggiore livello di dettaglio in prossimità della ferrovia compatibilmente con l'onere computazione atteso.
I principali dati utilizzati per le elaborazioni in *ARCGIS* sono:

- Ortofoto Regione Lombardia;
- Dusaf 2;
- Grafo rete ferroviaria;
- Grafo della rete stradale;
- Localizzazione dei passaggi a livello;
- Localizzazione delle stazioni/fermate ferroviarie;
- Localizzazione dei comandi e distaccamenti dei Vigili del Fuoco.

Le elaborazioni hanno previsto l'utilizzo di alcune funzioni di analisi tra cui, ad esempio, *Extract (es. Split, Select, Clip), Overlay (es. Intersect, Spatial Join), Proximity (es. Buffer)* e *Network Analyst*. Il *Model Builder* ha permesso l'automazione di alcune funzioni riducendo quindi i tempi di calcolo.

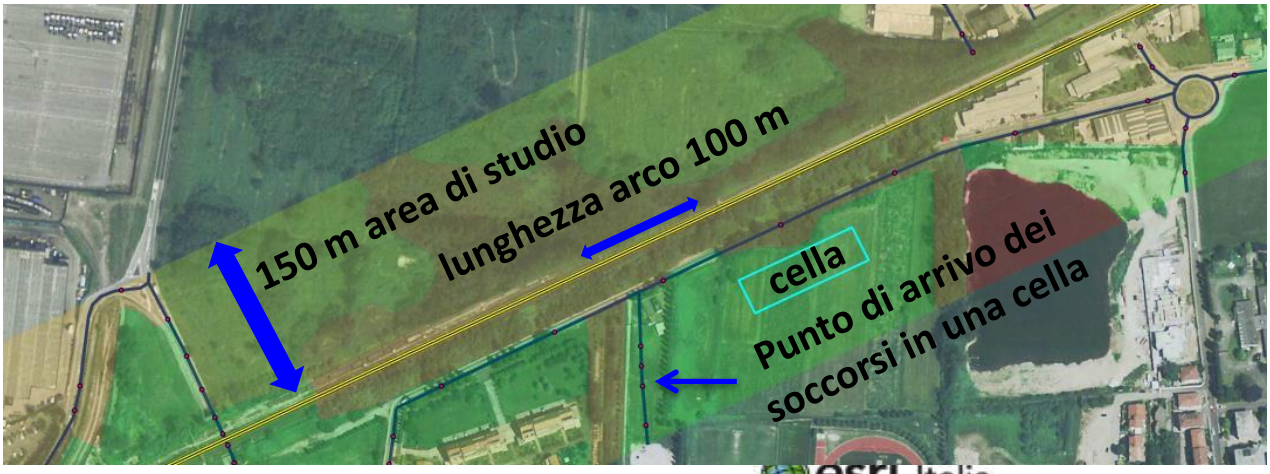


Figura 2 – Discretizzazione del territorio in celle: dimensioni dell'area di studio, lunghezza degli archi ferroviari. Rappresentazione della rete stradale e degli usi del suolo.

5. Rappresentazione dei risultati

In Figura **3** viene illustrata, ad esempio, una situazione contraddistinta da elevati valori di accessibilità: gli archi 82, 83, 88, 94 e 95 sono colorati in verde.
Se si considera l'indicatore *IAS,* si può verificare che i 5 archi ferroviari sono *attraversati* da una strada carrabile (colore blu) e le classi di uso del suolo associate a reti ferroviarie e spazi accessori, tessuto residenziale discontinuo, impianti sportivi e seminativi semplici, garantiscono valori elevati di accessibilità.
Sugli archi 94 e 95 sono inoltre presenti rispettivamente un passaggio a livello e una stazione che contribuiscono in modo significativo a determinare i valori di *IAS* e *IAC*.

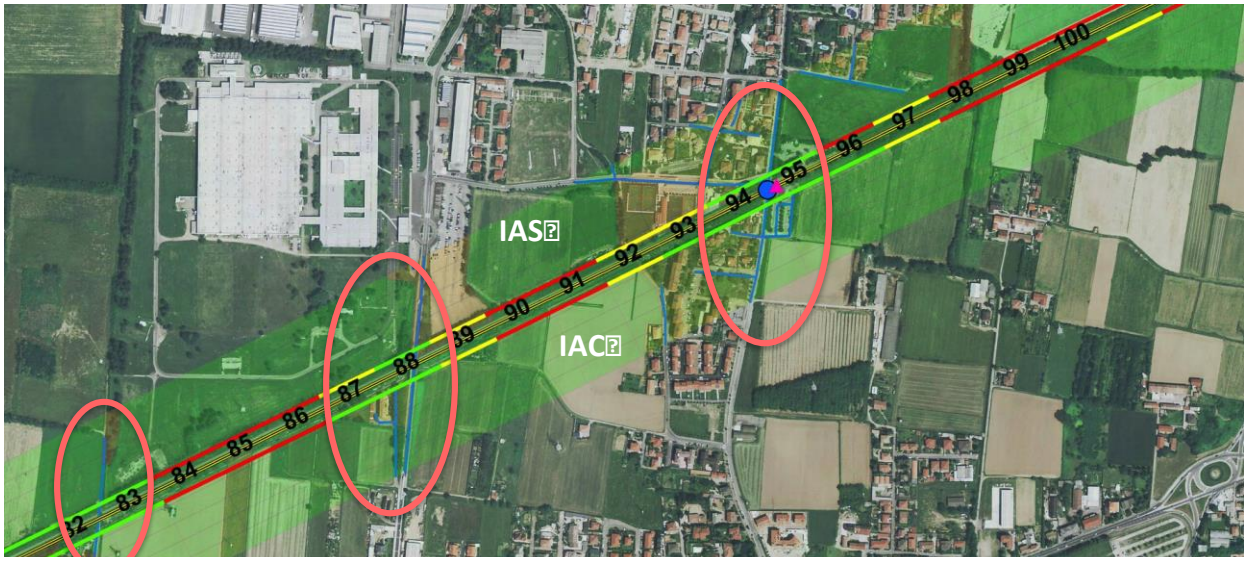


Figura 3 – Rappresentazione cromatica degli indici *IAS* e *IAC*.

6. Conclusioni

L'applicazione del modello al caso studio ha confermato un buon livello di corrispondenza con la realtà. Tra le principali specificità del modello implementato, c'è la possibilità di rappresentare in tutto o in parte gli indicatori che costituiscono l'indice di accessibilità. In questo modo è possibile elaborare delle mappe tematiche relative a un solo indicatore o a più indicatori aggregati in funzione delle specifiche esigenze e necessità dell'utente. Infine, le caratteristiche di flessibilità e modularità consentendo l'utilizzo del metodo in qualsiasi contesto permettendo all'analista, qualora se ne verificasse la necessità, di variare coefficienti e pesi in funzione del livello di dettaglio atteso.

Bibliografia

A. Olivieri, "Mappatura dinamica accessi della sede ferroviaria", Master IISF 2012/2013, Direzione Territoriale Produzione Firenze di Rete Ferroviaria Italiana, 2013

R. Maja, G. Marchionni, G. Rainoldi, M. Bruglieri, Safety in hazardous material road transportation: state of the art and emerging problems, NATO Science for Peace and Security Series E: Human and Societal Dynamics, 2008.

R. Bubbico, S. Di Cave, B. Mazzarotta, "Risk analysis for road and rail transport of hazardous materials: a GIS approach", J. Loss Prev, Proc. Ind.

B.Y. Kara, E. Erkut, V. Verter, “Accurate calculation of hazardous materials transport risks”, Operations Research Letters 31.

E. Erkut, V. Verter, “Incorporating insurance costs in hazardous materials routing models”, Transportation Science, 31(3) 227-236, 1997.

Autori

Fabio Borghetti - Assegnista di ricerca presso il Politecnico di Milano e dottorando presso La Sapienza – Università di Roma.
Gabriele Malavasi - Professore ordinario presso La Sapienza - Università di Roma.

Gestione di dati tramite dispositivi mobili per la pianificazione di emergenza

AUTORI

Mattia De Amicis - Università Milano Bicocca - mattia.deamicis@unimib.it
Stefano Roverato - Università Milano Bicocca - stefano.roverato@unimib.it
Fabio Olivotti - Università Milano Bicocca - fabio.olivotti@unimib.it
Alice Mayer - Università Milano Bicocca - alice.mayer@unimib.it

Parole chiave: protezione civile; pianificazione di emergenza; collector

ABSTRACT

Nell'ambito della redazione dei Piani Comunali di Protezione Civile una delle fasi più importanti è costituita dalla raccolta di dati riguardanti le strutture e le infrastrutture sul territorio. Oltre alla loro posizione occorre acquisirne le informazioni riguardanti le caratteristiche e le funzionalità utili agli scopi di Protezione Civile. A questo proposito la Regione Lombardia, attraverso un allegato tecnico, ha previsto uno standard di raccolta e archiviazione dei dati. Con questo lavoro è stato predisposto un sistema di raccolta di informazioni direttamente sul campo; tale sistema è costituito da un Geodatabase Enterprise installato sul server, da una mappa su Arcgis Online che comunica direttamente con il Geodatabase, e dall'applicazione ESRI Collector che è supportata dai principali dispositivi mobili e dotati di GPS. L'instaurazione di un collegamento diretto tra operatore sul campo e server consente di raccogliere dati geospaziali in tempo reale archiviandoli direttamente nel geodatabase. In fase di registrazione del Piano sarà possibile caricare i dati sul portale regionale, secondo lo standard proposto da Regione Lombardia, denominato PEWEB, assolvendo agli obblighi dettati dalla direttiva. L'utilizzo di questo sistema permetterà di rendere la fase di raccolta dati territoriali più rapida ed efficace, riducendo i tempi di compilazione dei Piani di Protezione Civile.

1. Introduzione

Il nostro Paese, a causa delle particolari caratteristiche geologiche, geomorfologiche e climatiche, è estremamente fragile dal punto di vista dell'accadimento di fenomeni calamitosi, sia naturali che antropici. Un'accurata conoscenza dell'incidenza di questi fenomeni rappresenta la premessa indispensabile per ridurre il rischio e minimizzare i danni che la popolazione e l'ambiente possono subire. I Piani Comunali di Protezione Civile sono uno degli strumenti più importanti nell'ambito della previsione e prevenzione, e costituiscono la base per la pianificazione di tutti gli interventi e delle opere necessarie per fronteggiare le emergenze. Uno degli aspetti cruciali nella compilazione dei Piani è la fase di raccolta dei dati territoriali. Il *Manuale Operativo* redatto dal Dipartimento Nazionale di Protezione Civile presenta infatti un elenco di elementi che devono essere obbligatoriamente censiti, riportando accuratamente non solo la posizione geografica, ma raccogliendo anche tutta una serie di informazioni riguardanti le caratteristiche e le funzionalità utili agli scopi di Protezione Civile. La raccolta dei dati territoriali è quindi molto importante, in quanto costituisce la fase conoscitiva del territorio, sulla quale vengono costruiti i programmi e gli interventi per una corretta e funzionale pianificazione dell'emergenza. A fronte di ciò, il

presente lavoro ha voluto proporre una metodologia per utilizzare gli strumenti forniti dalle nuove tecnologie informatiche, per rendere il lavoro sul campo più semplice ed efficace, riducendo così i tempi di compilazione ed entrata in vigore dei Piani di Emergenza.

2. Il Piano di Emergenza

Definito come "*l'insieme delle procedure operative di intervento per fronteggiare una qualsiasi calamità attesa in un determinato territorio*" dal *Metodo Augustus*, il Piano di Emergenza ha come suo punto cardine la definizione degli scenari di evento e l'elaborazione di una banca dati di supporto alla gestione delle emergenze. Il primo passo per poter elaborare gli scenari è costituito dalla raccolta e analisi dei dati territoriali e dalla loro rappresentazione in cartografia a diverse scale di dettaglio, cosi da consentire non solo una visione di insieme del territorio ma anche uno sguardo particolareggiato sul possibile impatto di uno o più eventi calamitosi sugli elementi vulnerabili. Il *Manuale Operativo* contiene un elenco di elementi che i Comuni devono obbligatoriamente individuare e cartografare, e in alcuni casi prevede diverse tipologie di simboleggiatura, come ad esempio l'utilizzo del colore rosso per le strutture vulnerabili e verde per quelle strategiche. Inoltre, il *Manuale* impone il riconoscimento, all'interno del territorio comunale, di tre tipi di aree di emergenza:

- aree di ammassamento dei soccorritori
- aree di attesa della popolazione
- aree di accoglienza della popolazione

I rischi che devono essere presi in considerazione sono i seguenti:

- rischio idrogeologico e idraulico
- rischio sismico
- rischio vulcanico
- rischio industriale
- rischio incendio boschivo

Per ogni tipologia di rischio devono essere individuati gli scenari di evento, ossia le possibili aree di impatto sugli elementi vulnerabili con una scala di dettaglio almeno di 1:10.000. In un Piano di Emergenza è inoltre opportuno considerare, per ogni scenario identificato, la presenza di risorse umane, materiali e mezzi. Un Piano deve essere sufficientemente flessibile per essere utilizzato in tutte le situazioni di emergenza, sia previste che impreviste, ed inoltre deve essere in continuo aggiornamento, per tener conto dell'evoluzione nell'assetto territoriale. A fronte di ciò, un ruolo estremamente importante nella pianificazione di emergenza è ricoperto dalle carte tematiche, che permettono una conoscenza del territorio rapida ed intuitiva. Negli ultimi anni, a fianco delle tradizionali mappe cartacee, si è assistito, anche da un punto di vista normativo, all'affermazione degli strumenti di cartografia digitale (GIS). È bene tuttavia precisare che attualmente il loro uso non è obbligatorio, ma a discrezione dei singoli Comuni.

3. Le linee guida della Regione Lombardia

La Regione Lombardia, attraverso la **DGR 16 maggio 2007, n.8/4732** "*Direttiva Regionale per la pianificazione di emergenza degli enti locali*", ha adottato una specifica normativa che disciplina come redigere i Piani di Emergenza, consigliando ai Comuni l'utilizzo di strumenti GIS per la loro redazione. La Regione ha inoltre adottato un sistema centralizzato per la rappresentazione e la raccolta di tutti i dati riguardanti la parte cartografica dei Piani con l'obiettivo di realizzare una banca dati territoriale regionale per condividere i dati mappati dai singoli Comuni. L'Ente ha quindi predisposto uno standard riguardante sia i dati geografici sia i relativi metadati, in maniera da renderli omogenei e confrontabili su tutto il territorio regionale. I dati territoriali da mappare, richiesti in formato *shapefile*, sono stati suddivisi in cinque categorie:

1) Area a rischio
2) Struttura strategica
3) Superficie strategica
4) Punto di accessibilità
5) Infrastruttura viabilistica

Ogni categoria è composta da diverse tipologie di elementi costituiti da una parte geometrica e una attributiva, e identificate da specifici codici di riconoscimento (Tabella1). Per quanto riguarda le geometrie adottate, unicamente le Aree a rischio sono di tipo poligonale mentre le restanti sono di tipo puntuale. Non è stato previsto l'utilizzo di una geometria lineare, di conseguenza non vi è l'obbligo di mappare le reti infrastrutturali e tecnologiche presenti sul territorio. Tutti questi dati, una volta acquisiti, andranno caricati direttamente sul portale della Regione (PEWEB).

Tabella 1 - Esempio di come è strutturata la categoria Area a rischio che rappresenta gli scenari di evento che devono essere caricati.

Tipo rischio		**Tipo evento calamitoso**	
Codice	*Descrizione*	*Codice*	*Descrizione*
0	Altro	*-1*	*Valore da assegnare come default*
1	Rischio idrogeologico	0	Altro
		1	Frana superficiale
		2	Frana di crollo
		3	Caduta massi
		4	Colata di detrito
		5	Erosione spondale sul reticolo idrografico
		6	Esondazione corsi d'acqua minori
		7	Esondazione fiumi maggiori (fasce PAI)
		8	Esondazione laghi
		9	Valanga
2	Rischio sismico	0	Altro
		1	Sisma
3	Rischio incendio boschivo	0	Altro
		1	Incendio boschivo con coinvolgimento di sole aree boscate
		2	Incendio boschivo con coinvolgimento di aree urbanizzate
		3	Incendio boschivo con coinvolgimento di infrastrutture
4	Rischio industriale	0	Altro
		1	Incendio impianto produttivo
		2	Scoppio – esplosione impianto produttivo
		3	Emissione gassosa in atmosfera
		4	Dispersione di liquidi tossici o nocivi
		5	Emissione di sostanze radioattive, tossiche o nocive
		6	Incidente a mezzo di trasporto di sostanze pericolose
5	Rischio ambientale	0	Altro
		1	Tromba d'aria
		2	Grandinata
		3	Carenza idrica

La struttura di archiviazione dei dati poligonali relativi alle Aree a rischio è mostrata in Tabella 1 ed è simile anche per le altre categorie di elementi da mappare. La categoria *struttura strategica* identifica gli edifici, mentre con *superficie strategica* si intende una superficie in area aperta che può essere utilizzata come base logistica per i soccorritori, o che può ospitare un buon numero di persone. Il *punto di accessibilità* individua invece una struttura dedicata alla movimentazione di mezzi, materiali e persone, come stazioni e aeroporti. In ultimo, con *infrastruttura viabilistica,* vengono indicate le infrastrutture a supporto della viabilità di interesse, come ad esempio ponti, viadotti e cavalcavia.

4. L'architettura del geodatabase e la pubblicazione del servizio di mappa

Con il presente lavoro si è voluto proporre uno schema di lavoro che consenta la raccolta direttamente sul campo. Mediante comuni dispositivi mobili è possibile mappare tutti gli elementi necessari per la redazione dei Piani di Emergenza, predisponendoli direttamente per il loro caricamento sul portale

regionale, così come richiesto dalla Regione Lombardia. Lo schema concettuale del funzionamento dell'intero sistema è basato sui seguenti punti:

1) un geodatabase installato su un server organizza la struttura dei dati secondo le specifiche richieste, e ne consente la scrittura e la lettura da remoto;

2) tramite Arcgis Server viene attivato e reso pubblico un servizio di *Feature Access*;

3) il servizio viene richiamato su Arcgis Online con una mappa dedicata, che viene condivisa con tutti gli utenti abilitati;

4) la mappa viene aperta con ESRI Collector, con il quale è possibile aggiungere nuovi elementi vettoriali dai dispositivi mobili.

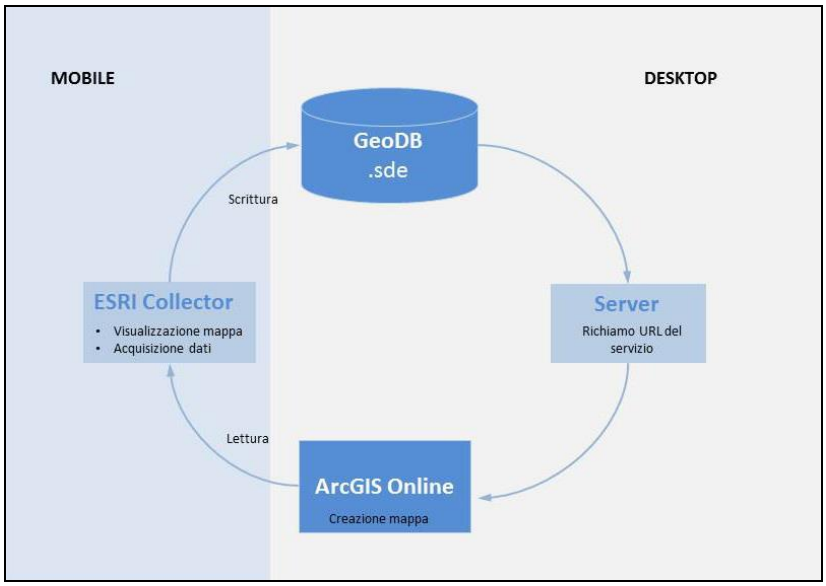


Figura 1 - Schema del funzionamento del sistema di raccolta dati.

In questo modo viene instaurata una connessione in tempo reale tra l'utente e il geodatabase, che consente di archiviare velocemente e facilmente i dati territoriali. La base di partenza per il funzionamento dell'intero sistema è quindi il geodatabase.

Sul server Mapserver del Laboratorio di Geomatica del Dipartimento di Scienze Ambiente e Territorio e Scienze della Terra, è stato creato, con un tool di ArcMap e Microsoft SQL Server 2012, un geodatabase di tipo Enterprise. Successivamente sono state predisposte le 5 feature classes che rispecchiano i diversi shapefile richiesti dalla Regione, denominate allo stesso modo e con la stessa geometria. Ad ogni *feature class* sono stati infine assegnati i campi descrittivi previsti. Il tipo di campo da usare è stato scelto in funzione dei dati che vi verranno inseriti: "short integer" per i numeri interi, "float" per numeri interi o decimali e "text" per le stringhe alfanumeriche e per i campi di tipo vero-falso. Ad ogni *feature class* sono state assegnate le coordinate di default nel sistema di riferimento Gauss-Boaga, che è quello ufficialmente in uso in Lombardia. Per alcuni campi è stato necessario predisporre un dominio, per restringere la possibilità di scelta dell'utente in fase di popolamento, costringendolo all'interno delle possibilità previste dallo standard regionale. Questa scelta verrà visualizzata sotto forma di menù a tendina, dal quale si dovrà scegliere la voce corretta per popolare il campo desiderato.
L'intero geodatabase è stato aperto in un progetto di Arcmap (.mxd), per permetterne la condivisione e la pubblicazione come Servizio Web su Arcgis Server (attraverso il comando *share as*). Sono stati

personalizzati il layout e la simbologia dei layer, con le caratteristiche che verranno poi visualizzate dall'utente finale attraverso i dispositivi mobili. In fase di pubblicazione è stato necessario attivare il servizio *Feature Access*, che consente di leggere, interrogare e modificare i dati direttamente sul geodatabase anche da una postazione remota.

5. Creazione di una mappa su Arcgis Online e utilizzo nel Collector.

La mappa online creata sul portale Arcgis Online riveste un ruolo molto importante, poichè permette di mettere in comunicazione server e Collector, e quindi geodatabase e dispositivi mobili. Per inserire il collegamento al servizio appena creato è stato sufficiente inserire il relativo URL, preventivamente individuato e copiato dal portale del server manager. Una volta salvata, è poi possibile condividere la mappa con tutti gli utenti abilitati, ad esempio con gli operatori incaricati di compilare il Piano Comunale di Emergenza.

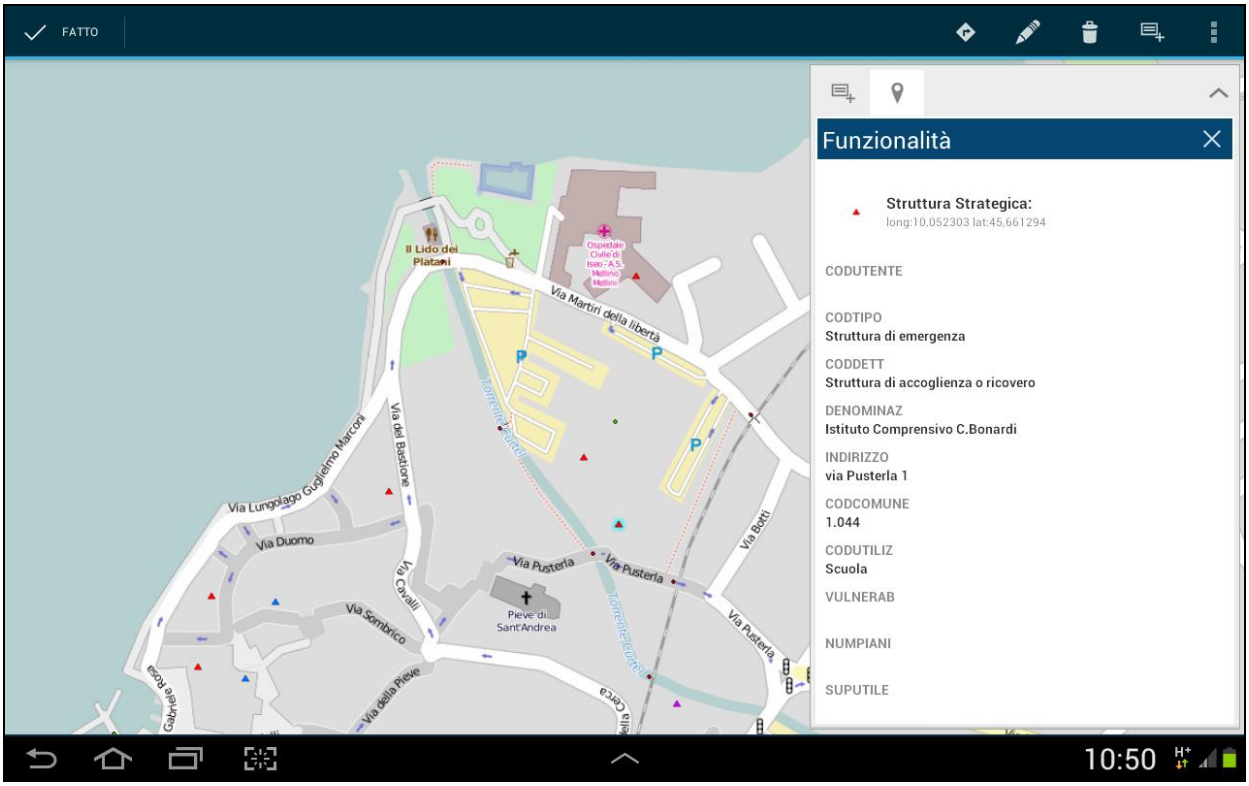


Figura 2 - Esempio di interrogazione di dati spaziali tramite Collector. Comune di Iseo.

Ogni punto aggiunto tramite il Collector viene registrato automaticamente e in tempo reale all'interno del geodatabase, nella *feature class* scelta. Oltre alla creazione di nuove feature è inoltre possibile modificare o eliminare quelle esistenti, così come si farebbe da Arcgis Desktop. Questo sistema offre la possibilità di far lavorare contemporaneamente più utenti sullo stesso geodatabase: questa caratteristica è molto importante soprattutto in quei Comuni soggetti a problematicità multiple, perché consente di suddividere il lavoro e diminuire ulteriormente i tempi. È importante sottolineare che l'inserimento dei dati tramite Collector soddisfa già lo standard imposto dalla Regione, e perciò non saranno necessarie in un secondo tempo ulteriori modifiche per adeguarli alla normativa.

6. Registrazione sul Portale Regionale

Al termine della fase di acquisizione di tutti i dati territoriali, il geodatabase risulterà popolato con tutta una serie di voci inerenti le strutture e le infrastrutture utili per la Protezione Civile presenti sul territorio comunale. Oltre al Piano testuale, la Regione Lombardia richiede che vengano caricati tutti i dati spaziali

in un applicativo online dedicato, denominato *Peweb*, in modo da disporre di una visione di sintesi e di insieme di tutti i Piani di Emergenza per tutti i Comuni della Regione. Su *Peweb* la componente geometrica del dato deve essere caricata in formato *shapefile*, mentre per la parte descrittiva è richiesto un file *.xml*. Per ogni tipologia di dato (*Area a rischio, Punto di accessibilità, Infrastruttura viabilistica, Struttura strategica, Superficie strategica*) deve quindi corrispondere un file *.xml*, che abbia lo stesso nome e che riporti tutti gli attributi del dato. Le due parti verranno poi messe insieme in un secondo tempo dal sistema, grazie ad un campo ID comune che le identifica inequivocabilmente.
Lavorando con un Geodatabase Enterprise questi passaggi sono molto facilitati, dal momento che i dati sono già suddivisi nelle classi richieste, ed occorre solamente esportarli in formato *shapefile*. Per preparare il file con i metadati ci si appoggia invece ad un template fornito dalla Regione, che contiene lo schema corretto del *.xml* che andrà in seguito caricato.

7. Conclusioni

Questo lavoro ha voluto mostrare come sia possibile sfruttare le potenzialità fornite dai moderni sistemi informativi territoriali per la raccolta di dati sul campo a supporto della Protezione Civile. Tutto questo è reso possibile dall'utilizzo di strumenti versatili come i Geodatabase Enterprise, in grado di archiviare grandi quantità di informazioni e di comunicare con utenti in remoto, unito al recente sviluppo della piattaforma Arcgis Online, che consente agli utenti registrati di pubblicare e condividere le proprie mappe. Una volta predisposta la struttura di base e creata la mappa è poi sufficiente condividerla con l'operatore finale, che non è obbligato a conoscere fino in fondo il funzionamento dell'intero sistema. L'utilizzo del Collector è infatti semplice e intuitivo, basato su form e menù a scelta multipla. In questo modo la fase di raccolta dati diventa non solo semplice ma anche veloce, e consentirà in futuro di snellire il lavoro di predisposizione dei Piani di Emergenza, che sono per loro natura molto complessi e articolati.

Riferimenti

Frigerio, I., Roverato, S. and De Amicis, M. (2013). *Proposal for a geospatial database to support emergency management.*

"Manuale operativo per la predisposizione di un Piano comunale o intercomunale di Protezione Civile" - Dipartimento di Protezione Civile - Ottobre 2007.

"Metodo Augustus" - Dipartimento di Protezione Civile.

"PETer, gestione Protezione Civile e emergenze" - Globogis - 2011.

"Mosaico Piani di emergenza" - Lombardia Informatica.

Idroview-SITL - Sistema Informativo Geografico del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara

AUTORE

Dott. Ing. Alessandro Bondesan - Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara, Capo Settore Sistema Informativo Geografico - alessandro.bondesan@bonificaferrara.it

Parole chiave: cartografia numerica; cartografia storica; GIS; Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara; laser scanner; sitl; Idroview; Sitidro; Moka; CMS

ABSTRACT

Il Consorzio di Bonifica, nel quadro degli enti che si occupano della gestione territoriale, esercita funzioni di interesse pubblico per quanto riguarda lo scolo delle acque interne, l'irrigazione e la difesa del suolo; concorre inoltre alla tutela e valorizzazione dei beni naturali. E' un ente pubblico a carattere associativo che si amministra per mezzo di propri organi, i cui componenti sono scelti dai consorziati.
In seguito all'attuazione della legge regionale n. 5 del 2009 il territorio ferrarese è in gran parte coincidente con il comprensorio del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara, di 256.733 ha, con circa il 5% di zone umide salmastre (12.572 ha) e soltanto il 3% di superficie urbanizzata (circa 7.400 ha). E' oggi il Consorzio di Bonifica più grande d'Italia, sia per consistenza di contribuenza sia per entità delle opere idrauliche. Ha una rete di oltre 4000 chilometri di canali e gestisce 170 impianti idrovori, per una potenza installata complessiva pari a 43.860 Kw.

1. Il Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara - L'aggiornamento tecnico del Sistema Informativo Geografico

Il sistema IdroView è stato progettato e realizzato nel 1999 in stretta collaborazione con i tecnici del Consorzio Generale di Bonifica nella Provincia di Ferrara confluito nel 2009 nel Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara.
Il sistema consente di gestire, ovvero inserire, visualizzare ed aggiornare, tutte le principali informazioni necessarie ai tecnici dei Consorzi (es. canali, opere, concessioni, ecc.).
Una delle principali caratteristiche del sistema è che le informazioni sono sempre gestite in modo territoriale, ovvero posizionandole sulla cartografia e trattandone in modo integrato la componente geografica e quella informativa.
Nel corso degli anni l'utilizzo del sistema si è esteso, oltre che a numerosi tecnici delle diverse sedi del Consorzio, anche a tecnici di altri enti territoriali.
Mentre si può affermare che dopo quindici anni dalla sua attivazione il sistema conserva tutta la sua validità dal punto di vista informativo e che a ciò si deve principalmente la sua diffusione ed il suo crescente utilizzo, dal punto di vista tecnologico l'architettura client-server (con accesso da parte degli utente remoti attraverso la VPN) è ormai in buona parte obsoleta.
Di conseguenza nel 2013 si è realizzato un upgrade tecnologico del sistema basandolo su tecnologia web GIS e sull'utilizzo del Content Management System (CMS) Moka, il sistema scelto dalla Regione Emilia-Romagna per le soluzioni a riuso, che consente di ottenere a basso costo molteplici vantaggi, tra i

quali sottolineiamo la standardizzazione, la gestione degli utenti e la possibilità di estendere in modo autonomo le funzionalità del sistema. L'upgrade è stato realizzato in collaborazione fra il Consorzio di Bonifica e la ditta Semenda srl di Modena.

2. Le attività del Settore Sistema informativo Geografico

Nel quadro del Consorzio il Settore Sistema Informativo Geografico ha le seguenti funzioni:
1 - creazione e aggiornamento di un GIS (Geographic Information System) chiamato SITL (Sistema Informativo Territoriale Locale), per la diffusione e la condivisione di dati
2 - lavori di ingegneria del territorio
3 - produzione di cartografie e dati geografici
4 – rilevamenti topografici di precisione.
Attualmente sono autorizzati alla connessione al SITL tramite convenzione i seguenti enti:
- l'Autorità di Bacino del Po (AIPO)
- l'Istituto Beni Artistici, Culturali e Naturali (IBC) della Regione Emilia Romagna
- il Servizio Geologico Sismico e dei suoli (SGSS) della Regione Emilia Romagna
- il Servizio Tecnico di Bacino (STB) del Po di Volano, Regione Emilia Romagna
- il Settore Ambiente e Agricoltura della Provincia di Ferrara
- il Settore Pianificazione della Provincia di Ferrara
- il Museo Civico di Storia Naturale, Comune di Ferrara
- il Dipartimento di Fisica e Scienze della Terra dell'Università di Ferrara
- il Dipartimento di Architettura dell'Università di Venezia (Cà Foscari)

Nel campo dell'ingegneria del territorio vengono compiute ricerche storiche, approfondimenti scientifici, analisi territoriale, statistiche, piani territoriali; in particolare i lavori svolti negli ultimi anni sono:
- studi storici sull'evoluzione del territorio (ricerca della presumibile proprietà patrimoniale di ciascun ponte sulla base della preesistenza di strada o canale), studi storici sulle bonifiche, raccolta di pubblicazioni, dati cartografici, immagini fotografiche al suolo e aeree;
- concorso alla definizione del nuovo "Piano di Classifica" per l'intera regione (in accordo con l'Unione Regionale Bonifiche dell'Emilia Romagna - URBER), al fine di stabilire gli oneri di contribuzione dei consorziati
- Piano di Tutela delle Acque (in collaborazione con la Provincia di Ferrara e con la Regione E.R.);
- Tavolo Interistituzionale del Bacino Burana-Volano (che raccoglie enti vari anche al di fuori dal territorio ferrarese);
- collaborazione alla stesura dei Programmi Provinciali di Previsione e Prevenzione (Protezione Civile)
- collaborazione alla stesura del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP);
- digitalizzazione della cartografia catastale in collaborazione con Agenzia del Territorio;
- aggiornamento della Carta Tecnica Regionale (CTR) in collaborazione con Regione Emilia Romagna;
- studi di algoritmi di conversione di coordinate in collaborazione con Regione Emilia Romagna e Agenzia del Territorio
- studi degli effetti degli eventi sismici del maggio 2012 sul territorio di Ferrara, in collaborazione con Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia e Università di Ferrara (Dipartimento Ingegneria, Dipartimento Fisica e Scienze della Terra);
- uno dei più importanti lavori compiuti nel campo della cartografia storica è stata la georeferenziazione e informatizzazione del "Catasto Carafa" (se ne riporta in Figura 4 la carta di insieme). Il lavoro è inserito nel contesto della ricerca della datazione dei ponti per identificarne la presunta proprietà.

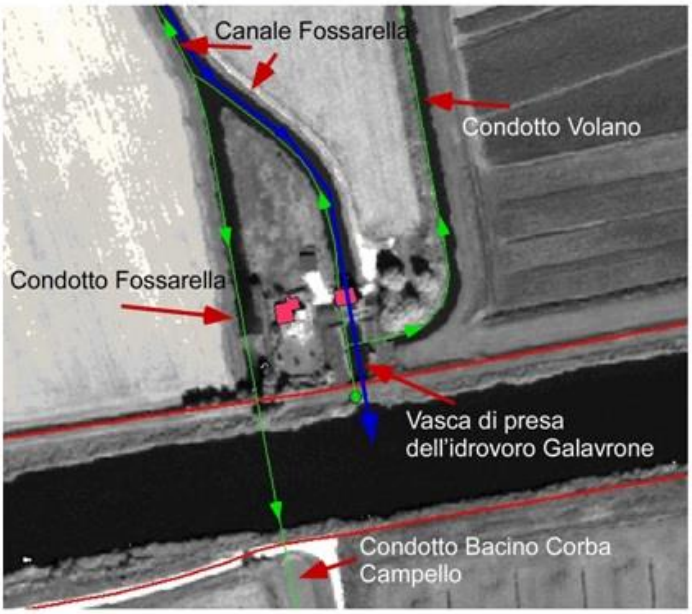
3. Il Sistema informativo Territoriale Locale (SITL)

Il Sistema Informativo Territoriale Locale (SITL) è uno strumento che si cura della gestione dell'informazione cartografica con l'ausilio dei GIS (Geographic Information System), insieme complesso

di componenti hardware e software, predisposto per processare, analizzare, immagazzinare e restituire in forma grafica ed alfanumerica dati riferiti al territorio.
Il SITL costituisce una banca dati in continua crescita ed aggiornamento, nel contempo è uno strumento di lavoro che consente l'aggancio di data-base esterni e la consultazione di immagini fotografiche, fogli di calcolo ed altri documenti. E' pratico per l'analisi e la pianificazione territoriale, eseguita ad esempio tramite operazioni di sovrapposizione ed intersezione di strati informativi (layers o fogli virtuali che rappresentano le varie tipologie di dati), così da ottenere l'unione delle informazioni associate a ciascuno di essi e la creazione di un nuovo strato di sintesi dei dati territoriali.

I dati a disposizione sono distinti in due categorie:
- dati di gestione territoriale/idraulica
- strati informativi, principalmente costituiti da carte tematiche.

1) dati di gestione territoriale/idraulica: riguardanti canali, impianti idrovori, bacini di scolo, distretti irrigui, reparti consortili, altre opere idrauliche, sensori, addetti, concessioni; a questi dati è agganciato un ricco sistema di informazioni gestito da tabelle collegate fra loro in modo logico.
2) strati informativi: costituiti da banche dati cartografiche ed alfanumeriche; sono distinti a loro volta in due tipologie, cioè basi cartografiche e carte tematiche:
a) basi cartografiche: cartografia catastale, Carta Tecnica Regionale, cartografia IGMI, immagini satellitari, foto aeree, vari strati di cartografia storica;
b) carte tematiche: ad esempio reti tecnologiche (elettriche di potenza, luce, gas, acqua), carte altimetriche, geomorfologiche, litologiche, pedologiche, pluviometriche, freatimetriche, cartografie riguardanti le normative di piano urbanistico e paesaggistico, cartografie "di sintesi" riguardanti temi particolari come il rischio idraulico, la subsidenza, i caposaldi plano-altimetrici (corredati di monografíe).



In figura è illustrato il funzionamento dell'*Impianto Idrovoro Galavrone*: in funzione irrigua il percorso dell'acqua segue le frecce verdi e in funzione scolante segue il percorso della freccia blu. L'idrovoro viene messo in funzione scolante utilizzando il *Canale Fossarella* con direzione dell'acqua da nord a sud ed inversione del funzionamento delle pompe. Il sistema scolante basato sugli *Impianti Idrovori Salghea e Galavrone* entra in crisi quando le quote del Po di Volano superano i 2 m s.l.m..

Figura 1 – Estratto da "Quadro Conoscitivo del Rapporto Preliminare n.1 del Tavolo Interistituzionale per il Bacino Burana-Volano". La documentazione, per la parte di Ingegneria del Territorio e quadro conoscitivo è stata prodotta in gran parte con l'utilizzo del Sistema Informativo Geografico del Consorzio di Bonifica.

Il SITL è utilizzato per l'analisi del territorio, perché aiuta il tecnico della bonifica nelle scelte necessarie per l'ottimizzazione delle risorse ed in particolare della sempre più importante risorsa "acqua", inoltre è uno strumento che garantisce un'informazione diffusa a tutte le sedi decentrate; per fare questo, si avvale della tecnologia internet, favorendo il colloquio costante e lo scambio di dati fra sedi centrali e periferiche.

Grazie a pochi semplici comandi è possibile avere un elenco dei manufatti per singolo canale, gestire le emergenze idrauliche con maggiori informazioni, organizzare il lavoro ordinario sapendo dove sono i punti singolari più importanti della rete e la disposizione di mezzi, risorse e personale.
Sapere dove sono situate le varie interferenze con i canali di bonifica è un'informazione utile che consente di evitare costi aggiuntivi ed eventuali altri problemi, come accessibilità, rottura accidentale di tubazioni o apparati delle macchine operatrici della bonifica.

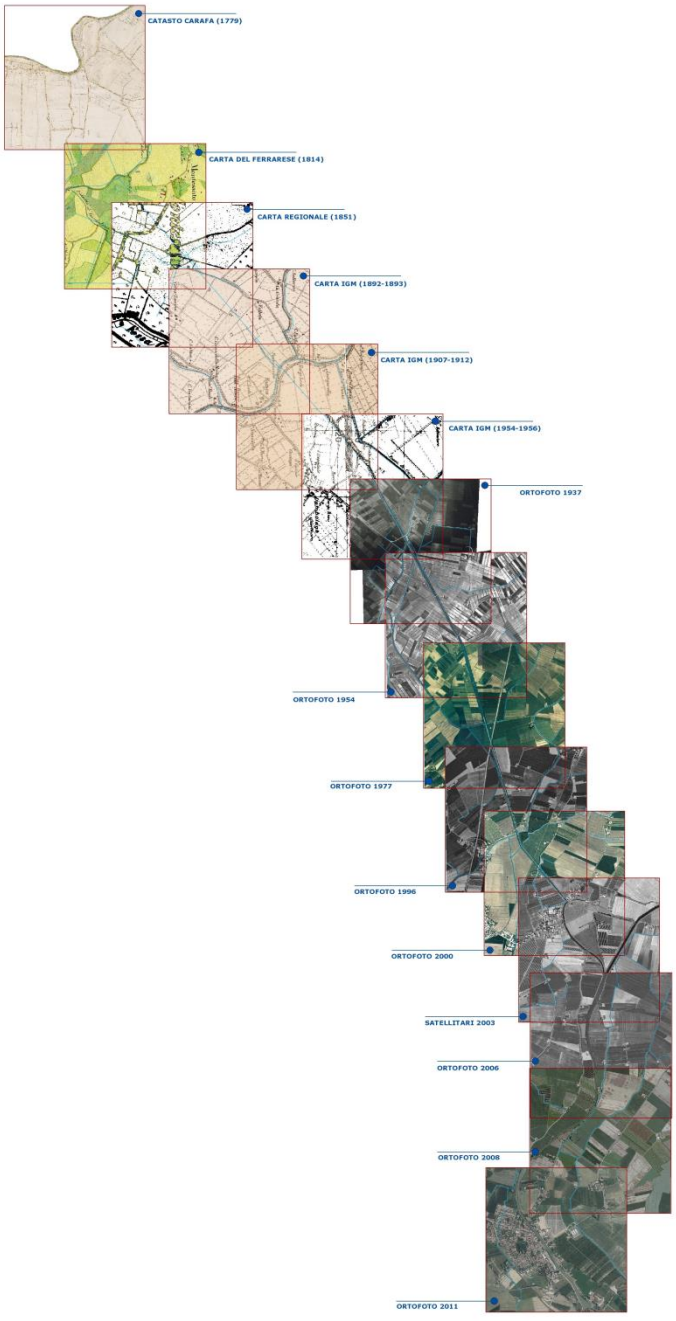
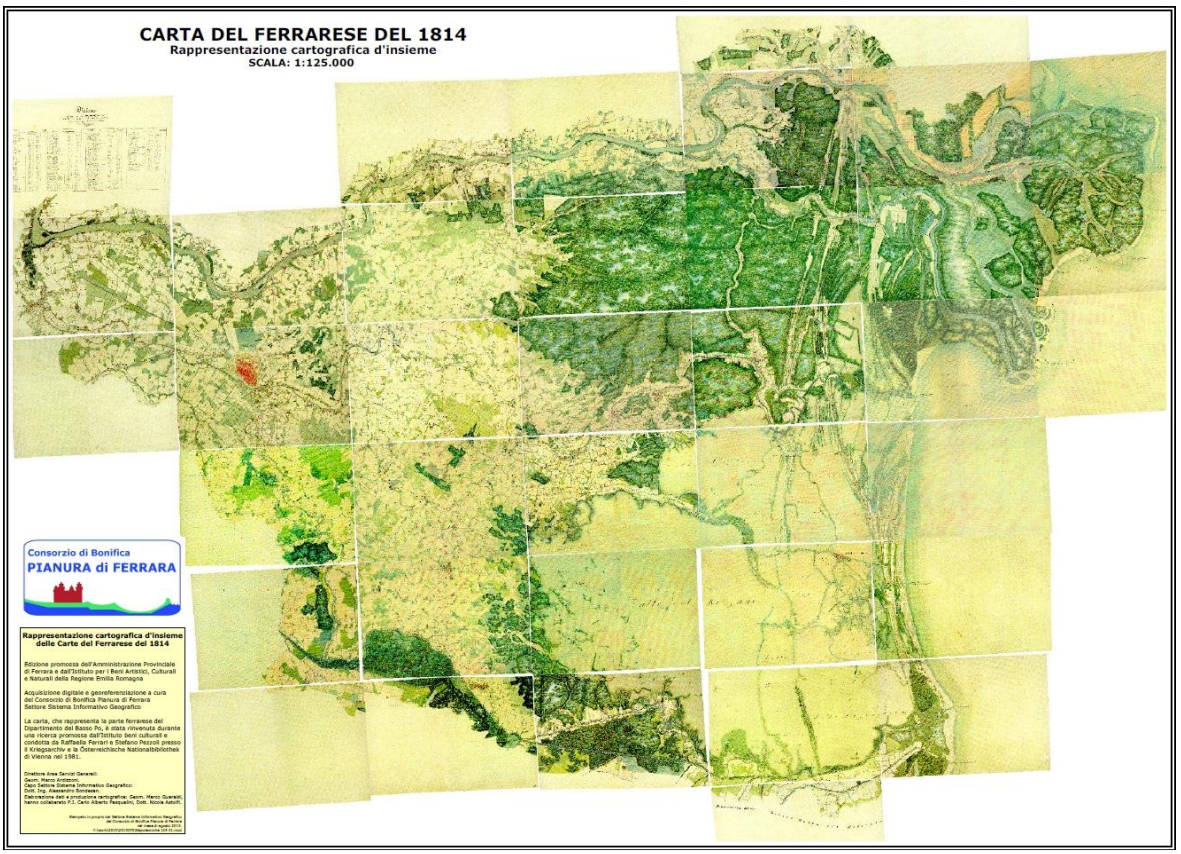
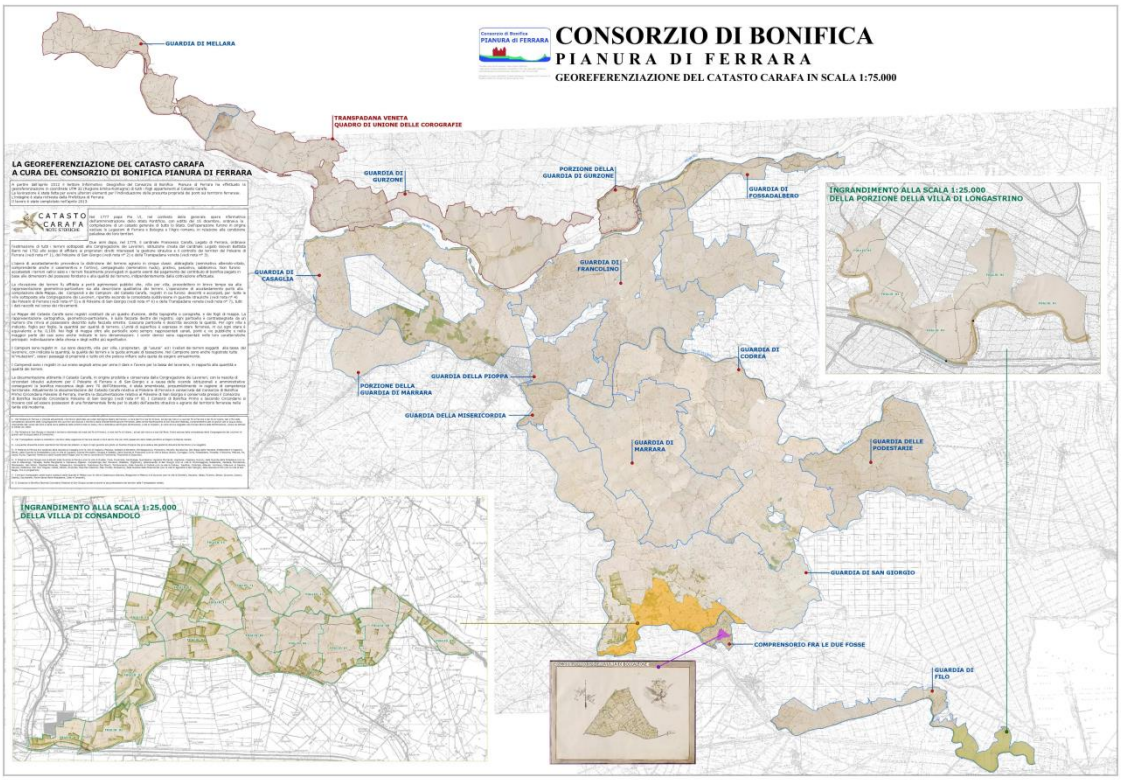


Figura 2 – Strati cartografici composti da cartografie storiche e foto aeree di varie epoche disposti nel SITL. Gli strati sono disposti in ordine di tempo e sono di frequente utilizzare per la datazione approssimativa di oggetti cartografati come ponti, canali, strade e fabbricati. Con l'utilizzo di questo sistema può essere definito un arco temporale entro il quale il manufatto è stato costruito modificato.





Supplemento al n° 2-2014 di GEOmedia - ISSN 1128-8132

esri Italia
Intelligenza del Territorio

Figure 3 e 4 – Quadri di unione di cartografie storiche georeferenziate dai tecnici del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara. Si tratta della Carta del Ferrarese del 1814 (detta “Carta Napoleonica”) e della “Catasto Carafa” del 1779. La georeferenziazione ed informatizzazione del “Catasto Carafa” ha richiesto molto impegno ma si è rivelata un prezioso strumento di indagine.
Nel 1777 papa Pio VI, nel contesto della generale opera riformatrice dell'amministrazione dello Stato Pontificio, con editto del 15 dicembre, ordinava la compilazione di un catasto generale di tutto lo Stato. I lavori iniziarono nel Ferrarese due anni dopo, nel 1779, quando il cardinale Francesco Carafa, Legato di Ferrara, ordinava l'estimazione di tutti i terreni sottoposti alla Congregazione dei Lavorieri, allo scopo di affidare ai proprietari diretti interessati la gestione idraulica e il controllo dei territori del Polesine di Ferrara, del Polesine di San Giorgio e della Transpadana veneta.

4. Le nuove attrezzature di rilevamento

Sulla parte relativa alle strumentazioni di rilevamento, il Settore ha completato la costruzione di una articolata rete di caposaldi di livellazione ad alta precisione e di vertici GPS. Per ottenere una maggior precisione (meno di 3 cm) con i rilevamenti GPS tramite un solo strumento, in collaborazione con Unife è stato effettuato il calcolo dello spostamento locale ellissoide-geoide su tutto il territorio del Consorzio.

Per i rilevamenti delle sezioni dei canali è ormai operativo il Laserscanner automontato. Lo strumento consente il rilevamento di dettaglio di aree di 150 m. Riduce i tempi di stazionamento durante il rilievo, il numero di rilevatori si riduce ad uno soltanto. Non è necessario scendere all’interno del perimetro del canale, introducendo rischi per il personale rilevatore.
Per quanto riguarda i rilievi batimetrici (aree allagate della sezione del canale) il Settore Sistema Informativo Geografico sta completando la configurazione di un natante-drone dotato di GPS di precisione e Sonar. Il natante sarà in grado di rilevare canali con un solo operatore, che si occuperà della messa in acqua, rilevamento e recupero, il tutto nel rispetto delle normative sulla sicurezza del lavoro.

Il SITGAS e la modellazione della rete come fulcro del sistema di gestione aziendale

AUTORI

Fabrizio Balloni – Toscana Energia – fabrizio.balloni@toscanaenergia.it
Luigi Bianchi – Toscana Energia – luigi.bianchi@toscanaenergia.it

Parole chiave: Distribuzione Rete Gas-Metano; Gare; modellazioni reti

ABSTRACT

L'intensificazione delle attività dovuta all'ampliamento della rete e l'aumento della competizione nel mercato di distribuzione del gas, hanno portato Toscana Energia, ad investire e innovare fortemente nel settore informatico, allo scopo di ottimizzare i processi produttivi e di migliorare i processi decisionali.
La consapevolezza del territorio e la conoscenza della propria rete sono alla base di ogni attività aziendale riguardante una utility della distribuzione del gas. Ogni singola attività operativa, di controllo o monitoraggio, di progettazione e pianificazione e di marketing, ha bisogno di una base informativa solida e di qualità che rispecchi lo stato del patrimonio societario e delle sue unità operative.
Per questo motivo in Toscana Energia è stato rinnovato il sistema informativo aziendale allo scopo di fornire:

- Servizi specializzati per le unità operative.
- Strumenti di pianificazione e progettazione avanzati con capacità di simulazione e previsione.
- Cruscotti per l'analisi e la valutazione di mercato in ottica di nuove gare di servizio.
- Strumenti informativi statistici e di reportistica per la pianificazione, la gestione aziendale e l'adempimento agli obblighi dell'authority.

Tutto questo è stato possibile grazie alla nuova famiglia di prodotti ArcGIS, per le sue caratteristiche di apertura, standardizzazione, facilità di estensione, integrabilità e interoperabilità con altri sistemi (come quello per la simulazione fisico-matematica dei flussi).

1. Il Sistema Informativo Territoriale di Toscana Energia (SITGAS)

Da due anni è attivo il nuovo SIT (SITGAS) nato per unificare ed armonizzare le banche dati provenienti dalle aziende che hanno costituito Toscana Energia e standardizzare le procedure di gestione di ogni attività riguardante la distribuzione del Gas-Metano.
Il SITGAS ha permesso di consolidare la diffusione della conoscenza dei nostri impianti e l'utilizzo di strumenti di tipo GIS all'interno dell'azienda .
L'architettura Client/Server del SITGAS, composta da Geodatabase e Application Servers sul lato Server e da applicazioni per l'aggiornamento e la consultazione dei dati geografici della rete sul lato Client, ha permesso la messa in linea di servizi nella rete aziendale e la piena condivisione delle informazioni geografiche ed analitiche della rete.
Servizi Specializzati

Sono stati creati nuovi servizi specializzati e migliorati quelli esistenti, per le Unità Operative che hanno a disposizione via INTRANET i seguenti strumenti:

- Ricerca Via tramite lo stradario interno o quello di Google Map;
- Possibilità di creazione di pratiche per il rilascio della concessione dell'occupazione del suolo pubblico (permessi di scavo);
- Gestione del controllo del livello di Odorizzazione del Gas all'interno della rete di distribuzione;
- Gestione della Protezione Catodica;
- Gestione Ricerca Programmata delle Dispersioni;
- Gestione del risanamento della rete in base alla classe di Demerito
- Simulazioni Varie tra cui:
- Interruzione della rete tramite chiusura di valvola o tamponamento di tubazione;
- Ricerca delle valvole da chiudere per isolare tratte di tubazioni
- Verifica della magliatura della rete
- A seguito delle simulazioni, verifica degli utenti (Punti Di Riconsegna) che rimarrebbero senza gas;
- Progettazione semplificata di nuova rete;
- Report di controllo Vari (consistenza della rete, elenco di impianti, letture ecc.);
- Possibilità di esportazione dati quali:
  - Punti di interesse per navigatori commerciali (in formato .csv e.ov2)
  - Percorsi da caricare sui mezzi per la ricerca programmata delle dispersioni
  - Stampe in PDF in varie dimensioni (da A4 a A0) con la possibilità di scelta dei layers visibili;
  - Estratti di mappa in formato DWG o DXF (con Template personalizzato);
  - Estrazione dei dati della rete con associati i carichi dei consumi degli utenti (PDR) in base alla loro ubicazione e tipologia di fornitura, per la verifica e miglioramento del livello di fornitura della pressione del gas tramite un software di modellazione matematica;

Questi servizi costituiscono la base per il mantenimento del livello ottimale di aggiornamento del patrimonio informativo di Toscana Energia, e permettono di creare un flusso virtuoso di informazioni che nascono dal lavoro quotidiano delle Unità Operative sul territorio di competenza e trovano la loro realizzazione nella condivisione e divulgazione nella banca dati cartografica.
Ecco allora che la creazione di un'automazione diffusa delle informazioni attraverso il prodotto informatico assicura un agevole accesso alla totalità delle informazioni che sono contenute su una qualsiasi porzione del territorio di Toscana Energia; dalle informazioni sugli Impianti, Protezione Catodica, Gestione della Valvole, Progettazione fino alla gestione della ricerca programmata, con i relativi percorsi o ancora all'adempimento agli obblighi dell'authority.
In questa logica non si va più alla ricerca dell'informazione, ma si può dire che è l'informazione che si protende verso tutti i potenziali e interessati utilizzatori nella consapevolezza che ridurre la distanza tra l'accesso al dato e l'interlocutore è uno dei compiti che un buon SIT deve assolvere ed è uno dei migliori risultati che abbiamo raggiunto.
Lo sviluppo tecnologico e il miglioramento della velocità delle reti telematiche hanno permesso funzionalità da INTRANET che un tempo erano impensabili. Oggi è possibile consultare le tabelle degli attributi degli oggetti della rete gas-metano, fare filtri, query, selezioni e vedere il risultato direttamente sulla cartografia oppure esportarlo in tabelle locali.
Anche le stampe sono possibili da INTRANET con la qualità grafica di quelle effettuate con prodotti Desktop, inoltre con la funzione del "Dynamic text" è possibile fare Monografie di Valvole e Impianti con la possibilità di creare atlanti tematici.

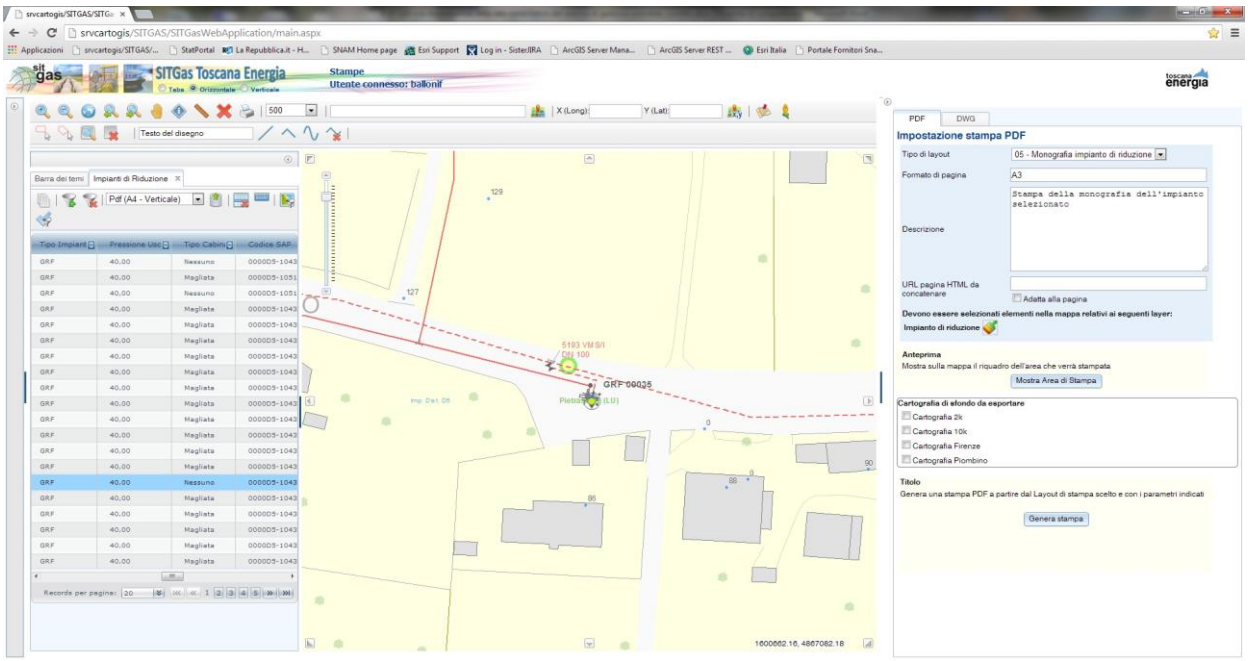


Figura 1 – Esempio di Interfaccia INTRANET – Area di Stampa.

Anche la progettazione si avvale della banca dati del SITGAS sia in fase di verifica delle reti che per la valutazione e dimensionamento di nuove estensioni di rete.
La collaborazione con l'ufficio progettazione diventa preziosa perché il software per la simulazione fisico-matematica dei flussi può mettere in evidenza delle anomalie della banca dati del SITGAS che, essendo una banca dati ampliata da poco con nuove banche dati provenienti dai comuni acquisti recentemente (negli ultimi 4 anni 11 comuni), può ancora contenere errori negli attributi che non sono facilmente individuabili con funzionalità di tipo GIS ma che vengono puntualmente evidenziati in fase di verifica dei flussi delle reti.

2. Il GIS a 360°

Viceversa l'utilizzo di un vero e proprio GIS ci ha permesso di affrontare problematiche alle quali non era possibile prevedere alcuni anni fa, come per esempio dare supporto per la redazione del bilancio di sostenibilità aziendale, sovrapponendo i nostri impianti e i nostri immobili con varie tipologie di aree protette, ridisegnare la nostra rete di Bassa Pressione in 3D, per attribuire ad ogni singolo nodo la quota Z per la simulazione del servizio di fornitura gas della nostra rete, oppure determinare l'impatto acustico dei nostri impianti di riduzione in base alle zone di classificazione acustica comunali (PCCA).

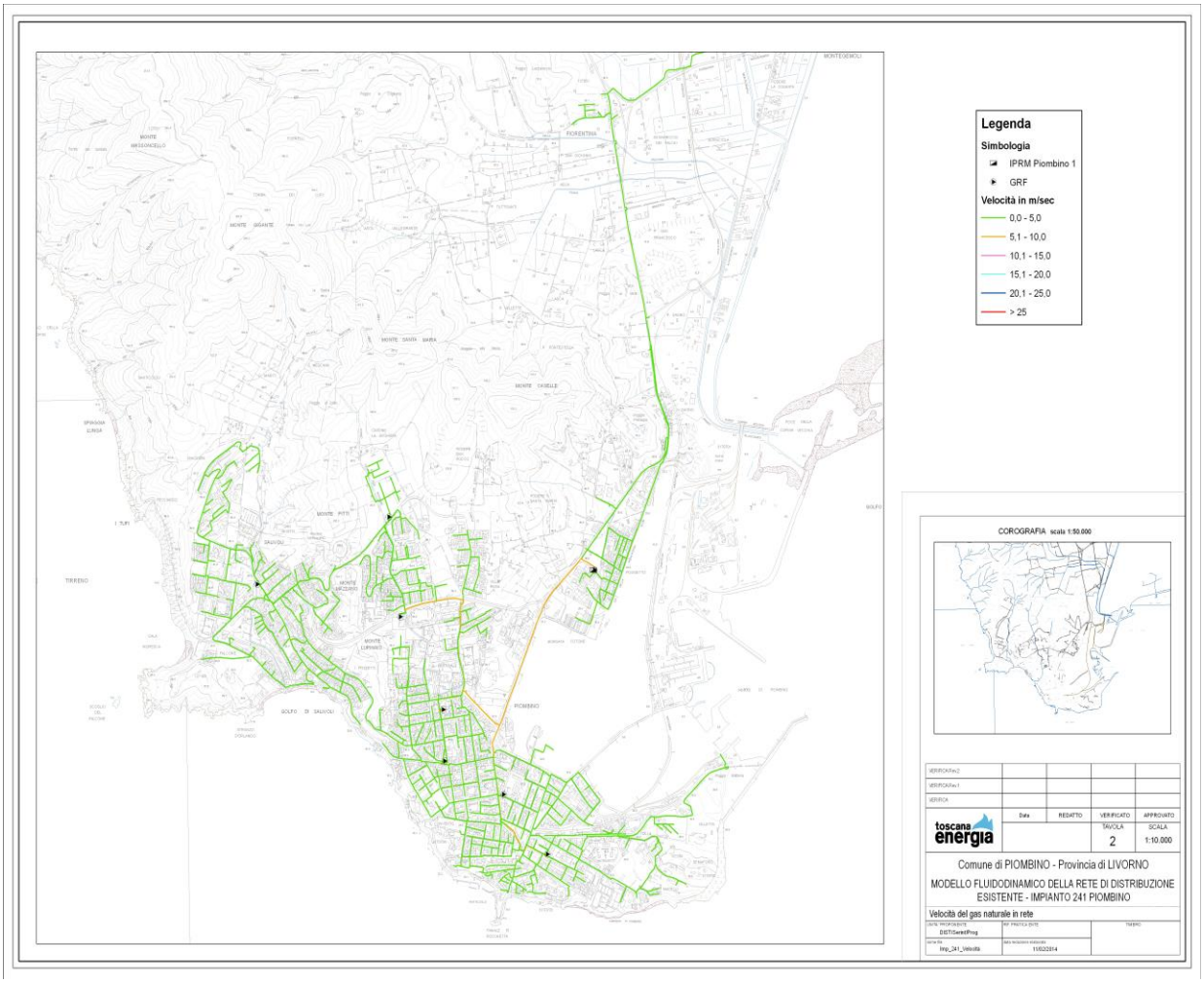


Fig. 2 – Esempio di verifica Fluidodinamica della rete Gas-Metano

Alcune scelte operate più di vent'anni fa, oggi si sono rivelate vincenti e ci hanno fatto trovare pronti ai cambiamenti e alle nuove sfide della tecnologia e del mercato. La scelta di una cartografia istituzionale (CTR di REGIONE TOSCANA), l'uso di un sistema di riferimento di coordinate (Monte_Mario_Italia_1), un software con caratteristiche di apertura, standardizzazione, facilità di estensione, integrabilità e interoperabilità con altri sistemi, ci hanno permesso oggi, senza nessuna difficoltà, di integrare le nostre informazioni con nuove banche dati open disponibili in rete oppure di utilizzare nuovi strumenti hardware (Tablet) con i quali il nostro personale parte direttamente da casa e può accedere all'informazione geografica.
Quindi quegli investimenti, che all'epoca risultavano sicuramente più onerosi e che spesso ci venivano sconsigliati da disinvolti "esperti" del settore, oggi ci permettono di affrontare preparati e con gli strumenti giusti il confronto col mercato e avere un visione completa per approntare la nostra migliore proposta tecnico economica possibile per le gare.

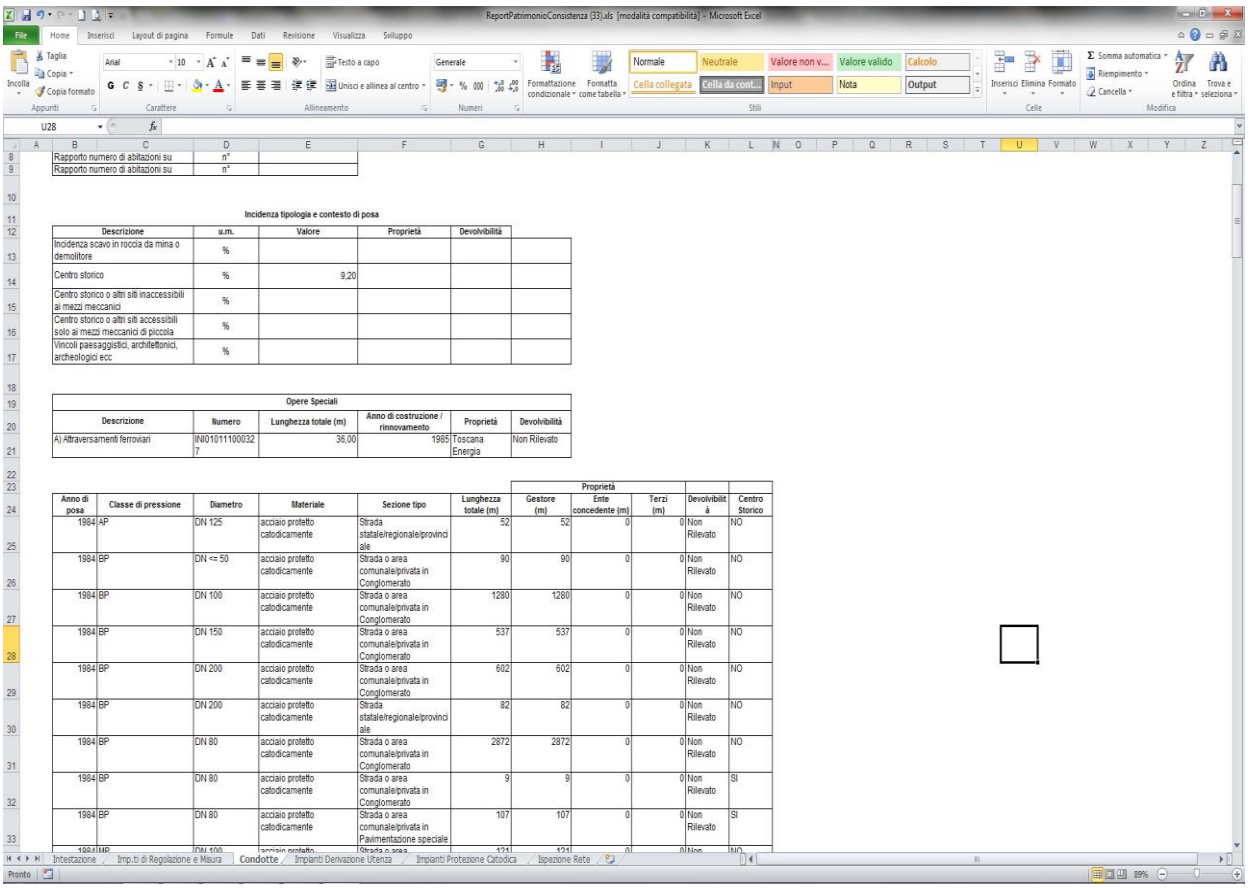
3. Il GIS come CRUSCOTTO

Per cui il SITGAS, attraverso l'elaborazione delle proprie informazioni, diviene supporto fondamentale alle attività di gestione e programmazione, per operare scelte tecnicamente assistite per la pianificazione e la progettazione con capacità di simulazione e previsione, ma, soprattutto, diviene cruscotto per la determinazione del valore patrimoniale di Toscana Energia e per l'analisi e la valutazioni di mercato in ottica delle gare di servizio ormai alle porte.

Il SITGAS ci permette di attuare una serie di azioni tecnico/organizzative che consentano una maggiore capacità di risposta alle gare e nel contempo migliorare la qualità e la competitività delle proposte, avendo un maggiore controllo sui costi con valutazioni economiche più accurate.
A questo proposito è stata sviluppata Estensione del SITGAS con un modulo per l'analisi della Consistenza Rete e Valore Patrimoniale Impianti.
La realizzazione di tale modulo è volta ad ingegnerizzare e semplificare il processo di valutazione dello stato patrimoniale degli impianti. Inoltre, il modulo è in grado di generare dei reports secondo gli standard e le politiche aziendali prestabilite e secondo le specifiche dell'authority previste dalla Del. 532/2012 dell'AEEG - "DISPOSIZIONI IN MATERIA DI FORMATI PER LA TRASMISSIONE DEI DATI RELATIVI AGLI STATI DI CONSISTENZA DELLE RETI DI DISTRIBUZIONE DEL GAS NATURALE".
Questa delibera divide le informazioni da fornire in 10 Schede:

1. INTESTAZIONE
2. TERRENI
3. FABBRICATI INDUSTRIALI
4. IMPIANTI DI REGOLAZIONE E MISURA
5. CONDOTTE
6. IMPIANTI DI DERIVAZIONE DI UTENZA
7. IMPIANTI DI PROTEZIONE CATODICA
8. GRUPPI MISURA-P.TI CONSEGNA-INT
9. GRUPPI MISURA-PUNTI RICONSEGNA
10. COMPONENTI SISTEMA TELELETTURA

Di queste schede con la banca dati cartografica ne vengono compilate 7 (per il momento sono escluse la 2, 3 e la 10); per la scheda 2 e 3 stiamo implementando la banca dati del SITGAS anche coi dati immobiliari dell'azienda.



Rapporto numero di abitazioni su | n°
Rapporto numero di abitazioni su | n°

Incidenza tipologia e contesto di posa

Descrizione	u.m.	Valore	Proprietà	Devolvibilità	
Incidenza scavo in roccia da mina o demolitore	%				
Centro storico	%	9,20			
Centro storico o altri siti inaccessibili ai mezzi meccanici	%				
Centro storico o altri siti accessibili solo ai mezzi meccanici di piccola	%				
Vincoli paesaggistici, architettonici, archeologici ecc	%				

Opere Speciali

Descrizione	Numero	Lunghezza totale (m)	Anno di costruzione / rinnovamento	Proprietà	Devolvibilità
A) Attraversamenti ferroviari	IN01011100032 7	36,00	1985	Toscana Energia	Non Rilevato

Anno di posa	Classe di pressione	Diametro	Materiale	Sezione tipo	Lunghezza totale (m)	Proprietà: Gestore (m)	Proprietà: Ente concedente (m)	Proprietà: Terzi (m)	Devolvibilità	Centro Storico
1984	AP	DN 125	acciaio protetto catodicamente	Strada statale/regionale/provinciale	52	52	0	0	Non Rilevato	NO
1984	BP	DN <= 50	acciaio protetto catodicamente	Strada o area comunale/privata in Conglomerato	90	90	0	0	Non Rilevato	NO
1984	BP	DN 100	acciaio protetto catodicamente	Strada o area comunale/privata in Conglomerato	1280	1280	0	0	Non Rilevato	NO
1984	BP	DN 150	acciaio protetto catodicamente	Strada o area comunale/privata in Conglomerato	537	537	0	0	Non Rilevato	NO
1984	BP	DN 200	acciaio protetto catodicamente	Strada o area comunale/privata in Conglomerato	602	602	0	0	Non Rilevato	NO
1984	BP	DN 200	acciaio protetto catodicamente	Strada statale/regionale/provinciale	82	82	0	0	Non Rilevato	NO
1984	BP	DN 80	acciaio protetto catodicamente	Strada o area comunale/privata in Conglomerato	2872	2872	0	0	Non Rilevato	NO
1984	BP	DN 80	acciaio protetto catodicamente	Strada o area comunale/privata in Conglomerato	9	9	0	0	Non Rilevato	SI
1984	BP	DN 80	acciaio protetto catodicamente	Strada o area comunale/privata in Pavimentazione speciale	107	107	0	0	Non Rilevato	SI

Figura 3 – Esempio report di Consistenza patrimoniale di un Comune – Scaricato da INTRANET.

L'automatizzazione di questo report da una parte ci garantisce nei confronti dei comuni interlocutori, in quanto i dati sono verificabili in qualsiasi momento e non sono frutto di alchimie contabili, dall'altra ci permette in tempo reale di avere sempre sotto controllo il dato del valore patrimoniale della nostra rete parametro fondamentale in ambito di gara.
Inoltre grazie alla profonda integrazione con il SITGAS il modulo sarà realizzato in modo che il calcolo sia altamente automatizzato, prendendo dati e parametri in tempo reale dai sistemi informativi aziendali.
Gli operatori potranno simultaneamente variare i parametri di calcolo per studiare i diversi scenari.
Questo strumento darà molta dinamicità e potere decisionale al momento di valutare le migliori strategie nel contesto delle gare.

4. Conclusioni

Le prospettive sono legate chiaramente all'esito delle gare ormai prossime.
Anche un ingrandimento territoriale e della banca dati, non ci spaventerebbe perché il nuovo sistema è stato pensato, sviluppato e architettato per potersi ingrandire in modo esponenziale che è quello che ovviamente Toscana Energia si augura.
In quanto agli sviluppi tecnologici futuri con le attuali piattaforme utilizzate siamo sicuri di non farci cogliere impreparati in quanto allineati con gli standard ufficiali più diffusi e pronti a misurarci anche con le nuove tecnologie hardware in uscita sul mercato.

Ambito del lavoro

Il Sistema sopra descritto è funzionante presso le sedi di Toscana Energia, il SITGAS è stato avviato completamente nel Febbraio 2013.
I software utilizzati:

ESRI
ARCGIS SERVER STANDARD ENTERPRISE
N° 3 LIC. ArcGIS for Desktop Advanced (Floating)
N° 4 LIC. ArcGIS for Desktop Standard (Floating)
N° 3 LIC. ArcGIS for Desktop Basic (Floating)
ESTENSIONI:

- DATA INTEROPERABILITY
- 3D ANALYST
- SPATIAL ANALYST
- NETWORK ANALYST

DATA BASE SQL SERVER (Microsoft)
STAT PORTAL (Sistemi territoriali)

Autori

Fabrizio Balloni
Resp. Gestione Cartografica (DIST/SERINT/CART)
nato a Pisa il 20/05/1963
Dal 1986 si occupa di GIS e Cartografia.
Nel 1991-92 ha progettato la banca dati delle reti tecnologiche di AGES
Dal 1997 Resp. del SIT di AGES
dal 2004 Resp. del SIT di Toscana Gas (nata dalla fusione tra AGES e Publienergia)
dal 2010 Resp. del SIT di Toscana Energia (nata dalla fusione tra FiorentinaGas e Toscana Gas).
Ha coordinato progetti quali:
Realizzazione della cartografia numerica in scala 1:2000 per la provincia di Pisa e i comuni gestiti da AGES, In collaborazione con Regione Toscana;
Responsabile di progetto nell'ambito dell'accordo con Amm.ne Prov.le di Pisa nel progetto denominato "SITI - Sistema Informativo Territoriale Integrato - Realizzazione di un Sistema Informativo Territoriale Integrato nell'area Pisana" finanziato dal MURST.
Ha partecipato in qualità di autore e relatore a Convegni nazionali in materia di SIT e tenuto corsi di formazione su SIT e Cartografia.

Luigi Bianchi
Resp. Servizi di Ingegneria e Normativa Tecnica (DIST/SERINT)
nato a Marino (Roma) il 17/12/1956
Dal 1984 si occupa di progettazioni reti di distribuzione gas metano.
Dal 1990 al 1995 ha gestito il servizio di distribuzione sia del gas che del ciclo idrico integrato nei comuni del Chianti Fiorentino e Senese.
Dal 1996 ai primi anni 2000 si è occupato della progettazione degli interventi di ottimizzazione e gestionali delle rete di distribuzione gas in gestione.
Nella seconda metà degli anni 2000 ha partecipato al progetto di fusione delle Società Fiorentina Gas S.p.A. e Toscana Gas S.p.A. che nell'anno 2007 si sono fuse costituendo l'attuale Società Toscana Energia S.p.a..
Dalla 2007 presidia l'attività di normalizzazione tecnica aziendale, la predisposizione dei piani di sviluppo e la progettazione degli impianti.
Attualmente è impegnato nelle attività di gare d'ambito per l'affidamento del servizio di distribuzione.

Integrazione fra ArcGIS e EPANET2 per la modellazione idraulica delle reti.

AUTORE

Dr. Mario Scandura - ACOSET SpA - scandura@inwind.it

Parole chiave: reti idriche; modellazione; sit

ABSTRACT

Raggiunta la conoscenza delle reti e dei consumi, entrambi geolocalizzati, è nata l'esigenza di verificare, tramite simulazioni, il comportamento e l'efficienza del sistema di distribuzione idrica. Si è pensato di integrare nel SIT, su piattaforma ArcGIS 10.1, il software di modellazione EPANET2.
Analizzando le esigenze di Epanet si è modificato il modello dati delle condotte e delle apparecchiature, al fine di renderli compatibili, e si sono affrontati i principali problemi scaturiti da queste analisi.
L'individuazione e l'avvaloramento dei nodi erogazione per determinare il valore della domanda della rete, e la gestione delle valvole e delle saracinesche che nel SIT sono rappresentate come elementi puntuali, mentre in Epanet sono trattate come archi.
Per la determinazione della domanda, non disponendo dei dati delle capillari, si è proceduto in modo empirico creando i poligoni di Thyessen relativi ai nodi erogazione, e "catturando" i contatori di pertinenza di ogni poligono quindi sommando i relativi consumi, prelevati dal sistema gestionale. Per le valvole si è realizzata una procedura nel software di importazione in Epanet che trasforma i nodi in archi, e nella esportazione di ritorno al SIT i valori di pressione a monte ed a valle popolano campi diversi della tabella puntuale delle valvole.

1. Introduzione

ACOSET è un'azienda che svolge il servizio idrico nell'area pedemontana sud-occidentale dell'Etna, servendo 20 comuni consorziati ed altri 4 con forniture all'ingrosso, per un totale di oltre 90.000 utenze. Le reti, tutte interconnesse, si sviluppano in un territorio compreso fra le quote 200 e 950 mt. s.l.m. ed esteso per circa 50 km su una superficie di oltre 350 km^2, che utilizzano le acque di due sorgenti e di circa una quindicina di campi pozzi, con oltre 60 serbatoi di accumulo e di compenso.

1.1 Premessa

Negli ultimi anni l'azienda ha fatto effettuare, nei comuni serviti, il rilievo geometrico e strumentale delle reti idriche, con la schedatura di tutti i pozzetti ed i relativi pezzi speciali.
Inoltre è stato affidata alla società che effettua la lettura periodica dei contatori, l'incarico di provvedere anche alla localizzazione degli stessi mediante GPS e di effettuare le foto degli armadietti aperti che li contengono.

Pertanto, essendo giunti a disporre dei dati completi e certi delle reti idriche e delle utenze servite, si è potuto procedere allo loro organizzazione in tabelle nel geodatabase Oracle 11g del SIT, integrandoli con gli altri dati aziendali relativi a produzione e consumi.
Per i contatori non rilevati si è provveduto all'integrazione con il posizionamento realizzato tramite geocodifica semiautomatica degli indirizzi di installazione, presenti nel database gestionale Hydronet.

Quindi, disponendo per la prima volta di grafi completi e collaudati delle reti e della geolocalizzazione dei consumi, si è potuto procedere all'analisi, progettazione e realizzazione di una applicazione che potesse permettere ai tecnici dell'Azienda di simulare il funzionamento di una rete direttamente dal SIT, senza dover apprendere complicate metodiche informatiche, ma che, con l'introduzione di pochi parametri e di due soli comandi, esporta verso Epanet ed importa da Epanet i dati.

2. Le regole della modellazione idraulica

Per effettuare la simulazione idraulica di una rete sono necessari una serie di dati organizzati secondo quanto richiesto dal software di modellistica. Questi dati sono le singole condotte corredate dalle informazioni su diametro, materiale, scabrezza, nodo origine e nodo destinazione; i nodi, ovvero gli apparati connessi dalle condotte (presenti generalmente nei pozzetti) con particolare attenzione alle valvole, saracinesche e ai cosiddetti "Nodi Erogazione" cui fanno capo le capillari che collegano i contatori utenza, ed i serbatoi. Non sono state considerate le pompe in quanto non presenti all'interno delle reti di distribuzione. Tutti gli oggetti che partecipano alla rete da modellare devono essere connessi geometricamente in un grafo di archi e nodi.

2.1 Il prototipo

Si è quindi deciso di realizzare un primo prototipo relativo alle reti di un comune significativo e che mostrava delle criticità non meglio identificate.
Questo prototipo è stato realizzato con le informazioni relative al comune di Adrano, nel quale la rete è divisa in due grossi distretti che fanno capo rispettivamente al Serbatoio Alto ed ai Serbatoi Bassi (figura 1).

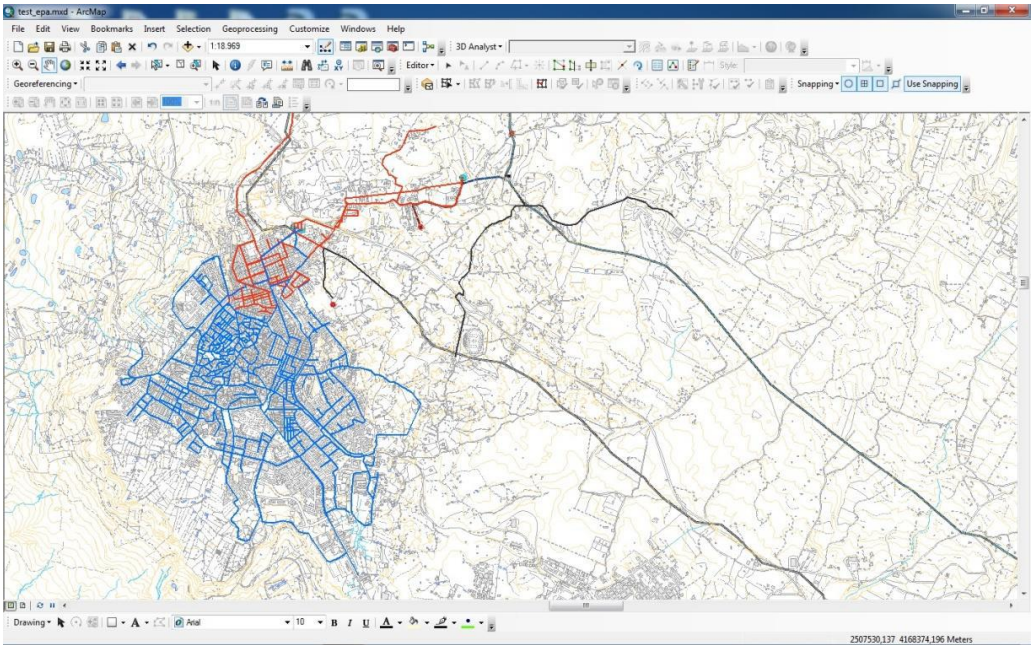


Figura 1

2.2 Dati utilizzati

I contatori rilevati in tutto il territorio comunale sono risultati 13.035, di questi, nell'anno 2012, non hanno misurato alcun consumo 2.335.
Il consumo conturato, sempre nel 2012 da questi contatori è stato di 1.578.808 mc, pari ad un valore di 50,06 l/s.
Sono risultati serviti dalla rete Alta 1772 contatori per un consumo conturato annuo di 226.711 mc pari a 7,80 l/s (non hanno misurato alcun consumo 360 contatori).
Attestati sulla rete bassa sono risultati 9797 contatori per un consumo annuo di 1.285.162 mc, pari a un'erogazione di 41,60 l/s (non hanno misurato alcun consumo 1975 contatori).
Dal totale dei contatori risultano altri 1466 contatori che sono serviti direttamente o dalla condotta principale (Maniace e Ciapparazzo) e dalla fine del raddoppio della condotta Ciapparazzo.

Le due reti che fanno capo ai serbatoi di Adrano hanno uno sviluppo complessivo di 65100 metri, escluse le condotte di diametro inferiore ai 50 mm, e sono stati individuati ed aperti 1144 pozzetti. Il rilievo è stato caricato nelle tabelle del SIT come grafo di archi e nodi totalmente interconnessi.

Il serbatoio alto è alimentato dalla condotta Ciapparazzo e dalla fornitura effettuata dal pozzo S.E.D.A, i serbatoi bassi sono alimentati sempre dalla Ciapparazzo, dalla Maniace e dalla fornitura del pozzo Floresta.

2.3 Software

I software utilizzati sono stati: Arcgis Desktop 10.1 Advanced Edition, Arcgis for Server 10.1 Enterprise Edition, Oracle 11g, Epanet 2, e MatLab.

3. Il progetto

L'ipotesi di lavoro era quella di trasferire i dati delle reti presenti nel SIT, al software di modellazione, fare girare il modello, effettuando le dovute calibrazioni e quindi reimportare il risultato della modellazione (portate e pressioni) nel SIT, nelle tabelle delle condotte (archi) e degli apparati (nodi), in modo che il

personale addetto alla distribuzione avesse dei parametri di confronto per una migliore gestione, e gli ingegneri avessero dei dati puntuali per lavorare all'ottimizzazione delle reti stesse.

3.1 Tabelle SIT e dati per modellazione

Il primo problema che si è presentato è stato quello di individuare quei tratti di condotta e quei nodi che non si dovevano passare al sw di modellazione, senza dover duplicare tabelle o cancellare oggetti. Si è così inserito un nuovo campo denominato EPA con un flag a 0 se da non trasferire, a 1 se da modellare. Quindi si è proceduto ad una verifica di congruità dei dati al fine di correggere eventuali nodi isolati o archi non connessi.
Si è aggiunto un ulteriore campo denominato RETE_CODICE ad entrambe le tabelle delle condotte e dei nodi al fine di caratterizzare gli oggetti con un indicatore di appartenenza ad una rete piuttosto che ad un'altra e per i nodi di confine (appartenenti ad entrambe le reti) si è definito un terzo codice.
Tutti gli altri campi sono rimasti invariati da come popolati nelle fasi di rilievo idrico.
In considerazione del fatto che i dati necessari ad EPANET sono molto meno di quelli presenti nelle tabelle si è definita una griglia di filtraggio delle tabelle per far pervenire al software di modellazione esclusivamente dati utili.

3.2 I nodi erogazione

Uno dei problemi che si è presentato e si è dovuto affrontare è stato quello di definire i nodi erogazione ed assegnare ad essi un valore coerente.
Dal rilievo dei pozzetti sono risultati presenti 3611 nodi e di questi 3423 da passare al modello.
Di questi ultimi 622 erano caratterizzati dalla presenza di 1 o più allacci di condotte di diametro inferiore ai 50 mm., perciò si è stabilito di definire questi nodi come nodi erogazione e, creato il campo EROGAZIONE nella tabella dei nodi, lo si è valorizzato con 1 se presenti allacci, con 0 se presenti solo apparecchiature.
Il passo successivo è stato quello di assegnare un valore ai nodi erogazione.

Disponendo del rilievo georeferenziato dei contatori, si è prima effettuata una estrazione, dal DB gestionale, dei consumi conturati e letti nei 4 trimestri del 2012, quindi si è assegnato a ciascun contatore localizzato nel SIT il consumo totale misurato nell'anno 2012.
Non disponendo di informazioni sufficienti sulle capillari si dovevano assegnare i contatori ai nodi erogazione con un metodo automatico ma possibilmente realistico.

3.3 Poligoni di Thiessen ed erogazione

Si è deciso perciò di calcolare i poligoni di Thiessen relativi ai 622 nodi erogazione.
Il metodo dei poligoni di Thiessen permette di suddividere geometricamente lo spazio in zone di pertinenza di ogni punto. A ciascuno di essi viene attribuita un'area che si trova più vicina a esso che a qualunque degli altri punti. Lo spazio viene così suddiviso da una serie di linee che sono equidistanti dai due punti a esse più vicini. Il risultato sarà, pertanto, una serie di poligoni, tanti quanti sono i punti, all'interno dei quali si troverà solo un punto (il nodo erogazione).
I poligoni di Thiessen risultano utili per avere un modello teorico della configurazione delle zone di influenza e delle aree di erogazione relative ai singoli nodi. In questo modo, lungi dal voler ricostruire la realtà, si cerca di individuare le porzioni di territorio che sono più facilmente servite da un certo tratto di rete piuttosto che da un'altro. Il paesaggio che si ottiene con questo metodo è un modello ideale e astratto della realtà; le suddivisioni vengono infatti tracciate come se il territorio fosse perfettamente uguale e omogeneo.
Comunque, trattandosi di grandi numeri, il risultato può considerasi assolutamente accettabile.

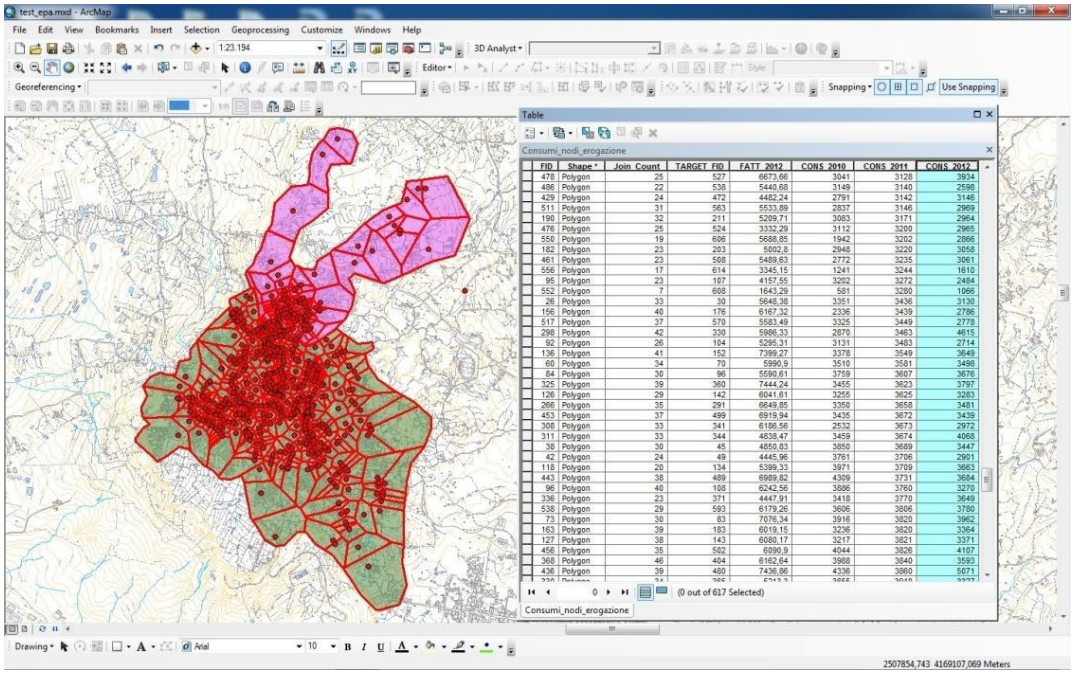


Figura 2

Effettuata questa suddivisione, si è proceduto a calcolare la relazione spaziale tra i singoli poligoni ed i contatori che ricadevano al loro interno, creando due nuovi campi nella tabella dei nodi N_CONTATORI e CONSUMO_ANNUO che venivano così popolati automaticamente dalla somma dei contatori presenti e dalla somma dei relativi consumi. Ora si poteva assegnare un consumo ad ogni singolo nodo erogazione (figure 2 e 3).

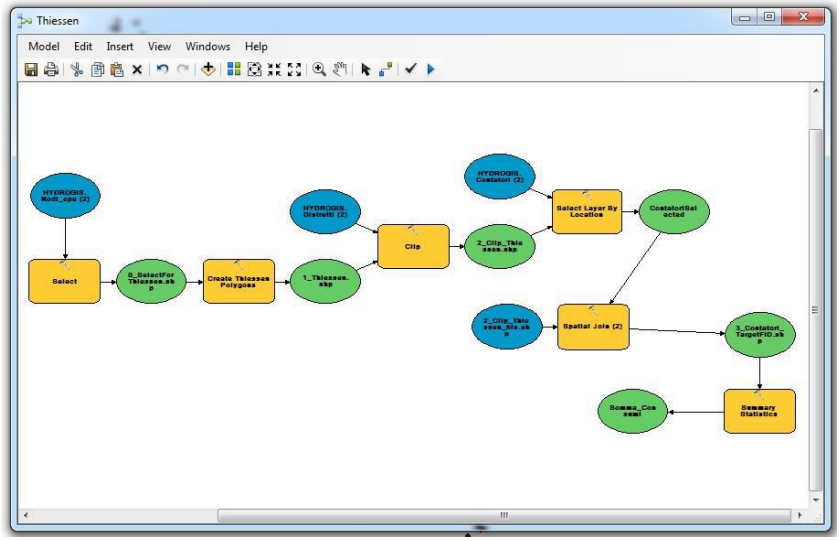


Figura 3

3.4 Completamento tabelle

Infine si creavano i due ultimi campi nella tabella dei nodi, quelli delle coordinate X e Y, necessari ad EPANET per ricostruire il modello geometrico della rete.
Nella tabella dei serbatoi si creavano i campi coordinate X e Y, e della portata media in erogazione.

L'intera procedura è stata automatizzata con una procedura in Python il cui schema è rappresentato nella figura sovrastante.

4. Epanet

Dopo queste operazioni i dati delle condotte, dei nodi e dei serbatoi erano diventati compatibili ed utilizzabili da EPANET.

Questo software, realizzato dal Ministero dell'Ambiente degli Stati Uniti, è distribuito gratuitamente, ed è considerato come uno dei migliori strumenti di modellazione idraulica disponibili.

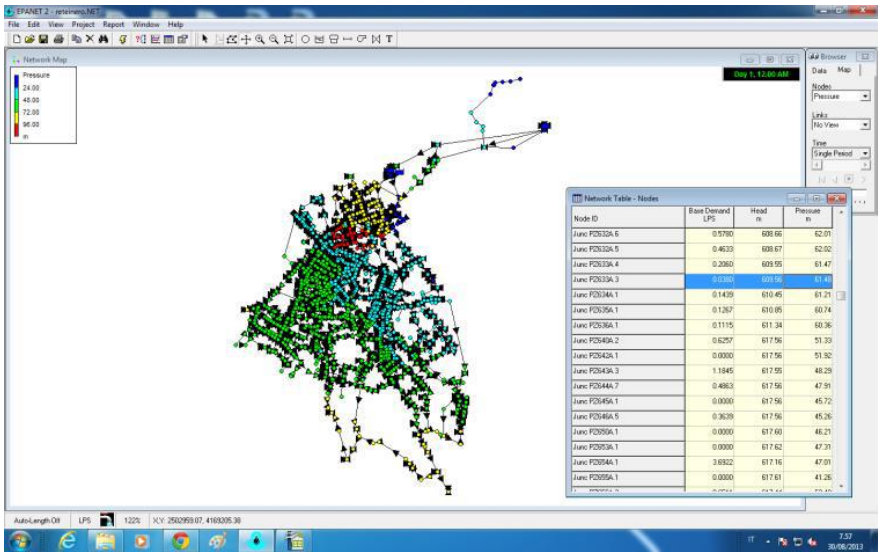


Figura 4

Il trasferimento dei dati avviene tramite selezione della rete da modellare (archi, poi nodi, poi serbatoi) dopo filtraggio in base ai campi EPA, CODICE_RETE ed esportazione in formato tabellare *.dbf.
I files DBF che vengono presi in carico da una procedura esterna stand-alone scritta con MatLab che esegue una trasformazione di formato, creando il file di input per Epanet.
Per quanto riguarda valvole e saracinesche, Epanet le considera come archi, mentre nel GIS sono rappresentate come nodi. Al fine di non stravolgere la metodologia di rappresentazione di tali apparati in ambiente GIS, si è optato di effettuare la trasformazione da nodi in archi, per questi apparati, nella procedura MatLab di trascodifica di formato.
Lanciato Epanet e caricato il file prodotto, si può eseguire immediatamente la modellazione, e quindi in base ai risultati ottenuti decidere se effettuare calibrazioni o modifiche sullo STATUS e sul SETTING delle valvole, e quindi rilanciare la modellazione idraulica (figura 3)

4.1 La simulazione idraulica

Ottenuto un risultato soddisfacente, l'utente provvede ad esportare da Epanet, in un file CSV, i risultati ottenuti, che verrà importato nel SIT che lo utilizzerà, tramite una join, esclusivamente per aggiornare coi dati di pressione, portata e degli stati delle valvole, le tabelle degli archi e nodi modellati.
Questi nuovi valori sono consultabili, come qualsiasi altra informazione SIT cliccando sull'oggetto, e in parte sono già visibili come etichette degli oggetti stessi.
Lo stato delle valvole può essere definito sia nel SIT (desktop o web application) che in EPANET, e comunque i dati risulteranno sempre sincronizzati.

5 Conclusioni e sviluppi futuri

Il lavoro effettuato con questo prototipo è stato immediatamente verificato sul campo ed ha permesso di modificare il funzionamento della rete con immediato beneficio per il servizio. Quindi si è voluto procedere alla modellazione delle 4 reti del comune di Belpasso ed è stato così possibile identificare rapidamente due aree critiche e porre rimedio al servizio e risparmiare circa 7 l/s.
Attualmente questo sistema di interscambio funziona perfettamente in ambiente Desktop, si è gia iniziato a trasferire queste procedure in ambiente ArcGIS Server con risultati incoraggianti. I prossimi passi dovranno portare ad interagire con la modellazione idraulica in ambiente Web, utilizzando una web-application realizzata per ArcGIS for Flex.

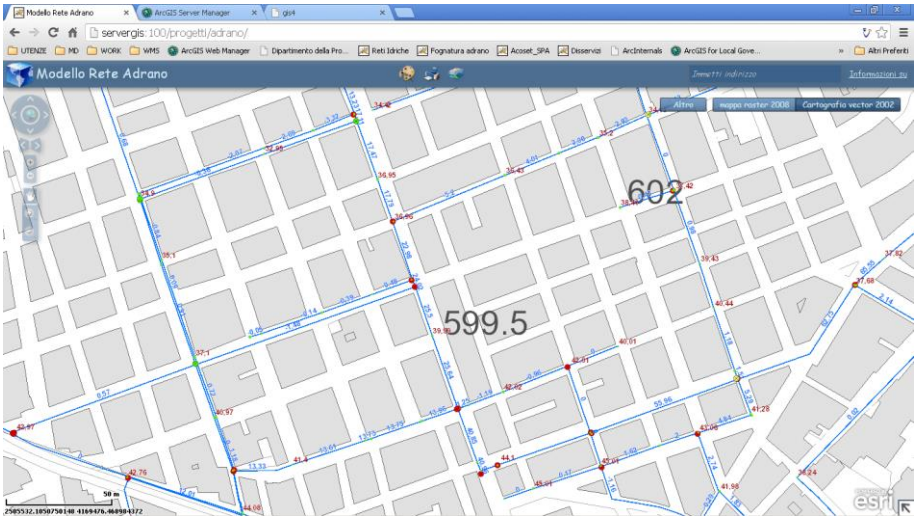


Figura 5

Ringraziamenti

Si ringraziano l'ing. Pasquale Cutore dell'Acoset, per il fattivo contributo relativo alle tecniche di modellazione idraulica e alla verifica dei riscontri teorici sul campo; ed Adriana Triolo con Francesco Contraffatto, laureandi in Ingegneria Idraulica all'Università di Catania e stagisti in Acoset, per il prezioso contributo nella realizzazione della procedura in MatLab e nel debugging di tutte le procedure.

Oltre la mappa al servizio della multiutility: prevenzione guasti trasformatori, analisi impianti distribuzione e protezione catodica, modellazione documentazione e gestione guasti nelle reti in fibra ottica

AUTORE

Ing. Tomaso Bertoli -– Coordinatore Multi Utility User Group - tomaso.bertoli@gmail.com

Parole chiave: ArcGIS; Multi Utility User Group; AEEG; GeoDataBase

ABSTRACT

Con l'introduzione del GeoDataBase ArcGIS le funzioni del reparto cartografia sono uscite dalla nicchia tecnologica ed è stato possibile sviluppare Sistemi Informativi Reti fortemente integrati con tutte le diverse componenti del Sistema Informativo Aziendale e quindi capaci di mettersi al servizio di tutti i processi produttivi della multi utility.

Attraverso le esperienze dei partner di Multi Utility User Group mostriamo come, grazie alla flessibilità della piattaforma ArcGIS ed alle caratteristiche di configurabilità e controllo Enterprise offerte da quella ArcFM, è stato possibile sia riorganizzare processi produttivi storicamente duplicati perché a cavallo di diverse organizzazioni interne sia attivare ex-novo processi ad alto valore aggiunto per tutta la filiera produttiva.

1. Progetto

Multi Utility User Group è un consorzio di aziende multi utility costituito nel 2003 con lo scopo di condividere esperienze e costi di sviluppo di un nuovo e più moderno Sistema Informativo Reti; in questa decennale esperienza è stato possibile valorizzare al massimo le potenzialità della piattaforma geografica Esri asservendola alle esigenze di produttività e controllo tipiche del mondo enterprise.

Il primo e più importante esempio per complessità è quello relativo all'integrazione funzionale tra il gestionale clienti SAP IS-U e il modello geografico di distribuzione elettrica ricostruito grazie ad ArcGIS, ArcFM Feeder Manager e procedure realizzate ad hoc.

Per rispondere ai requisiti dell'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas (AEEG) è necessario conoscere e gestire in modo integrato la rete di distribuzione con un grado di dettaglio molto spinto e facendo interagire sistemi o per meglio dire organizzazioni che storicamente funzionavano come silos strettamente indipendenti e separati: Telecontrollo Rete Media Tensione, Gestione Clienti e Contratti, Modello Rete Media e Bassa Tensione.

Grazie alla capacità gestionale geografica ed alfanumerica del GeoDataBase Esri è stato possibile superare il tradizionale modello di cartografia cartesiana integrando e gestendo in un processo produttivo

semplice e concreto anche la dimensione tempo. Superando non poche complessità organizzative e tecniche è stato possibile arrivare ad un Sistema Informativo Reti interrogabile sia in modo cartografico che alfanumerico con un parametro aggiuntivo, la data di riferimento. Questa radicale evoluzione costituisce la chiave di volta di tutte le evoluzioni ed integrazioni successive poiché permette l'allineamento delle informazione e delle conseguenti attività analitiche senza soluzione di continuità tra i tre pilastri del sistema informativo aziendale descritto in Figura 1.

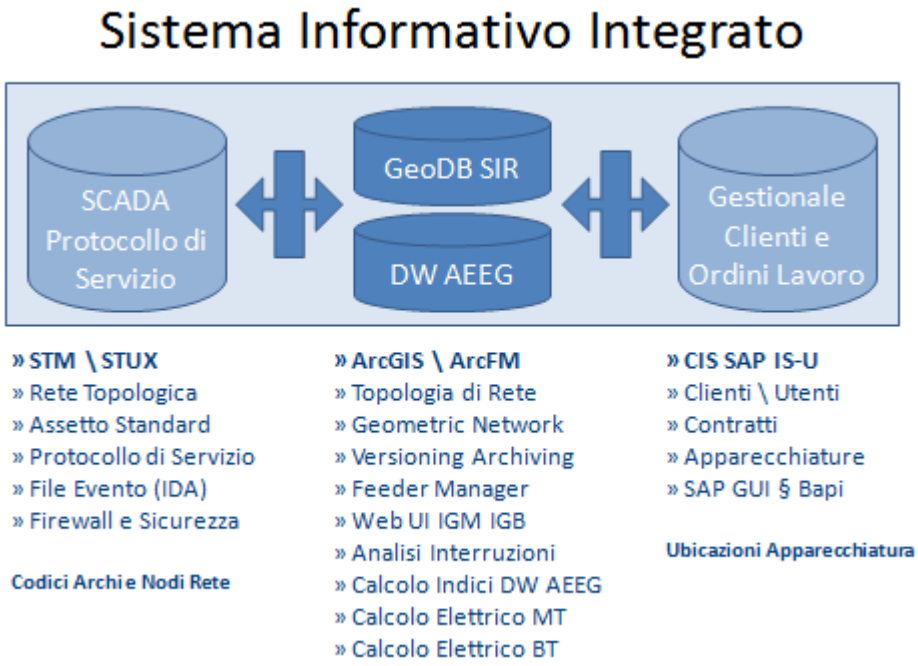


Figura 1 - I pilastri del Sistema Informativo Integrato.

Il primo e più impellente obiettivo di questa integrazione è stato quello di abilitare la procedura di calcolo di tutti gli indici di qualità tecnica AEEG sostanzialmente riconducibili all'interruzione di servizio con possibilità di controllo geografico dei risultati. Tipicamente il calcolo delle interruzioni subite dai clienti avviene su tabelle alfanumeriche e su schemi di rete media tensione, dati che rendono molto difficile, se non impossibile il controllo non solo formale ma anche sostanziale dei dati di input e quindi dei risultati. In questo caso invece gli operatori possono osservare (ed eventualmente correggere) la rappresentazione geografica della rete di distribuzione elettrica dalle cabine primarie fino al singolo quadro contatori che si "illumina e si spegne" in base alle manovre registrate nel protocollo di servizio del sistema di Telecontrollo. In modo interamente automatico vengono analizzati gli eventi di interruzione di erogazione energia elettrica subiti dai singoli clienti e si effettua il calcolo dei minuti equivalenti di disservizio subito nel corso dell'anno per determinare un eventuale diritto a rimborso, su segnalazioni ed a campione risulta sempre possibile osservare in modo interattivo come si sono svolti gli eventi ed eventualmente riconoscere e correggere eventuali errori di caricamento.

Completata l'integrazione funzionale necessaria al calcolo degli indici di qualità tecnica AEEG è stato possibile attivare anche procedure tecniche di controllo e prevenzione guasti sui trasformatori MT/BT e sovraccarichi di linea BT. Utilizzando algoritmi stocastici è possibile calcolare con un predefinito grado di affidabilità quanta energia sarà utilizzata dai singoli clienti BT collegati alla rete di distribuzione. La procedura di verifica (Figura 2) viene ovviamente eseguita ogni volta che viene realizzata una nuova costruzione e si aggiungono nuovi importanti clienti ad una porzione di rete ma ci sono alcune attività, tipicamente aumenti di potenza e ristrutturazioni, che data la modesta entità dei carichi in gioco, non sono soggetti a verifica preventiva.

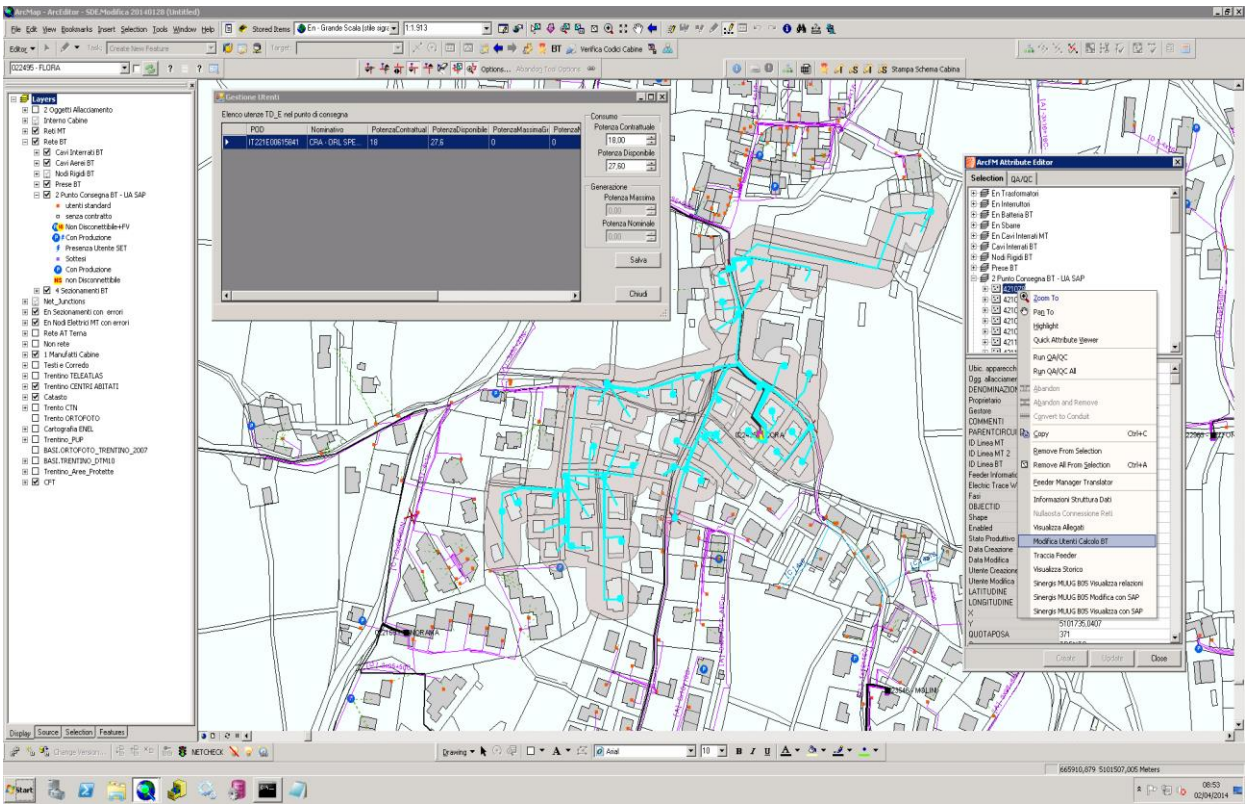


Figura 2 - Analisi Interattiva Prevenzione Guasti Trasformatori.

Oltre a queste funzioni analitiche interattive, per prevenire ed anticipare effetti di “cumulo” che potrebbero avere conseguenze molto costose, dal semplice scatto delle protezioni magneto-termiche di linea fino al guasto del trasformatore, sia nella relazione con i clienti cui si causa un disservizio che nell’esigenza di sostituire trasformatori e apparecchiature bruciate dall’eccessivo carico cui sono sottoposte, sono state attivate procedure automatiche schedulate con frequenza mensile che effettuano il controllo di carico elettrico di tutti i trasformatori e che permettono ai capi unità di consultare una semplice tabella di report ed indirizzare al meglio le risorse tecniche disponibili per verificare ed eventualmente correggere le situazioni più a rischio di sovraccarico accidentale dei trasformatori.

Paradossalmente è proprio in queste procedure interamente automatizzate con report alfanumerico, in cui la cartografia non si vede affatto, che si sviluppa il maggior valore della piattaforma geografica oggi veramente al servizio della multiutility.

Il secondo tema trattato parte ancora una volta sia da esigenze tecniche gestionali che dalle richieste di informazione tecnica imposte dall’AEEG, in questo caso nella distribuzione gas. L’autorità ha progressivamente esteso e arricchito le informazioni che il distributore deve raccogliere e dichiarare sia per il calcolo degli indici di qualità tecnica misurati su base annuale che nelle comunicazioni di report patrimoniale ai comuni titolari su base annua e in occasione delle procedure di gara d’ambito.

In questo caso la complessità è data dalla commistione di due esigenze, gestire la rete di distribuzione gas a sistema informativo prima ancora che venga messa in esercizio e assicurare che il sistema di protezione dalla corrosione dei tubi gas in acciaio (Protezione Catodica) sia completo ed efficace.

Grazie alla struttura dati Rete Geometrica del GeoDataBase Esri (Geometric Network) ed alle funzioni di calcolo e analisi pesi di rete (Trace weight) messe a disposizione da ArcFM è possibile gestire in forma integrata sia i tubi di distribuzione gas che i fili di protezione catodica e collegare questi con nodi che di volta in volta rappresentano valvole e riduttori di pressione capaci di influenzare il flusso di gas ovvero generatori, anodi, e giunti dielettrici capaci di controllare le correnti elettriche di protezione catodica.

Distribuzione e Protezione, reparti operativi storicamente separati da vincoli tecnologici, possono ora lavorare assieme sulla stessa base dati, sullo stesso modello di rete, ognuno per la parte di propria competenza (Figura 3). Le funzionalità di base ArcGIS e ArcFM permettono il “disegno” della rete integrata e la caratterizzazione degli elementi sia dal punto di vista della distribuzione gas che della protezione catodica; tubi che conducono o non conducono energia elettrica, valvole aperte o chiuse, e giunti dielettrici aperti o cavallottati per consentire il passaggio dell’energia elettrica di protezione catodica.

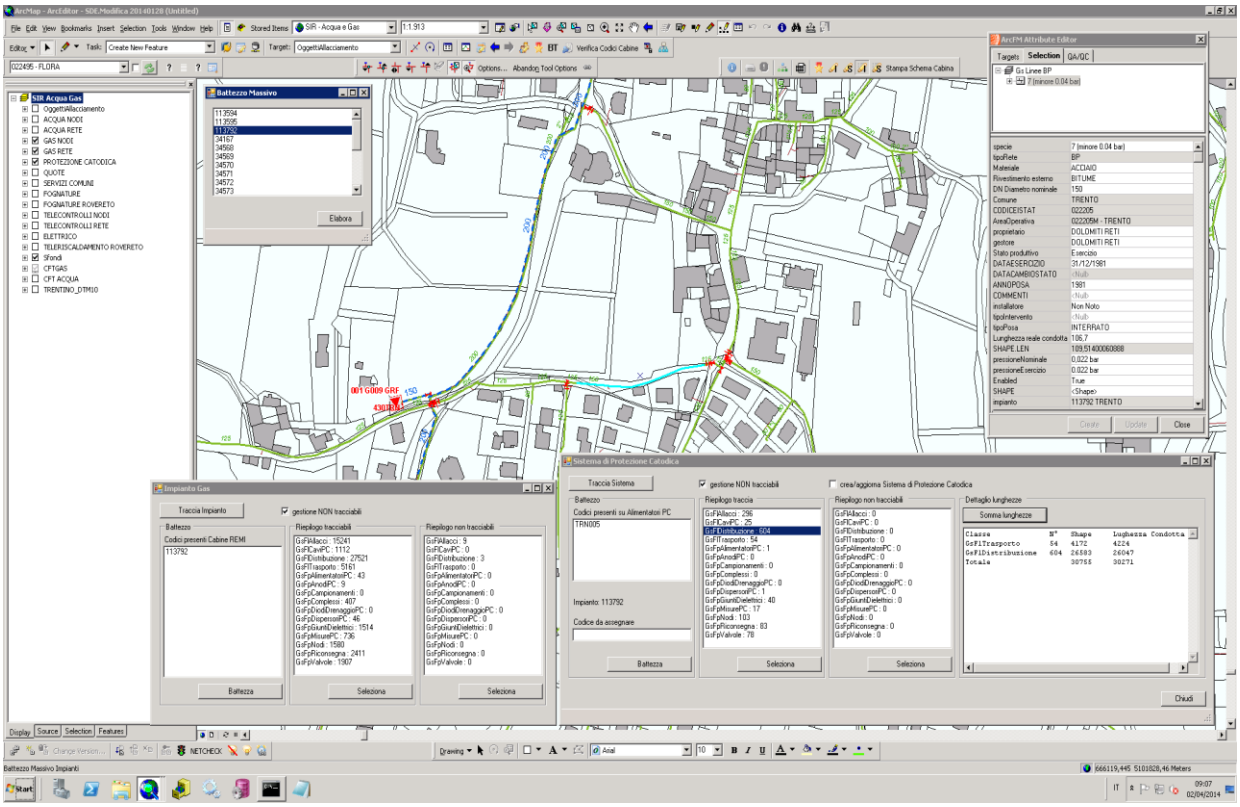


Figura 3 - Analisi Impianti Distribuzione e Sistemi Protezione Catodica.

Siccome l’aggiornamento della rete gas e degli apparati di protezione catodica ricade sotto la responsabilità di reparti diversi ed avviene normalmente in modo disgiunto sono state implementate due procedure interattive di analisi e codifica del modello di rete unitario.

A partire da un elemento della rete selezionato il comando interattivo Battezzo Impianto distribuzione Gas analizza la rete geometrica secondo i pesi di rete relativi al gas, identifica la cabina REMI di riferimento da cui determina il codice Impianto di riferimento e quindi raggiungere e codifica tutti gli elementi di rete che compongono l’impianto. Senza dilungarsi troppo la form permette di gestire in modo molto semplice le principali casistiche di errore di modellazione rete e situazioni complesse come l’interconnessione di più impianti a formarne uno solo e la dismissione di porzioni di rete che vanno rimosse dai report patrimoniali d’impianto secondo precise regole contabili.

Analogamente il comando interattivo Battezzo Sistema Protezione Catodica analizza la rete geometrica unitaria secondo i pesi di rete relativi all’energia elettrica di protezione catodica, identifica Anodi e Generatori da cui determina il codice Sistema PC di riferimento e quindi raggiunge e codifica tutti gli elementi di rete che compongono il Sistema di Protezione Catodica. Come nel caso dell’omologa funzione di battezzo impianto di distribuzione vengono controllate e gestite tutte le casistiche di errore e le principali attività di riordino e potenziamento sistemi.

Naturalmente entrambe i comandi sono disponibili anche in modalità batch automatica per validare l'intera rete o un sottoinsieme di impianti prima di ricalcolare statistiche patrimoniali da comunicare ai comuni di riferimento della concessione e da mettere a bilancio.

A chiudere questa carrellata sulle funzionalità che la piattaforma geografica Esri mette a disposizione oltre alla semplice stampa di una mappa tematica della rete descriviamo le funzionalità del modulo ArcFM Fiber Manager dedicato alla modellazione delle reti di telecomunicazioni. Tipicamente i piccoli gestori di reti di telecomunicazioni in fibra ottica hanno fatto affidamento su documenti grafici (schemi di giunto, schemi di tratta, schemi di circuito) realizzati su file singolo tramite prodotti di office automation come AutoCAD, Visio, MS Excel e simili.

Al crescere del numero di connessioni e in risposta alla crescente attenzione all'uso congiunto delle infrastrutture disponibili integrate con nuove estensioni rete realizzate con fondi europei dedicati a colmare il digital divide nelle aree geografiche in market failure diventa evidente come la gestione per singoli file non è più sostenibile ed occorre dotarsi di un vero e proprio modello della rete Telco da aggiornare e analizzare in modo strutturato e organico.

Grazie alla flessibilità di ArcGIS ed al controllo di ArcFM diventa "semplice" modellare la complessità interna delle fibre ottiche (Figura 4 - tubini o nastri, fibre, ed eventualmente frequenze multimodali) e delle connessioni in muffola, negli armadi in centrale e presso i clienti (Figura 5 e 6). Naturalmente il modello dati di rete di telecomunicazione supporta non solo le fibre ottiche mono e multi modali, e quelle realizzate in microtubo (Air Blown Fiber) ma anche tutte le altre tipologie di connessione realizzate ad esempio in microonde, in cavo coassiale, o in doppino telefonico in rame.

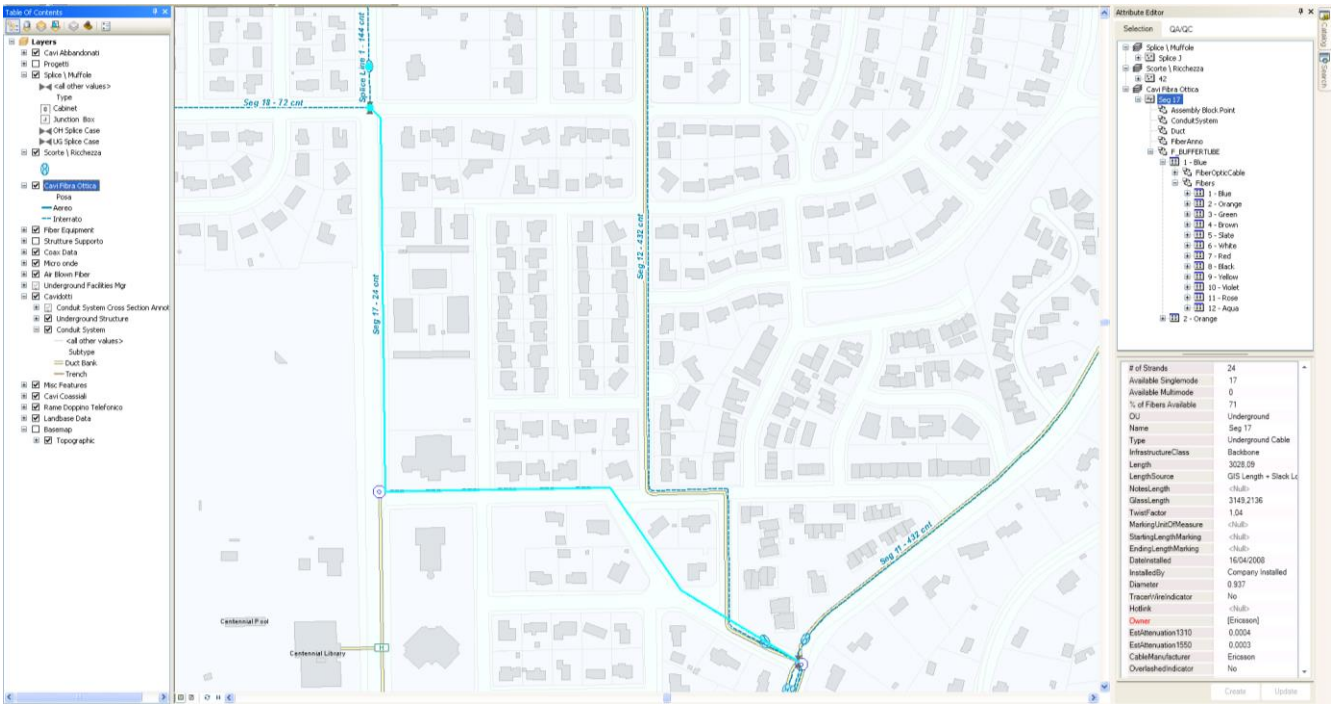


Figura 4 - La struttura interna dei cavi in Fibra Ottica.

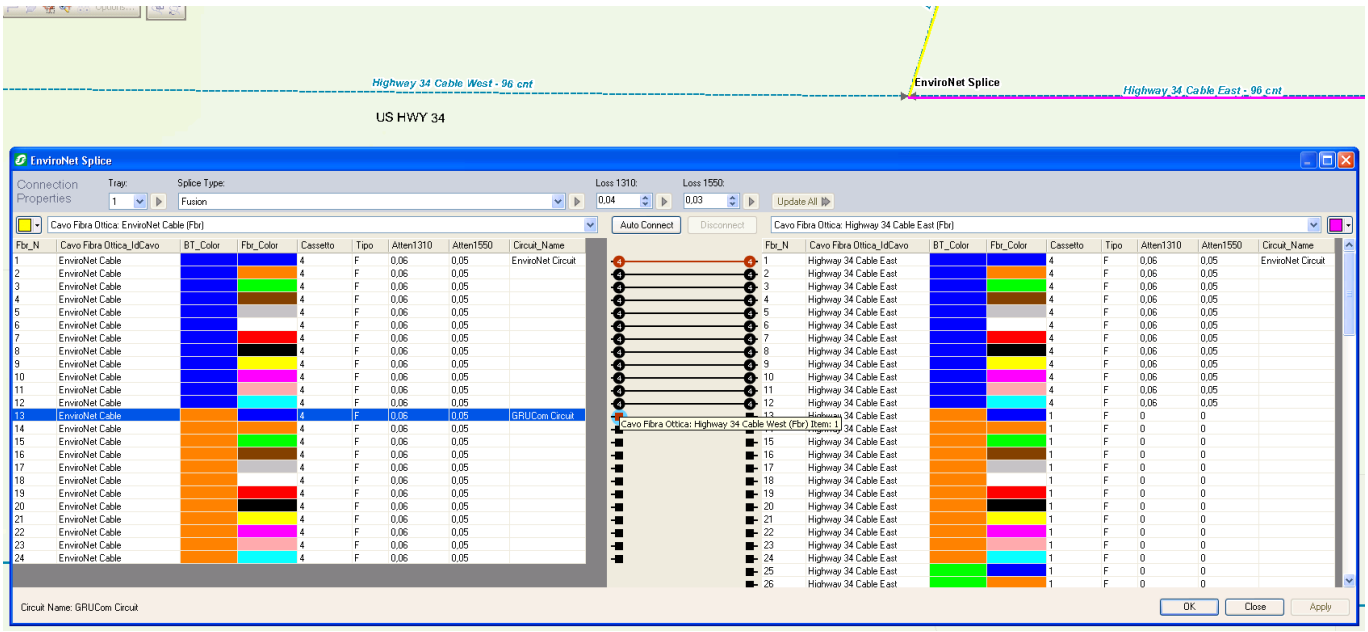


Figura 5 - Manipolare i giunti di connessione (fibra, frequenza, porte).

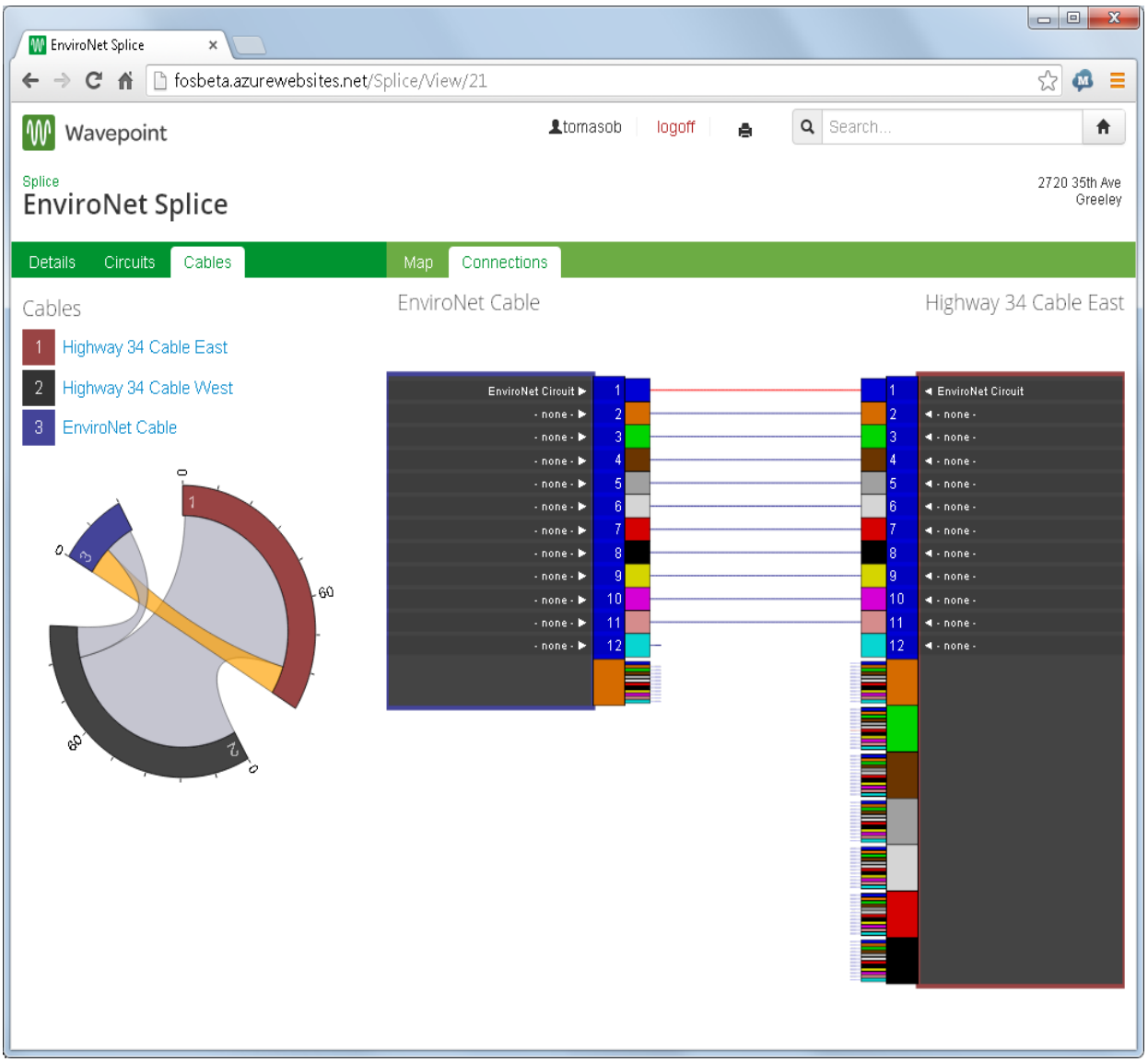


Figura 6 - Visualizzazione HTML5 delle connessioni presenti nel giunto.

Grazie alle interfacce flessibili ed ergonomiche si riesce a costruire un vero e proprio modello funzionale della rete di telecomunicazione su cui è possibile eseguire in modo semplice ed intuitivo analisi di grande valore per il gestore della rete. Ad esempio in Figura 7 e 8 vediamo le interfacce HTML5 che consentono ad un addetto alla manutenzione di rete di ottenere la posizione geografica del punto di rottura identificato dal riflettometro (OTDR) ad una certa distanza in vetro riducendo drasticamente i tempi di intervento rispetto alla lavorazione eseguita con gli strumenti tradizionali (file xls degli schemi di giunto e tratta) ad appannaggio esclusivo dell'ingegnere responsabile della documentazione di rete.

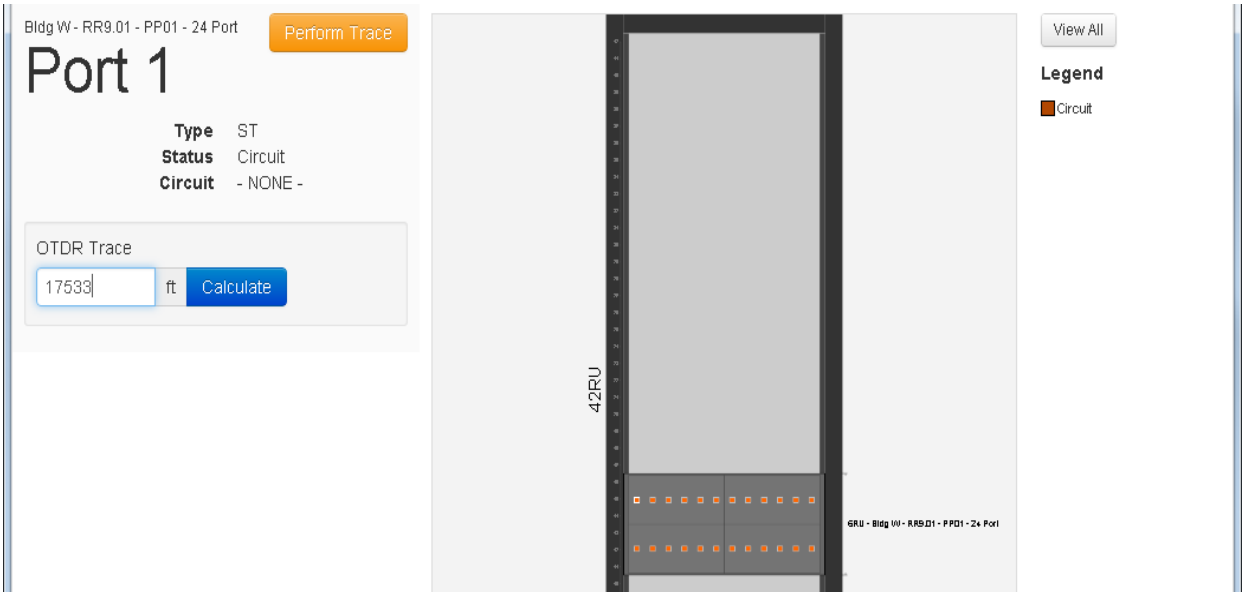


Figura 7 - Analisi OTDR in client HTML5.

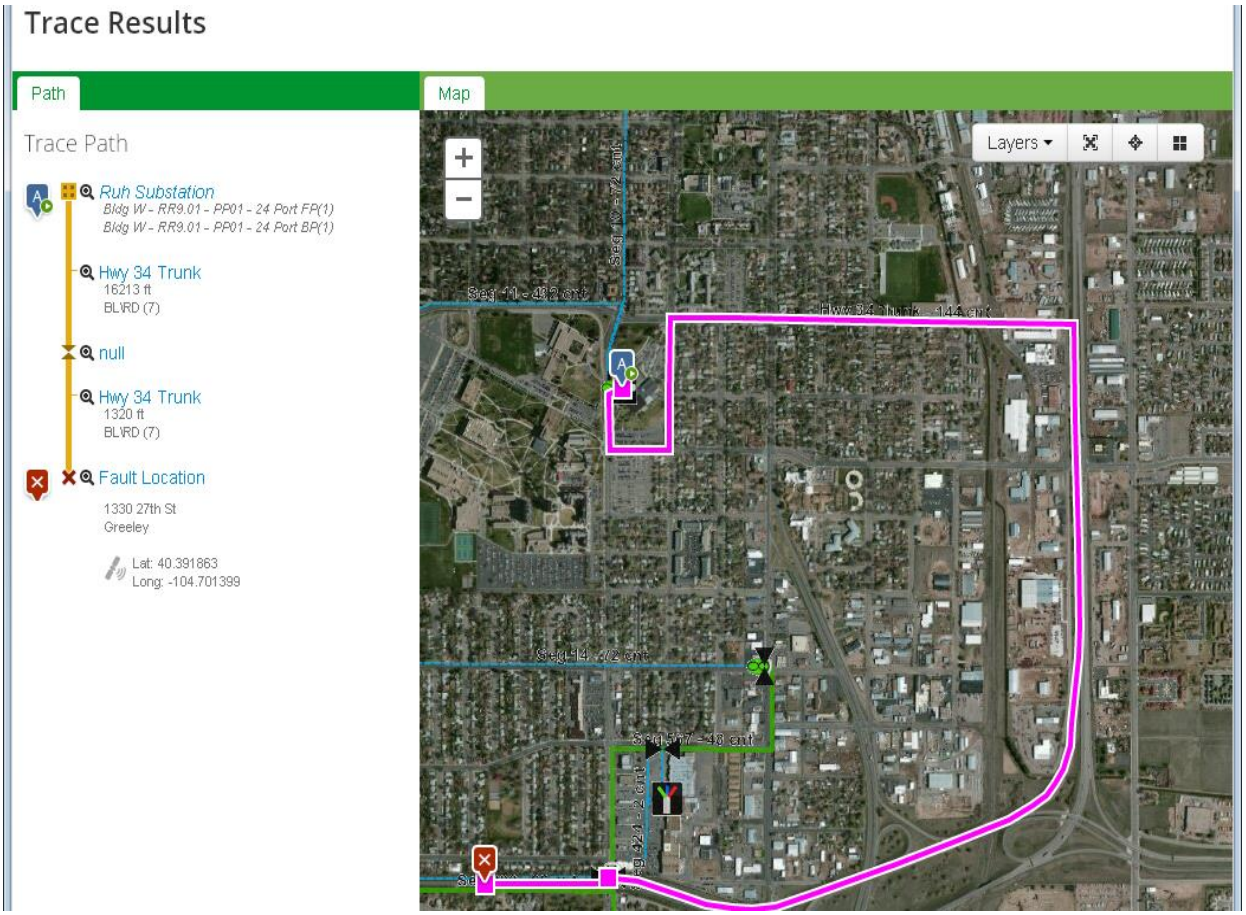


Figura 8 - Risultati Analisi OTDR con localizzazione geografica.

Potremmo proseguire con molti altri esempi ma pensiamo la casistica illustrata abbia sufficientemente dimostrato come ormai la semplice mappa tematica sia solo una delle tante funzioni che possono essere messe al servizio della multiutility utilizzando la piattaforma geografica ArcGIS Esri, quella ArcFM di

Schneider Electric e tutte le verticalizzazioni realizzate sia in forma aggregata tramite il Multi Utility User group che singolarmente da parte dalle singole aziende che hanno partecipato al progetto ed alla predisposizione dei materiali utilizzati in questa presentazione e che ringraziamo.

Autore

Ing Tomaso Bertoli – Coordinatore Multi Utility User Group
tomaso.bertoli@gmail.com | 346 0941392 | www.gismart.eu

Azienda

Multi Utility User Group è un consorzio partecipato dalle seguenti aziende:

- AGSM Verona
- Ascopiave Treviso
- Gruppo Dolomiti Energia | SET Distribuzione & Dolomiti Reti
- Multiservizi Ancona
- Dedagroup ICT Network | Sinergis

ArcFM, ArcFM Feeder Manager, ArcFM Fiber Manager, ArcFM Conduit Manager, Designer \ Designer Express, Orbit, ArcFM Server e Wavepoint sono prodotti e marchi registrati di Schneider Electric

La gestione delle limitazioni aeronautiche nelle zone limitrofe agli aeroporti

AUTORI

Paregiani Alessandro - In-TIME S.r.l., paregiani@innovazioniperlaterra.org
Cometa Francesco - Aeronautica Militare - Ministero della Difesa - info@innovazioniperlaterra.org
Ioannilli Maria - Università degli Studi di Roma Tor Vergata - info@innovazioniperlaterra.org
Carbone Gianluca - In-TIME S.r.l. - carbone@innavazioniperlaterra.org

Parole chiave: sicurezza; navigazione aerea; ICAO; aeroporti; vincolo

ABSTRACT

Il Codice della Navigazione prevede che il Ministero della Difesa individui le aree da sottoporre a vincolo nelle zone limitrofe agli aeroporti militari, imponendo limitazioni alla realizzazione di opere, costruzioni o impianti con l'obiettivo della sicurezza della navigazione aerea e della salvaguardia dell'incolumità pubblica. Le disposizioni che prescrivono le caratteristiche plano-altimetriche delle superfici di limitazione sono contenute nella normativa ICAO.
Sino ad oggi la delimitazione di tali superfici è stata effettuata attraverso strumenti poco adeguati a fornire una visione sistemica ed integrata del complesso degli elementi del territorio interessati dalle limitazioni aeronautiche.
Nella prospettiva di raggiungere gli obiettivi imposti dal Codice, l'Aeronautica Militare e In-TIME hanno avviato una collaborazione volta alla realizzazione di strumenti per l'elaborazione e l'interrogazione di dati geografici relativi alle limitazioni.
La realizzazione di tali strumenti ha implicato la messa a punto di modelli di analisi spaziale in ambiente GRID, attraverso gli strumenti di Spatial Analyst di ArcGIS. Tali modelli mettono a sistema le informazioni di vincolo con la morfologia del territorio e con il complesso degli elementi antropici del territorio, identificando le aree da assoggettare a vincolo e consentendo, mediante appositi tool, l'interrogazione e l'individuazione dei fogli e delle particelle catastali interessati dagli areali di vincolo.

1. Introduzione

Per garantire la sicurezza di tutte le operazioni in volo la normativa vigente impone la redazione di opportune cartografie basate sul Regolamento ENAC per la Costruzione e l'Esercizio degli Aeroporti e sulla normativa internazionale ICAO così da poterle annettere agli Strumenti Urbanistici del territorio e governare lo sviluppo delle costruzioni. La sicurezza delle operazioni in volo è garantita attraverso delle Superfici di Delimitazione Ostacoli che impongono dei vincoli plano-altimetrici nelle aree limitrofe agli Aeroporti, quindi costruzioni, alberi e lo stesso terreno non devono forare queste superfici altrimenti diventerebbero "Ostacoli" alla navigazione aerea. Per gli ostacoli già presenti sono definiti dei provvedimenti da adottarsi in funzione della superficie che questi forano: potranno essere abbattuti se ricadenti in aree critiche come in prossimità delle piste oppure essere segnalati in mappe in uso ai piloti e

anche con segnali visivi posizionati sugli stessi. Per quanto riguarda le future costruzioni, queste non potranno mai diventare ostacolo in quanto sarà obbligatorio rispettare i vincoli plano-altimetrici.
Nella prospettiva di raggiungere gli obiettivi imposti dal Codice, l'Aeronautica Militare e In-TIME hanno avviato una collaborazione volta alla realizzazione di strumenti per l'elaborazione e l'interrogazione di dati geografici relativi alle limitazioni.
Tale collaborazione ha portato alla creazione di una serie di strumenti informativi e operativi di supporto alle attività dell'Aeronautica Militare.

2. Sicurezza della navigazione aerea e salvaguardia dell'incolumità pubblica

Il Codice della Navigazione prevede che il Ministero della Difesa individui le aree da sottoporre a vincolo nelle zone limitrofe agli aeroporti militari, imponendo limitazioni alla realizzazione di opere, costruzioni o impianti con l'obiettivo di garantire la sicurezza della navigazione aerea e la salvaguardia dell'incolumità pubblica. Le disposizioni che prescrivono le caratteristiche plano-altimetriche delle superfici di limitazione sono contenute nella normativa ICAO.
Sino ad oggi la delimitazione di tali superfici è stata effettuata attraverso strumenti poco adeguati a fornire una visione sistemica ed integrata del complesso degli elementi del territorio interessati dalle limitazioni aeronautiche.

Nella prospettiva di raggiungere gli obiettivi imposti dal Codice, l'Aeronautica Militare e In-TIME hanno avviato una collaborazione volta alla realizzazione di strumenti per l'elaborazione e l'interrogazione di dati geografici relativi alle limitazioni.

La individuazione delle limitazioni aeronautiche viene effettuata sulle installazioni militari adibite ad attività di volo distribuite sul territorio nazionale in diverse Regioni:

- Friuli-Venezia Giulia
- Lombardia
- Veneto
- Emilia Romagna
- Toscana
- Lazio
- Campania
- Puglia
- Sicilia

La collaborazione ha quindi l'obiettivo di produrre strumenti informativi che permettano la miglior gestione delle attività di competenza dell'Aeronautica Militare, minimizzandone gli oneri dal punto di vista operativo.

Con gli obiettivi sopra esposti, In-TIME ha sviluppato una serie di procedure automatiche di analisi spaziale, che consentono di individuare le porzioni di territorio e gli elementi fisici che costituiscono un potenziale pericolo alla navigazione, a partire dalle superfici di limitazione aeronautica progettate dai Comandi competenti.

Le superfici di interesse sono:

- superficie di salita al decollo (take off climb surface - TOCS)
- superficie di avvicinamento (approach surface)
- superficie di transizione (transitional surface - TS)
- superficie orizzontale interna (inner horizontal surface - IHS)
- superficie conica (conical surface - CS)
- superficie orizzontale esterna (outer horizontal surface - OHS)

Tali superfici coprono porzioni rilevanti di territorio nell'intorno delle installazioni militari adibite a operazioni di volo. Per tali motivazioni si è reso necessario sviluppare sistemi e procedure in grado di analizzare e valutare un complesso di elementi distribuiti sul territorio.
Le procedure sviluppate permettono di analizzare le superfici di vincolo prodotte dai competenti Comandi dell'Aeronautica Militare secondo le specifiche realizzative definite nell'Annex 14 alla Convenzione sull'Aviazione Civile Internazionale (ICAO).

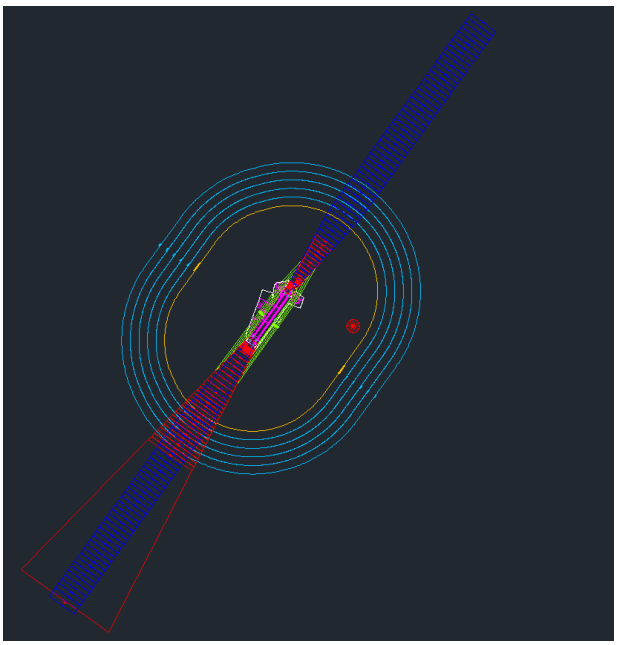


Figura 1 - Superfici di vincolo di input.

Le superfici di input sono state elaborate in ambiente GRID di ESRI con una risoluzione di cella pari a 1 m.

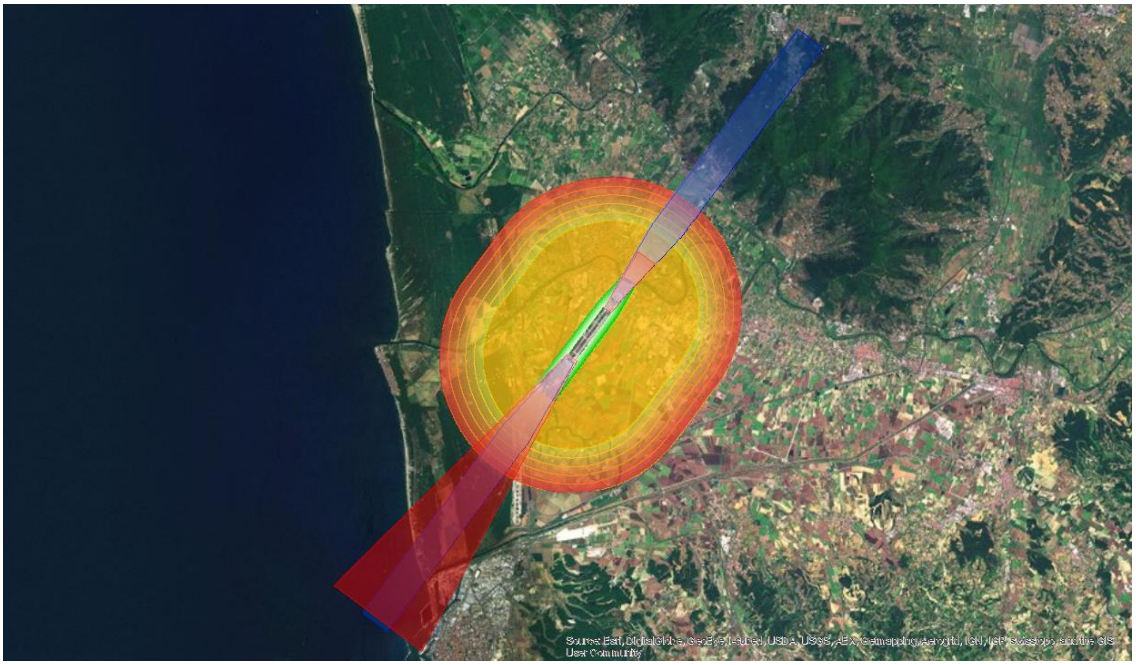


Figura 2 - Superfici di vincolo in formato GRID

Con l'obiettivo di individuare la quota in altezza di vincolo su ciascun punto dello spazio nell'intorno di ciascun aeroporto, le superfici sono state integrate in un'unica superficie di inviluppo, nella quale per ciascuna cella è riportato il limite inferiore del vincolo in altezza.

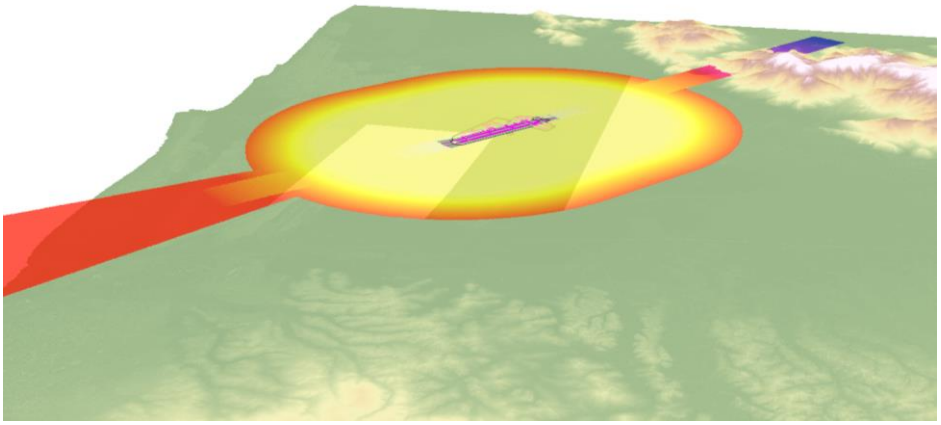


Figura 3 - Inviluppo delle Superfici di vincolo in 3D.

La superficie di inviluppo delle limitazioni aeronautiche, mediante operazioni di spatial analysis, permette di individuare sia il valore di quota per ciascuna cella oltre cui non possono essere realizzate opere che costituirebbero ostacolo alla navigazione, sia l'individuazione delle porzioni di territorio e degli elementi fisici presenti sul territorio la cui quota di elevazione massima è già superiore al vincolo definito. In tal caso gli ostacoli individuati, qualora non già censiti dal Centro Informazioni Geotopografiche Aeronautiche (CIGA), possono essere segnalati.
Al fine di individuare le zone che per morfologia hanno un valore di elevazione maggiore della quota di vincolo, per ciascun aeroporto vengono implementate procedure complesse di analisi e di elaborazione del dato spaziale. Il dato di input necessario per questa fase di elaborazione è un Digital Terrain Model (DTM) con risoluzione idonea alle finalità operative. In alcuni casi si è resa necessaria l'integrazione di basi informative eterogenee, assicurando in ciascun punto dello spazio il massimo livello di precisione possibile dipendentemente dal dato di input disponibile.

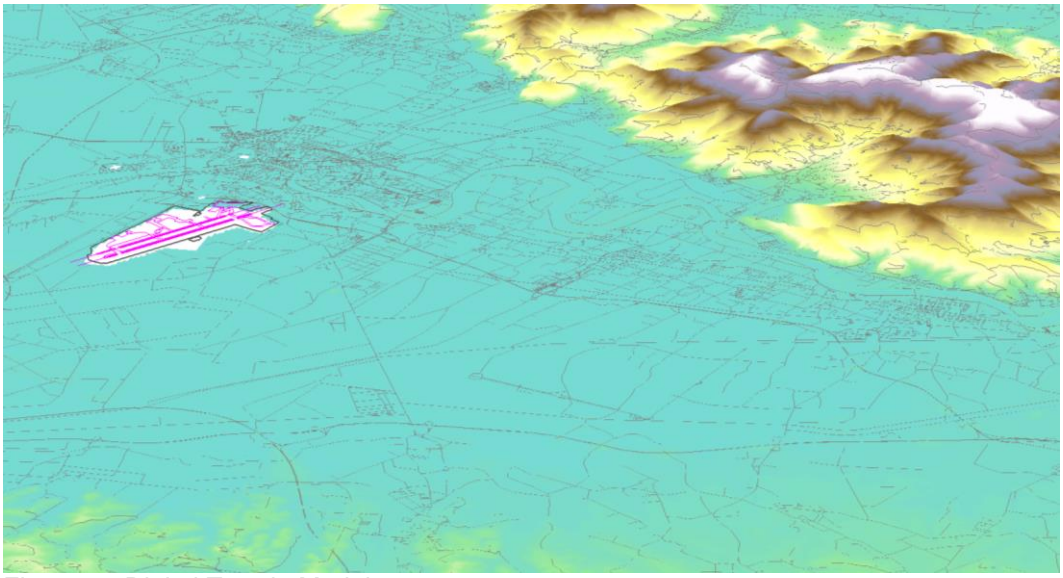


Figura 4 - Digital Terrain Model.

In aggiunta al DTM, si è posta la necessità di analizzare gli elementi fisici con sviluppo in altezza potenzialmente ostacolanti le attività di volo. A tal fine In-TIME ha sviluppato procedure automatiche di elaborazione del dato proveniente dalle Carte tecniche regionali, in particolare su alcuni tematismi ritenuti di interesse, come ad esempio gli edifici. Le operazioni condotte hanno così portato alla creazione di un Digital Surface Model (DSM), comprensivo degli elementi rilevanti localizzati sui territori di interesse.

Figura 5 - Digital Surface Model con edifici esistenti

Una volta prodotti gli strati informativi necessari, è stato possibile procedere con l'analisi combinata del DSM e dell'inviluppo delle superfici di vincolo.
L'operazione ha portato all'individuazione degli areali e degli elementi fisici intersecanti in altezza le superfici di vincolo.

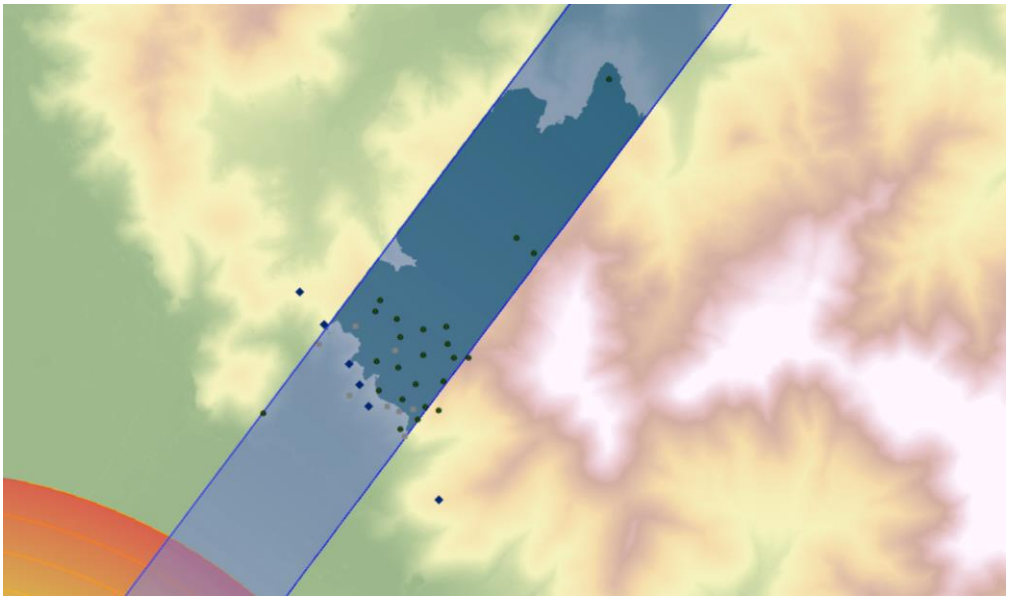


Figura 6 - Aree di intersezione tra superfici di vincolo e DSM.

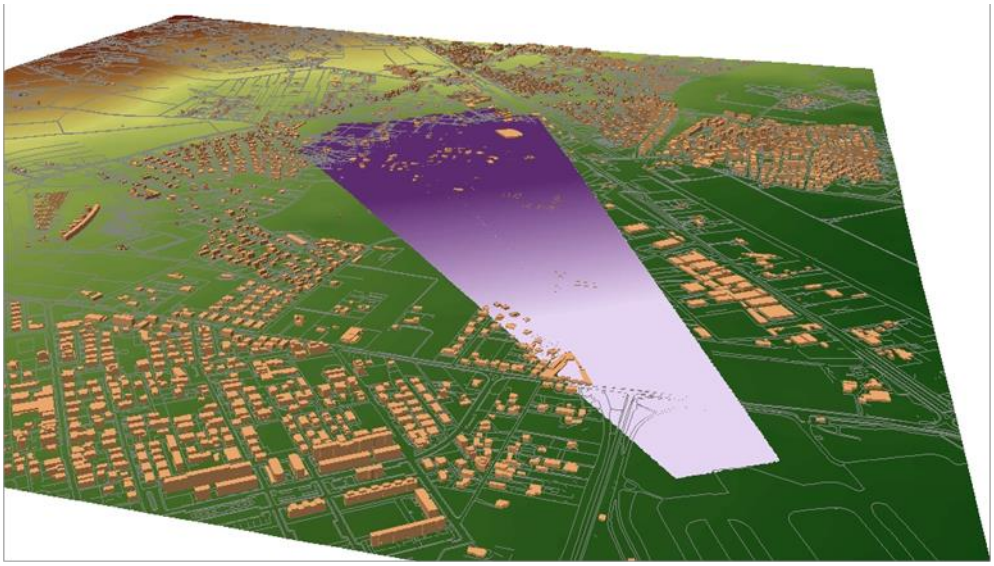


Figura 7 - Individuazione degli elementi fisici con altezza maggiore delle superfici di vincolo (forma trapezoidale).

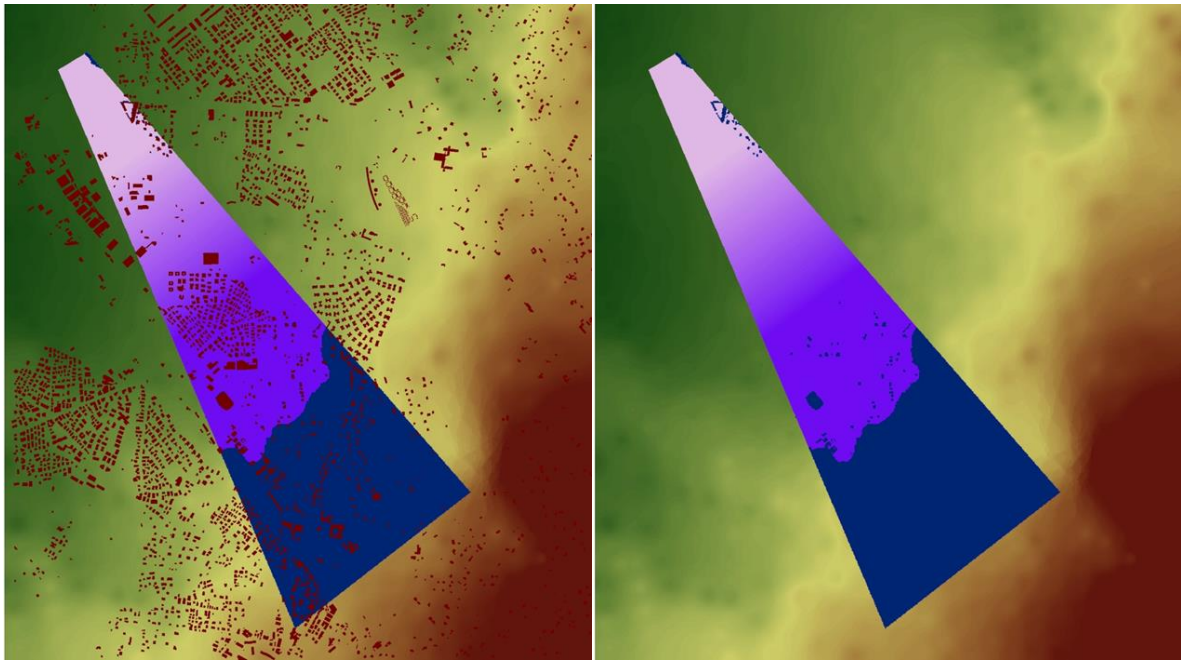


Figura 8 - Individuazione dei punti di contatto tra le superfici di vincolo (forma trapezoidale) e DSM, evidenziati in blu nell'immagine di destra.

Ulteriore analisi deve essere condotta sulle cartografie catastali, con l'obiettivo di individuare tutti i fogli e le particelle rientranti nelle zone di vincolo. Sui fogli e sulle particelle individuate, potrà essere apposto un vincolo di tipo aeronautico, che limita la costruzione di nuove opere in altezza.

Gli strati informativi prodotti permettono quindi di ottenere una serie di informazioni in tempo reale, di utilità per le attività di competenza dell'Aeronautica Militare, quali ad esempio:

- vincolo in quota della superficie preminente in un dato punto di coordinate (X,Y)
- vincolo in quota di una specifica superficie in un dato punto di coordinate (X,Y)
- vincolo in quota della superficie preminente in una data particella catastale
- vincolo in quota di una specifica superficie in una data particella catastale
- verifica della compatibilità di una data opera da progetto rispetto alle quote di vincolo

3. Ringraziamenti

Le attività condotte in collaborazione da In-TIME S.r.l. e l'Aeronautica Militare hanno richiesto la collaborazione di diversi soggetti istituzionali, a vario titolo competenti sui dati necessari per le elaborazione. Si ringraziano in particolare le Amministrazioni regionali coinvolte.

4. Riferimenti

International Standards and Recommended Practices Annex 14 to the Convention on International Civil Aviation

Codice della Navigazione - Parte seconda della navigazione aerea

Decreto 19 dicembre 2012, n. 258. Regolamento recante attività di competenza del Ministero della difesa in materia di sicurezza della navigazione aerea e di imposizione di limitazioni alla proprietà privata nelle zone limitrofe agli aeroporti militari e alle altre installazioni aeronautiche militari.

Decreto 25 gennaio 2008, recante l'atto di indirizzo relativo agli aeroporti militari a doppio uso militare - civile

ENAC - Regolamento per la costruzione e l'esercizio degli aeroporti

Nuovo sistema GIS in GAIA e integrazione con Maximo EAM

AUTORI

Francesco Di Martino - GAIA S.p.A - francesco.dimartino@gaia-spa.it
Serena Amadei - GAIA S.p.A. - serena.amadei@gaia-spa.it

Parole chiave: web GIS; mobile; Maximo EAM

ABSTRACT

GAIA S.p.A. è la società pubblica concessionaria dal 2005, in virtù della Convenzione stipulata con l'allora Autorità d'Ambito n.1, oggi «A.I.T.-Conferenza Territoriale n.1», della gestione del Servizio Idrico Integrato nel territorio ATO1-Toscana Nord.
La necessità di accrescere il patrimonio informativo delle infrastrutture gestite, diffondere le informazioni a tutto il personale, dotarsi di tecnologie all'avanguardia che consentano l'integrazione tra i vari sistemi aziendali e la diffusione dei dati sul campo, ha spinto l'azienda al rinnovamento tecnologico del sistema GIS in essere.
Il nuovo sistema GIS di GAIA è realizzato su tecnologia Esri alla versione 10.2.1 e gestisce i dati relativi alle reti idriche, fognarie e industriali attraverso una componente desktop, dedicata prevalentemente all'aggiornamento e alle analisi di tipo complesso, una componente web, dedicata alla diffusione delle informazioni all'interno della rete intranet di GAIA, una componente mobile, di ausilio per il personale su campo.
Il sistema GIS, in tutte le componenti, è integrato con il software di Asset Management Maximo EAM. L'integrazione facilita la gestione delle informazioni delle infrastrutture comuni ai due sistemi e consente la georeferenziazione degli ordini di lavoro di guasto delle reti.
Il nuovo sistema è stato predisposto per consentire future integrazioni con gli altri sistemi aziendali (gestione documentale, scada, commerciale, etc…).

1. Introduzione

GAIA S.p.A. (di seguito GAIA) è la società pubblica nata nel 2004 per la gestione del Servizio Idrico Integrato nel territorio della Toscana Nord - ATO (Ambito Territoriale Ottimale) n.1 (D.Lgs. 152/06).
La società opera in virtù della Convenzione stipulata con l'allora Autorità d'Ambito n.1, oggi «A.I.T.-Conferenza Territoriale n.1», e ad essa è affidata la gestione del Servizio Idrico Integrato nel territorio ATO1-Toscana Nord fino al 2034.
Il Territorio gestito comprende 48 comuni delle Provincie di Massa Carrara, Lucca e Pistoia e si estende su una superficie di circa 2.600 kmq. Su questo territorio, attraverso una rete acquedottistica che si estende per 5.000 km lineari e una rete fognaria con consistenza pari a 2.000 km, GAIA eroga il servizio idrico integrato a 445.000 abitanti e gestisce un numero di utenze pari a 250.000.

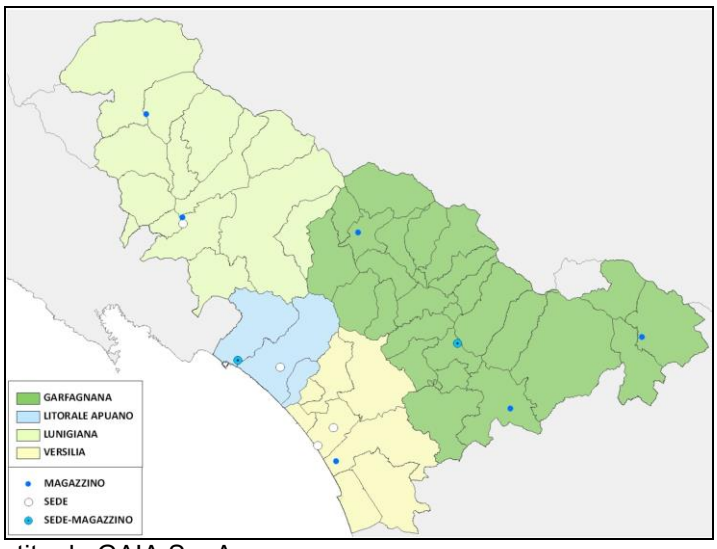


Figura 1 - Territorio gestito da GAIA S.p.A.

Il progetto di seguito illustrato ha per oggetto la reingegnerizzazione del Sistema Informativo Territoriale (o SIT), delle reti idriche e fognarie di GAIA e la sua integrazione con il sistema di asset management in essere in azienda.
Il sistema di asset managament in uso in GAIA si basa sul software IBM Tivoli Maximo EAM 7.5 il cui utilizzo coinvolge oltre il 70% dei dipendenti. Tra i soggetti coinvolti, le squadre operative, circa 120, sono dotate di dispositivi mobili tipo tablet e utilizzano Maximo con l'Add-On Everyplace.
Maximo Enterprise Asset Management (EAM) implementato in Gaia consente all'Azienda di:

- gestire gli Asset infrastrutturali (reti e impianti idrici e fognari, impianti di depurazione) e gli Asset non infrastrutturali (attrezzature e autoparco),
- gestire gli interventi (Ordini di Lavoro o ODL) di qualsiasi tipo (conduzione, emergenza e guasti, manutenzioni programmate, servizi all'utenza, rinnovi e ampliamenti),
- raccogliere in un unico contenitore tutti i costi sostenuti dal settore tecnico (risorse interne, risorse esterne, magazzino, acquisti, attrezzature),
- calcolare indicatori prestazionali sintetici.

Il progetto del nuovo Sistema Informativo Territoriale nasce dalla necessità di evolvere verso una soluzione che migliori l'efficienza garantita dai sistemi attualmente in uso e sia in linea con gli standard tecnologici più moderni, in modo da essere aperta a future integrazioni con gli altri sistemi di cui GAIA è dotata ad oggi o di cui si doterà in futuro. L'integrazione del nuovo sistema GIS con Maximo EAM garantirà una migliore gestione delle informazioni delle infrastrutture gestite e restituirà inoltre la georeferenziazione degli ordini di lavoro di guasto delle reti, al fine di tendere all'efficientamento della gestione degli asset e alla razionalizzazione della programmazione degli interventi.
Gli obiettivi principali del progetto sono:

- Revisione dell'architettura del sistema in essere
- Aggiornamento ed ampliamento della dotazione software GIS esistente
- Definizione del modello dati della rete e migrazione delle banche dati gestite nel sistema attuale
- Personalizzazione e configurazione degli strumenti desktop GIS di gestione della rete
- Implementazione di applicazioni Web GIS di analisi della rete e degli interventi di manutenzione (ordini di lavoro)
- Implementazione di una applicazione per tablet per la gestione degli interventi di manutenzione sulla rete (ordini di lavoro)
- Integrazione del SIT con il sistema di asset management Maximo EAM in uso in GAIA.

Il nuovo sistema si baserà su tecnologia Esri ArcGIS 10.2.1. Il Geodatabase Esri risiederà in un'istanza di database SQL Server. La componente ArcGIS Desktop sarà arricchita da una serie di tool personalizzati tramite gli Arcobjects Esri in ambiente C#.NET . L'interfaccia Web sarà sviluppata con

tecnologia Flex e utilizzerà servizi di sfondo di tipo “cached”. La componente mobile integrerà le funzionalità GIS Esri grazie al kit di sviluppo ArcGIS Runtime SDK for Android.

2. Fasi e Gantt di progetto

Il progetto di realizzazione del nuovo GIS in GAIA ha avuto inizio ad ottobre 2013 e la sua conclusione è prevista a primavera 2015.

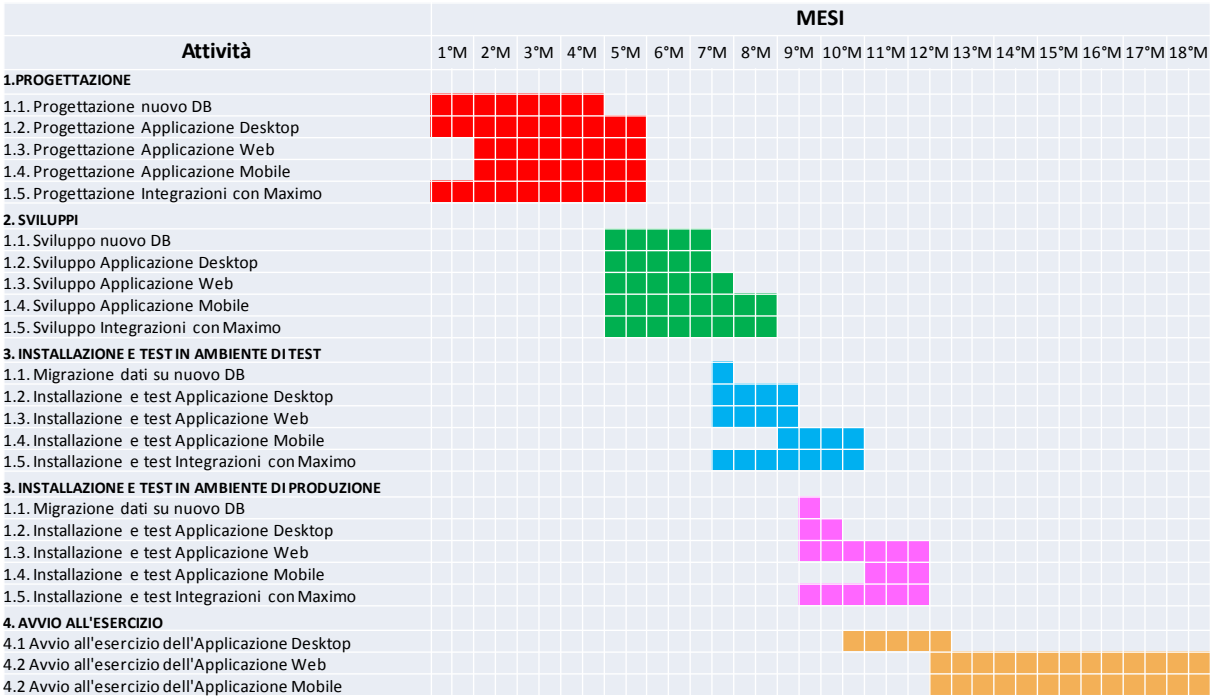


Figura 2. Gantt e fasi di progetto

Il progetto si sviluppa in più fasi e sottofasi, come illustrato in Figura 2, e prevede una prima installazione di tutte le componenti progettate e sviluppate in un ambiente di test dedicato e, successivamente alla verifica e al consolidamento dell’ambiente di test, l’installazione e l’avvio in ambiente di produzione.
La disponibilità di un ambiente di test dedicato al nuovo sistema consentirà in fase di avvio di verificare i flussi di integrazione delle varie componenti con l’ambiente di test di Maximo EAM già in uso in GAIA e, per eventuali sviluppi futuri, di testare nuove funzionalità minimizzando i fermo macchina degli ambienti di produzione.

3. L’architettura del sistema

Per massimizzare l’efficienza del Sistema Informativo Territoriale, semplificarne la gestione e favorire l’integrazione con altri sistemi, si prevede l’utilizzo di una soluzione di tipo centralizzato, realizzata con strumenti modulari e che permetta un accesso differenziato con diverse tipologie di client.
Il nuovo SIT di GAIA sarà costituito dai seguenti componenti:

- Database server di test, su istanza dedicata di SQL Server
- Database server di produzione, su istanza dedicata di SQL Server
- GIS Server di test su sistema operativo Windows con istanza dedicata
- GIS Server di produzione su sistema operativo Windows con istanza dedicata
- Web Server: sarà messa a disposizione una istanza su sistema operativo Windows

- Desktop client di gestione in ambiente di test su server dedicato, con sistema operativo Windows e Citrix XenApp, al quale si connetteranno le postazioni utente mediante meccanismi di remotizzazione
- Desktop client di gestione in ambiente di produzione su server dedicato, con sistema operativo Windows e Citrix XenApp, al quale si connetteranno le postazioni utente mediante meccanismi di remotizzazione
- 120 Mobile Client su tablet sistema operativo Android
- License manager server.

In Figura 3 è presentato lo schema dell'architettura del nuovo sistema.

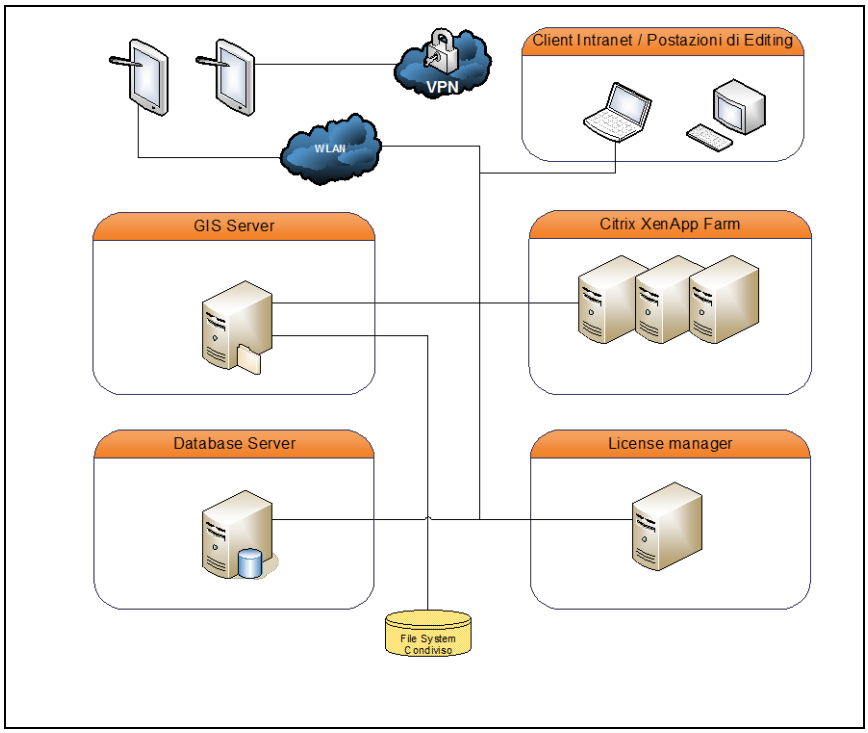


Figura 3 - Schema architettura di sistema

4. Il modello dati

La banca dati sarà organizzata in una serie di dataset contenenti il patrimonio informativo relativo alla cartografia di sfondo, dati a corredo e dati delle reti.
Il sistema di riferimento che sarà assegnato a tutto il Data Warehouse (non prima di una trasformazione rispetto al dato originale in Gauss Boaga Monte Mario Italy 1) è ETRS 1989 con proiezione UTM 32 Nord.

4.1 Cartografia di sfondo

La base dati cartografica attualmente a disposizione di GAIA e che parteciperà alla creazione di mappe di base ad uso corografico comprende:

- Carta Tecnica Regionale
- Limiti Amministrativi
- Aste Fluviali
- Grafo Stradale
- Civici Toponomastici
- Località

- Cippi kilometrici

4.2 Dati di rete

Le categorie di dati che rappresentano il patrimonio informativo di Gaia sono così organizzate:

- Rete Idrica - *rappresenta l'elenco di tutti gli oggetti che partecipano alla sola Rete Idrica*
- Rete Fognaria - *rappresenta l'elenco di tutti gli oggetti che partecipano alla sola Rete Fognaria*
- Rete Industriale - *rappresenta l'elenco di tutti gli oggetti che partecipano alla sola Rete Industriale*
- Corredo - *rappresenta l'elenco di tutti gli oggetti a Corredo delle Reti*
- Standalone - *rappresenta l'elenco di tutti gli oggetti che si relazionano con tutte le Reti*.

5. L'applicativo Desktop e l'integrazione con Maximo EAM

L'applicativo Desktop opererà sul dato con la stessa proiezione della banca dati (ETRS 1989 con proiezione UTM 32 Nord).
L'interfaccia Desktop si riferirà a due tipologie di client: una abilitata a tutte le funzionalità di analisi, stampa, reportistica, ma non all'editing dei dati e un'altra abilitata anche all'editing.
Entrambe le interfacce saranno accessibili tramite un'autenticazione integrata che sfrutterà le credenziali Windows del singolo utente. L'accesso avverrà tramite il software Citrix che consentirà di lavorare tramite interfacce remotizzate dell'ArcGIS Desktop installato su un unico Server centralizzato.
Alle numerosissime funzionalità standard, a seconda di quanto abilitato in base alla licenza utilizzata, saranno aggiunte una serie di funzionalità customizzate che in generale saranno di ausilio per:

- l'editing (tool di ausilio all'editing vero e proprio, riempimento automatico di alcuni campi, tool di ausilio alla codifica delle infrastrutture, finish sketch, ecc);
- il controllo qualità dei dati;
- la gestione dello stato degli oggetti di rete;
- ricerche semplificate;
- la gestione della componente di integrazione con Maximo relativa all'interfaccia Desktop;
- la gestione delle segnalazioni da campo.

In particolare l'integrazione con Maximo terrà conto dei meccanismi di versioning che regolano l'editing contemporaneo in ambiente ArcGIS e sarà predisposto un meccanismo che consentirà, tramite la gestione di una versione dedicata per ogni singolo utente di editing, la gestione di eventuali conflitti e l'allineamento dei dati comuni tra GIS e Maximo.

6. L'applicativo Web e integrazione con Maximo EAM

L'applicativo WEB opererà su dati riproiettati in proiezione Web Mercator Auxiliary Sphere.
L'utilizzo di quest'ultimo sistema di riferimento, consentirà, previa disponibilità di una connessione internet, di utilizzare le mappe di sfondo degli ArcGIS Online (AGOL) messi a disposizione da Esri.
L'interfaccia WEB sarà organizzata in maniera da consentire la consultazione di ciascuna rete, corredata da eventuali oggetti a corredo, sovrapposta ad una cartografia di sfondo che potrà essere scelta (tramite apposito oggetto slider) tra la CTR già a disposizione di GAIA - debitamente vestita e rappresentata - e alcune delle mappe degli ArcGIS on line tra cui le ortofoto relative allo strato denominato Imagery.
Oltre alle interfacce relative alle singole reti, sarà predisposta un'interfaccia che consentirà di visualizzare simultaneamente le tre reti e gli oggetti a corredo, in modo da consentire analisi geografiche complete.
Sarà configurato un gruppo di utenti di dominio che avranno accesso all'applicazione dalla loro postazione tramite Web browser standard.
L'utente, una volta effettuato il login, potrà scegliere quale rete consultare e avrà a disposizione una serie di strumenti che consentiranno la navigazione del dato, la gestione dei Map Book (catalogo di aree di interesse memorizzate dall'utente), la ricerca facilitata di alcuni elementi di maggiore interesse, le

query (spaziali e alfanumeriche), una funzionalità di appunti, il tracing di rete oltre che alcuni strumenti di misura di lunghezze e aree.
Tramite l'interfaccia WEB sarà possibile gestire gli ODL in maniera del tutto simile a quanto reso disponibile tramite interfaccia Mobile e descritto al successivo paragrafo.
Sarà quindi possibile richiedere la lista di ODL di guasto delle infrastrutture lineari di competenza dell'utente, selezionarne uno in particolare, associargli delle coordinate apponendo un punto sulla mappa (tramite mouse), inviare le coordinate a Maximo, richiamare l'interfaccia di Maximo e completare, tramite essa, il lavoro di chiusura dell'ODL.

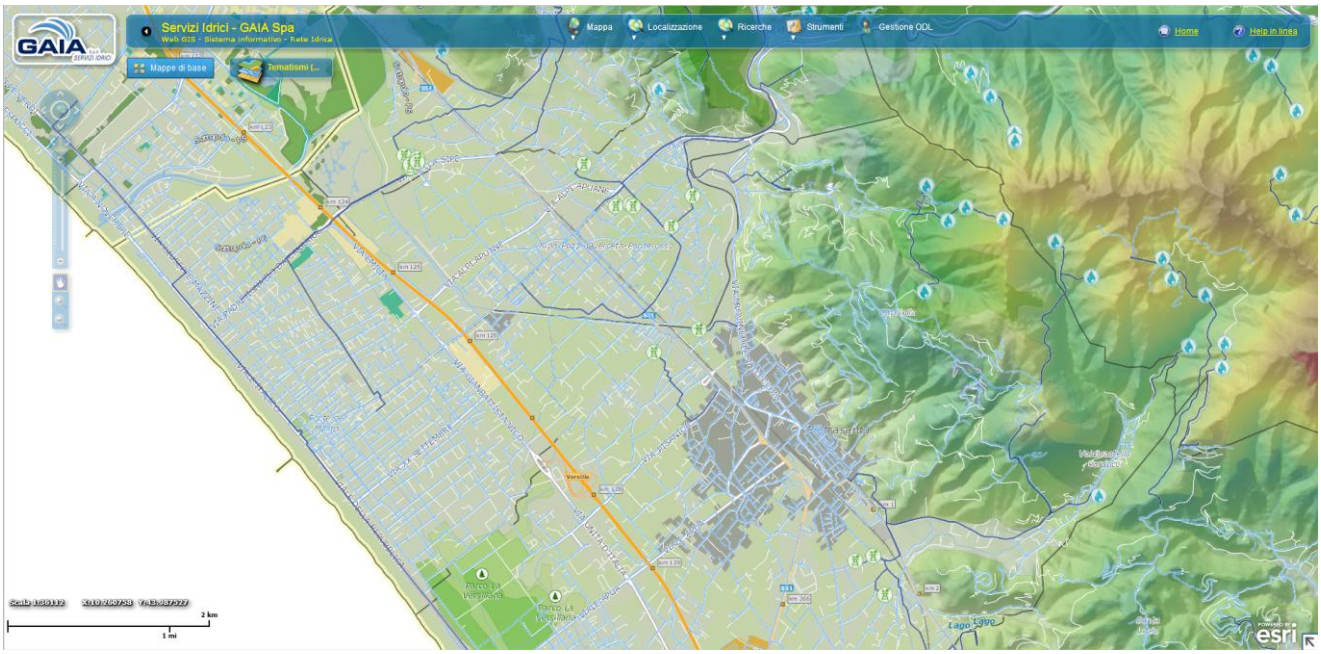


Figura 4. Applicazione Web: Rete Idrica

7. L'applicativo Mobile e l'integrazione con Maximo EAM

L'applicativo Mobile opererà su dati riproiettati in proiezione Web Mercator Auxiliary Sphere.
L'utilizzo di quest'ultimo sistema di riferimento, consentirà, previa disponibilità di una connessione internet, di utilizzare le mappe di sfondo degli ArcGIS Online (AGOL) messi a disposizione da Esri.
L'applicazione Mobile consentirà di consultare i dati di rete in campo ed effettuare delle semplici operazioni di ausilio alla gestione in campo degli ODL.
In particolare l'applicazione Mobile, previa autenticazione, consentirà all'operatore di scaricare la propria lista di Ordini di Lavoro e scegliere se lavorarne uno o navigare liberamente sulla mappa.
L'operatore potrà navigare sulla mappa sia in modalità online, che in modalità offline, consultando i dati di rete messi a disposizione del server o quelli presenti su dispositivo, in assenza di connettività.
La navigazione su mappa sarà facilitata dalla possibilità di zoomare direttamente sulla posizione del dispositivo sul campo e dalla possibilità di salvare bookmark di aree di interesse, richiamabili.
Selezionando un Ordine di Lavoro, l'operatore potrà associarvi un punto specifico su mappa o le coordinate GPS rilevate dal dispositivo. Tale operazione sarà *conditio sine qua non* per la successiva chiusura dell'ODL stesso su Maximo.
Diversi strumenti permetteranno di cambiare dati di rete visualizzati, interrogarli, effettuare misurazioni e produrre delle segnalazioni testuali o grafiche, eventualmente associabili all'ODL corrente.
Sempre dal dispositivo l'operatore potrà richiamare l'interfaccia Maximo Everyplace eventualmente alla pagina dell'ODL corrente e completare infine le operazioni necessarie alla chiusura dell'ODL.

Il CLOUD Computing in Archeologia, "Aléria Digitale". Ricerca per la globalizzazione e condivisione della Conoscenza

AUTORI

Priscilla Paolini - Dip. Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura "Sapienza" Roma – priscilla.paolini@uniroma1.it
Giorgio Forti - ESRI Italia - Roma. gforti@esriitalia.it
Franck Allegrini-Simonetti - Collectivité territoriale de Corse, Direction de la Culture et Patrimoines, Service des Patrimoines, secteur Archéologie, Ajaccio - fallegrini-simonetti@ct-corse.fr
Alfredo Corrao - Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo, Roma – alfredo.corrao@beniculturali.it

Parole chiave: Cloud Computing; GIS e 3D WebGIS; Rilievo archeologico; laser scanner 3D; GPS; Computational photography; Collaborazione internazionale

ABSTRACT

Seguendo l'accordo di collaborazione tra il Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura della SAPIENZA di Roma e la Collettività Territoriale di Corsica (C.T.C.), settore Archeologia, questo progetto focalizzato sul sito archeologico dell'antica città romana di Aléria in Corsica, applicando varie tecnologie di rilevamento multi risoluzione, tecniche fotografiche e strumenti GIS, mira a realizzare una complessa struttura di dati, organizzata settorialmente per molteplici usi, per affidarla in seguito a un sistema di "CLOUD Computing", intendendo così non solo uno spazio contenitore sulla rete ma un insieme complesso e articolato di software, di piattaforme e d'infrastrutture forniti come servizio in remoto attraverso Internet.
Il progetto è la sintesi di varie tecnologie di rilevamento 3D e di rappresentazione, applicate all'area archeologica e ad alcuni reperti esposti nell'adiacente museo Carcopino, il laser scanner 3D, la topografia, i sistemi GPS, la tecnica fotogrammetrica di Dense Stereo Matching e le applicazioni di Computational Photography hanno così prodotto tutti i dati alla base di questo lavoro.
Un complesso piano di lavoro GIS e WebGIS è seguito collezionandoli tutti e concludendosi nella pubblicazione e condivisione di contenuti 2D e 3D altamente qualitativi archiviati nella piattaforma ArcGIS OnLine.
Queste procedure applicate in un ambito internazionale di evidente interesse scientifico, mirano a diffondere i risultati, articolati in gruppi diversi, nel mondo dei Social Media.

1. Introduzione

Gli Enti di tutela del Patrimonio Culturale da qualche tempo hanno preso in considerazione il valore aggiunto determinato dalla condivisione delle risorse dati che a questo si riferiscono, secondo il principio dei: "Linked Open Data".
In questo studio si esegue un'analisi degli usi pratici e delle implicazioni che derivano dall'applicazione del suddetto principio attraverso un progetto in atto nel campo dei Beni Culturali, che vede la collaborazione di due importanti centri di ricerca, uno in Corsica l'altro in Italia, entrambi applicati allo studio del sito archeologico di origini romane e preromane di Aleria (F).
Come per ogni attività di Ricerca, la definizione iniziale degli obiettivi del progetto costituisce la parte più delicata del lavoro, sono molti, infatti, gli interessi focalizzati sul sito, dove è prevista a breve la ripresa degli scavi dopo una pausa durata sessant'anni.
In aggiunta al gruppo internazionale di archeologi, geologi, e architetti coinvolti nel progetto, i cui complementari ambiti scientifici ne costituiscono il cervello produttivo, è necessario fare uno specifico riferimento alla :"Collettività Territoriale di Corsica – Direzione Cultura e Patrimonio", l'autorità governativa Regionale ospite, che gestisce tutti i servizi del sito archeologico e supporta in modo specifico ogni programma di Ricerca multidisciplinare nazionale e internazionale, curandosi inoltre di migliorare l'accoglienza al pubblico favorendo il turismo in genere.

8. Integrazioni con Maximo EAM

L'integrazione con il sistema Maximo in uso presso GAIA, riguarda essenzialmente gli oggetti che vengono trattati da entrambi i sistemi ed è tesa ad evitare disallineamenti e duplicazione di attività con un miglioramento dell'efficienza dei processi di gestione delle reti.
I dati oggetto di interscambio tra i due sistemi, sono:

- I domini che gestisce MAXIMO (Master) e che si traducono nel GIS (Slave) in domini di valori ammessi.
- Le feature class delle Reti Idrica, Fognaria e Industriale il cui network è gestito nel GIS (Master), che condividono alcuni aspetti puramente alfanumerici e anagrafici con Maximo (Slave) che dovrà ricevere informazioni calcolabili geograficamente, quali la localizzazione di un impianto o la lunghezza di una infrastruttura o informazioni relative allo stato. Inoltre, all'atto della creazione di una nuova porzione di rete o di un impianto il sistema GIS assicurerà l'allineamento verso Maximo.
- Gli strati relativi allo stradario (tratte e civici) saranno gestiti nel GIS (Master) e condivideranno alcuni aspetti puramente alfanumerici e anagrafici con Maximo (Slave). Anche in questo caso, all'atto della creazione di una nuova entità in questi strati, il sistema GIS assicurerà l'allineamento verso Maximo.
- Per quanto riguarda infine gli Ordini di lavoro la situazione è mista: ci saranno infatti momenti del flusso di lavorazione in cui è Maximo proprietario di un'azione (e quindi sarà Master) e viceversa momenti nei quali Maximo riceverà dal GIS informazioni calcolabili geograficamente (e quindi sarà Slave). Brevemente il flusso può essere schematizzato come segue:
    - in Maximo viene generato un Ordine di Lavoro;
    - i client RI-GIS-Mobile e RI-GIS-Web accedono alla lista degli ODL (eventualmente già corredati di coordinate precedentemente valorizzate tramite Mobile o Web) e inviano a MAXIMO le coordinate dell'intervento;
    - tramite Mobile o Web viene apposto il punto (coordinate) su mappa eventualmente in sostituzione del punto già precedentemente acquisito;
    - tale informazione è poi passata a MAXIMO tramite la chiamata ad un Web Service dedicato;
    - Maximo tramite l'interfaccia, eventualmente, gestisce l'esecuzione dell'ODL: l'interfaccia si apre su una scheda del browser con il passaggio dell'URL e del parametro relativo al codice ODL;
    - in Maximo viene completato l'Ordine di Lavoro e l'evento scatena la memorizzazione sul Geodatabase di una nuova entità;
    - i client RI-GIS-Desktop accedono agli ODL completati e alle segnalazioni a questi associate da RI-GIS-Mobile e RI-GIS-Web ed eventualmente provvedono all'aggiornamento della rete.

9. Scenari futuri

Il nuovo sistema GIS è stato pensato per essere aperto a nuovi sviluppi futuri, come per esempio:

- l'integrazione con il sistema aziendale di gestione documentale
- l'integrazione con il sistema centrale di telecontrollo
- l'inserimento di un sistema di geocoding
- l'integrazione con il settore Commerciale, sia a livello di indirizzario delle utenze servite che di georeferenziazione delle utenze
- l'arricchimento delle varie componenti (Desktop, Web e Mobile) con nuove funzionalità customizzate.

In seguito all'applicazione delle tecniche e metodi di rilevamento multirisoluzione e di quelle fotografiche digitali, creato il modello tridimensionale, georeferenziato, dello scavo e altri dati ad esso connessi in vario modo, l'applicazione ArcGIS (V 10.2) ha consentito di collegarli tutti, nella costruzione di un geo-database tridimensionale completo, dove realizzare analisi e gestire contenuti 3D, integrando tutti i modelli nel loro proprio contesto geografico, abilitando le potenzialità spazio-temporali dei dati, per condividere poi la scena 3D e le sue componenti sul WEB, nella piattaforma Cloud on-line.
Prima procedura è stata la collezione di tutti i dati riguardanti il sito, geografici e storici, i documenti di scavo sia analogici che digitali, i dati aerofotogrammetrici, oltre ai disegni, rilievi, matrici, stratigrafie, i dati d'insieme e le fotografie. Poi ha seguito l'importazione dei modelli 3D, la loro integrazione nel contesto geografico, usando i dati di localizzazione (raster, elevazione, vettoriali) e le Basemaps di ArcGIS OnLine. Successivamente è avvenuta l'organizzazione e l'archiviazione di tutte le informazioni nel modello Geo-Database, rifinendo i contenuti 3D, realizzando o importando analisi tridimensionali. Il risultato è stato poi portato nella piattaforma ArcGis On line per la sua condivisione e diffusione.

2. L'area archeologica e il suo territorio

L'area di Aleria, al centro della costa orientale della Corsica (Fig. 1a), giace nel mezzo dell'unico altopiano dell'isola, cinta a ovest da montagne e a est dal mare Tirreno, da cui la separano una serie di lagune protette da spiagge, usate sin dall'antichità sia come luoghi di attracco per le navi che come bacini per la coltivazione dei molluschi. Per questa sua particolare conformazione naturale la zona presenta diverse testimonianze archeologiche di epoca preistorica e storica costituendo importante riferimento di interesse internazionale.
L'antica città romana di Aleria, al centro di una collina a 3 km dal mare situata vicino al borgo abitato detto "U forte", così chiamato per l'edificio fortificato di origine genovese (XIV sec.) e oggi Museo che lo domina, costituisce il fulcro di una vasta zona archeologica di cui fanno parte anche un sito termale (Santa Laurina) e una grande necropoli preromana (Casabianda).
Il suo nome è citato dallo storico greco Erodoto che parla di "Alalia", prima scalo e poi metropoli dei Focei (da una città della Grecia ionica sulla costa ovest dell'Anatolia) nel 565-563 A.C., prima stabile istallazione di una comunità civile Classica.
Mentre non ci è pervenuto alcun resto delle sue architetture, importanti sono invece le testimonianze della successiva presenza degli Etruschi (5° e 4° sec. A.C.) nella zona limitrofa di Casabianda, che collegano così tutta l'area con i territori d'oltremare a nord dell'Etruria.
Questi popoli dopo la battaglia navale a largo di Aleria, nel 540-535 A.C., presero il posto dei Focei, popolando la città sino all'avvento dei Romani, quando durante la prima guerra punica nel 259 A.C. la città conquistata diventerà la capitale della "Provincia romana di Corsica".
Gli storici descrivono la sua successiva colonizzazione ordinata da Silla nell' 81 A.C. e poi da Cesare e Ottavio, quindi la città si mantiene prospera sino alla fine dell'Impero quando, saccheggiata dai Vandali, si ridimensiona in un piccolo centro abitato.

Figg. 1a - G. A. Magini 1620, Aleria ad Est; 1b-Planimetria del sito: il foro a nord, l'anfiteatro e i bastioni a sud; 1c-rilievo laser scanner 3D: il foro e la cisterna; 1d-modello 3D da dense stereo matching di foto,

busto di Giove Ammone, sua georeferenziazione nello scavo e nel museo (sfere fucsia) dentro la scena 3d di ArcScene.

3. Ricerca e primi scavi

Seppure i primi scavi della città romana, risalenti al 1920, furono iniziativa di A. Ambrosi, la maggior parte dei ritrovamenti si realizzarono a metà degli anni '50 ad opera di Jean e Laurence Jehasse, quando scoprirono il Foro, l'Anfiteatro e i Bastioni rispettivamente al centro e a sud dell'area collinare.
A questa scoperta seguì però nel 1960 quella della vicina necropoli Etrusca di Casabianda, ricchissima fonte di reperti su cui da allora si concentrarono le ricerche, sicché gli archeologi tornarono solo di rado ad Aleria i cui scavi furono quindi interrotti.
Le principali costruzioni della città romana (Fig. 1b) si sviluppano intorno a un *forum* trapezoidale sui cui lati nord e sud due portici coperti su colonne proteggono gli accessi alle *tabernae*. Ai due estremi est e ovest due templi, un pretorio e due domus dominano la scena mentre vari edifici termali si concentrano a ovest nella parte più alta della città. A sud del foro è visibile un edificio ellittico (Anfiteatro o Ludus, II o I sec A.C.) largo 35 m al suo asse maggiore, accanto a mura fortificate preromane in pietra calcarea sopraelevate in mattoni di fango(IV sec A.C.) e a una porzione ridotta di mura romane realizzate in *concretum* (I sec A.C.).

4. Il programma di ricerca sul sito

Nell'ambito di un programma di lavoro che durerà 5 anni finalizzato a creare un corpus completo di documenti e contenuti organizzati in un GIS, la sua prima fase ha visto la collezione e reinterpretazione di vecchi dati mensori e documenti di scavo, mirando a chiarire elementi non definiti, nonché confermando o annullando vecchie ipotesi sulla distribuzione spaziale originaria e sulle successive modifiche.
La prossima campagna di rilevamento con laser scanner 3D, stazione totale e GPS creerà un rilievo 3D georeferenziato dell'intera area per restituire lo stato attuale delle evidenze del sito nel suo insieme, costituendo la base a cui collegare i vecchi dati e aggiungere i rilievi futuri. Importato il modello in un sistema WebGis 3D tramite la sua georeferenziazione, il successivo confronto dei database ad esso connessi porterà a una più chiara ricostruzione della evoluzione passata e delle future potenzialità dello scavo.
Un rilevamento Lidar aereo dei terreni dell'hinterland di Aleria seguirà, per vedere e caratterizzare i micro rilievi e cogliere informazioni su strade, edifici interrati, tracce di attività umana, mentre nel 2015 un rilevamento geofisico tenterà di rileggere una rilevante parte di tessuto urbano ancora seppellito in un territorio di 5 ettari di estensione.

5. Il workflow dei modelli di rilievo

Obiettivo primario di ciascun processo di misura applicato nel presente progetto, è creare una rigida struttura organizzativa in cui i modelli multirisoluzione si mantengano tra loro in relazione ininterrotta. Nel progetto pilota qui descritto e ad oggi concluso, si è prodotta una serie completa di applicazioni di rilevamento 3D, di rappresentazioni fotografiche digitali e GIS 3D costruendo così l'auspicata rete di documenti e contenuti multirisoluzione, tutti relazionati tra loro per garantirne la correlata evoluzione e aggiornamento nel tempo, archiviati in sistemi di *Cloud computing* organizzati per compartimenti, destinati ad utenti con diverso livello d'interesse per garantirne la ottimale utilizzazione.

5.1 Il Foro di Aleria, rilevamento laser scanner 3D, topografico e GPS

L'obiettivo del rilevamento dell'area archeologica del Foro è di produrre, descrivendo l'attuale stato dell'arte, un modello tridimensionale georeferenziato, che sia la base su cui ricollegare e rileggere i dati del passato, modificare alcune ipotesi secondo nuova logica e aggiungere i dati che gli archeologi della C.T.C. documenteranno durante la stagione di scavi a venire.
Costruita una rete di punti di appoggio per la georeferenziazione tramite stazione totale e GPS, materializzando postazioni fisse che rimanessero come riferimento per i futuri modelli di scavo,

coinvolgendo anche i numerosi ambienti sotterranei (cisterne), l'applicazione di un laser scanner a differenza di fase è stata la scelta migliore per questo studio. Natura propria dell'indagine archeologica è quella di scavare, distruggendo per sempre, ciò che in parallelo ricostruisce con la logica della documentazione e del rilievo, appare dunque evidente l'importanza di rilevare con velocità e precisione l'evoluzione delle singole Unità Stratigrafiche dello scavo, creando così una realtà digitale tridimensionale che potrà essere sempre disponibile per future considerazioni, aggiornamenti e confronti. Per generare il primo modello di riferimento si è utilizzato uno scanner Leica HDS 6000 (classe laser 3R) come migliore sistema per ottenere modelli discreti di nuvole di punti con il minimo rumore (precisione rumore 2mm@25m, 90% albedo) a velocità di 500.000 pt/sec. e densità di scansione di 1,6x1,6mm@10m e 7,9x7,9@50m, ottenendo una accuratezza di misura di 4mm@25m e 5mm@50m, raggiungendo una massima distanza di 79 metri. Si è ottenuto un modello di media densità (2x2punti/cm) di tutto lo scavo, più alcuni dettagli a risoluzione millimetrica (Fig. 1c) . Le varie scansioni sono state unite con la topografia unendo i punti omologhi collimati sulle evidenze architettoniche, mentre tre stazioni a terra sono state usate come riferimento per il GPS per georeferenziare il modello finale con coordinate Lambert 93 e poi esportarlo in formato .pts e poi .las e importarlo nella piattaforma GIS. Mirando a dimostrare l'utilità dell'uso di tecniche integrate, uno dei tre punti GPS misurati corrisponde a un ambito a sud del foro, ove negli anni 70 è stato ritrovato il busto marmoreo di Giove, ora esposto nel Museo annesso al sito archeologico (Conservatore J.C.Ottaviani, responsabile J. M. Bontempi) e ad esso si è collegato nel Gis il link al modello tridimensionale scaricabile dell'oggetto, al flyer del museo e al testo sul web che lo descrive.

5.2 Tecniche fotografiche e stereofotogrammetriche per lo studio e la musealizzazione

Sulla figura di Giove Ammone scolpita in marmo di Carrara, si è applicata la tecnica di rilevamento stereofotogrammetrico detta Dense Stereo Matching. Dalla correlazione di un insieme di foto digitali ad altissima risoluzione si è estratta la nuvola di punti poi trasformata in una superficie tridimensionale dell'oggetto, testurizzata con i pixel delle foto.
Il modello così ottenuto è stato poi scalato e georeferenziato tramite topografia e GPS all'interno del Museo per l'import nel GIS, come pure al suo punto di ritrovamento indicato con un tag sulla scena Gis 3D (Fig. 1d) . Con il link al modello di rilievo archiviato nel Cloud e ai vari altri contenuti, si propone un nuovo criterio di gestione per la rilettura e ottimizzazione dei dati, altrimenti privi di adeguata documentazione. La macchina digitale utilizzata è stata una Canon Eos 5D Mark III con obiettivo EF 24mm f/1.4L, sensore CMOS da 22.3 megapixel, full frame. L'elaborazione ha applicato l'ultima versione di due programmi dedicati: Umap della società Menci di Arezzo (www.menci.com) e Photoscan Professional della Agisoft Russia (PS Pro 0.9.1-www.agisoft.ru). Le fasi e i criteri di elaborazione dei dati sono descritti nell'articolo presentato dagli stessi autori al CIPA 2013 di Strasburgo (www.cipa2013.org).
Un valore aggiunto per la gestione, lo studio e la comunicazione dei Beni Culturali è costituito dalle applicazioni di "fotografia computazionale", la tecnica del Gigapixel e quella della Panografia sono state valido strumento per avviare la collaborazione tra due musei. Il progetto vuole, infatti, mettere in relazione il Museo Archeologico di Alèria e quello Nazionale Etrusco di Roma, sostenendo che la condivisione via web dei reperti simili per appartenenza epocale e per localizzazione molto aiuterebbe sia le attività di ricerca scientifica che il turismo.
Il primo passo è stato di realizzare immagini Gigapixel di due piatti di origine laziale, detti *pocola* per il loro uso votivo, che rappresentano un elefante in assetto di guerra con l'elefantino al seguito. Si tratta degli unici due esempi al mondo di oggetti simili per uso e tema, ritrovati uno a Capena (Lazio), l'altro ad Aleria (alta Corsica) e attualmente esposti nei due musei di Roma e Aleria. (Fig. 2a)

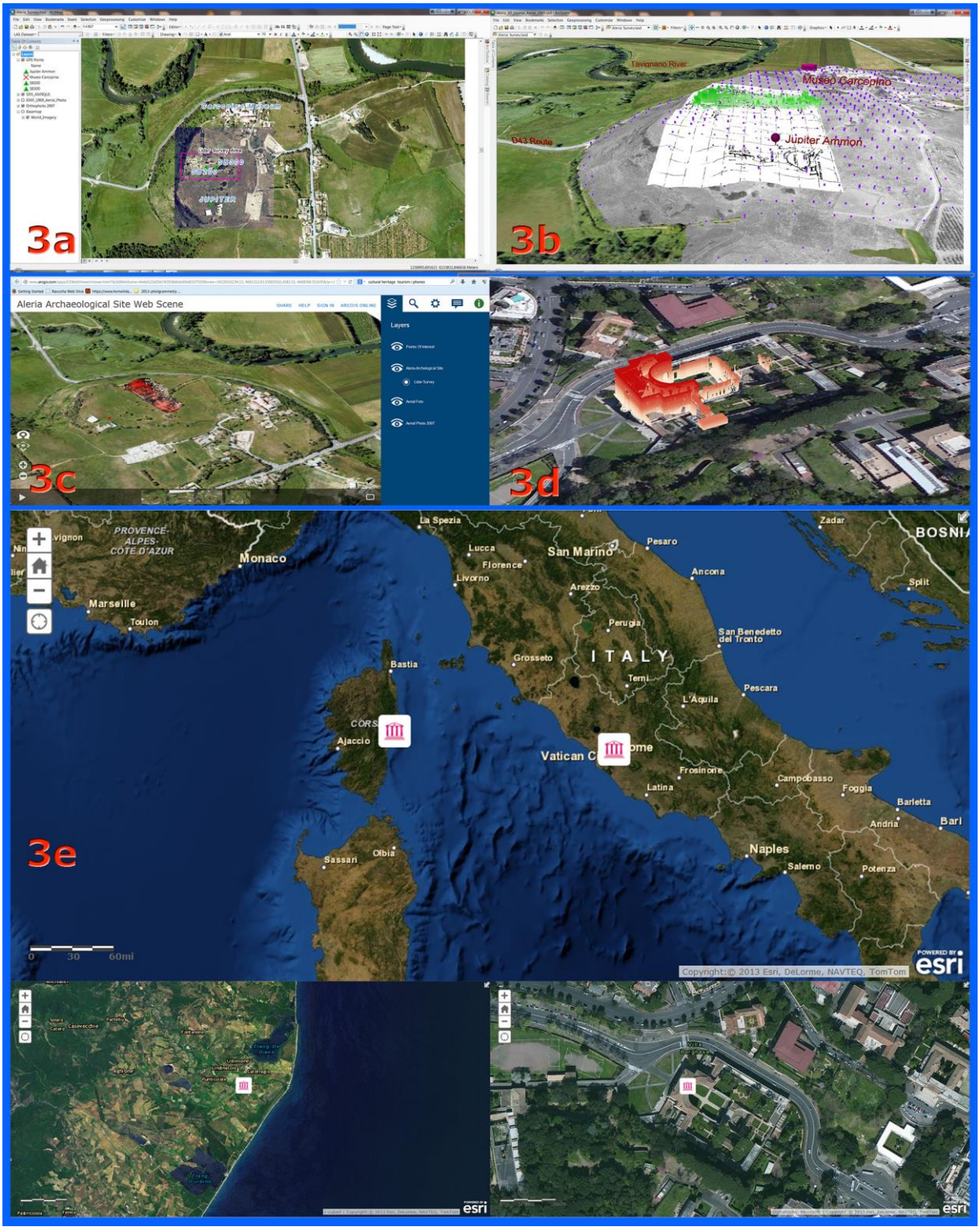
Figg. 2a - I Gigapixel dei piatti di Capena e Aleria. 2b - Panografia della sala 31 a Roma

La tecnica di multi-image stitching combinando una serie di scatti tramite software e procedure dedicati, crea una unica rappresentazione digitale ad altissima risoluzione del soggetto (Gigapixel) dandone informazioni non altrimenti visibili con singole foto. Tale applicazione si è realizzata, in prima istanza, sul

piatto ritrovato a Capena nella cosiddetta Necropoli delle macchie (http://goo.gl/n2YBqb), esposto nella sala 31 del Museo nazionale etrusco di Villa Giulia a Roma, sede espositiva ove da tempo si procede, grazie all'intervento di archeologi e specialisti del MIBACT, alla virtualizzazione delle collezioni per ottimizzarne la fruizione e lo studio (Dir. A. Russo). Tale modello la cui elaborazione si descrive nella già citata pubblicazione, si è reso ambasciatore di tale condivisione presso il museo in Corsica, veicolando la realizzazione del secondo Gigapixel del piatto con elefante lì esposto. Attualmente i due modelli sono caricati su una Cloud nel web (http://goo.gl/IBbIKB) e tramite il software Zoomify si possono visualizzare in sincronia, ingrandire nei dettagli e a breve sarà possibile effettuarne misure in scala reale e disegni esportabili, una postazione internet nella sala del museo ne permetterà il confronto virtuale.
Nell'evoluzione del progetto si è deciso di realizzare alcune gigapanografie (fotografie immersive, ambienti virtuali navigabili a 360°) di ambienti esterni e interni al Museo Etrusco di Roma che contenessero *hotspots* di accesso ai vari prodotti multimediali disponibili in sistemi Cloud, ordinati secondo le diverse collezioni, posizionabili anche all'interno del modello tridimensionale di rilievo del Museo, realizzato con Lidar Terrestre e georeferenziato con GPS. Prima fra tutte quella della sala 31 ove è conservato il piatto di Capena(progetto di A. Corrao e M. Benedetti). (Fig. 2b)
Nei mesi scorsi si è realizzato il rilevamento con laser scanner 3D (per concessione: Leica geosystems-collab Arch.V.Albano) e GPS (per concessione Geomax) del museo etrusco, dell'edificio principale e del cortile in esterno e nell'interno delle sale che ospitano la collezione Castellani, inclusa la sala 31. Grazie alla sua georeferenziazione si è potuto caricare la nuvola di punti in ArcGis (fig. 3d) (ove è possibile caricare anche una mesh testurizzata con le foto digitali), come si è fatto per il modello dello scavo di Aleria, per poi collegarvi la gigapanografia della sala 31 contenente il link ai gigapixel dei piatti di Capena ed Aleria e così altri contenuti e documenti, questi ultimi dati sono comunque disponibili su uno spazio Cloud ad essi riservato.

6. Evoluzione continua di relazioni nella Cloud: il workflow GIS e i risultati

Tutto il lavoro di rilevamento e documentazione relativo al sito archeologico, all' attiguo museo e a quello di Roma descritto nei precedenti capitoli, trova una naturale confluenza in un GIS, utilizzando nel caso specifico, la piattaforma Esri e i servizi Cloud di ArcGIS Online per pubblicare il tutto sul Web in modalità 2D e 3D. Per fare questo, è stato necessario seguire un certo numero di fasi per integrare le informazioni riguardanti i rilievi Lidar terrestri con i dati cartografici, e fotografici. Questo ha permesso di integrare tutte le altre informazioni relative al sito archeologico e al vicino Museo Carcopino, derivate da applicazioni di tecniche di fotografia computazionale e stereofotogrammetria multi immagine, incluse nel GIS come link alle Cloud contenenti le varie foto gigapixel, le gigapanografie e i modelli tridimensionali stereofotogrammetrici. Si tratta qui di una parte integrante e innovativa della ricerca, mirata al coinvolgimento del Museo posto in relazione con il suo modello 3D di rilievo quale contenitore reale e digitale dei reperti di scavo, costituendo un nuovo potenziale per lo studio e la conoscenza.
Il primo step è stato quello raccogliere tutti i dati cartografici relativi al sito di Aleria. Tra i documenti di archivio era presente una foto aerea risalente al 2007 già georeferenziata, una volta trasformata nel Sistema di Riferimento WGS 84 è stata utilizzata come riferimento per orientare gli altri dati cartografici reperiti, vale a dire:
Foto aerea pancromatica del 1969 (scannerizzazione della stampa digitale);
Foto aerea più recente a colori non georeferenziata;
Planimetria raster b/n ricavata da pubblicazioni relative al sito;
Questi dati raster sono stati georeferenziati con il *Georeferencing* tool di ArcGIS for Desktop usando la foto aerea del 2007 come riferimento.(fig. 3a)



Figg. 3a-Progetto 2D in ArcMap del sito; 3b-Progetto 3D in ArcScene, visibile il rilievo con GPS(punti viola); 3c-Web scene in ArcGIS Online http://bit.ly/MFPdZ1; 3d- Rilevo Lidar del Museo di Villa Giulia, 3e-Web map in ArcGIS Online: http://bit.ly/1dvxlGd.

Per quanto riguarda il dato di elevazione di base è stata utilizzata la Basemap di Elevation (alla data dell'elaborazione in versione beta) presente su ArcGIS Online che in quell'area è ricavata dal SRTM, essendo quindi a bassa risoluzione.
Per questo, nell'area circostante il sito archeologico, è stato necessario effettuare un rilievo GPS ad hoc (Fig. 3b in viola la rete dei punti GPS) esteso a tutta la zona collinare.
Il rilevo lidar del sito archeologico è stato invece utilizzato per realizzare un DSM ad alta risoluzione.
Per integrare i dati di elevazione a differente risoluzione è stato creato un Mosaic Dataset nel Geodatabase nel quale sono stati caricati per ottenere un DTM multi risoluzione successivamente utilizzato come sorgente nella modellazione 3D.
In ArcScene, che è l'ambiente di visualizzazione 3D, è stato creato il modello tridimensionale, utilizzando la banca dati cartografici precedentemente elaborati.
Il geodatabase già utilizzato per immagazzinare i raster come Raster Dataset è stato popolato con le localizzazioni più importanti relative al sito archeologico, questo per agganciarvi gli hyperlink.
Per questo è stato creato un modello 3D semplificato (come Multipatch) del Museo Carcopino.
Il dato Lidar del rilievo, disponibile come file PTS è stato trasformato in formato LAS (che ArcGIS è in grado di utilizzare), utilizzando i "LAS tools" messi a disposizione nel sito (http://rapidlasso.com). Questi strumenti sono già disponibili nella toolbox del Geoprocessing e quindi utilizzabili direttamente in ArcGIS.
Per gestire i file LAS in ArcGIS viene usata una specifica Feature Class chiamata LAS Dataset. Questa permette di gestire un grande numero di file e conseguentemente un grande numero di punti nello stesso dataset.
Per comporre l'intera scena tridimensionale è stato possibile utilizzare il dato di elevazione di base come proprietà di "Base Heights" per drappeggiare i vari layers sopra di esso.
La nuvola di punti come LAS Dataset è stata direttamente utilizzata in ArcScene in sovrapposizione agli altri layer elaborati in precedenza.
E' stato in tal modo ottenuto un Geodatabase tridimensionale del sito archeologico, completamente navigabile. (Fig 3b)
Una delle ultime funzionalità di ArcGIS Online è la possibilità di pubblicare come 3D WEB Scene il progetto ArcScene al fine di poter condividere le informazioni reative via web, senza necessità di installare un client.
Per fare questo è stato creato un progetto ArcScene semplificato e la nuvola dei punti è stata sostituita dal DSM del rilievo ricavato dalla stessa e utilizzando la funzione "Export To 3D Web Scene" disponibile nella versione 10.2. (Fig. 3c)
Questa funzione esporta un file JSON che viene caricato su ArcGIS Online come contenuto web. Qualsiasi utente può utilizzare poi questo link per visualizzare e navigare con il Web Viewer 3D. Questo visualizzatore utilizza tecnologia HTLM5 e WebGL e quindi non necessita di plug-in nel browser prescelto.
Tutto ciò rappresenta un flusso di lavoro che permette agli studiosi di settore di condividere informazioni di alta qualità e in vari formati e risoluzione tramite un semplice link.
Lo stesso flusso di lavoro è stato utilizzato anche per l'integrazione del rilievo del Museo di Villa Giulia a Roma (Fig. 3d), l'altro sito che ospita uno dei piatti citati in precedenza assieme ad altri oggetti da condividere in futuro, per la simile origine con quelli esposti ad Aleria. Un'applicazione Web su ArcGIS Online è stata creata come ulteriore elemento utile alla divulgazione delle informazioni, utilizzando uno dei template predefiniti e quindi senza sviluppare codice, che mostra, questa volta in ambiente bidimensionale, la localizzazione dei due musei e all'interno di essa gli hyperlink alle Gigafoto dei due piatti votivi così come altro materiale informativo. (Fig. 3e)
Questo è un ulteriore esempio di come sia possibile condividere informazioni ad uso sia di ricercatori e studiosi ma anche per usi turistici o museali in maniera semplice e veloce e soprattutto senza l'ausilio di uno sviluppatore e senza la necessità dotarsi di un web server.

Riferimenti Bibliografici

Alby, E., Smigiel, E., Assali, P., 2011a. *Valorisation numérique du théâtre Gallo-romain de Mandeure*. Revue Française de Photogrammétrie et Télédétection n°196, n°196, pp. 2-9.

Ambrosi A., *notes Archéologiques, Aleria*, bulletin de la Société des Sciences Historiques et Naturelles de la Corse, Bastia 1923. TXLIII.

Arrighetti, A., Cavalieri, M., Il rilievo fotogrammetrico per nuvole di punti RGB della 'sala triabsidata' del sito archeologico di Aiano-Torraccia di Chiusi (SI), Archeologia e Calcolatori n. XXIII – 2012 pp. 121 – 134.

Arrighi, J.M., Jehasse, O., *Histoire de la Corse et des Corses*, Perrin, 2008
Boi V., Cordone C., Lamonaca F., Picciola S., Stacca M. 2011, Il SITAR e la modellazione dei dati tridimensionali. Il caso dell'Esquilino e dei Colombari di Vigna in Serlorenzi 2011a, 227-244.

Carandini, A., *Storie dalla terra*, Einaudi 2000

Carandini, A., *Archeologia Classica*, Einaudi 2008

Carpiceci, M., Fotografia Digitale e Architettura, Aracne, 2012

Cavada, E., Rapanà, M., Ruderi riletti: approccio e problemi di modellazione tridimensionale nel sito archeologico di Monte San Martino , Archeologia e Calcolatori, n°21, all'Insegna del Giglio, 2010

Cesari J., (dir.), *Corse antique* guides archéologiques de France. Edition du Patrimoine, France, 2010.

Coutelas A., Allegrini-Simonetti F., Loiseau C. et Painsonneau S., La construction dans la ville romaine d'Aleria (Haute-Corse) : premières données sur l'approvisionnement et les techniques de mise en œuvre des matériaux. In : « Construire la ville » - Approvisionnement en matériaux lithiques et organisation des grands chantiers urbains de l'Antiquité aux Temps modernes, actes du 137e congrès CTHS Tours, France (in press), 2012.

Coutelas A., Painsonneau S., *Aleria ville antique, archéologie du bâti, rapport scientifique*, ARKEMINE, SRA/DRAC de Corse, Ajaccio, 2014,

Dellepiane, M., Dell'Unto, N. , et al. , *Archaeological excavation monitoring using dense stereo matching techniques.* Journal of Cultural Heritage 2012, Elsevier, article in press, doi:10.1016/j.culher.2012.01.011

De Luca, L., La fotomodellazione architettonica, Flaccovio, 2011
Grussenmeyer, P., Alby, E.,et al, Recording approach of Heritage sites based on merging point clouds from high resolution photogrammetry and terrestrial laser scanning, ISPRS Archives – Volume XXXIX-B5, 2012- Page(s) 553-558 XXII ISPRS Congress, 25 August – 01 September 2012, Melbourne, Australia

Guidi, G. et Al. Acquisizione 3D e modellazione poligonale, Mc Graw Hill, 2010

Harris, E.C., Principi di Stratigrafia Archeologica, Carocci, 2009

Hess Ch., Ostrom E., *Understanding Knowledge as a Commons-From Theory to Practice.* TLF eBOOK, The MIT Press Cambridge, Massachusetts London, England-© 2007 Massachusetts Institute of Technology

Jehasse J. et L., *Aleria metropole, Les remparts préromains et l'urbanisation romaine*, édition du journal de la Corse, Ajaccio, France, 2004.

Jehasse J. et L., Aleria ressuscitée - Aleria rediviva, quarante ans de découvertes archéologiques, édition la Marge, Ajaccio, France, 1997.
Manacorda, D., *Lezioni di Archeologia*, Laterza 2008
Mérimée P., *Notes d'un voyage en Corse*, Fournier jeune, Paris, France, 1840

Oomen, J. Belice Baltussen, L., van Erp, M. Sharing cultural heritage the linked open data way: why you should sign up
16th annual Museums and the Web conference: April 11-14, 2012.San Diego, CA, USA
Panella, C. Gabrielli, R. Giorgi, C., Le "Terme di Elagabalo" sul Palatino: sperimentazione di un metodo fotogrammetrico 3D applicato allo scavo archeologico-In Archeologia e Calcolatori n. XXII - 2011 pp. 243-260

Paolini P., Allegrini Simonetti F., Forti G., Corrao A., *Ancient Rome worldwide links: sharing knowledge to preserve the roots.* ISPRS Archives – Volume XL-5/W2, 2013, Page(s) 465-470- TC V -XXIV International CIPA Symposium 2–6 September 2013, Strasbourg, France

Pomaska, G., 2008. *The Impact of GPS Tagging on Image Based Documentation and 3D Reconstruction of Cultural Assets.* Conference on Virtual Systems and Multimedia Dedicated to Cultural Heritage, Limassol, Cyprus

Remondino, F., Rizzi, A., 2010. Reality-based 3D documentation of natural and cultural heritage sites: techniques, problems, and examples, Applied Geomatics, 2(3), pp. 85-100

Predittività e valutazione dei processi postdeposizionali: il GIS come strumento di realizzazione di carte di potenzialità archeologiche

AUTORE

Alberto Monti – libero professionista - albertom@iol.it

Parole chiave: GIS; predittività; ambiente; processi postdeposizionali

ABSTRACT

La legislazione italiana ha reso obbligatoria la redazione, per tutti i comuni nazionali, delle Carte di Potenzialità Archeologica. Si tratta di un elaborato cartografico che suddivide il territorio in aree nelle quali è più o meno probabile che eventuali lavori infrastrutturali portino al rinvenimento ed al danneggiamento di evidenze archeologiche ignote. Il più idoneo strumento in grado di supportare questo genere di elaborazione cartografica è il GIS, in particolare il software Esri ArcGis 9.2: la procedura consiste in una complessa serie di operazioni di map algebra ed analisi spaziale. Il punto di partenza è una serie di dati vettoriali di diverse nature, riguardanti la morfologia del territorio, la presenza dei siti archeologici, i fenomeni di dissesto e di trasformazione ambientale. Questi dati vengono dapprima convertiti in formato GRID e riclassificati in vario modo, poi ad essi vengono attribuiti i valori di potenzialità, ed infine vengono sommati algebricamente giungendo all'elaborato finale.

Il contributo che presentiamo mette a confronto due carte di potenzialità archeologica che hanno la caratteristica di riguardare lo stesso territorio montuoso e di essere ottenute con gli stessi dati di partenza, ma anche vedere applicati presupposti di base differenti. I risultati sono a loro volta completamente differenti.

1. Il progetto Carta delle Potenzialità Archeologiche dell'Unione dei Comuni valli del Dolo, Dragone e Secchia

Queste brevi note riguardano alcune considerazioni ed aspetti tecnici di un piccolo progetto che chi scrive sta portando avanti per conto dell'Unione dei Comuni valli del Dolo, Dragone e Secchia, sull'appennino modenese. Esso riguarda la realizzazione della Carta delle potenzialità archeologiche del territorio dei tre comuni (Montefiorino, Palagano e Prignano sulla Secchia), che verrà recepita come strumento conoscitivo di tutela nell'ambito della pianificazione territoriale. L'interesse nel progetto consiste nel fatto che il territorio in oggetto sia ubicato in un'area montuosa, e che per queste aree, a differenza di quanto accade per quelle urbane e di pianura, le carte di potenzialità archeologica siano ancora quasi totalmente assenti. La metodologia relativa alla loro redazione si trova dunque ancora a livello sperimentale e comporta interessanti margini di sviluppo.

Nell'elaborazione di una carta di questo tipo la piattaforma GIS riveste due differenti funzioni. La prima è quella, più convenzionale, che riguarda la semplice gestione dei dati in quanto tali: essi, come ormai in ogni altro campo delle scienze geografiche, si presentano sotto forma di livelli informativi vettoriali o

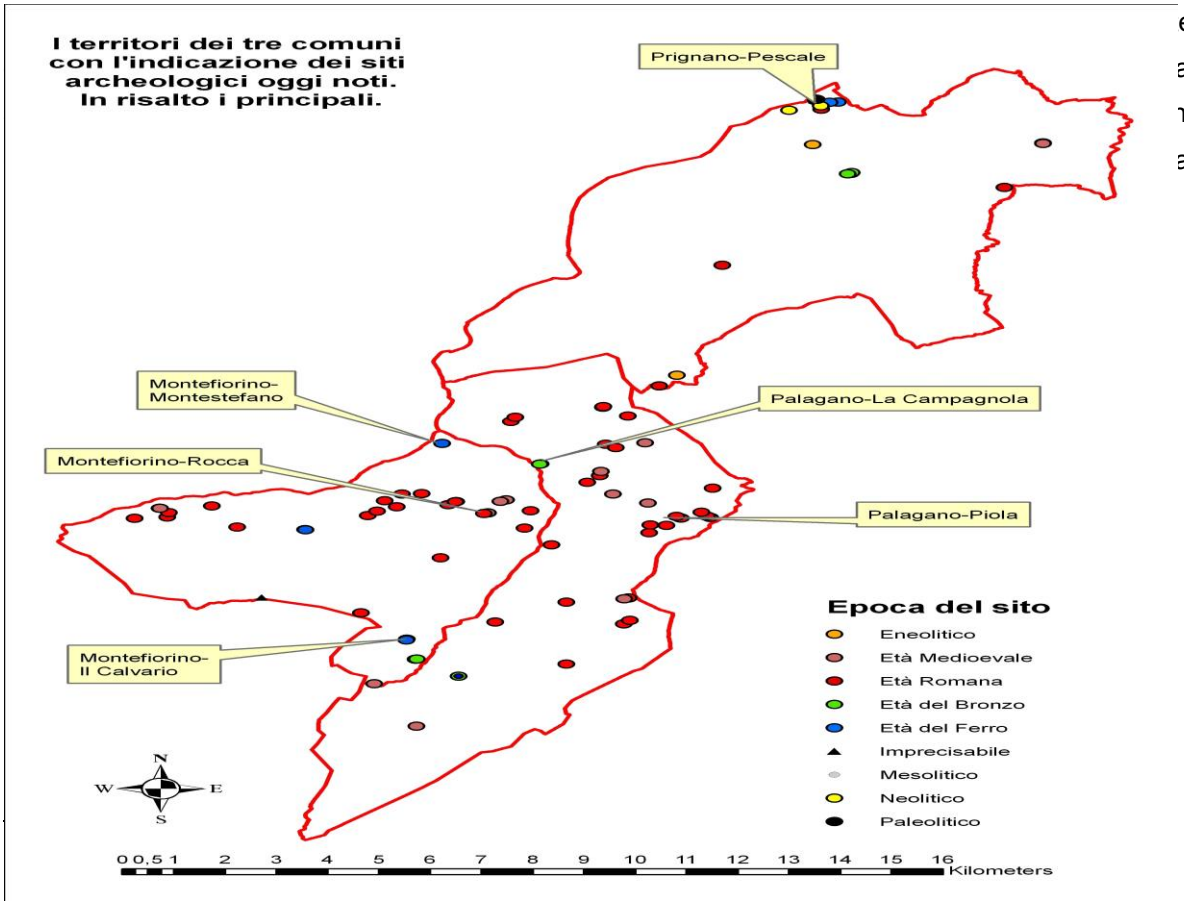
raster. Ma la funzione del GIS che risulta fondamentale è quella che consente di suddividere il territorio in particelle della dimensione desiderata, alle quali vengono attribuiti dei valori numerici che possono poi essere ulteriormente manipolati matematicamente: si tratta ovviamente delle funzioni di spatial analysis e di map algebra su dati matriciali.
Dal punto di vista software stiamo lavorando utilizzando sia cartografia raster che vettoriale, fornita dalla regione Emilia-Romagna o da altri enti ad essa collegati, ed utilizziamo sia software CAD, in particolare per l'eventuale rimodellazione delle morfologie su base vettoriale 3d, sia la piattaforma gis ESRI ArcGIS 9.2, per tutto quello che riguarda le analisi spaziali.

2. Potenzialità archeologica

Con il termine "potenzialità archeologica" indichiamo il grado di probabilità relativo alla presenza di depositi archeologici sepolti collocati all'interno della fascia di terreno sulla quale eventuali interventi in progetto possono impattare. Le carte di potenzialità archeologica sono state sviluppate in ambito urbano ed extraurbano di pianura, e questo per due ragioni: la prima è che sono le città, con i loro sobborghi, i luoghi ove si registra il maggiore sviluppo urbanistico ed è dunque logico che questi contesti siano stati i primi per i quali il nuovo strumento si è reso necessario. La seconda ragione sta nel fatto che, potendo scegliere, la sperimentazione è stata condotta per i contesti nei quali le difficoltà di realizzazione fossero minori ed i dati a disposizione più completi. E le aree urbane e di pianura sono quasi sempre meglio conosciute di quelle montuose. Ora che si è reso necessario estendere anche alle aree di montagna – che in Italia occupano notoriamente la maggior parte del territorio – la realizzazione delle carte, è naturale che il primo approccio con il quale ci si avvicini al problema sia lo stesso sviluppato fino ad ora: si tratta di un *modus operandi* nel quale, più che la reale presenza dei siti archeologici, vengono presi in considerazione gli esiti che sulla loro *presenza eventuale* hanno i principali processi postdeposizionali che si verificano nel territorio indagato[1]. Questi sono erosione, alluvioni, frane, ma anche di urbanizzazioni, livellamenti e riporti di terreno, cave ecc. e tutti quei fenomeni che possono aver distrutto, sepolto per sempre o solo momentaneamente occultato le evidenze antiche.

1 Con il termine di processo postdeposizionale indichiamo qualunque fenomeno antropico o naturale che porti alla modificazione delle caratteristiche dei siti o delle evidenze archeologiche dopo che queste si sono formate in epoca antica.

Il fatto è che i fenomeni postdeposizionali variano, sia in termini di natura che soprattutto di consistenza, al variare del contesto ambientale: in città sarà la continuità di vita con i suoi interventi antropici a farla da padrone, con smantellamenti, riporti, scavi artificiali, nuove edificazioni che prevarranno decisamente su altri fenomeni naturali. Nelle aree extraurbane di pianura sono invece i corsi d'acqua a rivestire l'importanza principale, sia che essi depositino conoidi di deiezione all'uscita delle valli o spesse coltri alluvionali in pianura, o che erodano precedenti conoidi e coltri, mutando il loro corso. In collina e montagna il fenomeno fondamentale è costituito dagli spostamenti gravitativi di terreno, sia sotto forma di naturale erosione dei rilievi sia delle molto più consistenti frane che contraddistinguono il nostro Appennino. Ognuno dei tre ambienti è quindi caratterizzato principalmente da pochi specifici fenomeni postdeposizionali, ma mentre quelli urbani e di pianura sono relativamente evidenti ed anche abbastanza ben documentati, in montagna la situazione è differente: l'erosione è generalizzata e grandemente variabile anche su base microlocale, e le frane, se si identificano con relativa facilità, sono



e. Da
ato si
nza e
arlare

2 Come nel caso di uno dei nostri tre comuni, quello di Prignano sulla Secchia.

Figura 1 - Carta archeologica di sintesi, che indica la posizione e cronologia dei siti archeologici noti nell'area in oggetto. Si noti il sostanziale vuoto, dovuto ad assenza di ricerche, per il territorio di Prignano sulla Secchia (quello più settentrionale).

3. Predittività Vs. "postdeposizionalità"

E' di pochi giorni or sono la pubblicazione delle "Linee guida per l'elaborazione della Carta delle potenzialità archeologiche del territorio" della regione Emilia-Romagna[3], testo che si pone all'avanguardia a livello nazionale nel settore. Nel testo vengono fissate le procedure che devono consentire ai professionisti di giungere alla stesura delle carte, partendo da una accurata definizione delle famiglie di dati dalle quali muovere, che sono quelli relativi alla evidenze storico-archeologiche, all'evoluzione storica del territorio ed ai suoi aspetti geologici e geomorfologici. In merito al come passare da questi dati al valore di potenzialità si parla però solo di "attenta interpolazione" o di "valutazioni integrate" e di "particolare attenzione" con la quale si devono effettuare le valutazioni[4]. Ma questi termini sono del tutto inidonei ad esprimere l'importanza di questa valutazione che, in base alla nostra visione, è invece il perno dell'intero processo, giacché è l'unico aspetto che lo eleva da mero procedimento meccanicistico ad atto di comprensione del comportamento umano: si tratta infatti di stabilire un valore di probabilità che faccia corrispondere a determinati aspetti ambientali delle varie epoche una maggiore o minore attrattività insediativa attraverso il tempo, e dunque il valore di potenzialità archeologica. Ed il fatto che nelle linee guida non ci si profonda in merito è appunto l'indizio della difficoltà che gli stessi estensori del testo implicitamente riconoscono a questo passaggio.

In ossequio a quanto la struttura legislativa prevede, abbiamo elaborato, per la Carta delle Potenzialità dell'Unione dei Comuni, un nuovo step di sviluppo, basato appunto sulle nuove linee guida, in quanto in veste di professionisti siamo tenuti a fornire all''Ente un elaborato che sia confacente a quanto stabilito dal comitato regionale che le ha elaborate (Fig. 2).

3 Disponibile in formato pdf all'indirizzo http://territorio.regione.emilia-romagna.it/paesaggio/pubblicazioni/lg-pot-arc

4 http://territorio.regione.emilia-romagna.it/paesaggio/pubblicazioni/lg-pot-arc, p. 112.

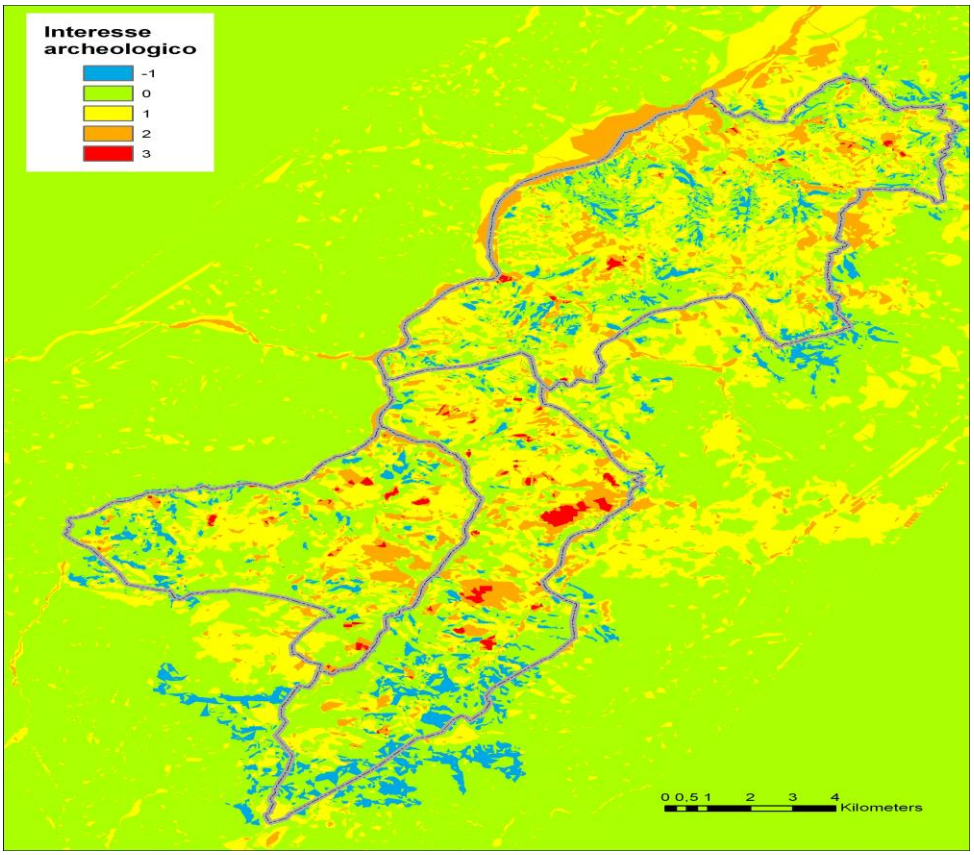
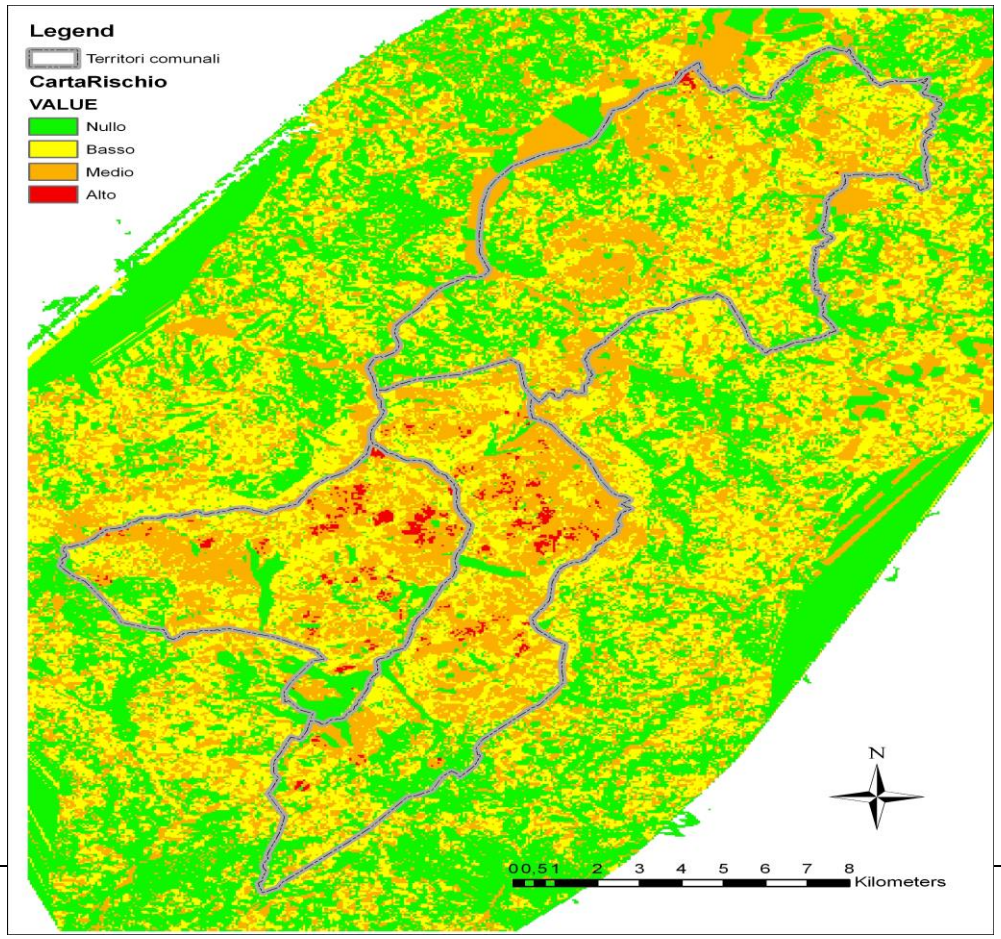


Figura 2 - Il livello informativo relativo alle potenzialità archeologiche dell'Unione dei Comuni realizzato secondo l'approccio “postdeposizionalista”, cioè in base ai principi correnti (lo step 2), recepiti dalle Linee Guida della Regione Emilia-Romagna.

Ma come studiosi specialisti di archeologia insediamentale riteniamo che l'approccio che attuammo con il primo step[5] possa in realtà essere molto più utile, in quanto mirato a condurre una attendibile predizione

5 Stiamo lavorando al progetto ormai da tre anni e siamo già giunti alla produzione di una prima versione della carta, basata però su presupposti diversi. Questo primo step è stato presentato in questa stessa sede durante la Conferenza 2012. Per esso si veda A. Monti, *La Carta di Predittività*

delle presenze-assenze di resti archeologici (Fig. 3). A differenza dell'attuale, che possiamo definire approccio “postedosizionalista”, quello precedente, che definiamo “predittivo”, solo una volta ricostruito un palinsesto insediativo d'ipotesi, epoca per epoca, analizza gli esiti che i processi postdeposizionali possono aver avuto su di esso: l'approccio “postdeposizionalista” è principalmente meccanicistico e legato a variabili geologiche, da scienze naturali, mentre quello “predittivo” implica un fondamentale apporto di analisi culturale, e dunque coinvolge principalmente l'antropologia e le scienze umane.
Stiamo avvalendoci di questa situazione per mettere a confronto le due metodologie, con il fine di stabilire, dapprima nel nostro personale processo di ricerca e poi eventualmente nel confronto con altri specialisti e Pubblica Amministrazione, quale delle due sia la più adatta al raggiungimento dell'obbiettivo o quali aspetti dell'una e dell'altra debbano essere recepiti in tal senso.



Archeologica dell'Unione dei Comuni Valli del Dolo, Dragone e Secchia, appennino modenese, in “Atti della 12° conferenza degli Utenti Esri”, Roma 18 – 19 Aprile 2012.

Figura 3 - Il livello informativo relativo alle potenzialità archeologiche dell'Unione dei Comuni realizzato secondo l'approccio “predittivo” (lo step 1). Confrontando i due elaborati (si guardino ad esempio le zone in rosso) si nota come essi non siano sostanzialmente differenti, cosa che dovrebbe confermarne la validità. Ma a livello di dettaglio le differenze esistono, ed indicano come, partendo dagli stessi dati, i due approcci diano appunto risultati differenti.

Valorizzazione del patrimonio culturale diffuso, il parco archeologico della Civitella

AUTORI

Clelia Cirillo - CNR IBAF U.O.S. Napoli - clelia.cirillo@ibaf.cnr.it
Luigi Scarpa - Università Federico II Napoli - luscarpa@unina.it
Giovanna Acampora - CNR IBAF U.O.S. Napoli - giovanna.acampora@ibaf.cnr.it
Marina Russo - CNR IBAF U.O.S. Napoli - marina.russo@ibaf.cnr.it

Parole chiave: Cultural heritage; biodiversità; conservazione; restauro; valorizzazione; educazione ambientale; didattica; GIS; archeologia; documentazione scientifica; analisi spaziale; analisi tessiturale;

ABSTRACT

I Parchi costituiscono una sorta di laboratori in cui poter sperimentare nuove attività di valorizzazione del patrimonio culturale diffuso, al fine di garantire e promuovere la conservazione e la valorizzazione del patrimonio naturale e culturale. La messa a punto di metodi di gestione integrata volti alla tutela del paesaggio e della biodiversità dei parchi vanno realizzati contestualmente alla salvaguardia dei valori culturali. Per ottimizzare la valorizzazione dei parchi sarebbe necessario elaborare anche una serie di servizi che vanno dall'organizzazione di convegni e seminari alla gestione di progetti di educazione ambientale, dalla produzione di materiale didattico-scientifico al coordinamento di campagne informative. I parchi, quindi, si qualificano come centri territoriali in grado di promuovere percorsi di partecipazione della comunità e di riqualificazione del territorio di appartenenza, in sinergia con le amministrazioni pubbliche, con le scuole, con le università, con i centri di ricerca e con le associazioni. E in questa ottica che si è impostata l'attività di valorizzazione e organizzazione del parco archeologico della Civitella, patrimonio del parco del Cilento. L'utilizzo del GIS, in questo caso, definisce una infrastruttura di dati e strumenti trasversale a tutto il lavoro, dovendo operare a scale molto diverse tra di esse.

1. Introduzione

Il parco naturale del Cilento Vallo di Diano ed Alburni preserva un complesso sistema biogeografico caratterizzato dall'alternarsi di aree ad elevato grado di spopolamento e territori ad elevata antropizzazione; l'integrazione tra natura e cultura ne fanno un "laboratorio" dove sperimentare nuovi modelli di tutela ambientale integrata dove la conservazione della natura e della biodiversità viene realizzata contestualmente con lo sviluppo sociale, culturale ed economico della comunità locale. Il patrimonio botanico del parco è , dunque, caratterizzato da una significativa ricchezza di specie grazie proprio alla diversificazione dei paesaggi che ne definiscono il territorio.

Figura 1 - Tavole botaniche (M. Russo) di alcune specie che caratterizzano il territorio del parco.

Nelle aree interne del Cilento predominano i boschi di latifoglie decidue, in cui vive il Platano orientale (*Platanus orientalis*) originario di Velia e dove vivono Lecci, Cerri ,Roverelle, Aceri,Carpini e Ornelli;al di sopra dei 1.000m, vivono l'Ontano Napoletano e il Faggio. Gran parte del parco è, dunque, ricoperta da boschi e foreste in cui si trovano numerosi castagneti (*Castanea sativa*) la cui coltivazione, documentata nei manoscritti conservati nell'archivio della Badia di Cava, risale al medioevo (1184). La tradizione storica della diffusione della coltivazione del castagno viene testimoniata dai ritrovamenti archeologici in agro di Moio della Civitella e Gioi e dalla presenza di una pianta di castagno stimata in 700-800 anni di vita che costituiscono una significativa testimonianza dell'importanza che il castagno ha assunto nella economia dei territori interni, colonizzandone molte parti della fascia collinare.

Il territorio del Cilento presenta una complessa stratificazione degli insediamenti umani; l'archeologia costituisce una componente molto forte della armatura del Parco del Cilento e Vallo di Diano e Alburni. Le maggiori evidenze ci vengono fornite con la colonizzazione greca di Poseidonia ed Elea nel VII – VI sec. a.C. e con la dinamica delle popolazioni Lucane della fine del V secolo. Numerosi sono, poi, i siti e le aree interne interessate dalla ricerca archeologica, come la Civitella o Roccagloriosa.

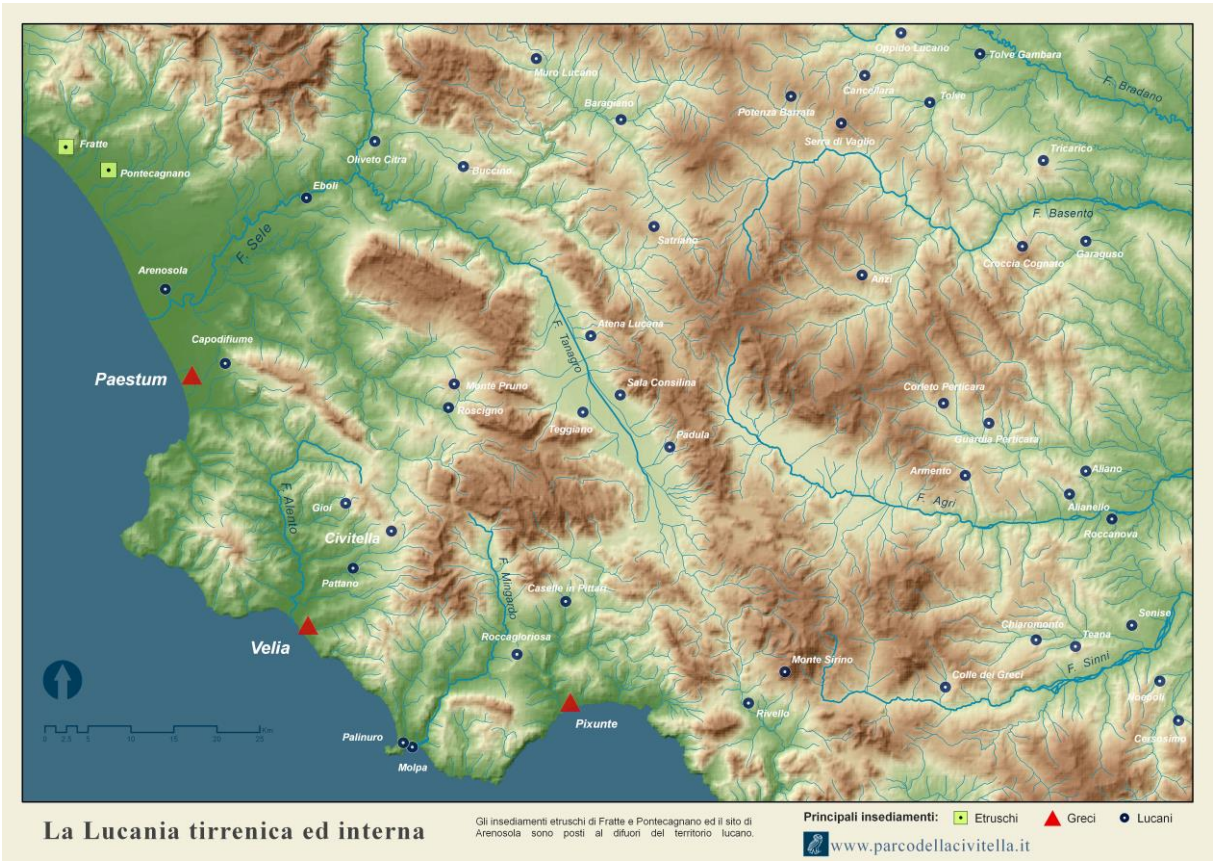


Figura 2 - Carta tematica storica della Lucania antica

2. Il parco archeologico della Civitella

Il sito della Civitella, posto all'interno del territorio della antica colonia Focea di Elea / Velia, interessa la parte sommitale della omonima collina (818 m) situata nel comune di Moio della Civitella. La collina, isolata nel paesaggio, è completamente ricoperta da un folto bosco di castagno; a occidente si affaccia sul tratto costiero della piana dell'Alento, a oriente sul passo di Cannalonga chiuso dal monte Gelbison (1705 m) e a settentrione sulla boscosa vallata dei fiumi Trenico e Calore, sul fondo i Monti Alburni (1742 m) e il monte Cervat (1898 m). Il sito archeologico è stato interessato, a partire dalla metà degli anni '60 sino alla fine degli anni '80, del secolo scorso, da numerosi interventi di esplorazione e prospezione archeologica che ci hanno restituito la gran parte delle strutture urbanistiche ed architettoniche antiche oggi visibili sull'area. L'esplorazione archeologica, è stata orientata, dapprima alla esplorazione della murazione di cinta e successivamente al riconoscimento dell'area dell'abitato interno, dove è stato rimesso in luce un tratto significativo del tessuto edilizio antico. Il complesso delle fortificazioni, risalente al IV secolo interessa tutta la parte sommitale della collina, lo si può seguire per gran parte del suo sviluppo. La cinta muraria presenta cinque porte di accesso, tutte diverse per tipologia. Il terrazzo di acropoli ospitava un complesso di strutture edilizie particolarmente denso ma, allo stesso tempo, ordinato e disposto nel rispetto di un preciso disegno urbano. Il sito archeologico, nell'ipotesi attualmente più accreditata, é legato nella sua genesi alla colonia Focea di Velia ed alle sue esigenze di controllo militare ed economico del territorio interno..Il sito viene abbandonato ad un uso sporadico con la romanizzazione dei territori dopo la seconda guerra punica.

2.1 La documentazione della ricerca archeologica attraverso il GIS

Fin dai primi anni della ricerca archeologica sul terreno è stata prodotta una complessa ed articolata documentazione sia topografica generale che di scavo. Ai primi rilievi sommari fatti dalla Soprintendenza

negli anni ’60, si è sostituito rapidamente un accurato apparato documentale basato su un modello topografico. L’impianto è costituito da un reticolo con origine locale realizzato dagli archh. D. Theodorescu ed A. Lemaire del CNRS di Parigi; su questo impianto viene, poi, eseguita la restituzione aerofotogrammetrica alla scala 1:500 dell’area da parte dell’ing. A. Carrier del CNRS. Su tali basi vengono realizzati tutti i successivi rilievi di scavo alla scala 1:20 tra il 1976 ed il 1988.

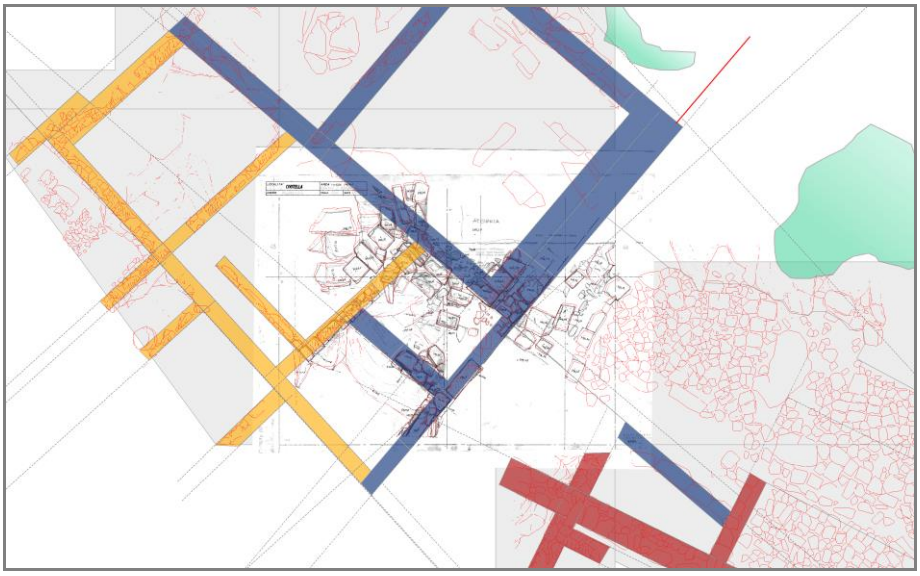


Figura 3 - La struttura dei dati GIS relativi al rilievo archeologico basati sulle minute analogiche le quali sono state tutte masterizzate e georefernziate.

La notevole massa di documentazione archeologica è stata completamente acquisita in forma digitale sia nel formato raster che vettoriale ed organizzata in dataset GIS. L’attività di trasformazione dei dati, dal formato analogico a quello GIS, in origine nel formato *coverage* di ArcInfo, è cominciata a partire dal 1989, subito dopo il completamento delle campagne di scavo. L’esigenza originaria era certamente costituita dalla necessità di archiviare materiali eterogenei e poterli rendere disponibili a tutti gli autori ed i ricercatori per sviluppare e sostenere, attraverso le analisi topografiche, soprattutto la comprensione storica del sito. Il lavoro di digitazione GIS è stato avviato partendo dalla cartografia analogica topografica; la Carta Tecnica alla scala 1:500 è stata digitalizzata e strutturata in dataset specifici (coverages), quali: curve di livello, rocce, schema impianto, coltivazioni, sentieri, capisaldi topografici, reticolo topografico, etc. Poi sono stati trattati tutti i rilievi sia a carattere topografico che a scala architettonica. Attraverso le curve di livello è stato realizzato un primo modello TIN dell’area archeologica, con la derivazione di mappe clinometriche è stato possibile comprendere appieno la profonda relazione esistente tra la morfologia dei luoghi e l’impianto archeologico delle murazioni e dell’abitato. La acquisizione di alcune immagini aeree della collina, utilizzate per la realizzazione della fotogrammetria alla scala 1:500., ha successivamente permesso ulteriori processi di fotointerpretazione. L’immagine aerea è stata georeferenziata ed ortocorretta utilizzando il DTM derivato dal TIN dell’area.

Figura 4 - Carta archeologica turistica del sito della Civitella, la mappa è stata elaborata utilizzando il GeoDB archeologico integrato da informazioni a carattere turistico.

2.2 Le attività di progettazione e l'integrazione del GeoDB

Dieci anni dopo, alla fine degli anni '90, viene avviato un programma di interventi orientato alla conservazione e valorizzazione dell'area archeologica.. L'archivio GIS viene allora ripreso, importato nello standard shape file poi GeoDB, per adattarlo al nuovo standard ESRI, e completato. L'esigenza si sposta allora verso un utilizzo finalizzato alla progettazione degli interventi, alla sistemazione dell'aerea, al restauro ed alla divulgazione. Una significativa esemplificazione del lavoro fatto è costituito proprio dalla mappa archeologica dell'area.
La banca dati GIS prodotta viene trasmessa, una prima volta, su richiesta della stessa Soprintendenza Archeologica di Salerno, all'Istituto per le Tecnologie Applicate ai Beni Culturali – ITABC del CNR. Successivamente è stata avviata una intensa e fattiva collaborazione con l'Istituto di Biologia Agroambientale e Forestale – IBAF del CNR di Napoli, che ha riguardato lo studio del territorio antico.
Con l'avvio degli interventi di restauro e di valorizzazione del sito, la banca dati acquista nuovo interesse e lo sviluppo della stessa si orienta verso aspetti e componenti nuovi ed originali. I dati archeologici sono stati modellizzati per lo studio e la comprensione del territorio e del sito, vengono considerate le

componenti dell'impianto urbano e delle singole unità architettoniche esplorate. L'analisi svolta ha contribuito al riconoscimento e ricostruzione di una successione di impianti o schemi distributivi. Il riconoscimento della presenza di tali impianti, con una struttura ortogonale abbastanza precisa, ha permesso di comprendere anche i relativi schemi di proporzionamento, molto utili per la valutazione di ipotesi ricostruttive complessive dell'abitato del terrazzo di acropoli.

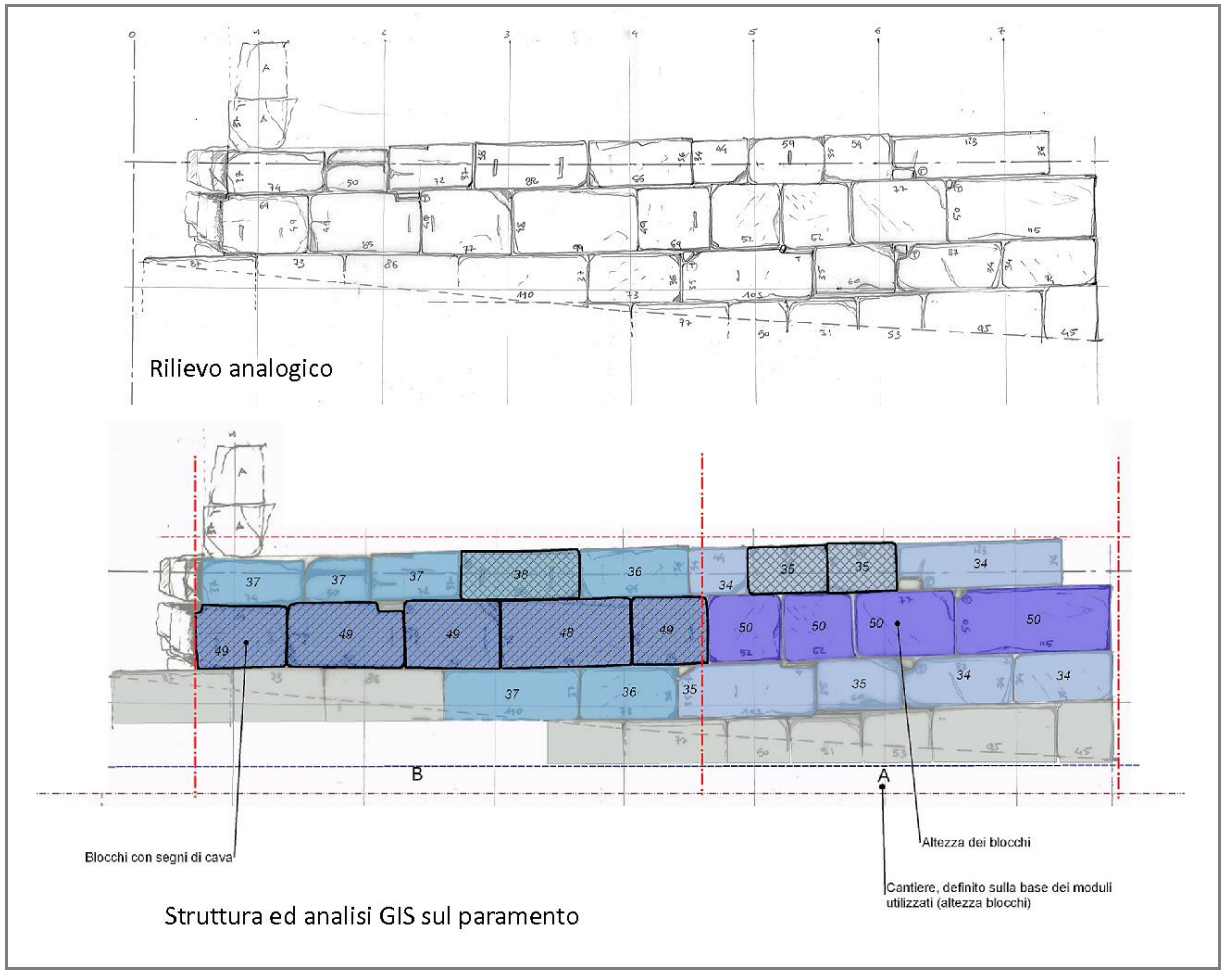


Figura 5 - Esempio di analisi sulla tessitura dei paramenti murari in blocchi della murazione

3. Il restauro della murazione

Una delle prime esigenze ha riguardato la progettazione ed esecuzione del restauro della murazione di cinta. Il complesso delle strutture, al momento della progettazione, presentava estesi fenomeni di dissesto originatisi nel tempo a causa dalla natura geologica dei luoghi, caratterizzati da estesi fenomeni colluvionali. A sostegno di tutte le diverse fasi del lavoro nel processo di restauro è stata utilizzata la banca dati GIS resa già disponibile in precedenza per l'area e finora trattata dal lavoro, progettandone adeguatamente gli sviluppi e le nuove componenti specificatamente per le strutture di elevato.

3.1 Le operazioni di rilievo ed analisi della muratura

Le attività di rilievo del complesso architettonico hanno impegnato tutta la fase preparatoria dell'intervento, partendo dalla documentazione disponibile presso la Soprintendenza si è proceduto al rilevamento di dettaglio degli elevati murari e dei blocchi lapidei depositati nei pressi delle strutture murarie. E' stata adottata una tecnica diretta di tipo analogica, procedendo successivamente alla

digitazione dei dati geometrici e descrittivi all'interno del GIS. Il rilievo, tradizionalmente, è costituito da una operazione di lettura che documenta una complessa serie di informazioni tematiche necessarie a sostenere le successive attività di analisi. Particolare attenzione è stata posta: alla misurazione dei blocchi, alla presenza sui blocchi di particolari elementi come: tacchi, segni di cava, etc. Il rilievo ha interessato anche i blocchi di crollo presenti presso lungo il perimetro murario esterno. L'operazione ha richiesto, quindi, una complessa attività di schedatura e la creazione di un database dedicato attraverso uno specifico modello di scheda.

3.2 Analisi tessiturali sui modelli digitali

Finora si era sempre considerata la muratura della Civitella del tipo ad *apparecchio rettangolare pseudo-isodomo*. L'analisi tessiturale del paramento murario, operata sulla scorta del rilievo effettuato e del sistema informativo prodotto, ha fornito delle risposte molto precise ed in parte inedite in merito alle caratteristiche metodologiche e tipologiche della costruzione. La figura 5 evidenzia come sia stato possibile riconoscere sulla struttura sezioni costruttive omogenee che nella tavola sono indicate con le lettere"A" e "B". Entrambe i tratti murari presentano una tecnica pseudo isodoma, con alternanza regolare dei filari, ma realizzata con diverso modulo dei blocchi. Questa particolare condizione ha fugato i dubbi che inizialmente mettevano in dubbio la pratica costruttiva basata sulla regolarità degli elementi lapidei. La possibilità di evidenziare e discriminare la distribuzione di ulteriori elementi associati ad i blocchi, come la presenza dei segni di cava e la loro forma nell'esempio, aggiunge ulteriori elementi alla comprensione filologica dell'impianto. Confortati dai risultati ottenuti è stato possibile organizzare le successive fasi di intervento di restauro.

4. Sviluppi della ricerca

La collaborazione con l'IBAF ha permesso di ampliare significativamente le direttrici di ricerca sull'area del Parco, integrando quelle componenti a carattere naturalistico necessarie alla conservazione della biodiversità del contesto. Il Parco della Civitella, come tutte le aree archeologiche interne, ma anche della stessa città di Velia, riveste particolar importanza anche per l'equilibrio che hanno consolidato nel tempo, definendo un paesaggio naturale ed antropico di particolare interesse. Una progettazione integrata che tenda a ricucire le diverse componenti di tale paesaggio: storia, archeologia, natura, cultura materiale. La banca dati geografica costituita assume un ruolo centrale per tutte le diverse, attuali e future, esigenze di lavoro: progettazione, studio, ricerca, etc. Essa sarà a breve resa disponibile con licenza aperta agli utenti esterni.

Riferimenti

Greco, E. (1969). Il Frourion di Moio della Civitella*, Rivista di studi Salernitani* n. 3. . Salerno:

Greco, E. (1975). Velia e Palinuro problemi di topografia antica. *Mélanges de l'école francaise de Rome, n. 87* Greco, E., Schnapp, A. (1982). Fortification et emprise du territoire le cas de Velia. In CNRS, *La fortification dans l'histoire du monde grec.* Paris.

Greco, E., Schnapp, A.(1985).Moio della Civitella et le territoire de Velia. *MEFRA n. 96* .

Santoriello, P. M., Luigi Scarpa, A. S., & Tréziny, H. (2010). Moio della Civitella. *Grecs et Indigènes de la Catalogne à la mer noire - Actes des rencontres du programme européen Ramses (2006-2008).* Ex en Provence (FR): CNRS.

Scarpa, L. (1995). Il modello analitico del territorio costiero di Elea. In AA.VV., *Tra Lazio e Campania. Ricerche di Storia e di Topografia antica* (p. 79-85). Napoli: Arte Tipografica.

Scarpa, L. (2001). *Lo spazio geografico nei GIS.* Napoli: CUEN.

Scarpa, L. (2003). *Il Parco archeologico della Civitella.* Napoli: CUEN.

Cirillo C.,Scarpa L., G. Acampora, Calandrelli M., (2012). Tra gli Aurunci Patres: ricostruzione tridimensionale del paesaggio aurunco, Azzini U. a cura, *Isti (Aurunci) graece Ausones nominantur,* Minturno (LT), A. Caramanica.

Scarpa, L. (2012). Metodologie e strumenti multimediali per l'analisi e la modellazione dello spazio storico del territorio. Cantone F. a cura., *Ambienti multimediali per i beni culturali*, Napoli: Liguori

Unwin, D. (1986). *Analisi spaziale. Un'introduzione geocartografica.* Milano: Franco Angeli.

Agnoletti M., (2008). Le linee guida per l'introduzione degli aspetti culturali e paesaggistici nelle politiche promosse dalla Conferenza Ministeriale per la protezione delle foreste in Europa, *Atti del III Convegno Nazionale di Selvicoltura*, Firenze, p 943 -947

Bracco S., Milazzo A., (2008). Una rete regionale di Bike Parks per la valorizzazione ecoturistica delle aree forestali della Sicilia, *Atti del III Convegno Nazionale di Selvicoltura*, Firenze, p 968 -972

Bucci G., VIillani F. (2003). Metodologie quantitative per la definizione di priorità di conservazione delle risorse genetiche, *Atti del III Congresso Nazionale S.I.S.E.F.,* Viterbo, p.9-16.

Carriero A., Odasso M. (2003). Un'esperienza di modellistica per la cartografia dei tipi forestali, *Atti del III Congresso Nazionale S.I.S.E.F.,* Viterbo, p.403-410

Ciancio.O., Corona P., Marchetti M., Nocentini S. (2002). *Linee guida per la gestione sostenibile delle risorse forestali e pastorali nei parchi nazionali* , Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze

Mazzoleni S., Ricciardi M., Saracino A., Cona F., Migliozzi A., Russo D., (2010). *Le Foreste demaniali della Regione Campania*, Dragoni (CE)

Roma, Metro C: il GIS per la gestione della documentazione 3D degli scavi stratigrafici preventivi.

AUTORI

Emanuele Brienza - Università di Enna Kore - emanuele.brienza@unikore.it
Roberto Gabrielli - CNR-ITABC - roberto.gabrielli@itabc.cnr.it
Leonello Artegiani - Team Informatica - lartegiani@teaminformatica.it

Parole chiave: archeologia urbana; GIS; image base modelling; GeoCMS

ABSTRACT

Gli scavi archeologici preventivi per la realizzazione della Metro C a Roma, hanno visto per la prima volta a Roma l'esecuzione di rilevamento tridimensionale, basato su sistemi di Image Base Modelling e di Range Base Modelling, utilizzati come strumento quotidiano di documentazione. Di fianco ad essa è stata realizzata una schedatura delle differenti evidenze archeologiche quali Unità Stratigrafiche, Unità Stratigrafiche Murarie, Unità Stratigrafiche di Rivestimento e dei vari materiali rinvenuti; tale schedatura è avvenuta utilizzando strumenti e prodotti differenziati. Legata allo scavo è infine una ulteriore serie di documenti realizzati in maniera disparata in archivi differenziati. Sulla base della documentazione prodotta si è pensato di realizzare un GIS per lo scavo stratigrafico in grado di gestire la documentazione differenziata, sia integrando in un unico prodotto realizzato ad HOC i vari DBMS realizzati, sia utilizzando strumenti quali il CMS. I dati vengono gestiti, interrogati ed elaborati sia in forma planimetrica che in ambito tridimensionale tramite ArcGis 10.2

1. Introduzione

Durante gli scavi archeologici preventivi per la realizzazione della Metro C a Roma il rilievo archeologico è stato realizzato esclusivamente utilizzando la fotogrammetria digitale: l'uso di tale tecnologia, consolidato nell'ambito di progetti di ricerca, risulta più difficile durante lo svolgimento di scavi stratigrafici preventivi: in questo settore procedure tradizionali consolidate, legate ad una già ben definita logistica, possono risultare più efficaci mentre l'ambiente lavorativo può essere poco permeabile ad un rinnovamento tecnologico che preveda da un lato la sperimentazione e dall'altro la riorganizzazione dei compiti.
Il tentativo di gestire la documentazione prodotta da questi scavi in un GIS apposito, oltre a confrontarsi con tale situazione di novità, ha dovuto anche affrontare le problematiche legate ad una produzione di dati già realizzati, con procedure e formati non sempre predisposti per l'ambiente GIS.
Lo strumento qui esposto perciò, proponendo di volta in volta soluzioni ai vari problemi affrontati *ex-post*, può fornire delle linee guida per lo sviluppo tecnologico nel contesto archeologico e lavorativo in cui è nato.

2. Il lavoro di ricerca

Il lavoro di ricerca proposto si pone in un ambito archeologico e topografico, all'interno del quale sono state sviluppati alcuni protocolli per un acquisizione rapida dei dati sul territorio attraverso procedure poco invasive e abbastanza agili, tali da permettere che il lavoro si svolga contemporaneamente all'attività dello scavo archeologico e sopratutto compatibili con le attività di cantiere. La linea metodologica seguita si propone di utilizzare diversi strumenti, al fine di confrontare i dati ottenuti ed integrare le informazioni. Il confronto metodologico è strategico per poter scoprire le singole potenzialità di ogni strumento,

Figura 1 – a) Testa di Statua del Colosseo b) Coppia di anfore cantieri Metroc Roma.

mettendone in luce i vantaggi e gli svantaggi. E' evidente come non esista aprioristicamente uno strumento migliore degli altri ma come ogni sistema di misura abbia dei propri punti di forza applicati in alcune circostante o per l'ottenimento di un certo tipo di risultato. In ogni progetto è importante, quindi, definire fin dal principio le finalità e gli obiettivi (soprattutto definire perchè si voglia utilizzare un certo tipo di applicazione e cosa fare con i risultati) per poter capire che tipo di output sia funzionale e scegliere gli strumenti più adatti per conseguire il risultato. L'utilizzo delle tecnologie per il rilievo all'interno di uno scavo di emergenza archeologica, meglio definita oggigiorno preventiva), presenta delle problematiche particolari legate soprattutto alla tempistica e all'affidabilità del dato: i tempi di esecuzione del rilievo devono essere speditivi e minimi in modo da non bloccare i lavori di scavo e i dati devono essere affidabili dal momento che non si ha la possibilità di effettuare verifiche considerando la velocità con cui lo scavo viene interrato.
La fotogrammetria tridimensionale a nuvola di punti permette di ottenere un modello 3D in cui ogni punto conserva sia le coordinate spaziali (x y z) sia il valore colorimetrico del pixel proprio dei fotogrammi (RGB). Ne consegue una maggiore leggibilità e interpretazione dell'oggetto rilevato, rispetto alle tradizionali nuvole di punti in bianco e nero, e l'individuazione di ogni singolo elemento che compone la geometria della struttura rilevata.
La scelta della risoluzione deve tenere presente anche la grandezza finale del modello per riuscire a gestire poi i dati insieme. Attraverso la corretta georeferenziazione si possono unire varie riprese ed ottenere anche una visualizzazione a posteriori di vari strati o zone che durante lo scavo sono state

aperte in momenti diversi. In questo modo si ottiene una documentazione non solo vettoriale di pianta ma anche visiva di modello 3D di periodo.
Dal modello tridimensionale si possono ottenere vari output utili alla comprensione e all'analisi delle strutture archeologiche oltre che validi documenti grafici delle strutture e delle aree archeologiche. L'azione propedeutica alla fase di elaborazione consiste nel riportare tutti i dati territoriali in un unico sistema di riferimento (tramite software di topografia), sia esso locale o globale, a seconda delle esigenze cantieristiche. In questo modo anche i rilievi successivi potranno essere agganciati fra loro. Da questo modello si provvede ad estrapolare i DEM (possono essere visualizzati come superfici di proiezione rappresentate da colori associati ai pixel che variano a seconda della quota, utili nell'ambito del restauro architettonico e in quello archeologico per individuare i diversi livelli presenti nelle varie Unità Stratigrafiche/Murarie), le sezioni (nei punti di interesse), le ortofoto. Per una visualizzazione immediata finalizzata alla fruizione o alla divulgazione si possono realizzare modelli leggeri di tutta l'area facilmente eseguibili.

3. Il GIS archeologico ed il modello dei dati

La documentazione grafica delle evidenze stratigrafiche venute alla luce durante le indagini archeologiche preventive, prodotta tridimensionalmente con tecniche di image-base-modelling e restituita in formato bidimensionale in CAD, è stata rielaborata per un uso corretto all'interno di un GIS dedicato allo scavo archeologico; una rielaborazione è stata necessaria anche per la documentazione scritta e gli allegati prodotti (fotografie, documenti multimediale tec.) .
Il modello dati si basa sull'individuazione delle unità minime con cui si interpreta una stratificazione archeologica, quali le Unità Stratigrafiche, le Unità Stratigrafiche Murarie e le Unità Stratigrafiche di Rivestimento, nonché i materiali di vario genere relativi a ciascuna di esse. Di questi singoli elementi, individuati da numeri arabi univoci, è necessario da un lato descrivere la posizione spaziale ed altimetrica e la conformazione fisica, dall'altro il processo di formazione temporale, sia nell'ambito della sequenza relativa al bacino stratigrafico indagato, sia in termini di cronologia storica assoluta. Quindi se in prima analisi è necessario scomporre e descrivere in maniera analitica le singole unità, successivamente è necessario ricomporle e riassociarle, mediante le loro relazioni stratigrafiche, fisiche e topologiche, al fine di ricostruire scenari complessivi e sincronici dei processi formativi della stratigrafia individuata.
Le molteplici planimetrie restituite in CAD, relative ai vari rilievi eseguiti durante le operazioni di scavo, sono state importate in un progetto ArcGis 10.2; i disegni, già riferiti al sistema geografico utilizzato da Metro C, riportavano le unità stratigrafiche venute in luce di volta in volta, suddivise in singoli layers denominati con il numero corrispettivo. E' stato anzitutto necessario definire la superficie superiore di ciascun elemento chiudendola in poligono e verificando la giusta attribuzione numerica: tutti gli elementi sono stati poi riportati in un unico shape-file di formato poligonale in cui l'ID primario delle features fosse il numero di US assegnato. Un secondo passaggio ha riguardato la caratterizzazione, il disegno di dettaglio, dei vari elementi che descrivevano graficamente l'aspetto di tali superfici. Tale caratterizzazione, composta da molteplici elementi in formato polilinea, tramite gli strumenti forniti da ArcGis è stata raggruppata in singole features ricadenti all'interno dei poligoni individuati e quindi ed essi riferite grazie all'uso dello stesso ID primario: il risultato è stata la creazione di un unico shape-file in formato polilinea. Simile operazione è stata messa in atto anche per le quote delle superfici, riportate nei files CAD da indicazioni testuali: ognuna di esse è stata trasformata in un punto, all'interno di uno shape-file, e riferita al poligono in cui ricadeva, tramite l'uso dello stesso ID primario, riportando il valore della quota in un campo specifico della tabelle DBF associata. Questi documenti planimetrici complessivi, su cui svolgere queries di interrogazione e raggruppamento, sono stati riportati in un unico Geodatabase per una maggiore strutturazione del dato.
Per quanto concerne la documentazione scritta sono stati utilizzati i formati-scheda standard previsti dall'ICCD: particolare attenzione è stata rivolta all'uso di terminologia specifica nella compilazioni dei vari campi, sia per dare congruità all'informazione archeologica sia per svolgere l'interrogazione dei dati in maniera categorizzata. Inoltre per evitare la ridondanza del dato, nel caso delle schede USM e USR non sono stati riproposti i campi già presenti nella scheda madre US, come invece avviene nei formati cartacei. Un problema specifico ha riguardata l'acquisizione di banche date già utilizzate durante le operazioni di scavo e realizzate a seconda degli elementi catalogati con prodotti differenti (MS Access per le US e FileMaker per i materiali).

Figura 1 - Pianta e sezione di una tomba Sabina (Montelibretti). Esempio realizzato durante la procedura di calibrazione dei dispositivi.

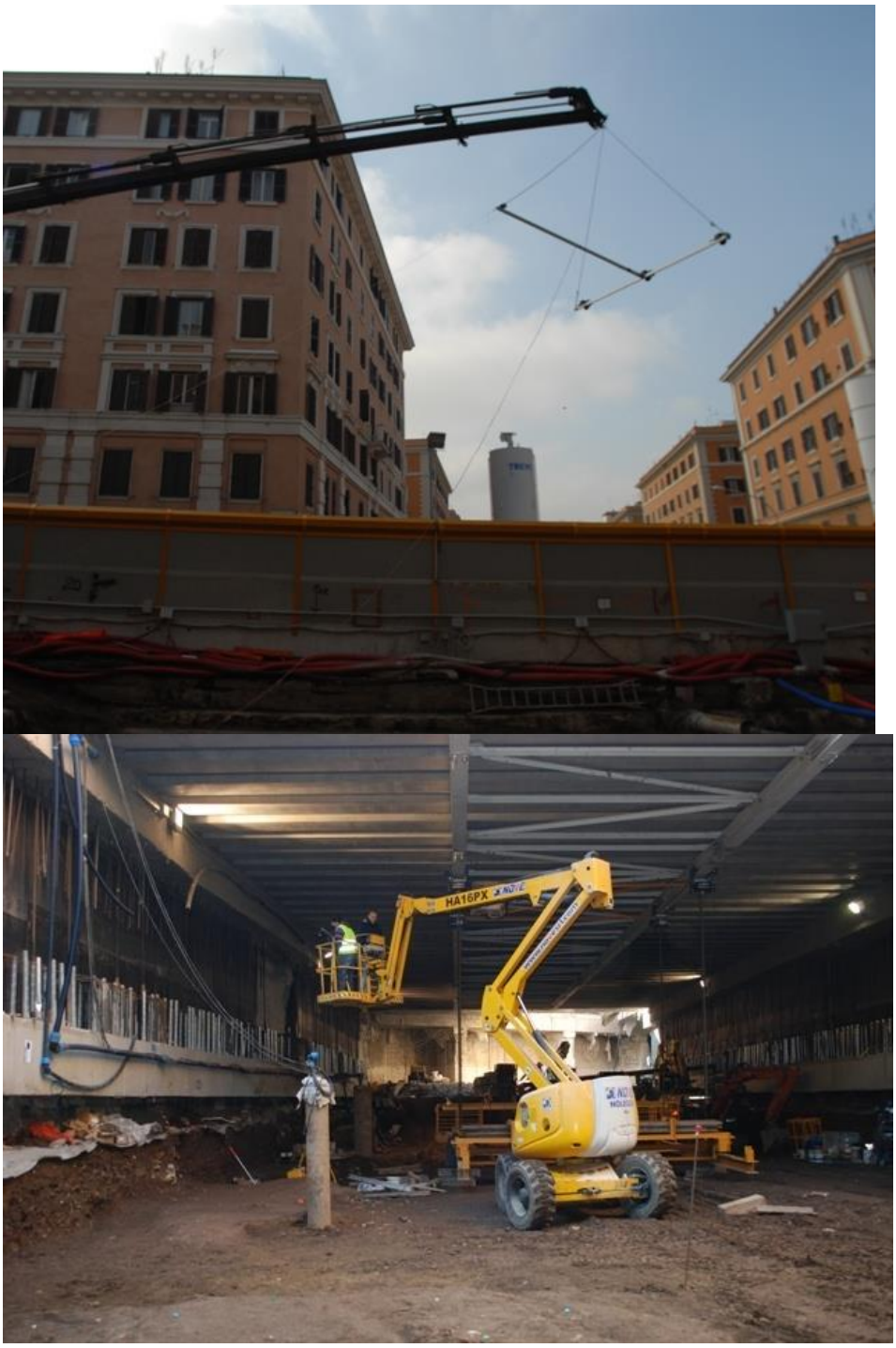


Figura 3 - Riprese aeree fotogrammetriche sui cantieri della MetroC

Il riaggancio della documentazione scritta a quella planimetrica ha permesso di elaborare in maniera automatica distinte piante di periodo, in cui sono raggruppate le unità stratigrafiche pertinenti: vengono realizzate secondo i criteri stabiliti dalla metodologia archeologica che prevedono che vengano raffigurate tutte le superfici superiori degli strati in fase, con la loro caratterizzazione e le indicazioni

altimetriche, assieme agli strati precedenti riutilizzati che appaiono però senza caratterizzazione e quote; gli strati obliterati e quelli successivi, invece, non vengono rappresentati.
Accanto alla documentazione grafica bidimensionale è stata acquisita anche quella tridimensionale ; le mesh generate dalla fotogrammetria digitale sono state importate nel GIS assieme alle texture fotografiche in formato VRML. Tramite ArcScene è stato possibile definire elementi multipatch da associare alla documentazione scritta e quindi visualizzare superfici tridimensionali foto-texturizzate e periodizzate . Si tratta però di operazioni abbastanza lunghe che prevedono operazioni manuali di reinterpretazione e semplificazione del dato; inoltre le mesh risultano molto pesanti e in questo caso, ove la documentazione bidimensionale è già stata prodotta, costituiscono una duplicazione del dato.

4. Geo CMS - Recenti evoluzioni e bisogni del contesto di riferimento

Negli ultimi anni l'accresciuta esigenza di creare ed aggiornare contenuti multimediali in modo semplice ed efficiente, ha stimolato ed accelerato la nascita e sviluppo dei CMS. Un Content Management System (in italiano sistema di gestione dei contenuti), è uno strumento software, installato su un server web, il cui compito è facilitare la gestione dei contenuti, spesso di applicazioni web, svincolando l'addetto alla gestione degli stessi da conoscenze tecniche specifiche relative all'applicazione da aggiornare.
Questa necessità porta solitamente, all'interno di un Sistema GIS, ad aggiungere campi alle tabelle i cui elementi devono essere arricchiti. L'approccio porta con se considerevoli problemi dal punto di vista della manutenibilità e della stabilità del sistema. Il proliferare di queste informazioni genererà infatti, in fase di consultazione, un considerevole aumento delle chiamate al server cartografico con un conseguente deterioramento delle prestazioni complessive del sistema (soprattutto quando si opera attraverso il Web).
I diversi moduli sviluppati in risponderanno all'esigenza di arricchire il contenuto strettamente geografico di un GIS senza comprometterne la funzionalità e anzi decentrando il carico di lavoro su un server differente da quello cartografici. L'approccio conduce inoltre ad un sostanziale svincolamento degli addetti all'inserimento dei contenuti dai gestori del sistema GIS

4.1 CMS GIS Ready

Il prototipo CMS GIS Ready prevede, mediante il suo uso, l'inserimento nel sistema da parte degli utenti di contenuti multimediali (Testi, Immagini, Video, Audio) attraverso una pagina Web.
Il sistema sarà composto di un interfaccia Web personalizzabile dal gestore per diversi utenti, da un backoffice per la gestione del sistema e da metodi per recuperare via web le informazioni inserite dagli utenti.
Tramite questo sistema il gestore sarà in grado di offrire agli utenti una pagina web personalizzata in cui inserire dei contenuti, contenuti che potranno essere successivamente acceduti via Web attraverso metodi specifici.
I dati saranno inseriti in appositi "form" chiamati schede. Sono possibili più schede per ciascun utente
L'utente avrà a disposizione credenziali per l'accesso e strumenti per inserire semplicemente le informazioni richieste.

4.2 DATA Storage

Il problema della conservazione dei dati si mostra di rilevanza strategica in un'applicazione di tipo archeologico. I documenti collegati alle features geografiche rappresentano una larga parte del lavoro; è evidente come in un contesto simile il problema dell'aggiornamento e della sincronizzazione dei dati rivesta un ruolo chiave.
È stato quindi pensato per di introdurre nel sistema un modulo di Data Storage (conservazione e gestione dei dati). Con opportune modifiche al Content Management System è possibile centralizzare la gestione dei documenti facendo si che questi non vengano duplicati e che le eventuali modifiche fatte ad un documento si ripercuotano su tutte le schede in cui il documento è stato utilizzato.

4.3 Creazione Automatica delle schede

L'applicativo per la creazione automatica delle schede del CMS si rende indispensabile in tutti quei casi in cui sia già presente un grande GeoDatabase preesistente. In questa condizione infatti non sarebbe molto produttivo inserire a mano le schede per ciascun oggetto geografico (potrebbero essere migliaia).
Per questo scopo è stato allora pensato un applicativo in grado di creare automaticamente le schede del CMS a partire da un Layer cartografico. In un Layer sono normalmente presenti numerosi oggetti omogenei per tipologia. A tutti questi oggetti può essere associata una tipologia di scheda e attraverso questo applicativo l'associazione avviene molto rapidamente.

5. Caratteristiche tecniche del sistema

L'applicazione è stata concepita per essere indipendente da una base dati predefinita, è possibile in fase di impianto del sistema indicare il database a cui ci si vuole collegare, le tabelle che si intende utilizzare e quindi progettare le schede che verranno poi utilizzate per il data-entry.
Nella progettazione della scheda si possono raggruppare i dati secondo una disposizione logica in pagine e/o sezioni differenti, utilizzare oltre i normali controlli text-box anche check-box, combo-box, calendari, liste, immagini, inoltre è possibile gestire con appositi controlli anche i dati relazionati in altre tabelle.
Per quanto riguarda il caricamento si possono importare informazioni provenienti da altri database (di tipo access o sqlserver) e da file dati di tipo testo o excel, oppure visto che l'applicazione opera in ambiente cartografico, si possono acquisire anche i dati associati alle entità cartografiche.
È previsto un sistema di validazione dei dati che informa l'operatore (con un apposito segnale di status) se la scheda contiene tutti i dati definiti essenziali o meno.
Si possono scambiare i dati tra diversi database che risiedono anche in postazioni remote.

Riferimenti

Curci, A – Fiorini A. (eds.) 2012, Documentare l'archeologia 2.0, Atti del Workshop (Bologna, 19 aprile 2012), ACALC 23, pp. 210-326.

De Felice, G. – Sibilano M.G. – Volpe G. (eds.) 2008, L'informatica e il metodo della stratigrafia, Atti del Workshop (Foggia, 6-7 giugno 2008), Bari.

De Felice, G. – Fratta A. – Moscaritolo C. 2013, Il progetto "Archeo3D" per una gestione tridimensionale dei dati archeologici. Una prospettiva open ?, in Serlorenzi, M. (ed.) 2013, ArcheoFOSS. Free, Libre and Open Source Software e Open Format nei processi di ricerca archeologica. Atti del VII Workshop (Roma, 11-13 giugno 2012), ACALC suppl. 4, pp. 194-201.

Giorgi, E. - Boschi, F. - Silani, M.- Bogdani, J. 2012, Documentare l'archeologia da Burnum (Sebenico, Croazia) a Suasa (Ancona): una tradizione rinnovata, in Curci, A – Fiorini A. (eds.) 2012, pp. 261-282.
Iorfida, E. 2011, Il GIS e lo scavo archeologico di emergenza: applicazione intra-sito ad un piccolo contesto dell'antica Felsina (Bologna), in ACALC 22, pp. 319-336.

Nardini, A. 2009, La gestione della documentazione archeologica di scavo tramite GIS, in Fronza,V. – Nardini, A. – Valenti, M. (eds.) 2009, Informatica e Archeologia Medievale. L'esperienza senese, Firenze, pp. 89-109.

Opitz, R. 2012, Photogrammetric Modeling + GIS Better methods for working with mesh data, in ArcUser 15/2, pp. 46-49.

Panella, C. – Brienza, E. 2009, Il geodatabase della Valle del Colosseo e del Palatino nord-orientale ed il trattamento digitale del dato archeologico, in Bollettino SIFET 3, pp. 9-18.

Applicazioni GIS allo studio del paesaggio antico. Il territorio di Alghero (SS)

AUTORE

Valentina Sanna - Università degli studi di Sassari - archeovalentina@gmail.com

Parole chiave: Territorio; Analisi Spaziale; Archeologia

ABSTRACT

Lo studio del paesaggio antico è profondamente complesso, i fattori che giocano un ruolo dinamico sono molteplici. Il contributo fa parte delle ricerche condotte durante il percorso di Dottorato di Ricerca svolto presso l'Università di Sassari, e riguarda il comune di Alghero (SS). L'obiettivo della ricerca è di ottenere una migliore comprensione del popolamento, delle dinamiche insediamentali delle scelte locazionali e delle modalità di sfruttamento delle risorse in età Protostorica, con l'ausilio di discipline non strettamente archeologiche ma legate alla geografia quantitativa ed umana. L'elaborazione dei dati ha condotto alla creazione di nuovi strati di sintesi sfruttando le potenzialità di overlay topologico del software Esri Arc-Gis. L'organizzazione dei dati ha permesso la realizzazione di analisi spaziali finalizzate ad una lettura sincronica e diacronica del territorio. Si sono utilizzate le tecniche dei Poligoni di Thiessen, potenziando il modello grafico con il superamento del consueto limite dell'isotropia nelle ricerche archeologiche, della Nearest Neighbour, e soprattutto della Cost Surface Analysis, per studiare il rapporto tra siti archeologici e risorse. Tutti i passaggi sono stati salvati con Model Builder. Esri ArcGis ha confermato che i SIT sono un elemento inprescindibile della ricerca spaziale\ territoriale applicata all'antichità.

1. Introduzione

Il presente contributo si propone di illustrare[1] come l'utilizzo dei Sistemi Informativi Territoriali GIS (Geographic Information System) associato ad opportune tecniche di analisi spaziale, possa contribuire a valorizzare la dimensione spaziale, temporale e geografica dei paesaggi antichi. Il GIS offre un ambiente ideale ove svolgere attività di ricerca che portino a una migliore comprensione del popolamento, delle dinamiche dell'insediamento e delle scelte locazionali.
E'stata creata a tal proposito una banca dati informatizzata per l'elaborazione dei dati al fine di ordinare, catalogare, generare diversi livelli informativi impostando analisi basate sullo spazio tridimensionale, utili alla lettura del paesaggio. Il territorio di applicazione è quello di Alghero (SS), ubicato nella Nurra meridionale, caratterizzato da una grande concentrazione di monumenti di età nuragica che connotano profondamente anche il paesaggio attuale. Tali monumenti risultano inseriti in una cornice territoriale ricca di risorse provenienti dal mare, dalle miniere, dal lago e dallo stagno, che pongono numerosi interrogativi rispetto alle scelte locazionali ed all'approccio alle risorse in età protostorica.

2. Analisi spaziale in ambiente GIS

"Lo spazio è una condizione determinante per l'essere umano e per tutte le sue attività concrete e quotidiane, costituisce uno degli agenti più forti dell'intera esperienza umana[2]". L'analisi spaziale in archeologia si occupa dello studio formale delle reti di stanziamento umano3. Tende ad identificare

[1] Il presente articolo si riferisce alla parte relativa alle analisi spaziali in ambiente GIS svolte dalla scrivente durante il percorso di Dottorato di Ricerca, presso l'Università degli Studi di Sassari.
[2] G.Macchi Jànica 2000 pp. 1-4 Introduzione all'analisi spaziale.
[3] Ibidem, p.6

caratteristiche e fenomeni che sottendono comportamenti socio-spaziali reiterati, i cosidetti "pattern to process"[4]. L'archeologia In quanto disciplina che studia lo spazio antropizzato, trae il massimo profitto dall'analisi spaziale in ambiente GIS ove confluiscono i dati provenienti dal lavoro sul campo, dallo studio cartografico, dallo studio bibliografico e dall'overlay topologico, elaborati in base alle esperienze (Americane ed Europee) cinquantennali della cosiddetta "archeologia dell'insediamento"

3. Elaborazione dei dati

Nel presente lavoro sono stati individuati e catalogati 87 nuraghi e dodici villaggi; tra i Nuraghi 42 sono monotorre a tholos (39%), quindici sono complessi (15%), ventisei non determinabili (25%) e 4 (4%) irreperibili5, con una densità di 0,35 nuraghi per Km². I villaggi schedati sono dodici, undici dei quali accompagnati dalla presenza del nuraghe (92%) ed uno isolato (8%). L'organizzazione dei dati ha permesso la realizzazione di analisi spaziali finalizzate ad una lettura sincronica e diacronica del territorio volta ad indagare le modalità insediative peculiari delle due fasi del Bronzo Medio e Recente che vede la nascita e la diffusione delle torri nuragiche, e del Bronzo Finale alla quale si ascrive lo sviluppo dei villaggi. Si sono utilizzate le tecniche dei Poligoni di Thiessen[6], della Nearest Neighbour e dell'analisi di Costo-Percorrenza, quest' ultima basata sugli algoritmi di Cost Surface Analysis[7].

4. Applicazioni

Al fine di approfondire il concetto di "spazio primario di interazione sociale"[8], di cui i poligoni di Thiessen sono portatori, possiamo affermare che essi rappresentano uno spazio teorico, dalla valenza astratta, generato a partire da punti su un piano. L'importanza di questo modello va intesa nel senso della definizione dello spazio primario di interazione sociale, dove ogni poligono rappresenta idealmente il territorio immediatamente e più facilmente controllabile[9].

In questo spazio ideale il territorio presenta le stesse caratteristiche in tutte le direzioni, si presenta cioè isotropico[10], nel senso che non si considerano i fattori geografici che possono costituire dei limiti fisici[11] al suo utilizzo, modificando l'effettiva consistenza dello "spazio di pertinenza"[12].

[4] M. Van Leusen 2002
[5] Noti esclusivamente tramite bibliografia storica ma di difficile collocazione (cfr. anonimo ASCA).
[6] Cunliff 1971, 53-70; Renfrew 1973.
[7] Lock, Stancic, 1995; Lock 2000; Van Leusen 1999, 2002.
[8] Cazzella, 1986.
[9] Macchi Janica2009 p.80
[10] Macchi Janica, 2009 pp.82-83
[11] Conolly,Lake 2006.
[12] Si considera come unico fattore la distanza media di un vettore tra due punti nel piano.

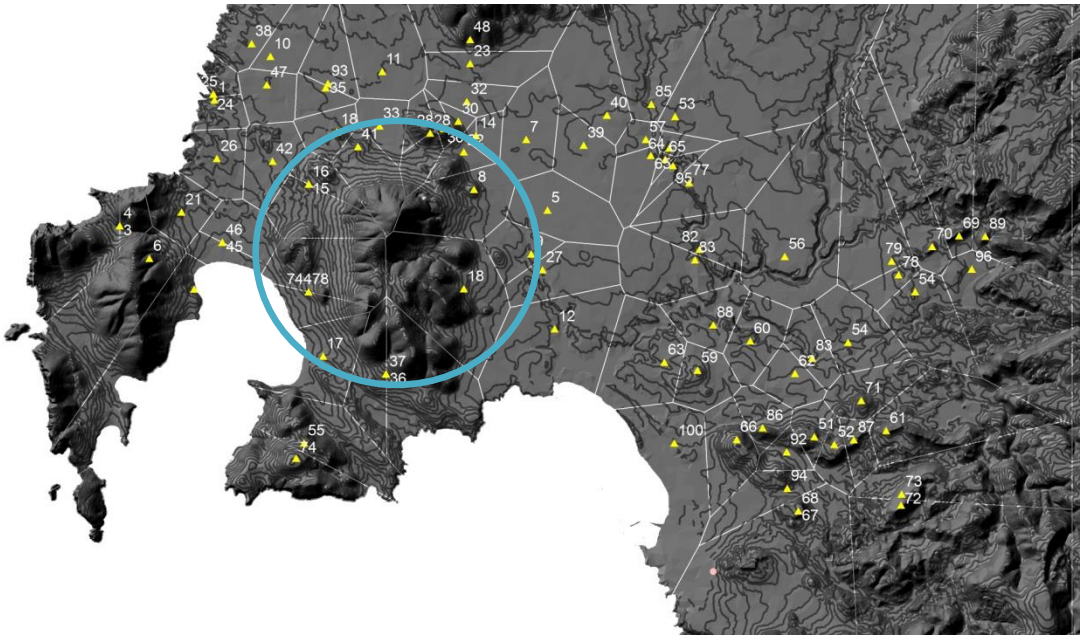


Figura 1 - Poligoni di Thiessen applicati ai nuraghi rappresentati dai triangolo di colore giallo, area del monte Doglia cerchiata in azzurro.

I poligoni realizzati attorno ai nuraghi hanno dimensioni variabili da 6,9 Km², attorno al Monte Doglia cerchiato in figura, sino a 320 m². In base a queste osservazione i poligoni si distinguerebbero in tre ordini di grandezza, i più grandi con media 6 km², i medi che misurano circa 3 Km², ed i più piccoli organizzati in cluster e allineamenti ampi mediamente 1 Km².
L'ambiente GIS offre la possibilità di elaborare i dati territoriali al fine di creare un modello di "spazio circostante" che tenga conto di fattori quali la pendenza, l'impaludamento/innondabilità e la presenza dei fiumi. Di questo specifico campo di studi si occupano le tecniche dette di "Cost Distance", utili a generare superfici[13] non lineari.
La Cost Surface Analys detta "Analisi dei costi di percorrenza[14]", permette di elaborare analisi di distanza sfruttando algoritmi di tipo "Cost", che calcolano in unità di tempo il consumo di energia speso da un individuo per muoversi nello spazio[15]. La superficie generata è servita da base per potenziare il modello grafico dei Poligoni di Thiessen, considerando la presenza sul territorio di ostacoli naturali[16] che possono influenzare gli spostamenti nello spazio, invece che che le distanze medie in linea d'aria[17] (successivo confronto con poligoni ottenuti nello spazio piano). Tale superficie è servita inoltre per valutare quale potesse essere il percorso ottimale per mezzo del quale, con il minimo sforzo, i villaggi si collegano con le risorse individuate come strategiche nel contesto territoriale: miniere (Argentiera, Canaglia, Trudda, Punta Ferru e Calabona), stagno del Calik, lago di Baratz, e mare.
Per la costruzione della base cartografica, sono stati presi in esame tre fattori territoriali: *pendenza, impaludamento/inondabilità, idrografia di superficie.*
La pendenza del terreno assume grande importanza in quanto tutte le attività umane si svolgono lungo un percorso che per essere compiuto necessità di uno sforzo in termini di energia. Si presuppone quindi

[13] Relative allo spazio euclideo
[14] Forte 2002, p.107.
[15] Wheatley Gillings 2002, 147-163
[16] Per il territorio di Alghero sono stati presi in esame: corsi d'acqua, acclività dei terreni e impaludamento.
[17] Van Leusen, 2002; Pecere, 2006.

che si tenda a percorrere una distanza passando dal punto più agevole e breve possibile. L'associazione di valori alla superficie della pendenza dei versanti, è stata generata a partire dall'alterazione del modello digitale del terreno attraverso la funzione in ArcGis di "slope" in gradi d'inclinazione. Il pendio è una delle variabili che maggiormente influisce sugli spostamenti nello spazio. I valori assegnati a tale variabile sono stati calibrati sulla base di studi condotti sulle superfici anisotrope di costo i quali hanno evidenziato che sino a 6° di inclinazione del terreno si possano compiere percorsi ottimali, indipendentemente dal senso di marcia18. Trattandosi di un territorio estremamente pianeggiante, si è ritenuto di riclassificare la scala delle pendenze in base 10, in sole 5 classi più sensibili ai valori bassi, nei seguenti intervalli 0°/2°;2°/6°; 6°/8°; 8°/14°,19 come già ampiamente sperimentato in recenti studi relativi al territorio Dauno. I valori superiori ai 14° di pendenza sono ritenuti impraticabili ai fini dello stanziamento umano20. La quota sul livello del mare è estremamente importante per studiare l'impaludamento e l'inondabilità del territorio. Come noto la Nurra di Alghero è stata oggetto di un ampia bonifica che ha parzialmente livellato le quote dei terreni e coperto eventuali aree paludose presenti in antico. E'noto però attraverso recenti studi che il livello del terreno in età antica era posto21 ad una altezza maggiore di 1.98±0.23 m rispetto ad oggi in quanto la placca tettonica risultava emersa di circa due metri,Il che sarebbe confermato dall'immersione di parte della villa romana di Sant'Imbenia, situata presso la Baia di Porto Conte.

Verrebbe quindi spontaneo innalzare nel modello, il livello generale delle quote di 2 m rispetto ad oggi. In realtà, i fenomeni geomorfologici, sono sempre frutto di azioni molto complesse che devono tenere in considerazione fattori come la subsidenza e la tettonica, visibili localmente e dalle coste. Si è pensato pertanto di considerare all'interno del modello di costo-superficie solo lo schema del bacino imbrifero al fine di eliminare le aree a maggiore rischio di accumulo e ristagno. Sono state generati tre livelli cartografici, "Flow Direction" che aiuta ad osservare la direzione ipotetica delle acque nel bacino imbrifero, di "Flow Accumulation" che sottolinea le aree di possibile ristagno ed una dei versanti con esposizione e pendenza che da la direzione alle mappe precedenti. La rete idrografica di superficie è stata studiata attentamente attraverso un lavoro di georeferenziazione e sovrapposizione delle mappe dell'Ente Bonifiche ETFAS 1952, di foto aeree del 1943 (ed altre) al fine di eliminare i canali di bonifica, e tutte le opere relative ad anni recenti. I fiumi hanno sempre condizionato le vie di comunicazione e gli spostamenti costituendo un limite da superare che richiede un grande costo di percorrenza. L'area di Alghero, può considerarsi una zona paludosa e ricca di pozzi nella quale non abbiamo molti elementi idrografici "lineari" (qualcuno nella parte est), che svolgano funzioni di sbarramento, in quanto di piccola portata e spesso stagionali tanto da non poter essere considerati come delle vie di comunicazione.
Una volta ottenuta la cartografia di base, la costruzione dei modelli è stata realizzata attraverso la combinazione lineare pesata, la cosiddetta Weigthed Linear Combination che esegue un overlay delle caratteristiche geo-morfologiche, idrologiche proprie dell'area indagata. La "superficie di costo" è stata poi utilizzata per delimitare delle aree buffer di costo percorrenza omogenee, poste attorno ai siti archeologici (esito dei tre fattori geografici[22]). Le aree buffer sono state confrontate con i poligoni di Thiessen, alla ricerca di elementi più indicativi in relazione alla definizione di fenomeni di correlazione tra insediamenti come gerarchie interne […], che sono costituiti dalle distanze reciproche tra siti e dalle loro dimensioni[23].

[18] LLobera, 2000.
[19] Pecere, 2006.
[20] Van Leusen 1993, 111;Minetti 1995
[21] Antonioli, Anzidei, et alii.
[22] Il risultato cartografico (Fig.28), è la creazione di una superficie di costo concettualmente di "buffer-zones" di espansione distorta in modo geograficamente "coerente" attorno ai siti.

23 Cazzella, 1995.

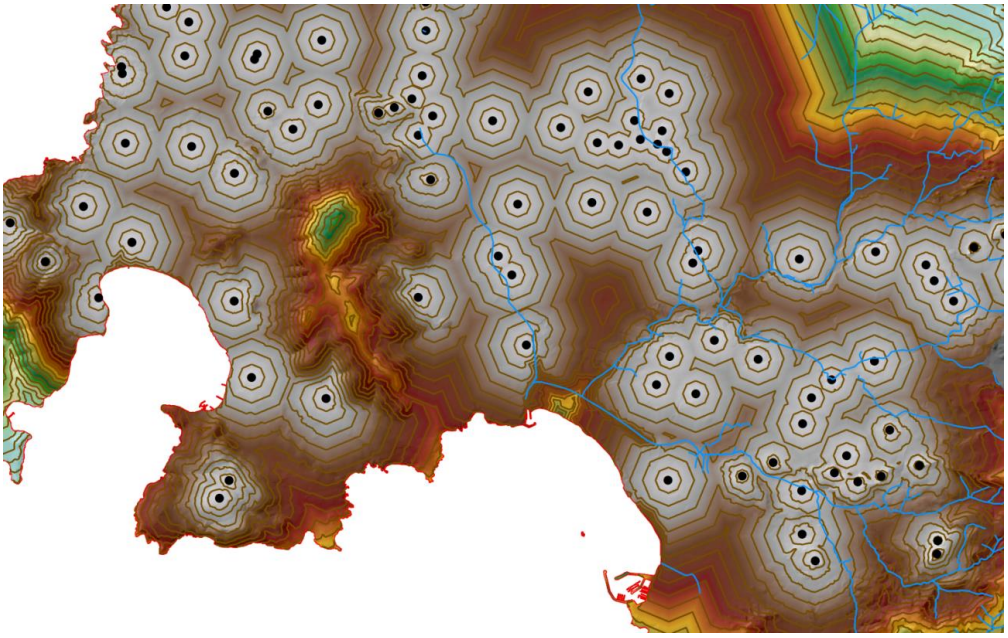


Figura 2 - In questa immagine osserviamo la costruzione di isolinee di tempo-percorrenza crescente attorno ad ogni nuraghe (punti in nero), ognuna delle quali descrive un territorio percorribile a parità di dispendio di energie. La superficie di costo è ottenuta mediando tra : pendenza percentuale, zone inaccessibili per via delle inondazioni per via dello stagno e del lago. Ai I fiumi non è stato dato valore di barriera insormontabile in quanto si tratta perlopiù di fiumi di piccola portata a carattere stagionale.

Sovrapponendo i poligoni di Thiessen alla mappa di costo-superficie, possiamo notare come vengano ridimensionati i valori di ampiezza dei poligoni generati a partire dai nuraghi circostanti il Monte Doglia che divengono del tutto simili a quelli dei siti vicini. Tale ampiezza dei poligoni poteva suggerire l'esistenza di gerarchie interne all'organizzazione dello spazio, suggestione che viene ridimensionata attraverso questo confronto. Ne deriva probabilmente che In età nuragica l'insediamento apparisse diffuso su gran parte del territorio, i nuraghi della prima fascia costiera sono disposti a distanze regolari, e possono contare su un area circostante di dimensioni simili, quelli posti verso l'entroterra invece manifestano una marcata irregolarità nella distribuzione. Procedendo da Est verso Ovest infatti si delineano concentrazioni ed allineamenti di nuraghi attorno ad alcuni corpi idrici, intervallati da vuoti di presenze nella piana.

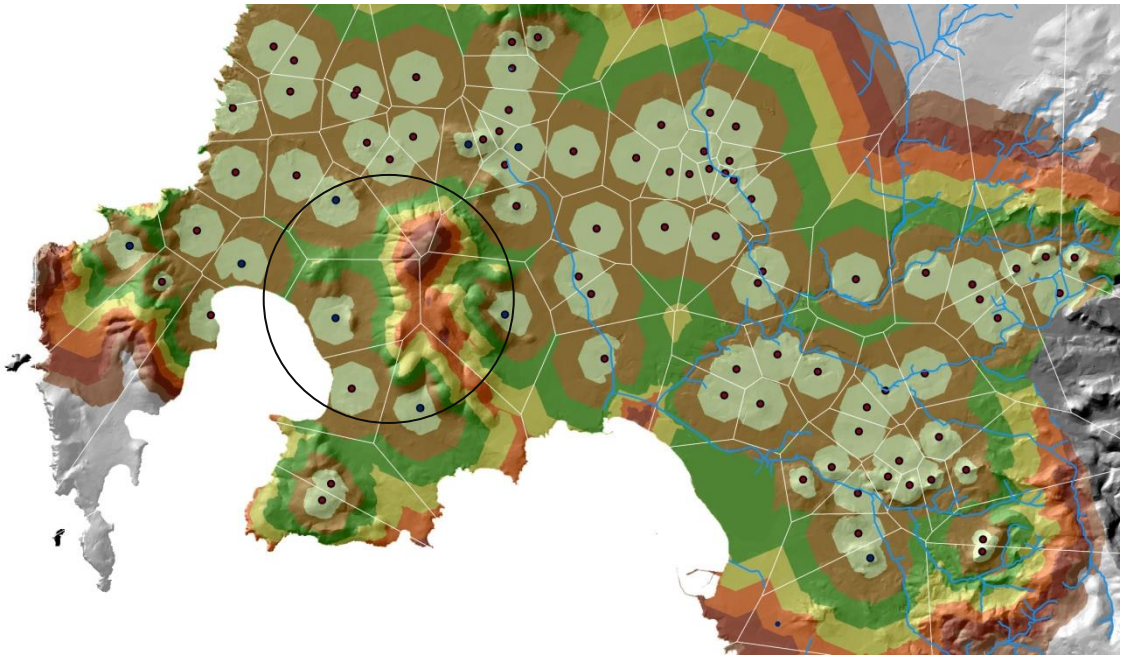


Figura 2b - Sovrapposizione tra poligon di Thiessen, e poligoni ottenuti mediante Cost Analisisis applicata ai nuraghi.

La distribuzione dell'insediamento è stata affrontata anche applicando la "nearest neighbour analysis" (l'analisi del vicino più prossimo), che costituisce un test di tipo statistico descrittivo utile per determinare di quanto una certa distribuzione si discosti da una dispersione casuale[24] di punti (in questo caso di nuraghi e villaggi) su una superficie piana. L'inferenza di partenza è quella secondo la quale la distribuzione differente dell'insediamento sottenda differenti necessità insediative e sottolinei tratti di differenziazione tra fasi cronologiche. Il valore preso in considerazione è, per ogni punto, la distanza dal punto più vicino ad esso[25].
Una distribuzione casuale di punti nello spazio implica, infatti, che essi abbiamo una eguale probabilità di trovarsi in un qualsiasi punto della superficie su cui si distribuiscono, mentre in una situazione non casuale i punti potranno essere maggiormente distanziati o, al contrario più vicini e quindi raggruppati. Nella Nearest Neighbour, Il cosidetto "indice di Clark-Evans", classifica la distribuzione dei siti come "dispersed " o "clustered" a seconda del valore o indice "Ratio", ottenuto dividendo la "distanza attesa osservata" per la "distanza attesa". Se minore di 1 sarà clustered se maggiore sarà dispersed.

Tabella 1 - Valori dell'indice di Clark-Evans relativi ai nuraghi.

Applicazione del metodo della nearest neigbour ai nuraghi	
Observed Mean Distance:	1.38
Expected Mean Distance	0.81

[24] Depalmas 1998.
[25] Hodder- Orton, 1976 pp.38-43.

Tabella 2 - Valori dell'indice di Clark-Evans relativi ai villaggi.

Applicazione del metodo della nearest neigbour ai villaggi	
Observed Mean Distance:	2.18
Expected Mean Distance:	1.48

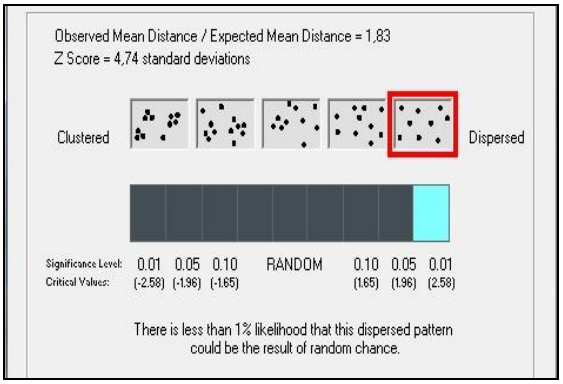


Figura 3. Nearest Neighbor applicata ai villaggi

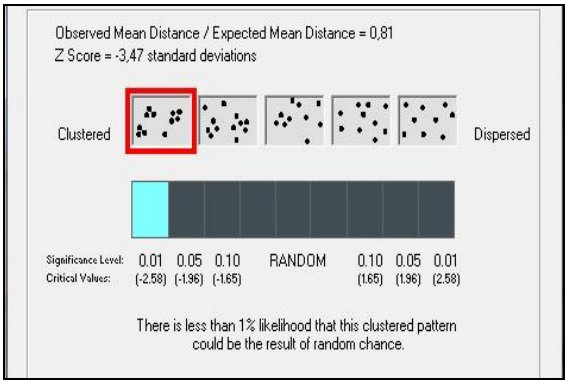


Figura 4. Nearest Neighbor applicata ai Nuraghi

Il risultato appare opposto nelle due fasi. Nel caso dei nuraghi, sembra evidente che l'indice ottenuto vada oltre il limite di uno, attestandosi ad 1,38 e confermando le osservazioni precedentemente avanzate riguardo ad una concentrazione di nuraghi in cluster di tre\quattro elementi molto ravvicinati tra loro e di allineamenti costituiti da sette ed anche otto nuraghi. Dalle osservazioni emerge che la complessità della maglia insediativa si semplifica sul finire dell'età del Bronzo, divenendo durante l'età del Ferro "Dispersed" e confermando la tendenza all'abbandono dei nuraghi in favore dello sviluppo dei villaggi. Sul territorio si conferma e si amplifica il vuoto presente già dalle fasi precedenti nella piana posta nell' entroterra.
La superficie di costo è servita inoltre per valutare quale potesse essere il percorso ottimale per mezzo del quale, con il di minimo sforzo, i villaggi si collegano con le risorse individuate come strategiche nel contesto territoriale: miniere (Argentiera, Canaglia, Trudda, Punta Ferru e Calabona), stagno del Calik, lago di Baratz, e mare. La tematica dell'individuazione della viabilità pre e protostorica è ancora un settore di studio altamente lacunoso, la presenza di strade è spesso suggerita da indizi di varia natura, ad esempio la presenza di fossati laterali, ma solo in rari casi[26] è assolutamente certa. Nel Vicentino, è nota una struttura stradale oggetto di manutenzione costante dal Neolitico all'età del Bronzo[27], riconosciuta tramite l'intregrazione di varie tecniche tra le quali il trattamento delle immagini e lo scavo stratigrafico. Altre testimonianze si hanno nel territorio di Verona[28] e nel Friuli Venezia Giulia[29] dove un lavoro comparativo tra GIS, fonti e indagine diretta ha individuato nella minor pendenza (e non la brevità del percorso) il fattore determinate per lo sviluppo di un tracciato stradale. In Etruria si riscontrano

[26] Coles, 1989. Si intende la Sweet Truck, percorso che collega per un ampio tratto le terre del Somerset Level (1,5 Km), conservatasi grazie alla torbiera.
[27] De Guio A, Cattaneo P., 1997.
[28] Balista, De Guio, Vanzetti, Betto, De Angeli, Sartor 2005.
[29] Montagnari Kokelj, Muzzioli, Riccobono 2007

tracce di percorsi stradali scavati nel tufo, precedenti l'età del Ferro a Sorgenti della Nova[30] mentre da Roma verso Nord l'ipotesi più accreditata sostiene che il traffico dell'età del Bronzo si snodasse probabilmente lungo la via Cecilia, (preesistente) parzialmente coincidente con quello della Salaria[31] e lungo la valle del Tevere come sembra confermato dagli studi di distribuzione[32].
Nel presente studio a carattere locale, si è cercato di tenere conto degli indicatori archeologici e dei condizionamenti ambientali secondo il "principio del minimo sforzo" applicando il modulo "least cost path" alla superficie di costo ottenuta con la Cost Analysis. Questo tipo di percorso non stabilisce un sentiero ma restituisce la schematizzazione grafica[33] del tracciato vettoriale più conveniente da una sorgente (sito archeologico) ad un obiettivo (elemento ambientale)[34] tenendo in considerazione elementi di ostacolo nello spazio fisico[35]. L'analisi è stata effettuata a partire dagli abitati verso alcune delle fonti di approvvigionamento ritenute importanti nell'area: le miniere il lago (per le risorse ittiche e per la presenza di affioramenti di argille), lo stagno, ed il mare[36]. Le informazioni che possiamo ricavare da questa analisi ci danno un istantanea delle distanze non lineari che intercorrono tra i villaggi e le risorse, chiarendo meglio le relazioni con esse.

Tabella 3 - Tabella delle distanze tra le risorse ed il sito nuragico di Sant'Imbenia.

[30] Negroni Catacchio, 1994
[31] Barbetta, 2000.
[32] Guidi, 1997,
[33] Model Builder di Arc-Gis.
[34] L'operazione permette di segnare un percorso semi-continuo sotto forma di celle raster "Cost Path" in verde poi convertibili in polilinea, con l'operazione "Raster to Polyline" in giallo nel Model Builder in Fig.33.
[35] In questo caso si sono tenute in considerazione le zone soggette ad impaludameno, le pendenze oltre il 30% (16.70°) e la presenza di corpi idrici che ostacolano il passaggio.
[36] La base di studio è la cartografia ottenuta mediante la Cost-Distance, prima della fase di Overlay con il Weighted Voronoi, cioè la superficie di costo vincolata agli elementi fisiografici territoriali.

TRATTO:	DISTANZA	TIPO DI MINIERA\RISORSA
Sant'Imbenia\Canaglia	Km 18,20	Anatasio, Cervanite, Chamosite, Cronstedtite, Ematite, Goethite, Limonite, Magnetite, Melanterite, Quarzo, Siderite, Thuringite.
Sant'Imbenia\Trudda	Km 10,78	Minerali di ferro
Sant'Imbenia\Argentiera	Km 6.49	Piombo e Zinco Argentifero
Sant'Imbenia\Calabona	Km 17,12	Alunite, Azzurrite, Calcedonio, Calcite, Calcocite, Covellite Cuprite, Diaspro, Emimorfite, Galena, Malachite, Ossidi di Manganese, Pirite, Quarzo, Rame nativo, Sfalerite, Smithonite.
Sant'Imbenia\Lago Baratz	Km 8,12	Risorse Ittiche; Argilla
Mare	m 500	

Le informazioni che possiamo ricavare da questa analisi ci danno un istantanea delle distanze non lineari che intercorrono tra i villaggi e le risorse.
Considerando che:

- il percorso lungo la Nurra è un semplice percorso di pianura,
- le miniere sono ubicate in posizione poco elevata,
- un uomo a piedi può percorrere una distanza compresa tra i 4 e i 7 Km (circa) in un ora
- che il percorso a piedi si protragga utilmente in una giornata lavorativa al massimo per cinque ore tra andata e ritorno

Possiamo desumere che gli abitanti dei villaggi della zona del Monte Doglia raggiungessero lo stagno ed il lago entro un ora di cammino circa, le miniere di Canaglia, Trudda e Punta Ferru in tre ore circa, la miniera di Calabona in due ore circa. Altri due villaggi sono orientati verso la miniera di Calabona e verso lo stagno di Calik raggiungibile la prima in meno di un ora e il secondo in poco più di 30 minuti. Non esistono comunque sul territorio distanze tra villaggi e risorse che potessero impegnare gli abitanti per più di tre/quattro ore di cammino.

Bibliografia

Van Leusen (2002) A Rewiew of Wide-Area predictive Modeling Using GIS, in Van Leusen P.M., a cura di, Pattern to Process, Groningen: 4-5. RENFREW C., (1973a), (a cura di) The Explanation of Culture Change: Models in Prehistory. London, Duckworth, 1973
Lock G., Harris T., (1995), GIS and Archaeology: Future Directions, in Lock, G.R. & Z. Stanˇciˇc (a cura di) Archaeology and Geographic Information Systems: A European Perspective, London: Taylor & Francis, 1995.

Van Leusen M. (1999), Viewsheed and Cost Surface Analysis using GIS (Cartographic Modelling in a Cell-Based GIS II), in Barcelo J.A., Briz I., Vila A. (a cura di), New Techniques for Old Times. CAA98. Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology. Proceedings of the 26th Conference, Barcelona, March 1998. BAR International Series 757. Oxford, Tempus Reparatum, 1999, 215-223.
Van Leusen P.M. 2002, A Rewiew of Wide-Area predictive Modeling Using GIS, in Van Leusen P.M., a cura di, Pattern to Process, Groningen, : 4-5.
Macchi Janica G. (2009), Spazio e misura. Introduzione ai metodi geografico-quantitativi applicati allo studio dei fenomeni sociali, Università degli Studi di Siena, Siena, 2009.

Macchi Janica G. (2001), Modelli matematici per la ricostruzione dei paesaggi storici, Archeologia e Calcolatori 12, All'insegna del Giglio, Firenze, 2001.

G.Macchi Jànica (2000) MACCHI JÁNICA G. (2009), Spazio e misura. Introduzione ai metodi geografico-quantitativi applicati allo studio dei fenomeni sociali, Università degli Studi di Siena, Siena, 2009 :1-4

Depalmas A. (2008), Il paesaggio nuragico: lo stato della ricerca, alcuni studi recenti, in Atti del Convegno Il paesaggio nuragico. I recenti studi e il rapporto con la legislazione vigente sul paesaggio e la cultura, (12 gennaio 2008, Santa Cristina-Paulilatino, OR), pp. 61-67.

Forte M. (2002), I Sistemi Informativi Geografici in Archeologia, Roma: 113-115

Wheatley D., Gillings M., (2000), Vision, perception and GIS: developing enriched approaches to the study of archaeological visibility, in Lock G. (a cura di), Beyond the Map. Archaeology and Spatial Technologies, Amsterdam, IOS Press, 2000 :1-27.

Van Leusen P.M. 1993, Cartographic Modelling in a cellbased GIS, in Andersen J., Madsen T., Scollar I., eds., Computer applications and Quantitative Methods in Archaeology, CAA 1992, Aarhus, pp.103-111
Antonioli A., Anzidei, Lambek, et alii, (2007) Sea-level change during the Holocene in Sardinia and in the north eastern Adriatic (central Mediterranean Sea) from archaeological and geomorphological data, Quaternary Science Reviews: 2463–2486

Cazzella A. (1986), Modelli di analisi nella ricerca paletnologica, Dialoghi di Archeologia 1, terza serie, anno 4, Roma, 1986, pp. 45-49.

Hodder J., Orton C. (1976), Spatial analysis in archaeology, Cambridge, 1976.
38-43.

De Guio, A., Cattaneo P. (1997). "Dirt roads to Brendola": le strade preistoriche di Soastene-Brendola (VI), "Quaderni di Archeologia del Veneto", Padova XIII, pp. 168-182.

Un modello speditivo per la carta del Rischio Relativo nei Beni Culturali

AUTORI

Claudia Cecamore - MASTER Architettura per l'Archeologia, Sapienza Università di Roma - claudia.cecamore@uniroma1.it

Maria Elena Castiello - MASTER Architettura per l'Archeologia, Sapienza Università di Roma - mariaelenacastiello@hotmail.it

Parole Chiave: Beni Culturali; Rischio Archeologico; Pianificazione Urbanistica

ABSTRACT

Obiettivo di questo lavoro era testare su un caso di studio le esperienze pregresse[1] sull'analisi del rischio archeologico, per poi sviluppare un modello GIS di interazione fra il progetto e il risultato di tali analisi, utilizzabile correntemente nella prassi professionale per vari tipi di progetto.

Il caso di studio è stato individuato nella Zona di Torre Spaccata a Roma, un'area di una cinquantina di ettari di proprietà privata, inedificata, profondamente indagata a livello archeologico[2] e qualificata dal Piano Regolatore di Roma come "centralità", con una cubatura edificabile di 187.000 mq di varia destinazione. La società proprietari a dell'area, sensibile ai problemi della tutela, ha permesso ed anzi incentivato un'analisi del rischio archeologico, fornendoci anche una prima ipotesi di progetto di edificazione, da loro commissionata allo studio Labics. La sintonia e la collaborazione fra tutti i soggetti coinvolti ha permesso questa sperimentazione[3].
Una precisazione per quanto riguarda il termine "rischio archeologico".
Nel Codice dei Beni Culturali con la parola "rischio" si intende la possibilità che un bene culturale o il paesaggio possano subire un danno a seguito di agenti sia naturali che antropici[4].

---

[1] I limiti imposti da questa sede editoriale non ci permettono né di analizzare né di citare tutta la bibliografia precedente, né di prefigurare le applicazioni future, in parte presentate nella conferenza plenaria. Per l'inquadramento del problema e la bibliografia relativa: D. Calaon, C. Pizzinato, L'analisi archeologica nei processi di valutazione ambientale, in Archeologia e Calcolatori 22, 2011, 413-439, da cui si è partiti.
[2] P.Gioia (ed.), Torre Spaccata, Roma 2008.
[3] Il lavoro ha costituito la tesi di master di II livello di M. Castiello in "Architettura per l'Archeologia" (a.a. 2012-2013) presso Sapienza Università di Roma, eseguita in contratto di Alto Apprendistato presso Esri Italia
[4] Sul rischio inteso in questo senso E. Lazzeri, Un modello multi-hazard per la valutazione del rischio nei beni archeologici, in Archeologia e Calcolatori 22, 2011, pp. 365-389, con bibliografia precedente

La prassi progettuale richiede normalmente all'archeologo elaborati che definiscano "il grado di rischio archeologico assoluto del territorio d'intervento ed il grado di rischio archeologico relativo (...) alla realizzazione delle opere di progetto". In questo caso, con Carta del Rischio Assoluto, si intende chiaramente un elaborato che codifichi il territorio secondo un coefficiente di probabilità che un qualsiasi progetto possa interferire con beni culturali, siano essi visibili o non visibili, noti o ignoti. Si tratta dunque di una carta che classifica il "Potenziale Archeologico" del territorio, includendo -nei limiti del possibile - un elemento predittivo. Con Carta del Rischio Relativo si intende invece un elaborato che codificherà l'opera secondo il coefficiente di probabilità che essa danneggi un bene culturale.
In sintesi: soggetto del "Rischio Assoluto" è il singolo bene, che può subire un eventuale danno causato da fattori naturali o antropici.
soggetto del "Potenziale Archeologico" è il territorio che dovrà essere completamente codificato secondo diversi livelli di potenziale.
soggetto del "Rischio Relativo" è l'opera, che dovrà essere completamente codificata secondo diversi livelli di rischio di danneggiare beni culturali.
Nel corso di questo lavoro si analizzeranno procedure volte a definire il Potenziale Archeologico e il Rischio Relativo.
I resti presenti nell'area sono stati dunque processati secondo le indicazioni dell'analisi multicriterio proposta in Calaon - Pizzinato 2011 volta a calcolare per ogni unità archeologica un coefficiente di Rischio Totale Cumulativo.
Sono quindi emerse una serie di inadeguatezze del sistema rispetto al nostro caso.
1) Il concetto di rischio è, per definizione, una probabilità e non si adatta bene né alle presenze, né alle assenze accertate. In questi due casi deve intervenire il dato metrico. La presenza o l'assenza accertata, possono tuttavia influire sul coefficiente di potenziale delle aree non indagate .
2) Il parametro del valore. Pur concordando pienamente con le considerazioni sulla scelta e sullo "scarto"[5], resta il fatto che dal punto di vista normativo non spetta al professionista dare un giudizio sul "valore" della presenza archeologica, bensì al personale istituzionalmente deputato a questo ruolo; esistono peraltro precise normative locali in merito, di cui una procedura standardizzata deve tenere conto.
In sostanza la determinazione dell'RTC fa confluire in un unico coefficiente certezza e probabilità, senza che si possa scomporre il dato finale per adattarlo alle diverse esigenze.
E' stato quindi necessario:
a)Scindere il trattamento delle certezze e delle probabilità: siti = "rischio" 100%, porzioni scavate senza rinvenimenti = "rischio" 0%
b)elaborare un sistema che analizzasse i dati "primari" e non mediati dall'analisi multicriterio, che fosse perfettamente trasparente e rimodulabile su diverse situazioni: è sufficiente dichiarare i valori utilizzati nel sistema, ad esempio normative locali diverse, o diverse situazioni archeologiche.
c) individuare un sistema che definisse in modo non arbitrario i perimetri delle aree a medesimo coefficiente di Potenziale.
d) stabilire quale è la variabile che stabilisce l'indice di Potenziale.
e) automatizzare la relazione fra l'opera e la carta di Potenziale Archeologico per la produzione della Carta del Rischio relativo
E' stato creato un file Geodatabase con il software ArcGIS 10.2, con cui sono stati gestiti tutti i dati di scavo così come erano stati raccolti in pubblicazione.
Nel nostro caso, il dato geografico localizza sulla mappa i resti archeologici (siti e reperti puntuali amovibili e non amovibili), le trincee e i carotaggi secondo le coordinate geografiche di latitudine e longitudine (Monte Mario Italy 2). Per ognuna di queste categorie è stata creata una Feature Class che contiene sia il dato geografico, sia il valore alfanumerico rappresentato da tutte quelle informazioni quali/quantitative che ne definiscono le caratteristiche.
La Feature Class "siti" contiene i campi:

- Il codice identificativo della trincea nella quale era stato rinvenuto (COD)
- Stato di conservazione (variabile: da buono, mediocre a pessimo)

[5] Calaon - Pizzinato 2011, p.416

- Nome
- Estensione
- Perimetro
- Altezza muri
- Materiali costruttivi
- Tecnica costruttiva
- Cronologia
- Fasi cronologiche identificate

La Feature Class "reperti puntuali" contiene i campi:

- Il codice identificativo della trincea nella quale era stato rinvenuto (COD)
- Tipologia
- Amovibilità/Non amovibilità
- Stato di conservazione

La Feature Class "trincee/carotaggio" contiene i campi:

- Il codice identificativo di ogni singola trincea/carotaggio (COD)
- La profondità
- La larghezza
- La lunghezza

Le Feature Class, con geometrie lineari, puntuali o poligonali, sono state tematizzate sulla mappa e su di esse sono state eseguite analisi di tipo spaziale.
Sono state quindi processate le Presenze. Nello specifico, quest'analisi procedurale è stata realizzata attraverso i tools di Geoprocessing ed il Model Builder.
Il Modello "*Tutela Beni Archeologici"* ha selezionato i siti e i reperti puntuali Non amovibili (la "certezza"), a cui ha applicato un buffer di m. 50 in osservanza alla normativa del Piano Regolatore Generale di Roma[6]; basandosi sul campo "Stato di conservazione" ("pessimo" per tutti i siti e reperti) , ha automaticamente creato un ulteriore buffer di 20 m.

[6] Norme tecniche di attuazione, Delibera di approvazione del consiglio comunale n. 18 del 12 febbraio 2008: "…dovrà essere riservata una fascia di rispetto di m. 50 misurati da ciascun lato del bene individuato e, in caso di elementi areali, dal perimetro dell'area individuata…".,

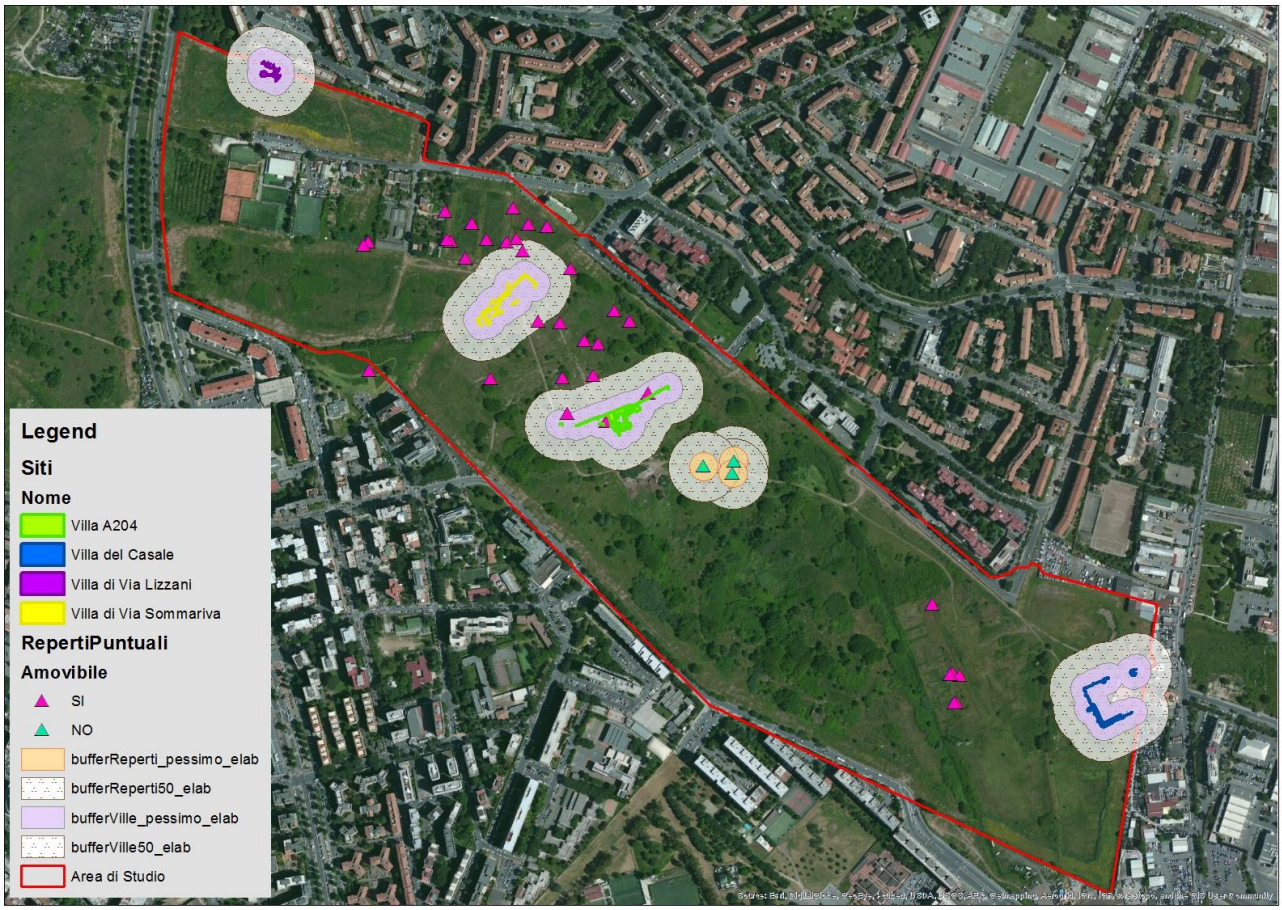


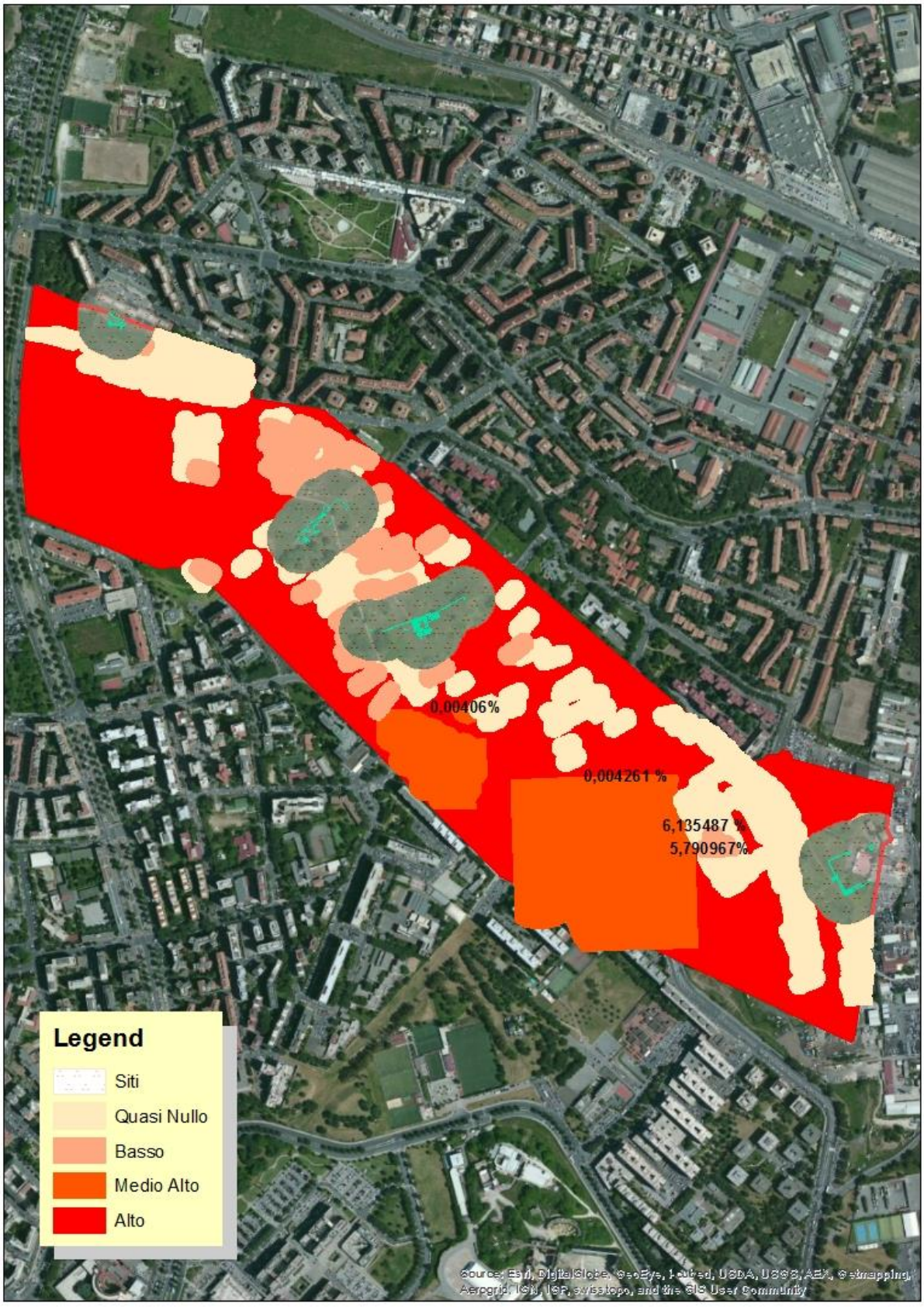
Figura 1 - Modello Tutela Beni Archeologici

E' stato quindi elaborato un sistema per determinare il Potenziale Archeologico.
I siti, trattandosi di presenze archeologiche non amovibili, hanno determinato un codice di rischio "alto". In questo caso però, per la scala del lavoro e per la densità di indagini, essi non influiscono direttamente sul potenziale.
Il Modello *"Aree di Rischio"* ha quindi selezionato le trincee che hanno restituito presenze archeologiche Amovibili. Con il tool "Calculate Distance Band from Neighbour Count" è stata calcolata la distanza media fra i reperti amovibili e tale distanza ne ha determinato la densità[7] , sulla quale, successivamente, sono state codificate le aree a rischio medio.
La densità permette quindi di individuare i perimetri delle aree a medesimo coefficiente di rischio .
Con lo stesso sistema è stata codificata la "NON presenza" (la "certezza")
Il Model Builder, implementato con ulteriori tools[8], ha calcolato la densità delle trincee e dei carotaggi con assenza di reperti. A seconda della percentuale di area effettivamente indagata (e risultata a rischio 0) è stato assegnato un valore di rischio fra il medio basso e il basso. A rischio "nullo" rimangono naturalmente solo le aree effettivamente indagate.

[7] Applicazione del tool Density in ArcGIS 10.2: "The Density tool distributes a measured quantity of an input point or linear layer throughout a landscape to produce a continuous surface".
[8] Density, Kernel Density, Reclassify, Raster to Polygon, Smoot Area, Union, Dissolve, Clip, Erase, Add Field, Calculate Field.

Questo procedimento è specifico di aree fortemente indagate come Torre Spaccata, ma lo stesso sistema, modellato specularmente sulle presenze, è stato poi testato per tutta la zona di Centocelle e Torre Spaccata, per valutarne la validità a scala diversa[9].

[9] I risultati sono stati presentati in sede di conferenza plenaria


0,00406%
0,004261 %
6,135487 %
5,790967%
Legend
Siti
Quasi Nullo
Basso
Medio Alto
Alto

F

Nella terza ed ultima fase, all'interno del Model Builder, sono stati inseriti i dati relativi agli edifici facenti parte del progetto preliminare di edificazione dell'area. Ciò ha permesso di simulare l'impatto dell'opera costruttiva su un'area con potenziale di rischio codificato. Il risultato finale mostra gli edifici tematizzati con colori diversi a seconda del potenziale di rischio dell'area in cui saranno costruiti.
Questa analisi procedurale, messa a punto attraverso il GIS, è un sistema automatizzato e standardizzato, che permette la sua completa ripetibilità, anche su contesti geografici completamente diversi, inserendo semplicemente nuovi valori di input all'interno del Model Builder.

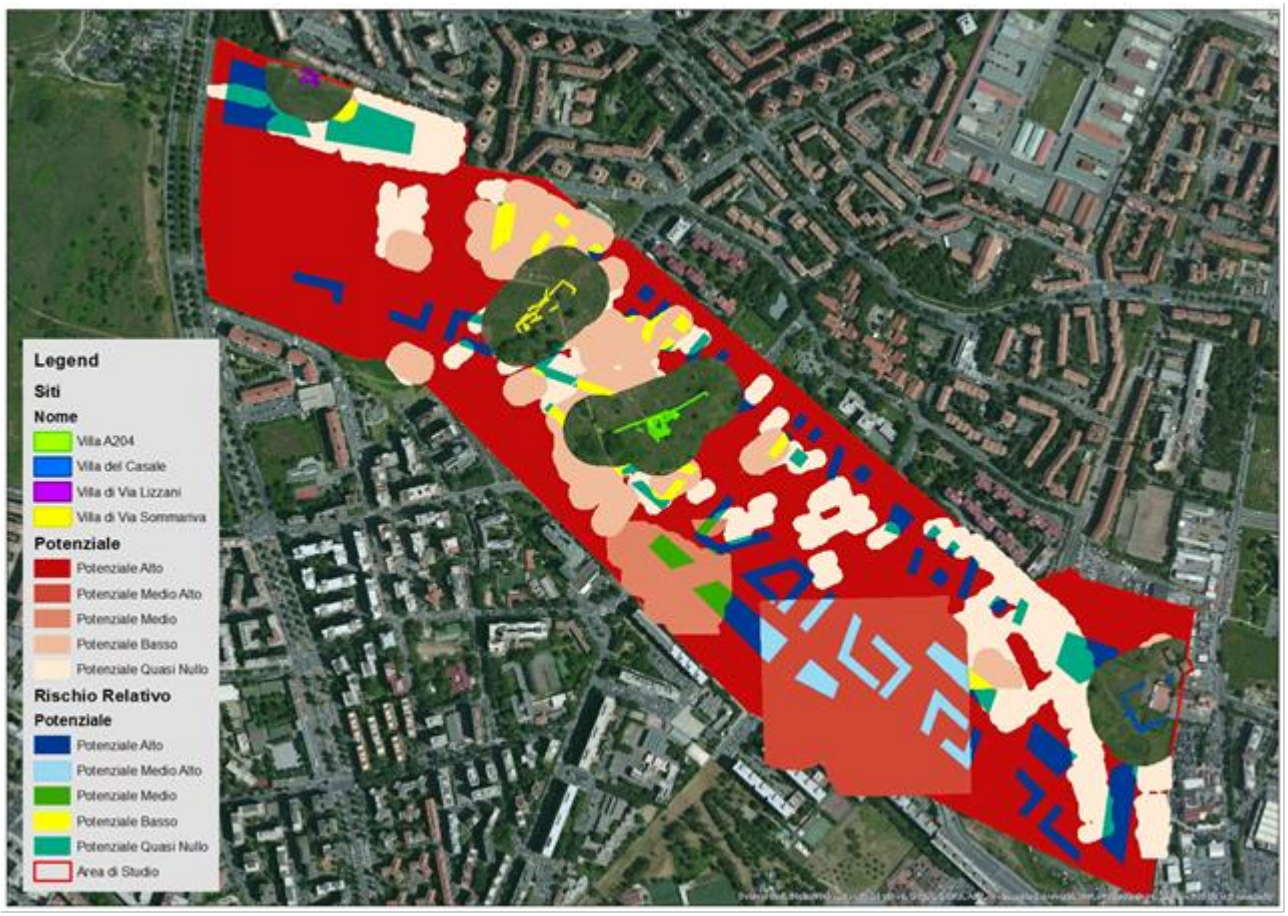


Figura 3 - Modello Impatto Opera

La matrice di Knox per un'interpretazione evolutiva della crescita urbana

AUTORE

Gianlugi Salvucci – Istat – salvucci@istat.it

Parole chiave: urban sprawl; evoluzione spazio-temporale; censimento

ABSTRACT

Le attuali tendenze evoluzionistiche della geografia impongono la necessità di nuovi strumenti di analisi spaziale. Sono noti in letteratura gli studi epidemiologici basati sull'indice di Knox che consente di individuare un pattern evolutivo avvenuto per contagio. Lo studio della matrice utilizzata per il calcolo dell'indice, se applicata ad un dataset puntuale di edifici permette di classificare l'evoluzione della crescita urbana. Utilizzando i dati puntuali degli edifici, rilevati in occasione dell'ultimo censimento, in particolare l'epoca di costruzione, si possono effettuare delle simulazioni sull'espansione del tessuto urbano. L'analisi della matrice di Knox si basa sul confronto di due distanze tra gli elementi oggetto dell'analisi, la prima è fisica, la seconda temporale. Gli edifici oggetto dell'analisi sono riclassificati in quattro categorie. Partendo dalla prima costituita dall'edificato compatto simultaneo, costruito prima del 1919, si individuano gli edifici dispersi costruiti nella stessa epoca (urban sprawl simultaneo), gli edifici costruiti a ridosso di edifici esistenti (urban growth) ed edifici costruiti dispersi nel territorio in epoche differenti (urban sprawl continuo). La presenza di urban sprawl dovrebbe indurre il pianificatore a promuovere politiche di compattezza dell'edificato al fine di contenere il consumo di suolo e la dispersione di servizi pubblici che aumentano le diseconomie di urbanizzazione.

1. Urban growth-sprawl una questione epistemologica e non solo

L'analisi della variazione dell'edificato viene spesso rilegata al mero verificarsi dell'incremento del numero di edifici o della variazione della sua densità (Clark, 1951; Song & Knaap, 2004), in realtà non si può prescindere da un'analisi qualitativa dell'edificato dovendo dare risalto alla spontaneità delle costruzioni, oltre che alla loro dispersione. L'urban sprawl viene definito come "sviluppo urbano non pianificato, caratterizzato da un mix di usi del suolo a bassa densità lungo la frangia urbana" (Couch, 2007) e pertanto risulta assai complesso prescindere dalla regolarità amministrativa delle costruzioni e dal loro posizionamento rispetto la città consolidata preesistente.
Si ravvisa l'inesistenza di una base dati ufficiale sulla regolarità amministrativa dell'edificato, che potrebbe essere superata conoscendo le caratteristiche edificatorie comuni del fenomeno dell'abusivismo, oltre a conoscerne alcune localizzazioni storiche nella capitale (Clementi, 1983).
Obiettivo di questo lavoro è quello di voler porre in evidenza le dimensioni spaziali dello sprawl urbano, in particolare utilizzando la distanza tra gli edifici, che ne misura il grado di dispersione, da confrontarsi con quella temporale per ottenere l'evoluzione del fenomeno. Si tratta tuttavia ancora di una visione parziale, dal momento che nel caso romano l'edificato tipico dello sprawl ha caratterizzato intere zone in

maniera compatta. Un'ulteriore analisi è stata condotta considerando le caratteristiche degli edifici tipici dell'urban sprawl, vale a dire un massimo di 2 piani ed un massimo di 4 abitazioni. Il confronto di queste informazioni ha consentito di individuare l'evoluzione di un edificato che in epoche non lontane ha costituito un serio problema di disagio abitativo ancora irrisolto.

2. Analisi delle evoluzioni spazio temporali

Knox (1964) propone una metodologia immediata e visivamente significativa dell'evoluzione spazio-temporale delle infezioni, consentendone una rapida ed efficace analisi. Il passaggio dal campo epidemiologico ad un altro, implica una riflessione sulla diversa natura dei dati, per poter applicare la stessa metodologia seppur con degli accorgimenti.
Le applicazioni scientifiche del metodo hanno indotto ad identificare il concetto di vicinanza rispetto all'intera distribuzione delle distanze, per cui si considera vicino se compreso all'interno dello scarto interquartile, piuttosto che al di sotto della distanza media o mediana degli eventi. Nel caso in esame dell'edificato, si preferisce adottare un concetto di prossimità che individui una continuità dell'espansione urbana. Per questo motivo si considera "vicino" un edificio che si trova al di sotto di una soglia prestabilita di 60 metri. Per quanto riguarda la dimensione temporale alla luce di un dato con cadenza decennale, gli edifici vengono considerati vicini se costruiti nella stessa epoca, saranno viceversa lontani quelli costruiti nell'epoca successiva a quella considerata
Nell'esempio in Tabella 2.A si nota un caso di indipendenza dove il numero degli edifici costruiti simultaneamente vicini si equivale a quelli che sono stati costruiti simultaneamente lontani a sua volta uguale agli edifici dispersi nell'epoca successiva. Si tratta di un caso molto raro, in realtà dovrebbe prevalere sempre o un edificato compatto oppure un edificato disperso, come avviene ad esempio nel caso Tabella 2.B dove si nota una prevalenza di edificato disperso costruito simultaneamente nell'epoca iniziale e finale

3. Evoluzione dell'edificato romano alla luce dei dati Rnc

Ipotizzando minimi i casi di demolizione-ricostruzione l'epoca di costruzione degli degli edifici, consente la costruzione di corti da poter utilizzare per analisi longitudinali. L'analisi retrospettiva dell'edificato romano, deve essere condotta tenendo presente due fattori fondamentali, il primo è che come tutti questi tipi di analisi risentono del fatto che le informazioni sono presenti solamente per i superstiti, in questo caso gli edifici migliori o che comunque si abbia un interesse a tenere in vita, il secondo fattore riguarda l'area di indagine, la località di centro abitato al 2010, che per sua natura è compatta vale a dire contiene edifici con una distanza di 70 metri. La conseguenza è che l'area maggiormente interessata dal fenomeno dello sprawl è quella esclusa da questa indagine, tuttavia dai dati risulta evidente un certo fenomeno diffusosi nella parte iniziale della serie storica, quando l'estensione della capitale era notevolmente inferiore a quella attuale.
In Tabella 1 si vede come l'andamento della situazione di massima dispersione, cella 2,2 della matrice di Knox, vada diminuendo dal 3,27% quasi ad azzerarsi. Questo significa che dal punto di vista spaziale le abitazioni della località di centro tendono a compattarsi, un risultato atteso date le premesse identificative dell'area. Resta tuttavia un elemento qualitativo nell'analisi dello sprawl legato alle caratteristiche costruttive, per cui alcune aree della città presentano una bassa densità da cui uno sprawl urbano diffuso anche se spazialmente compatto.

Tabella 1 Sequenza delle matrici di Knox per l'edificato della località di centro del comune di Roma

epoca	Città iniziale	Urban growth	Urban sprawl simultaneo	Urban sprawl continuo
	(1_1)	(1_2)	(2_1)	(2_2)
1945	94,69%	0,58%	1,46%	3,27%
1960	95,79%	0,57%	1,63%	2,01%
1970	96,47%	0,72%	1,57%	1,24%

1980	96,98%	0,75%	1,33%	0,94%
1990	97,55%	0,78%	1,22%	0,46%
2000	98,02%	0,78%	0,99%	0,22%
2005	98,41%	0,57%	0,89%	0,12%
2010	98,68%	0,40%	0,84%	0,09%

Fonte Elaborazione su dati Istat, Rnc in corso di validazione

Considerando l'edificato di tipo sprawl costituito da edifici di massimo 4 abitazioni per un massimo di 2 piani si ottiene un'analisi molto particolare dell'edificato romano e della sua evoluzione. Analizzando i numeri indice delle abitazioni rispetto la situazione iniziale (edifici costruiti prima del 1918) si evince un processo di saturazione dell'area poiché l'andamento delle abitazioni totali è simile ad una logistica, mentre per quanto concerne le abitazioni in edificato di tipo sprawl risultano crescere a partire dagli anni '60, molto più velocemente di quanto non accada per le abitazioni in edifici più grandi

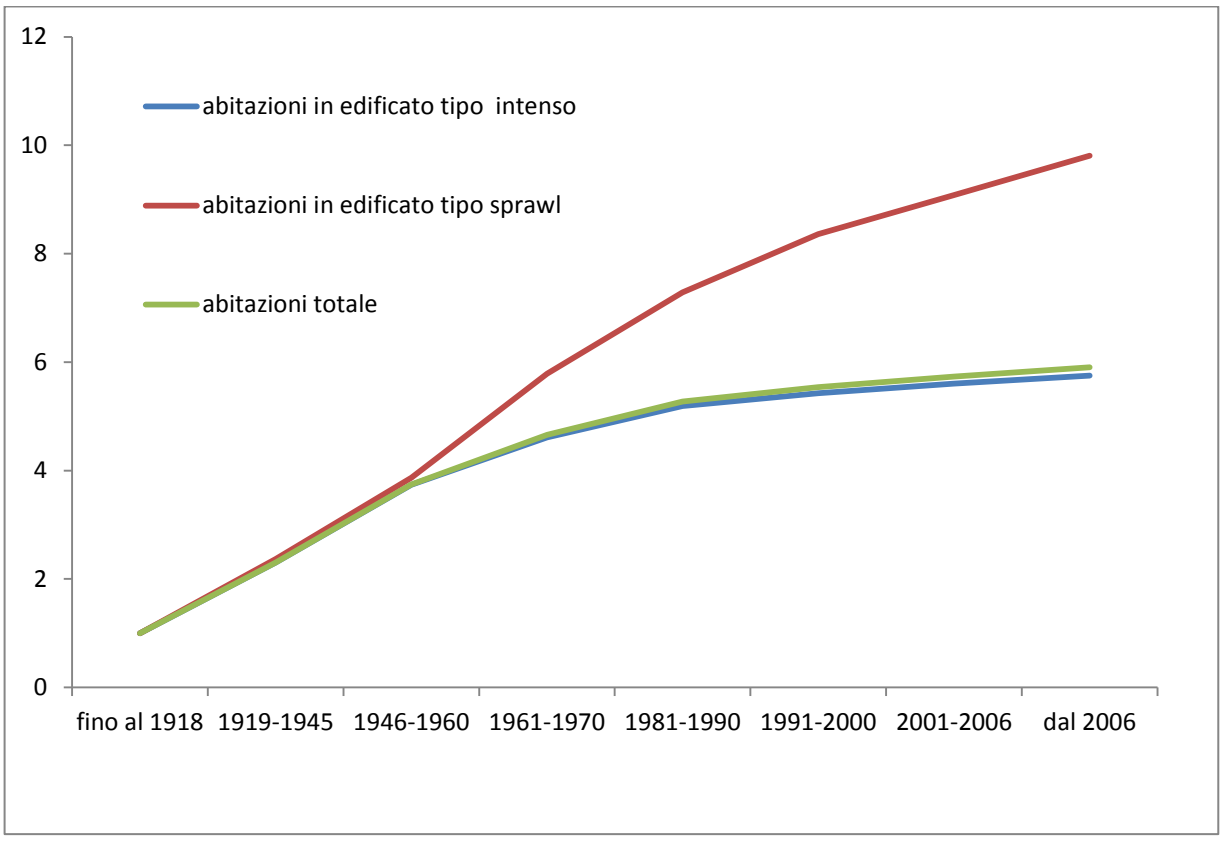


Figura - La conseguenza è un'occupazione di spazi considerevole con una bassa densità.

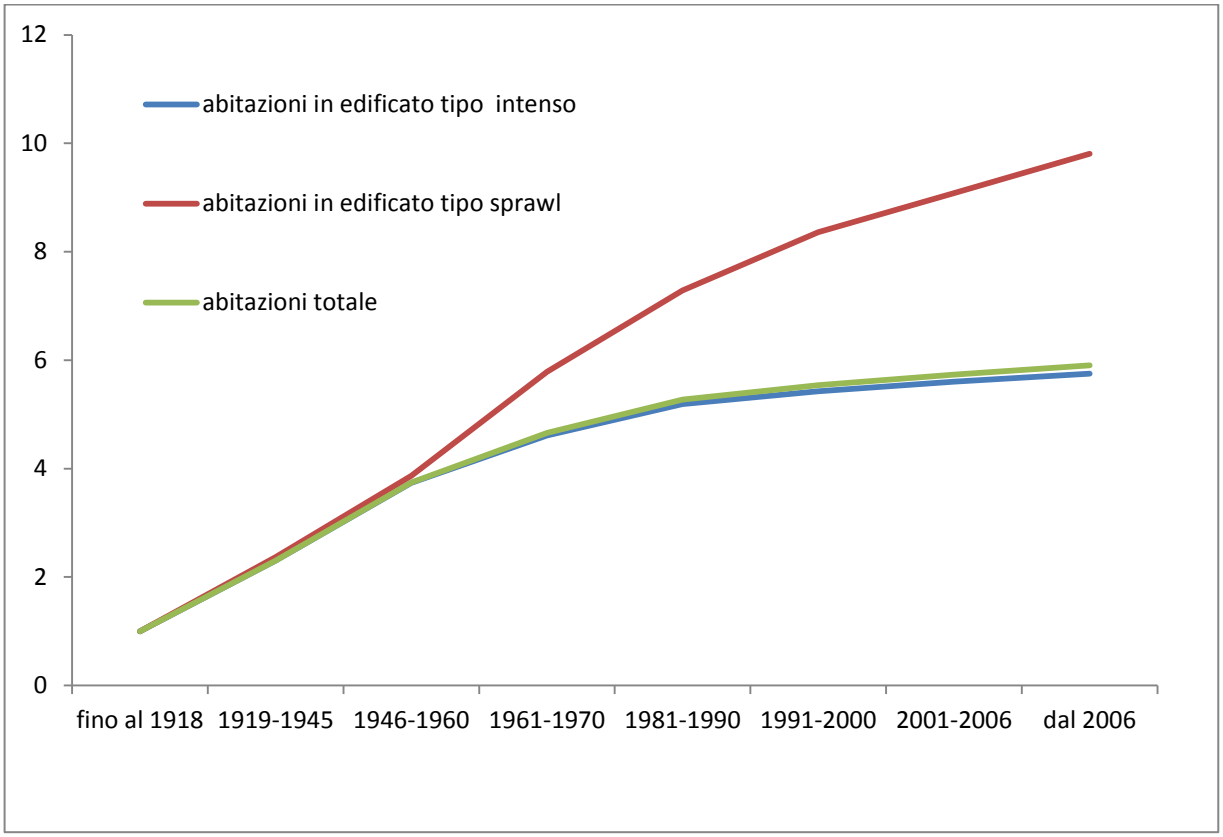
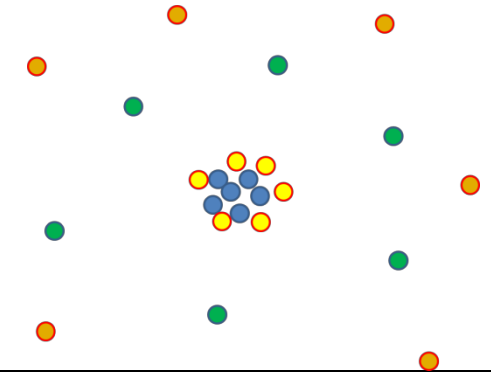


Figura 2 – Numeri indice della distribuzione delle abitazioni rispetto la situazione inizialeFonte elaborazione su dati Istat, Rnc in corso di validazione.

Tabella 2 - Esempi significativi di diffusione dell'edificato e relativa matrice di Knox.

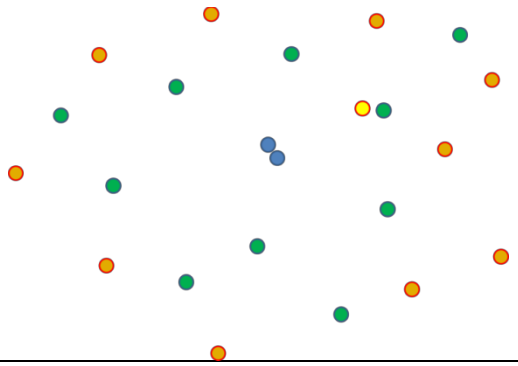
Caso A

Spazio \ tempo	vicino	lontano	totale
Vicino	6	6	12
lontano	6	6	12
Totale	12	12	24



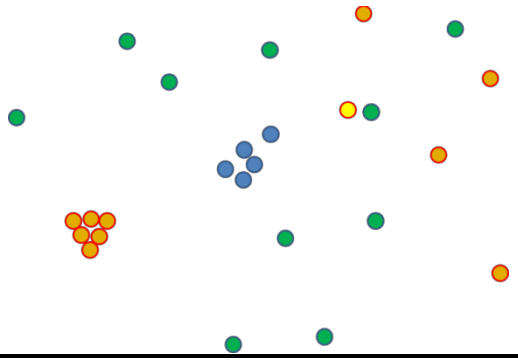
Caso B

Spazio \ tempo	vicino	lontano	totale
Vicino	2	1	3
lontano	10	10	20
Totale	12	11	23



Caso C

Spazio \ tempo	vicino	lontano	totale
Vicino	11	1	12
lontano	10	4	14
Totale	21	5	26



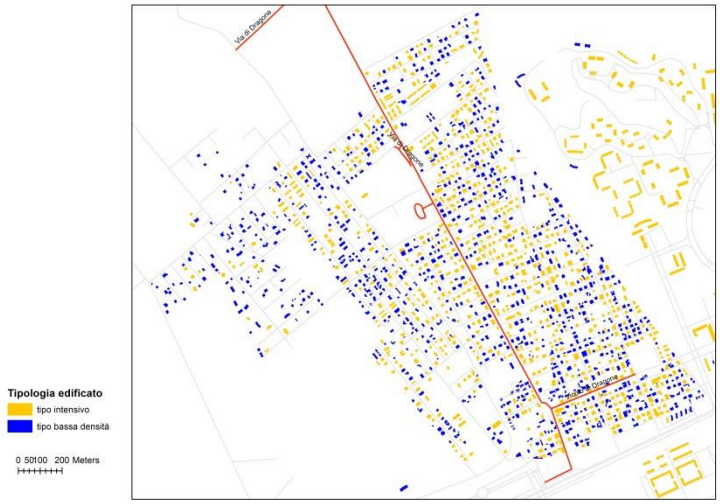
4. Lo sprawl romano, uno sprawl compatto

Le analisi condotte permettono di individuare un'evoluzione spaziale compatta e continua dell'edificato romano, con la costruzione di interi quartieri con edificato a bassa intensità abitativa, una scelta spesso non voluta ma autoprodotta in un'edificato spontaneo nel senso di costruito in assenza di progettazione e pianificazione, ma non pensato in un'ottica territoriale. Ha ben raccontato Clementi (1983) il ruolo di certe figure promotrici della costruzione di interi quartieri ad esempio come è avvenuto per la zona di Dragona, nella periferia romana, dove sono proliferate le piccole palazzine romane in maniera compatta.

A

Epoca
1
2
3
4
5
6
7
8
9
0 50100 200 Meters
Via di Drapone
Via di Drapone

B


Tipologia edificato
tipo intensivo
tipo bassa densità
0 50100 200 Meters
Via di Drapone
Via di Drapone

C

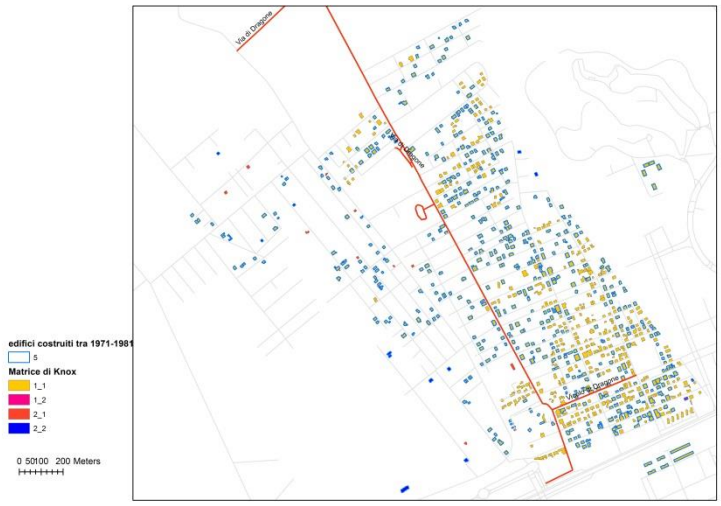


Figura 3 - analisi dell'edificato del quartiere di Dragona elaborazione su dati Istat, Rnc in corso di validazione.

In particolare guardando nel dettaglio in Figura .A si vede come a ridosso di Via di Dragone l'edificato sia esploso negli anni '70, si vede immediatamente che dal punto spaziale si tratta di un edificato compatto, tuttavia si vede in Figura .b che si tratta al temp stesso di un edificato prevalentemente basso costituito da poche unità abitative. Dal punto di vista evolutivo si è assistito ad una vera e propria esplosione del quartiere, infatti in Figura .c quasi la totalità degli edifici sono nati tra il 1971 e il 1981 e vengono collocate tutti in tipologia 1.1 della matrice di Knox, il che significa che un edificato tipicamente da sprawl urbano è stata la regola pianificatoria di un'intera città.

5. Conclusioni

Le metodologie gis consentono di analizzare meglio forme ed evoluzioni di un fenomeno lungi dal poter essere rinchiuso in una definizione e categorializzato. Tra il problema del sorgere di una metropoli spontanea, e il desiderio di vivere in un quartiere a bassa densità, ho cercato di analizzare l'evoluzione della capitale per scoprire un urban sprawl romano davvero particolare. Si tratta di sprawl se si guarda al tipo di edifice costruiti, non si tratta di sprawl se ne osserviamo l'evoluzione perchè nato simultaneamente all'improvviso nel giro di dieci anni come il caso di Dragona. Quale piano regolatore è stato mai attuato a Roma in dieci anni? Eppure sono sorte intere città in molto meno, la conseguente carenza di servizi è del tutto logica se prima si costruisce e poi si pensa che forse occoreva progettare prima strade, fognature e quant'altro

Ringraziamenti
Si ringrazia il dott. Di Pede (Istat) per la messa a disposizione dei dati della Rilevazione dei numeri Civici in corso di validazione.

Riferimenti

Clark, C. (1951). Urban population density. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A*, *114*(4), 490–496.

Clementi, A. (1983). *La Metropoli "spontanea" : il caso di Roma, 1925-1981 : sviluppo residenziale di una città dentro e fuori dal piano*. Bari: Dedalo.

Couch, C. (2007). Urban sprawl in Europe : landscapes, land-use change & policy. Oxford ;;Malden MA: Blackwell.

Knox, A. E. G., & Bartlett, M. S. (1964). THE DETECTION OF SPACE-TIME INTERACTIONS. *Journal of the Royal Statistical Society*, *13*(1), 25–30.

Song, Y., & Knaap, G.-J. (2004). Measuring Urban Form: Is Portland Winning the War on Sprawl? *Journal of the American Planning Association*, *70*(2), 210–225. doi:10.1080/01944360408976371

Analisi di Modelli di Localizzazione e di Interazione Spaziale. Proposta di un modello di ottimo vincolato applcato ad un'area di studio per la localizzazione di un grande centro commerciale

AUTORI
Mauro Mazzei - National Research Council, Istituto di Analisi dei Sistemi ed Informatica "Antonio Ruberti" - mauro.mazzei@iasi.cnr.it
Armando Luigi Palma - National Research Council, Istituto di Analisi dei Sistemi ed Informatica "Antonio Ruberti" - palma@arpal.it

Parole chiave: GIS; urban models; spatial data analysis; spatial statistical model

ABSTRACT

Le trasformazioni di sistemi territoriali e urbani sono il risultato di complesse interazioni tra ambiente fisico e ambiente socio-economico differenziato nello spazio e nel tempo. Questi sistemi molto complessi rendono di difficile comprensione i fenomeni di trasformazione territoriale e urbana e le loro cause; occorre quindi ridurre la loro complessità per rendere più semplice l'analisi, la previsione, l'ottimizzazione e il controllo di tali sistemi territoriali. Per semplificare la realtà occorre rappresentarla con modelli che tengano conto di tutti i fattori più significativi che permettano una comprensione dei sistemi oggetto di studio. Questo lavoro è focalizzato sull'analisi comparativa dei vari modelli gravitazionali applicati retrospettivamente, e nelle loro varie integrazioni, sia come modelli di localizzazione di attività (Hansen, Lakshmanan) che come modelli di interazione spaziale (Lowry e Garin-Lowry), ad un'area di studio (la provincia di Taranto). Infine, viene proposto un modello di ottimo vincolato per la localizzazione nella stessa area di un grande centro commerciale

1. Introduzione

Nel linguaggio comune un "sistema" è inteso, correntemente, come un insieme di parti connesse che possono interagire in modo da formare un'unità funzionale. Riteniamo utile dare qui una definizione più precisa che ci sarà utile nel seguito: consideriamo "sistema" un insieme di parti che comunicano tra loro, la cui attività è volta a conseguire un risultato. La comunicazione tra le parti del "sistema" è finalizzata all'attuazione del necessario coordinamento delle attività che consente di conseguire il risultato atteso. La comunicazione tra le parti del sistema coinvolge diversi tipi di interazione come la trasmissione (trasporto o trasformazione spaziale) di beni materiali, di persone, di messaggi. E come le attività delle parti di un sistema sono sempre connesse ad un luogo, la stessa cosa accade per le comunicazioni. Sicchè, il primo passo da compiere nel voler definire un sistema sta nel riconoscere le attività collegate da comunicazioni. Un sistema può essere rappresentato graficamente con un grafo connesso, i cui nodi sono rappresentativi delle parti del sistema e i cui archi di connessione sono rappresentativi dei canali di comunicazione esistenti tra le parti del sistema. Tali canali possono rappresentare connessioni costruite, come strade, sentieri, ferrovie, canali, condotte, cavi telefonici, oppure connessioni naturali come fiumi,

corridoi aerei, sommità delle montagne o il fondo delle valli. Le attività delle parti di un sistema, per poter conseguire il risultato atteso, devono essere assoggettate ad una regolazione controllata dell'errore. Tale regolazione (feedback) è attuata attraverso un meccanismo di controllo fornito di informazioni sullo stato effettivo del sistema, confrontato con lo stato desiderato. Nel nostro caso, le città considerate corrispondono al sistema che desideriamo controllare; gli stati desiderati sono quelli eventualmente presenti in un piano, mentre noi possiamo valutare quale sia lo stato effettivo del sistema attraverso varie forme di indagini, comprese quelle censuarie sulla popolazione, sull'occupazione, sui servizi, sulle abitazioni. Data la sua natura, la città può essere influenzata aggiungendo, rimuovendo o alterando parti, componenti o collegamenti tra componenti, cioè influenzando gli usi del suolo e le comunicazioni. Questo risultato può essere ottenuto in due modi. In primo luogo attraverso l'intervento pubblico relativo agli ospedali, alle scuole, alla residenza, ai servizi, alle strade, ai trasporti su gomma e su ferro, ai parcheggi, e così via. In secondo luogo, indirettamente, regolando le modificazioni promosse da privati attraverso idonei processi di controllo e regolazione dello sviluppo. E' chiaro che bisogna disporre di mezzi che consentano di prevedere gli effetti delle nostre azioni, pubbliche o private, poiché nel tempo in cui essi avvengono, il sistema può essere andato al di là dei limiti prefissati da un piano e un'azione correttiva potrebbe risultare troppo tardiva. I mezzi che ci consentono di prevedere gli effetti delle nostre azioni, sono i modelli di simulazione che accrescono e ampliano l'esperienza del pianificatore, indicando la necessità di eventuali azioni correttive e consentendo la sperimentazione di differenti forme di intervento. Poiché nei modelli di simulazione può essere introdotta la variabile temporale, è possibile anche verificare i diversi aspetti delle azioni sul breve, medio e lungo periodo.

2. I modelli gravitazionali - Il modello gravitazionale/potenziale di Hansen

Il modello di Hansen è un modello di localizzazione per poter prevedere la localizzazione della popolazione. E' basato sul presupposto che l'accessibilità ai luoghi di lavoro, data dai tempi occorrenti su una assegnata rete viaria per spostarsi dalla residenza ai luoghi di lavoro, è il fattore maggiormente determinante della localizzazione delle residenze. Questo modello non è un modello gravitazionale in senso stretto poiché non è basato sulla interazione tra le zone, ed è più corretto definirlo come un modello "potenziale", poiché riguarda la interazione potenziale dell'accessibilità relativa delle varie zone. L'espressione dell'accessibilità della zona i-esima in relazione alla zona j-esima è data da:

$$\mathbf{A}_{i,j} = \mathbf{E}_j \, \mathbf{d}_{ij}^{\,-\alpha}$$

dove $\mathbf{A}_{i,j}$ è l'indice di accessibilità della zona i-esima in relazione alla zona j-esima, $\mathbf{E}_j$ sono i posti di lavoro totali nella zona j-esima, $\mathbf{d}_{ij}^{\,-\alpha}$ è la distanza tra la zona i-esima e la zona j-esima elevato all'esponente α . L'indice totale di accessibilità per la zona i-esima è la somma dei valori di tutti gli indici di accessibilità rispetto alle altre zone ed è dato da:

$$\mathbf{A}_i = \Sigma_j \, \mathbf{E}_j \, \mathbf{d}_{ij}^{\,-\alpha}$$

Oltre all'accessibilità, uno dei maggiori fattori che determinano l'attrazione della popolazione verso una certa zona, è la quantità di suoli reperibili in quella zona a destinazione residenziale, che Hansen chiama "*capacità di insediabilità* " della zona. L'accessibilità $\mathbf{A}_i$ e la insediabilità $\mathbf{H}_i$ di una certa zona possono essere combinate in un indice di *potenziale di sviluppo* $\mathbf{D}_i$ dato dal prodotto dell'indice di accessibilità $\mathbf{A}_i$ per la capacità di insediabilità $\mathbf{H}_i$. Si ha perciò:

$$\mathbf{D}_i = \mathbf{A}_i \, \mathbf{H}_i$$

Il potenziale di sviluppo $\mathbf{D}_i$ può essere considerato una misura dell'attrattività di ogni zona, basata sull'accessibilità ai luoghi di lavoro e sulla disponibilità di suoli edificabili. La popolazione è attribuita alla zona i-esima sulla base del potenziale di sviluppo relativo di ognuna delle zone, cioè, il potenziale di sviluppo di ogni zona diviso per il potenziale totale di tutte le zone:

$$(A_i H_i) / (\Sigma_i A_i H_i)$$

In altre parole, la parte di aumento totale G_t della popolazione (che è un input del modello) che sarà attribuita ad una zona qualsiasi, dipende dall'attrazione relativa di questa zona rispetto alle altre. Per cui, la quota di aumento di popolazione G_i che va alla zona i-esima sarà:

$$G_i = G_t (A_i H_i) / (\Sigma_i A_i H_i)$$

ossia :

$$G_i = G_t (D_i / \Sigma_i D_i)$$

Questo modello costituisce uno strumento di facile uso per localizzare la popolazione, sulla scorta di distribuzioni alternative della occupazione, di variazioni di tempi di spostamento derivanti da differenti progetti viari, ed infine, delle diverse possibilità nelle varie zone di insediamenti residenziali.

2.1 Il modello di Lackshmanan e Hansen

E' un modello gravitazionale a origine vincolata, usato frequentemente per attribuire gli acquisti dei consumatori ai centri commerciali. Il modello descrive i flussi per spese tra le zone residenziali e i centri commerciali e stima le vendite in ogni centro sommando i flussi per acquisti da tutte le zone verso ognuno dei centri. Il modello stabilisce che le vendite del centro commerciale sono direttamente proporzionali alla taglia (o attrazione) del centro e inversamente proporzionali alla sua distanza dalle zone residenziali e alla competitività di altri centri. La sola differenza di questo modello dal modello di base a origine vincolata già illustrato, è l'aggiunta di un esponente, *a*, alla variabile, data dalla loro taglia (superficie), che misura l'attrattività di ogni centro. Ciò è apparso necessario dopo aver sperimentalmente verificato che i grandi centri commerciali attraggono proporzionalmente più di quanto la loro taglia potrebbe indicare. La formulazione analitica del modello è la seguente:

$$S_{ij} = C_i A_i F_j^a d_{ij}^{-\alpha}$$

dove:

S_{ij} = acquisti dalla zona residenziale i verso il centro commerciale j ;

C_i = acquisti totali nella zona residenziale i ;

F_j^a = taglia o attrazione del centro commerciale j ;

$A_i = (\Sigma_j F_j^a d_{ij}^{-\alpha})^{-1}$;

d_{ij} = distanza dalla zona residenziale i al centro commerciale j

a e α = esponenti da determinare in fase di calibrazione del modello.

Questo modello, per essere impiegato, richiede in input i dati sugli acquisti effettuati da ciascuna zona residenziale, e sulle superfici di vendita (taglia) dei centri commerciali, oltre che la matrice distanza/tempo di ciascuna zona residenziale da ciascun centro commerciale

2.2 Il modello di Lowry

Questo modello integra la teoria della base economica con la teoria dei modelli gravitazionali. La teoria della base economica divide le attività di un'area in due settori: il settore di base e il settore dei servizi. Il settore di base, o di esportazione, produce beni che sono consumati principalmente fuori dell'area e la sua crescita è legata principalmente a quella dell'economia nazionale. La crescita delle industrie di servizio, o non di esportazione, dipende dall'incremento della popolazione dell'area, poiché la popolazione che fornisce la forza lavoro per le industrie di base crea una domanda di servizi quali negozi, trasporti, banche, ecc. Nel modello di Lowry la distinzione tra popolazione dipendente dalla

occupazione di base e popolazione dipendente dall'occupazione di servizio è fondamentale per le implicazioni previsionali che per quelle localizzative.
Le assunzioni del metodo della base economica possono essere espresse agevolmente in forma matematica. Se rappresentiamo con **E** l'occupazione totale di un'area, con **B** l'occupazione di base, con **S** l'occupazione di servizio, si ha che

$$E = B + S$$

Possiamo inoltre considerare che in un certo istante un dato numero di posti di lavoro totali **E** mantiene una certa popolazione **P .** Se rappresentiamo il numero di persone mantenute da un solo posto di lavoro con il simbolo **α** , detto oindice di dipendenza, abbiamo che

$$P = \alpha E$$

dove **α** è un fattore che esprime la quota di popolazione totale occupata. Si ha anche che

$$\alpha = P/E$$

Tuttavia, il punto centrale del modello di Lowry riguarda la distinzione tra la popolazione che dipende dalla occupazione di base e quella che dipende dalla occupazione di servizio. Pertanto la popolazione può esprimersi in termini di occupazione di base e occupazione di servizio, posto l'occupazione totale uguale alla somma dell'occupazione di base e dell'occupazione di servizio

$$E = B + S$$

da cui

$$P = \alpha (B + S)$$

$$P = \alpha B + \alpha S$$

La seconda assunzione per il funzionamento del modello di Lowry è che il livello della occupazione di servizio è determinato dal livello della popolazione. Pertanto, come abbiamo detto che la popolazione P è una funzione della occupazione totale E, possiamo anche dire che la occupazione di servizio S è una funzione della popolazione totale. Cioè, se poniamo:

$$S = \beta P$$

β può essere considerato un tasso di servizio della popolazione, cioè un fattore che esprime la quantità di occupazione di servizio richiesta o sostenuta da una popolazione **P** data. Si ha anche:

$$\beta = S/P$$

Sulla scorta delle ipotesi di base, il modello di Lowry è in grado di stimare la distribuzione della popolazione residente e dei posti di lavoro nel settore dei servizi a partire da una distribuzione data di posti di lavoro nel settore di base, attraverso un processo di tipo iterativo. Infatti il modello calcola la distribuzione dei residenti a partire dalla distribuzione dei posti di lavoro nel settore di base per mezzo di *un modello gravitazionale a destinazione vincolata*

$$T_{i,j} = W_i B_j D_j d_{ij}^{-\alpha}$$

in cui W_i misura l'attrazione della zona i come sede di residenza, ossia come misura delle aree edificabili ottenute sottraendo dall'area dell'intera zona l'area delle attrezzature del settore di base e l'area del suolo non utilizzabile, mentre D_j rappresenta il numero di posti di lavoro nella zona **j** . Nella prima iterazione del modello, i posti di lavoro D_j sono quelli del settore di base, mentre nelle iterazioni successive i valori D_j rappresentano i successivi incrementi dei posti di lavoro del settore dei servizi. A questo punto si calcola il numero di spostamenti che la popolazione residente effettua per recarsi alle attrezzature del settore dei servizi, utilizzando un *modello gravitazionale a origine vincolata*

$$T_{i,j} = A_i O_i W_j^* d_{ij}^{-\alpha}$$

ove W_j^* è una misura dell'attrazione della zona j-esima come sede di attrezzature del settore servizi. Di norma questa misura viene espressa dall'area della superficie occupata dalle attrezzature del settore già

ubicate nella zona. Ottenuta la stima dei posti di lavoro nel settore dei servizi relativa alla prima iterazione, questi valori vengono utilizzati nel modello a destinazione vincolata per determinare gli incrementi nella distribuzione dei residenti. Il procedimento viene reiterato fino a raggiungere la condizione di equilibrio data da un incremento della popolazione e dell'occupazione di servizio molto piccola e perciò non significativa.

3. Caso di studio

Il caso di studio è stato applicato nella Provincia di Taranto che comprende 29 comuni. I dati statistici per l'elaborazione sono stati forniti dall'Istituto Italiano di Statistica (ISTAT). In questo caso di studio abbiamo utilizzato i dati riguardanti il censimento del 2001 e 2011. Per maggiore chiarezza i dati sono stati raggruppati per comune, vedi Tabelle 1 e 2. Qui di seguito vengono mostrate le mappe tematiche relative ai dati ISTAT. Questi cartogrammi mostrano le variabili utilizzate durante l'analisi dei diversi modelli urbani. Per facilitare la lettura dei cartogrammi sono stati rappresentati i valori statistici con quattro classi cromatiche.

Tabella 1 - DATA 2001 - ISTAT

ZONES	BASIC EMPLOYMENT	SERVICE EMPLOYMENT	TOTAL EMPLOYMENT	TOTAL POPULATION	RESIDENTIAL AREA
1	245	507	752	7303	3442
2	55	303	358	6070	1997
3	369	1650	2019	17393	5501
4	268	1397	1665	12973	3345
5	171	189	360	3513	1139
6	109	280	389	5639	1983
7	1081	2013	3094	22146	6607
8	635	2186	2821	31894	7093
9	242	1534	1776	14996	3143
10	44	357	401	5810	4200
11	76	568	644	10195	5287
12	502	2754	3256	31747	19916
13	3848	5331	9179	48756	15866
14	64	357	421	5386	6944
15	1425	2865	4290	30923	6080
16	49	212	261	5199	1755
17	63	242	305	4277	962
18	13	129	142	2411	798
19	389	1248	1637	16575	4073
20	112	495	607	7483	1559
21	313	1022	1335	15815	3601
22	132	962	1094	10240	5470
23	4	62	66	1756	622
24	561	1139	1700	15613	2820
25	43	502	545	8830	3578
26	344	1465	1809	16163	7992
27	234	515	749	14585	2773
28	19317	32491	51808	202033	17581
29	199	284	483	4082	4923

Tabella 2 - DATA 2011 - ISTAT

ZONES	BASIC EMPLOYMENT	SERVICE EMPLOYMENT	TOTAL EMPLOYMENT	TOTAL POPULATION	RESIDENTIAL AREA
1	131	679	810	6964	3442
2	135	469	604	6963	1997
3	194	1806	2000	17075	5501
4	226	1348	1574	13646	3345
5	225	345	570	3558	1139
6	200	500	700	5345	1983
7	876	2556	3432	22555	6607

8	694	3362	4056	32544	7093
9	954	1926	2880	15316	3143
10	109	677	786	7873	4200
11	107	781	888	10192	5287
12	531	3825	4356	30795	19916
13	2996	7856	10852	48958	15866
14	35	506	541	5355	6944
15	1315	4230	5545	32548	6080
16	786	300	1086	5530	1755
17	69	309	378	4037	962
18	5	117	122	2410	798
19	639	1626	2265	16127	4073
20	48	537	585	7829	1559
21	231	1525	1756	16111	3601
22	145	1194	1339	11221	5470
23	11	93	104	1797	622
24	571	1753	2324	15480	2820
25	66	746	812	9237	3578
26	299	1834	2133	16343	7992
27	286	823	1109	14055	2773
28	16491	35806	52297	198728	17581
29	193	372	565	4222	4923

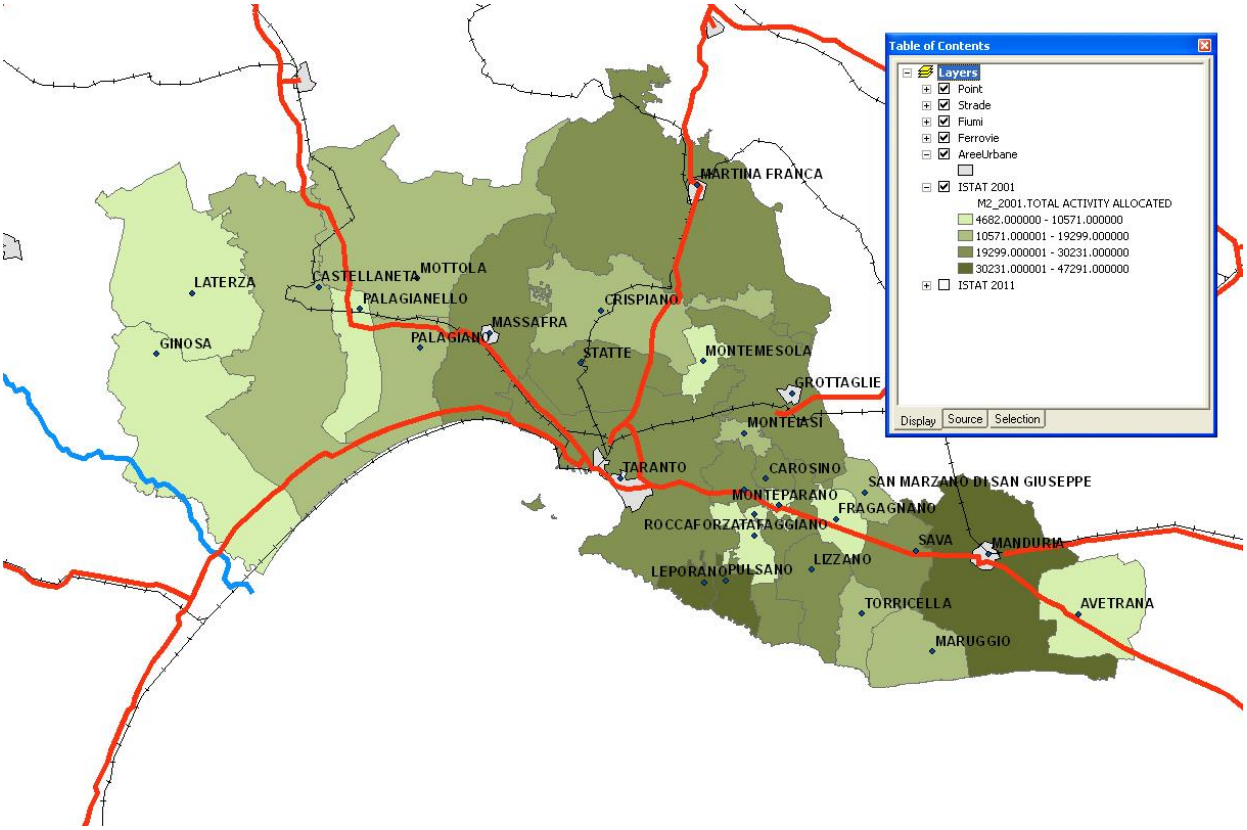


Figura 1 - Localizzazione delle attività con il Modello di Hansen al 2001.

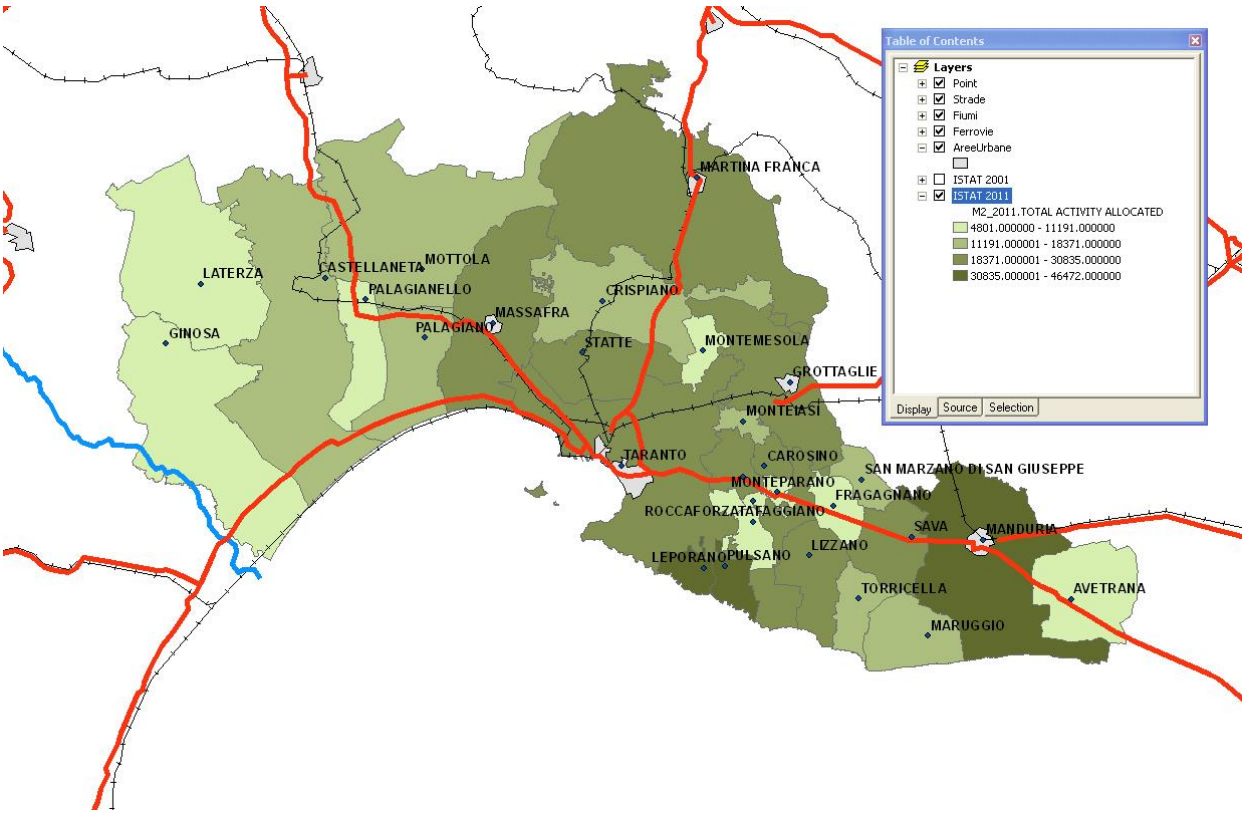


Figura 2 - Localizzazione delle attività con il Modello di Hansen al 2011.

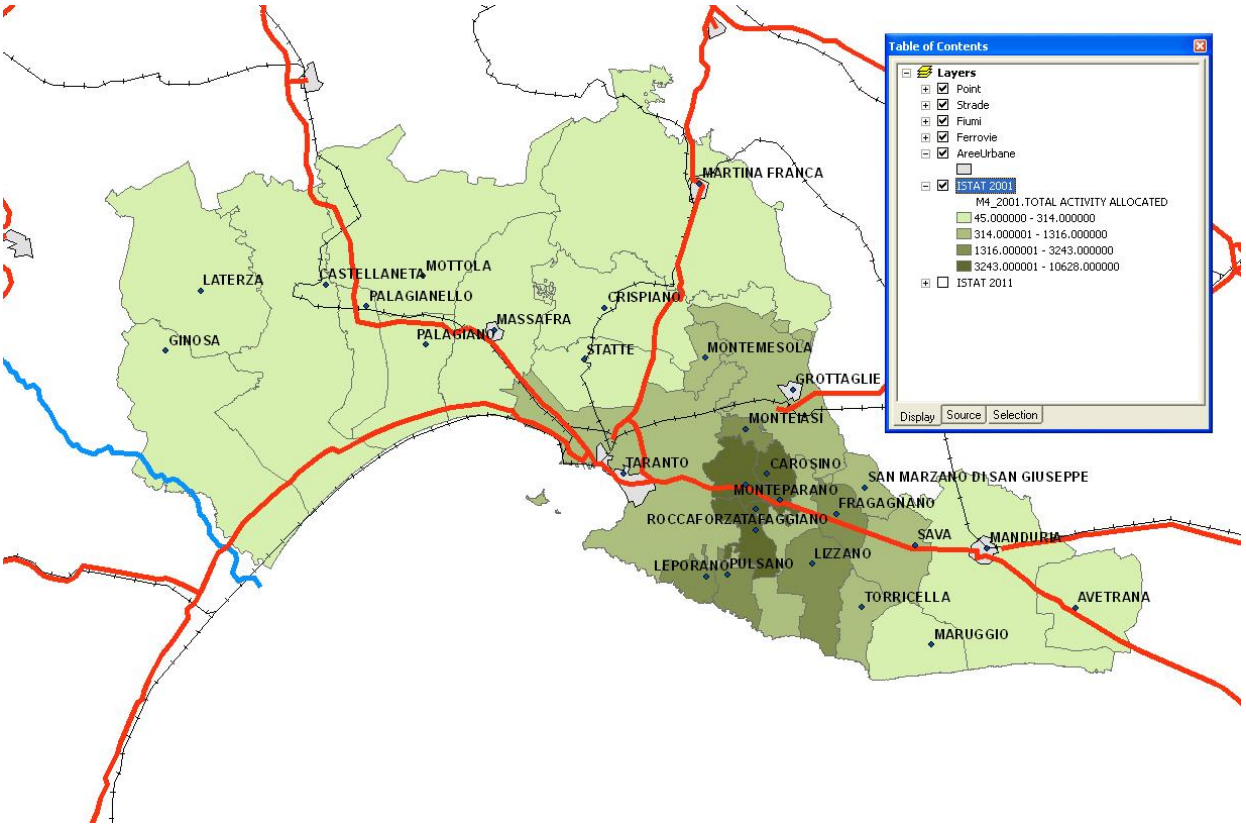


Figura 3 - Localizzazione delle attività con il Modello di Lowry al 2001.

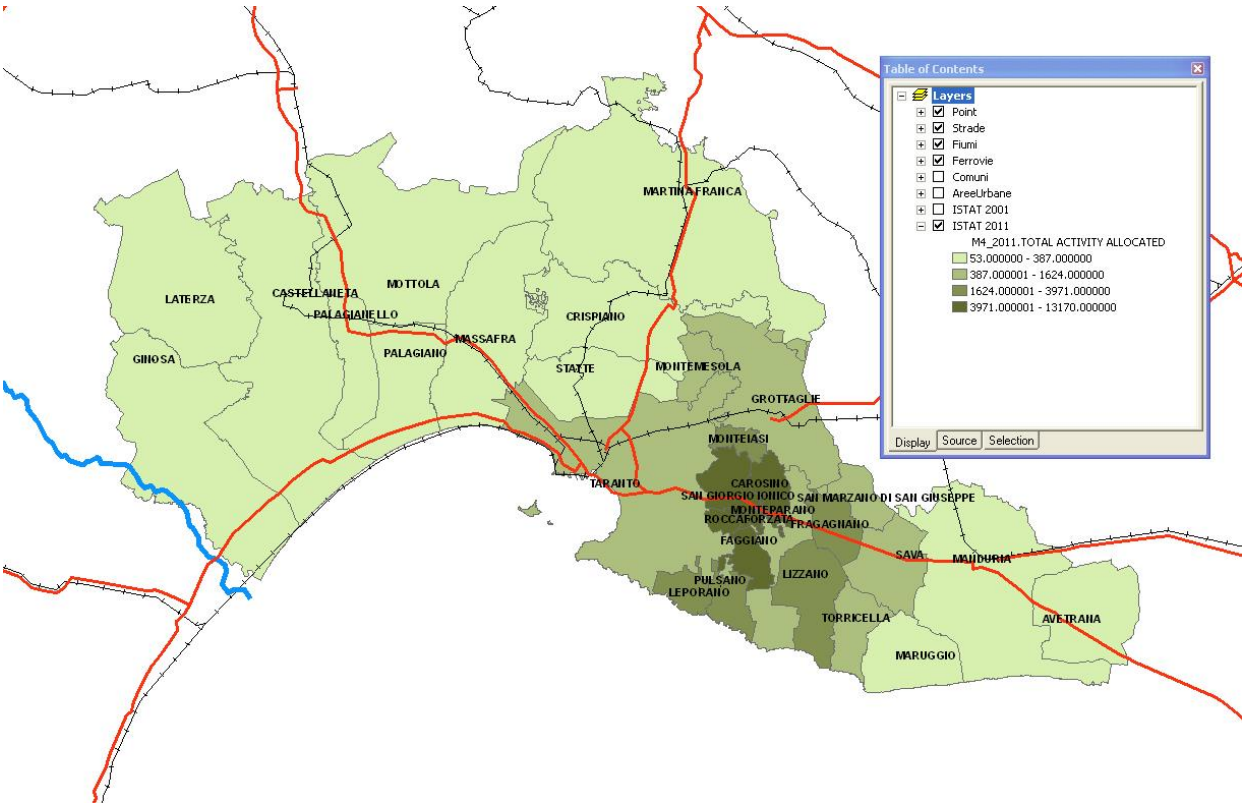


Figura 4 - Localizzazione delle attività con il Modello di Lowry al 2011

4. Modello per la migliore localizzazione, con livello massimo di vendite, di un grande centro commerciale

Il modello tiene conto della distanza della localizzazione del grande centro commerciale dai vari centri urbani dell'area considerata. La distanza di localizzazione del grande centro commerciale da tutte le aree urbane, viene percepita dall'utenza come una impedenza per gli spostamenti. Sicchè, il modello assume la forma:

$$T_i = \Sigma_j \, d_{ij}^{-\alpha} \, E_j \, R \, \varepsilon$$

in cui l'esponente α può assumere valori tra 1 e 2, il fattore **R** rappresenta il reddito medio degli occupati E_j e il fattore **ε** rappresenta la quota di reddito mensile speso nel centro commerciale. Ponendo **α** = 1, **R**=1800, **ε =** 0.1 il Comune 24° corrispondente a San Giorgio Ionico, risulta la migliore potenziale localizzazione, in relazione alle vendite, con un valore degli acquisti, riferiti all'anno 2001, uguale a 7408.0 * 180,00 euro mensili, uguale a un fatturato annuo di 7408 * 180,00 * 12 mentre la localizzazione nel 1° Comune, corrispondente ad Avetrana, con un valore potenziale minimo di fatturato annuo uguale a 2698.6 * 180,00*12 euro, determinerebbe una difficile sopravvivenza di un grande centro commerciale. Infine, va osservato che la utilizzazione del modello con i dati censuari del 2011 conferma San Giorgio Ionico come la migliore localizzazione, con un valore di T_{24} = 8550.3 e con un fatturato mensile potenziale di 8550.3 * 180,00 euro, mentre il Comune di Avetrana, con un valore di T_1 = 3120.5 si conferma come la peggiore localizzazione possibile.

Figura 5 - Localizzazione di un grande centro commerciale con il Modello di Ottimo Vincolato

5. Modello per la stima delle emissioni di CO2 in atmosfera dovute ai flussi di traffico casa-lavoro.

Il modello proposto è essenzialmente fondato sul già richiamato modello gravitazionale a origini vincolate,

$$T_{i,j} = A_i O_i W_j^* d_{ij}^{-\alpha}$$

in cui $T_{i,j}$ rappresenta i valori dei flussi tra la zona i e la zona j mentre le origini O_i sono rappresentate dal numero degli occupati nella zona i-esima e le destinazioni W_j^* sono rappresentate dal numero dei residenti considerati come attrattori delle zone j-esime. Calcolati i flussi $T_{i,j}$, è possibile stimare i veic.-km D_i ascrivibili agli spostamenti dalla i-esima zona verso tutte le altre, mediante la relazione

$$D_i = \Sigma_j T_{ij} d_{ij}$$

ed infine, ottenere mediante la relazione

$$P = \Sigma_i D_i K$$

il totale **P** di emissioni in atmosfera dovute ai flussi di traffico T_{ij} casa-lavoro, calcolati con il modello gravitazionale a origine vincolata, essendo **K** una costante rappresentativa dei grammi/km di CO_2 emessi in atmosfera da ciascun veicolo.
Con questo modello sono state eseguite simulazioni con i dati censuari del 2001 e del 2011, avendo ottenuto una stima, nel decennio, di un incremento di oltre il 10% dell'inquinamento veicolare dovuto agli spostamenti casa-lavoro.

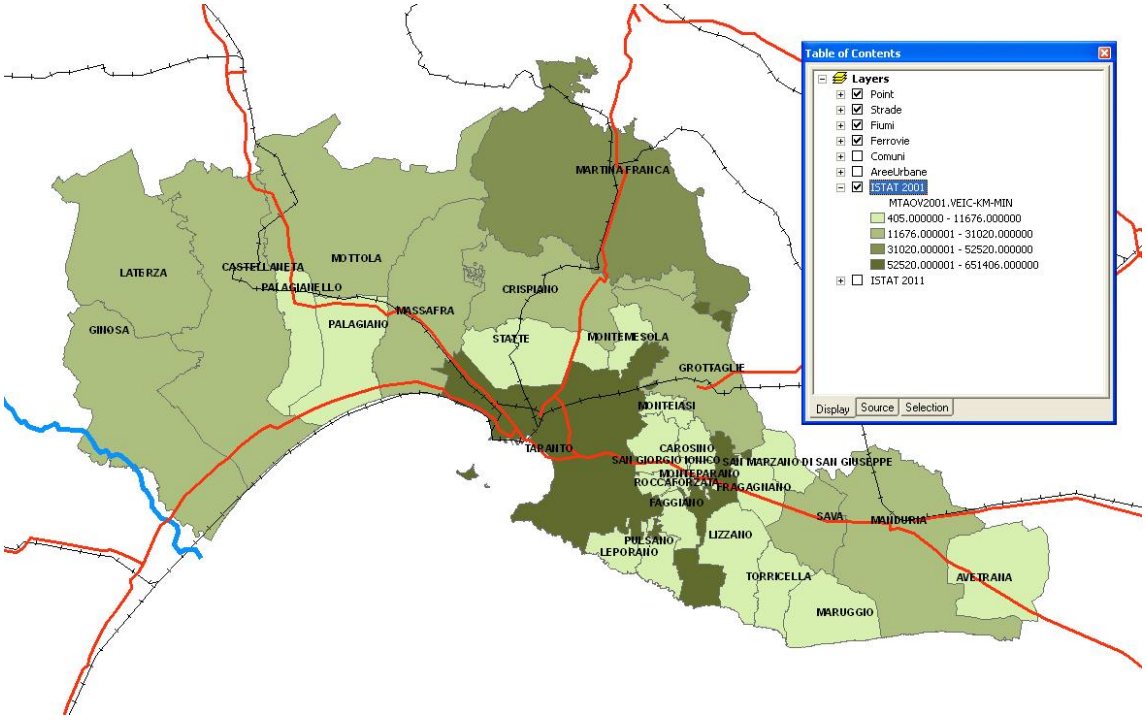


Figura 6 - Classificazione delle aree con il Modello per la stima di emissioni CO_2 al 2001.

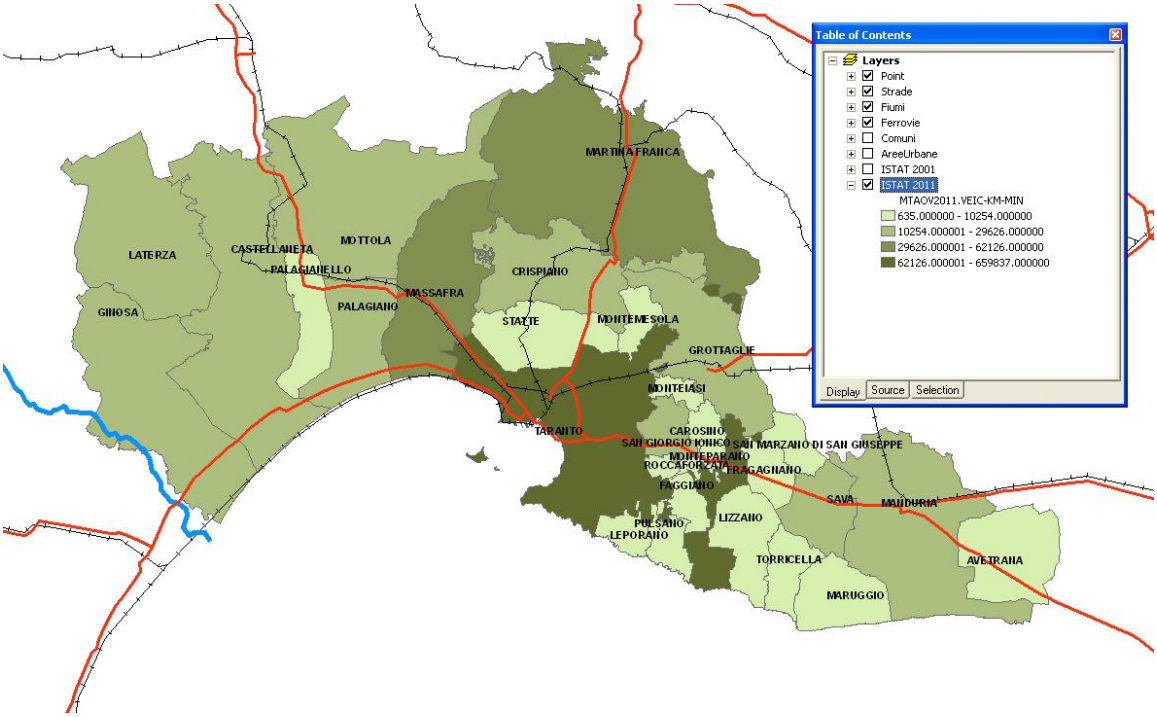


Figura 7 - Classificazione delle aree con il Modello per la stima di emissioni CO_2 al 2011.

Riferimenti

1. Batty, M. An activity allocation model for the Notts/Derby sub-region. Regional Studies, vol. 4, no. 3 (1970).
2. Broadbent, T.A. Zone size and spatial interaction. Centre for Environmental Studies, Working Note 106 (1969).
3. Carroll, J.D. and Bevis, H.W. Predicting local travel in urban regions. Papers and Proceedings of Regional Science Association, vol. 3 (1957).
4. Cordey Hayes, Retail Location Models. Centre for Environmental Studies, Working Paper 16 (1968).
5. Cripps, E.L. Limitations of the Gravity Concept, in Styles (1968).
6. Cripps, E.L. and Carter, E. The Empirical Development of a Disaggregated Residential Location Model: Some Preliminary Results. Urban Systems Research Unit, University of Reading, Working Paper 9 (1971).
7. Freeman, Fox, Wilbur Smith and Assoc: London Traffic Survey, vol. II. Greater London Council (1966).
8. Hansen, W.G. How accessibility shapes land use. Journal of the American Institute of Planners, maggio (1959).
9. Isard, W. Methods of Regional Anaiysis. MIT Press (1960).
10. Lakshmanan, T.R. and Hansen, W.G. A retail market potential model. Journal of American Institute of Planners, maggio (1965).
11. Lewis, J.P. The invasion of planning. Journal of the Town Planning Institute, maggio (1970).
12. McLaughlin, J.B. et al. Regional Shopping Centres in North West Englattd, Part 11. University of Manchester (1966).
13. Shcneider, M. Gravity models and trip distribution theory. Papers and proceeding of the Regional Science Associution, vol. 5 (1959).
14. Styles, B.J. (Ed.) Gravity Models in Town Planning. Lanchester Polytechnic (1968).
15. Tanner, J.C. Sotne Factors afecting the Amoicnt of Travel. Road Research Laboratory Paper No. 58 (1961).
16. Wilson, A.G. The use of entropy maximising methods in the theory of trip distribution. Journal of Transport Econoinics and Policy, vol. 3, no. 1 (1969a).
17. Wilson, A.G. Disaggregating Elementary Residential Models. Centre for Environmental Studies, Working Paper 37 (1969b).
18. Wilson, A.G. Entropy in Urban and Regional Modelling. Centre for Environmental Studies, Working Paper 26 (1969c).

Le matrici radiali: applicazione all'edificato romano

AUTORI

Gianluigi Salvucci[1] – Istat, Dipartimento per i censimenti e gli archivi amministrativi e statistici - salvucci@istat.it
Silvia Talice - Istat, Dipartimento per i censimenti e gli archivi amministrativi e statistici - talice@istat.it

Parole chiave: pianificazione urbanistica; urban growth; resilienza urbana; rilevazione dei numeri civici; censimenti

ABSTRACT

Lo studio dell'espansione urbana richiede ulteriori approfondimenti in merito all'individuazione di possibili percorsi lungo i quali individuare i fenomeni. Queste metodologie sono applicabili solo sfruttando informazioni puntuali sull'edificato, rilevate nell'ambito della "rilevazione dei numeri civici" dall'Istat in occasione dell'ultimo censimento. Dopo aver esposto la metodologia utilizzabile per costruire un tool applicativo si passa all'analisi sul caso di Roma. Alle zone classificate su criteri territoriali sarà applicata la metodologia proposta da Simmie (2010) e (Martin, 2012) per il mercato del lavoro, per misurare le reazioni delle singole aree, anche rispetto alla saturazione delle stesse.

1. Urban sprawl come risposta resiliente all'inerzia del police maker

La letteratura geografica propone lo sprawl come un fatto accaduto non si sa bene per quale motivo, in realtà la Leontidou spiega molto bene l'esigenza del vivere in una città mediterranea dove lo sprawl è necessità e non agio, dove la bassa densità non è una bifamiliare ma una baracca con vista sul fosso. Come, dove, perché, sono le risposte che ancora non sappiamo dare ma forse occorre una geografia quantitativa "critica" capace di fare capire che i fenomeni non si sono diffusi in maniera omogenea. Con questi presupposti si è voluto applicare una metodologia d'elite, proposta in quel filone "evoluzionista" del nuovo paradigma geografico (Celata 2011) che forse altro non è che porre l'attenzione alle giuste dimensioni del territorio: risoluzione dei dati, scala e tempo. Ecco allora che l'evoluzione dell'edificato urbano viene affrontata in questo articolo in un'ottica diacronica. Lungi dal ritenere plausibile una crescita endogena, basata su una qualche forma di intelligenza collettiva, perché mediata dal ruolo del pianificatore, si vuol ragionare sulla dimensione assunta dall'edificato attraverso i dati censuari.
L'evoluzione di una popolazione, quale può essere considerato l'insieme degli edifici appartenenti al territorio romano, può essere inserita nel modello preda predatore di Holling (1973) rispetto l'ambiente naturale, ma dovrebbe essere meglio approfondita dal punto di vista spaziale.
La possibilità di sfruttare le informazioni puntuali sull'edificato, grazie alla "Rilevazione dei Numeri Civici" dell'Istat, offre vasti spunti di riflessione sull'andamento spaziale della crescita urbana.

[1] La presente pubblicazione è frutto del lavoro congiunto di Silvia Talice e Gianluigi Salvucci, in particolare sono da attribuire al lavoro originale di Gianluigi Salvucci i paragrafi 2.2, 3.1, 3.2.

La radialità della rete stradale romana non è bastata a consentire una crescita compatta dell'edificato, che nel tempo si è andato trasformando in un reticolo sempre più intricato.
In questo studio pilota si utilizza una matrice spaziale nella quale sono classificati gli edifici per angolazione rispetto al nord e alla distanza dal baricentro. Alle zone così classificate sarà applicata la metodologia proposta da Simmie (2010) e (Martin, 2011) per il mercato del lavoro, per misurare le reazioni delle singole aree.
Lo scopo è individuare un ciclo adattivo di un'area più vasta che possa essere utilizzato per tenere il fenomeno sotto controllo ed effettuare confronti su scala nazionale ed europea.
Il susseguirsi di piani regolatori a cui si aggiunge un'espansione ormai incontrollata fanno presupporre una risposta resiliente da parte dei costruttori sempre più frammentata, fatta di deroghe ai piani che consentono di costellare di micro insediamenti il territorio.
Il confronto tra l'indice β proposto da Martin (2011) che misura l'elasticità locale del periodo precedente (o l'aspetto resistente della resilienza), viene confrontato con il tasso di crescita effettivo del periodo successivo per comprendere in quali aree l'edificato è aumentato in un processo pianificato e duraturo piuttosto che sporadico.
I confronti consentono di comprendere l'evoluzione locale al netto del processo di saturazione e del rispetto dei vincoli.

2. Strumenti teorici e dati

Abbiamo utilizzato i dati raccolti durante la rilevazione dei numeri civici (RNC) condotta da Istat nel 2010. Tra le informazioni raccolte è fornita la posizione di ogni edificio nella città di Roma, unitamente ad altre sulla tipologia, condizione d'uso, destinazione abitativa, stato di manutenzione, solo per citarne alcune, relative ad ogni edificio.
La base teorica è invece fornita dal modello di Simmie (2010) e Martin (2011) che definisce un parametro β in grado di misurare la velocità di variazione dell'edificato. Il modello è adattato per comprendere anche le differenze areali.
Riguardo alla mappatura del territorio abbiamo sviluppato una matrice radiale.

3. L'indagine RNC

In preparazione dell'ultimo censimento della popolazione l'Istat ha compiuto una impegnativa indagine, chiamata Rilevazione dei Numeri Civici (RNC), che ha permesso di rilevare informazioni su ciascun edificio presente nei centri abitati dei grandi comuni (definiti come i comuni italiani con più di 20.000 abitanti al 1 gennaio 2008). Ai comuni oggetto di indagine è stato chiesto di rilevare la posizione di ogni edificio cartografato su una mappa della sezione di censimento con apposito grigliato e di associarvi una scheda di rilevazione. Gli edifici non noti potevano essere aggiunti sulla medesima mappa, se possibile con le loro coordinate GPS oppure utilizzando il grigliato. Tra le informazioni raccolte nella scheda vi sono le dimensioni (numero di piani fuori e entro terra), lo stato di manutenzione, l'uso e l'indirizzo.
Alle informazioni dell'indagine RNC si aggiungono i dati rilevati durante il censimento delle abitazioni svolto nel 2011, che hanno permesso di associare ad ogni edificio l'epoca di costruzione. Abbiamo dunque utilizzato per questo studio prevalentemente gli edifici censiti come abitazioni, tuttavia questa, per il centro abitato di Roma, è un'ottima approssimazione della totalità dell'edificato.

3.1 La matrice radiale

Il territorio del comune di Roma, approssimativamente considerato come un cerchio, è suddiviso in fasce concentriche a distanza crescente. Si sono poi individuati dei settori circolari con la medesima origine e comprendenti 1/8 del cerchio. Ciascuno di questi settori ha una strada consolare predominante al suo interno. A ciascun edificio è stato quindi assegnata la sua fascia ed il suo settore di appartenenza, attraverso le coordinate geografiche ad esso associate. Nella figura 1 è raffigurata la matrice spaziale di riferimento.

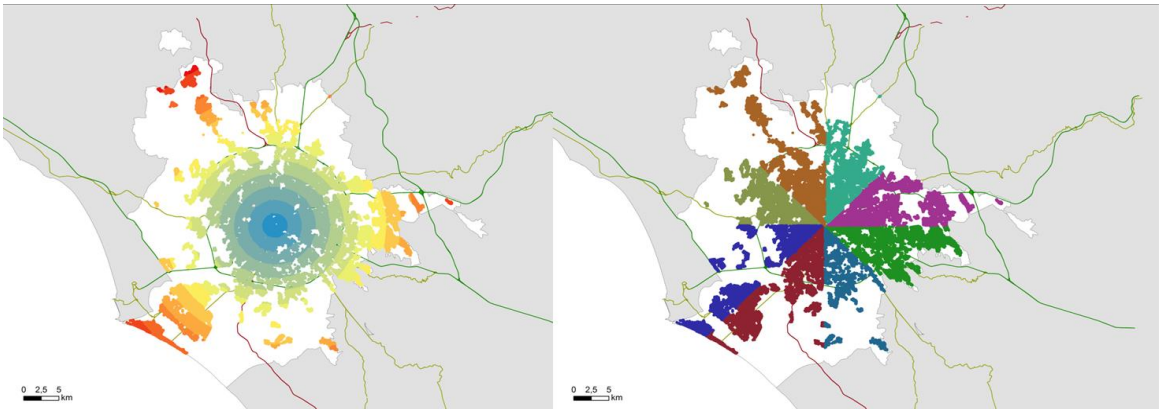


Figura 1 - La matrice spaziale di riferimento.

3.2 Verso un modello spazio temporale

L'applicazione di una matrice radiale offre la possibilità di analizzare cambi di direzione e tasso di variazione nei movimenti di popolazione dal centro verso gli anelli più esterni. E' utile per descrivere gli spostamenti di popolazione in diverse direzioni o con diversi tassi.
Per analogia col modello proposto da Martin 2011 definiamo il tasso di variazione dell'edificato come il numero totale di abitazioni per epoca di costruzione diviso per il totale delle abitazioni esistenti al 1918, e costruiamo un indice β. Questo sarà utile a misurare l'elasticità del processo di sviluppo dell'urbanizzazione. β può essere calcolato per fascia, per settore o per ogni zona. Esso è dato dalla variazione degli edifici nell'area considerata rispetto all'epoca precedente, normalizzato sul tasso di variazione totale:

$$\beta = \frac{\frac{N_{edi}(T) - N_{edi}(T-1)}{N_{edi}(T)}}{V_{tot}} \qquad [1]$$

Dove: $N_{edi}(T)$ è il numero di edifici per area all'epoca T, $N_{edi}(T-1)$ è il numero di edifici per area all'epoca $T-1$ e V_{tot} è il tasso di variazione totale, calcolato con la formula [2].

$$V_{tot} = \frac{(Tot_{edi}(T) - Tot_{edi}(1918)) - (Tot_{edi}(T-1) - Tot_{edi}(1918))}{Tot_{edi}(T-1) - Tot_{edi}(1918)} \qquad [2]$$

Dove: $Tot_{edi}(T)$ è il totale degli edifici all'epoca T, $Tot_{edi}(1918)$ è il totale degli edifici nel 1918 e $Tot_{edi}(T-1)$ è il totale degli edifici all'epoca $T-1$.

4. Analisi

Analizzando complessivamente le abitazioni in località centrale di Roma per epoca dell'edificato si osserva subito che con l'incremento della popolazione lo spazio edificabile si satura, e quindi la città è costretta ad espandersi, ma non si ha nessuna informazione sulle direzioni prevalenti di espansione. Allo stesso modo il tasso di variazione complessivo dell'edificato diminuisce con il passare del tempo a causa dei limiti fisici della città. Ma al di là di queste osservazioni globali i tassi totali non permettono di descrivere i fenomeni. Per questo è necessario effettuare l'analisi all'interno delle fasce e dei settori definiti sopra.

4.1 Evoluzione delle abitazioni per settore, fascia e nella matrice radiale

Se si esamina la situazione in ognuno dei settori definiti per la nostra matrice radiale si possono evidenziare, intanto, le direzioni prevalenti di sviluppo dell'edificato. Per prima cosa, il tasso di accrescimento rispetto al 1918 è stato calcolato per ciascuno degli 8 settori allo scopo di verificare eventuali direzioni prevalenti di crescita nelle diverse epoche considerate. Il tasso di Roma in totale è stato riportato per il confronto nel grafico 1. Si constata che l'edificato lungo le direttrici della via Cristoforo Colombo e della via Tuscolana è cresciuto inizialmente molto più rapidamente del totale di Roma, sono seguiti il settore dell'Ardeatina e poi quello che comprende la località Ostia. I settori a nord invece crescono con regolarità ma molto lentamente.

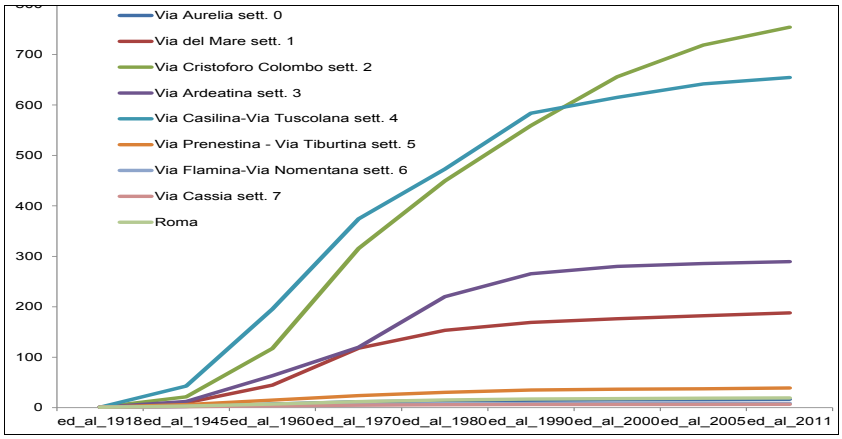


Grafico 1 - Tasso di accrescimento dell'edificato rispetto al 1918 per settore.

Se si esamina il tasso di variazione rispetto al periodo precedente in ogni settore come mostrato nel grafico 2 si può ottenere ancora qualche informazione. La crescita rapidissima fino al 1945, poi via via sempre più lenta. Il settore nel quale si ha lo sviluppo più rapido è quello intorno alla via Tuscolana. Nei successivi anni '80 invece, la variazione più rapida si ha lungo la via Ardeatina.

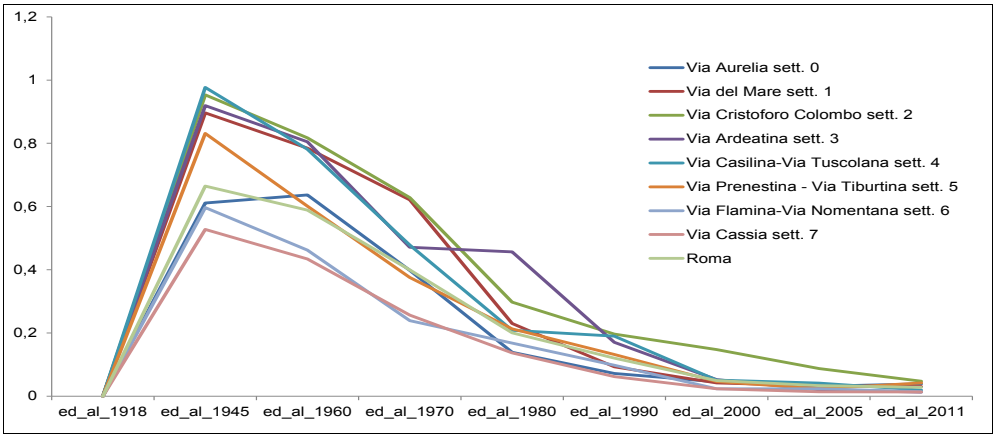


Grafico 2 - Tasso di variazione delle abitazioni rispetto al periodo precedente.

Introduciamo ora il parametro β calcolato per ciascun settore per dimostrare come le precedenti osservazioni sono descritte in questo modello. Calcolando il valore di β per settore ad ogni epoca si ottengono i risultati mostrati in tabella 1, il cui andamento è visibile nel grafico 3.

Tabella 1 - β per settore.

Settore	ed_al_1945	ed_al_1960	ed_al_1970	ed_al_1980	ed_al_1990	ed_al_2000	ed_al_2005	ed_al_2011

esri Italia
Intelligenza del Territorio

Via Aurelia sett. 0	0,31	0,44	0,60	0,55	0,52	0,88	0,90	1,36
Via del Mare sett. 1	0,45	0,55	0,93	0,92	0,68	0,81	0,94	1,07
Via Cristoforo Colombo sett. 2	0,48	0,57	0,94	1,19	1,44	2,86	2,53	1,66
Via Ardeatina sett. 3	0,46	0,56	0,71	1,82	1,25	1,01	0,59	0,44
Via Casilina-Via Tuscolana sett. 4	0,49	0,55	0,72	0,83	1,39	0,99	1,20	0,68
Via Prenestina - Via Tiburtina sett. 5	0,42	0,42	0,56	0,85	0,97	0,90	0,68	1,47
Via Flamina - Via Nomentana sett. 6	0,30	0,32	0,36	0,67	0,72	0,45	0,68	0,51
Via Cassia sett. 7	0,27	0,30	0,39	0,55	0,45	0,45	0,40	0,46
Roma	0,34	0,41	0,60	0,80	0,88	0,95	0,97	0,97

Gli andamenti evidenziati attraverso il tasso di accrescimento e il tasso di variazione sono entrambi rappresentati dagli andamenti di β. In particolare si notino i diversi andamenti dei settori intorno alle vie Cristoforo Colombo e Tuscolana. Nelle precedenti rappresentazioni questi erano sembrati simili mentre qui si evidenziano le discontinuità nel tempo. Questo modello da in questo caso una descrizione migliore dei fenomeni. Tali fenomeni però hanno probabilmente bisogno di ulteriore approfondimento per essere spiegati, ad esempio sarebbe opportuno indagare la funzione della distanza dal centro.

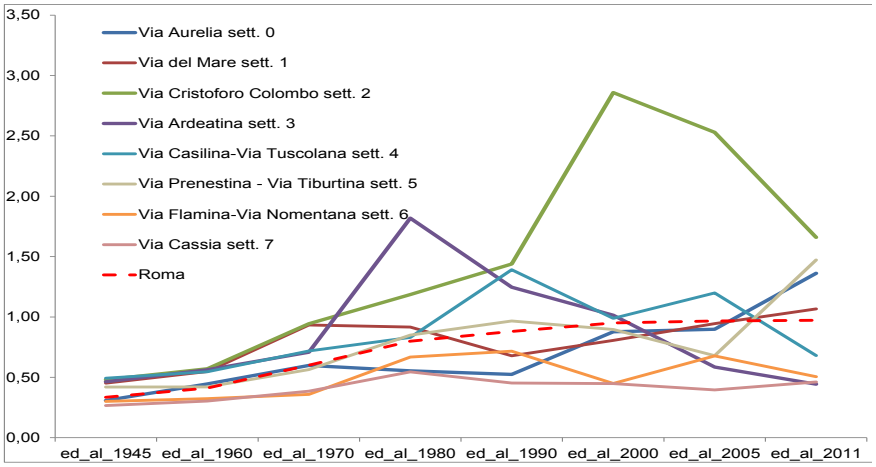


Grafico 3 - Andamento di β per settore.

L'informazione data dalla distanza dal centro è esaminata attraverso il calcolo di β per ciascuna fascia identificata come definito al paragrafo 2.1. Nella Tabella 2 sono mostrati i risultati del calcolo di β per fascia. Essi sono rappresentati nel grafico 4.

Tabella 2. β per fascia

fascia	ed_al _1945	ed_al _1960	ed_al _1970	ed_al _1980	ed_al _1990	ed_al _2000	ed_al _2005	ed_al _2011
2	0,33	0,21	0,25	0,11	0,30	0,02	0,09	0,00
4	0,24	0,30	0,45	0,11	0,02	0,10	0,04	0,01
6	0,44	0,40	0,51	0,53	0,19	0,21	0,14	0,08
8	0,46	0,62	0,65	0,84	0,73	0,91	0,38	0,29
10	0,49	0,55	0,82	1,35	1,75	1,14	1,38	1,07
12	0,43	0,67	1,13	1,59	2,13	2,17	2,33	1,85
14	0,34	0,62	1,15	2,23	2,77	2,86	3,98	2,94
16	0,42	0,64	1,03	1,99	2,16	2,87	3,10	4,52

18	0,49	0,62	1,32	2,31	2,85	3,23	2,88	4,67
20	0,40	0,63	1,14	3,06	2,45	4,00	5,00	5,60
22	0,33	0,44	0,45	2,73	2,23	2,45	1,05	1,17
24	0,50	0,54	1,04	1,24	0,31	0,65	0,01	0,61
26	0,38	0,40	1,00	2,14	1,04	0,86	1,27	1,00
28	0,50	0,50	1,11	1,71	3,83	1,30	5,76	1,79

Questa rappresentazione rende evidenti alcune caratteristiche dello sviluppo urbano di Roma. L'evoluzione relativa alle fasce centrali della città è appiattita a causa della saturazione dei terreni edificabili. Andando verso fasce più periferiche si vede come l'edificazione è molto più intensa in epoche recenti e come vi sia stata una tendenza, ora meno forte, ad edificare in aree esterne oltre che a ridosso della fascia che segue il tracciato del Grande Raccordo Anulare. Una anomalia è costituita dalla fascia esterna che include il centro abitato di Ostia dove le abitazioni esistevano fin dal primo dopoguerra e dunque i terreni edificabili erano già allora scarsi.

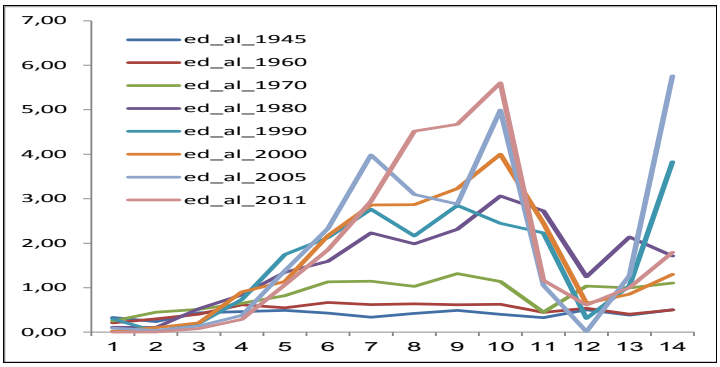


Grafico 4 - Andamento di β per fascia rispetto alle epoche di costruzione.

Come si vede però questa rappresentazione non dà conto in alcun modo delle direzioni dello sviluppo urbano; non è quindi possibile spiegare ad esempio l'aumento di edificato lungo la via Cristoforo Colombo in epoche recenti. Per questa ragione abbiamo introdotto il calcolo di β nella matrice radiale.
L'associazione del parametro esplicativo β, che come abbiamo visto descrive molto bene lo sviluppo dell'edificato, con la matrice radiale nella quale il territorio della città è suddiviso sia in fasce che in settori, ci permette di individuare esattamente le aree nelle quali si è concentrata l'attività edilizia nelle diverse epoche. Nella figura 2 sono rappresentati, con visualizzazione cartografica, i valori di β per settori di fascia per ciascuna epoca.
Appare chiaro, grazie a questo tipo di rappresentazione, come la città sia cresciuta completando, di epoca in epoca, il riempimento di aree sempre più distanti dal centro, ma non ugualmente nelle diverse direzioni. Le aree colorate in verde sono quelle dove il tasso di accrescimento è simile a quello totale; significativamente queste aree divengono saturate (rosso arancio) nell'epoca successiva e sono precedute da valori molto alti (blu) dell'indice β nel periodo immediatamente precedente. L'accrescimento, complessivamente concentrico come ovvio, presenta però delle differenze nella velocità in alcuni settori della medesima fascia. Queste differenze, che possono essere studiate per spiegarne le cause, non sarebbero certamente state evidenziate senza l'aiuto della matrice radiale proposta.

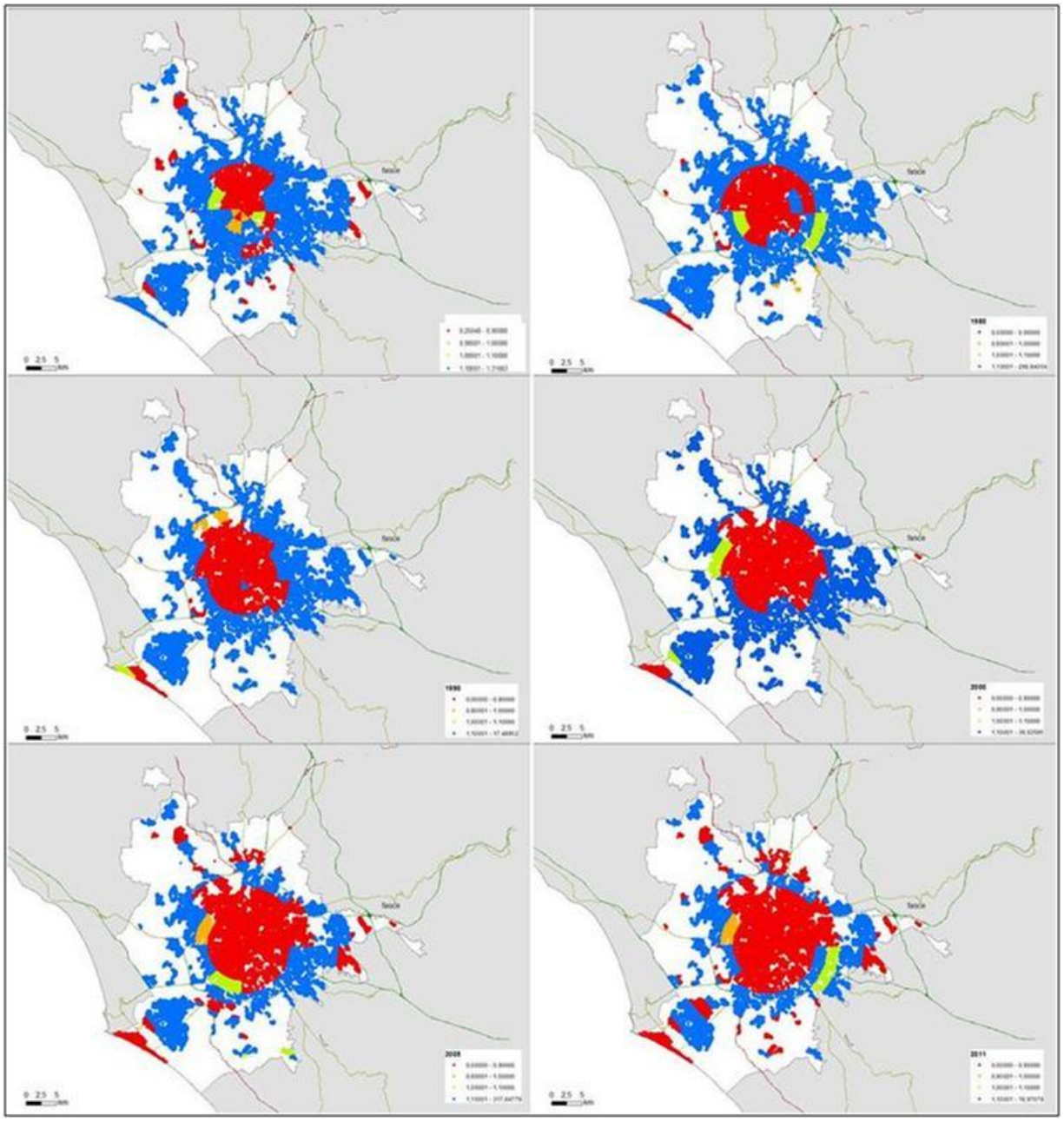


Figura 2 - Intervalli di β per porzione radiale al 1970, 1980, 1990, 2000, 2005, 2010.

4.2 La matrice radiale per lo studio dello sprawl

Una geografia critica non si accontenta di un risultato, lo confronta con la realtà, quindi si è voluto cerca lo sprawl nello sviluppo urbano perché solo una parte della crescita romana è avvenuta secondo lo stile edificatorio tipico dello sprawl romano. Abbiamo rappresentato, attraverso la matrice radiale, l'epoca di costruzione prevalente per ogni zona della città di Roma. Nella figura 3 le epoche prevalenti sono rappresentate in una scala di colore da blu a rosso fino al giallo partendo dalle più vecchie a quelle più recenti.

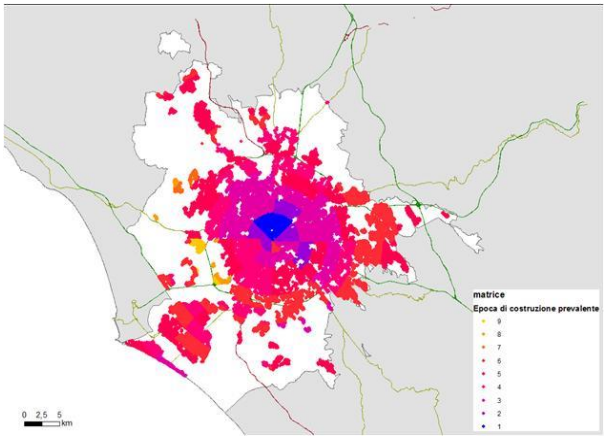


Figura 3 - Edificato per epoca di costruzione prevalente.

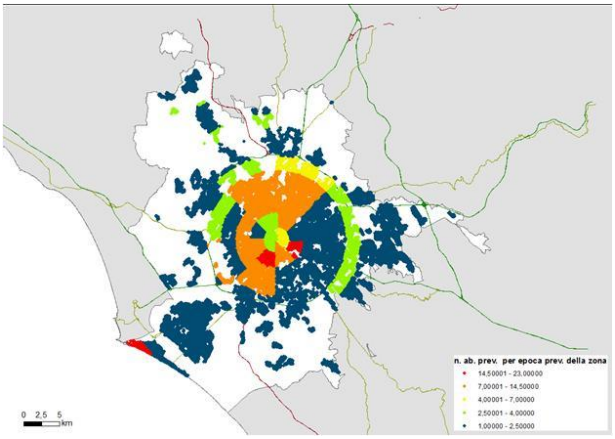


Figura 4 - Numero di abitazioni per epoca prevalente.

Vi si conferma che i settori a nord nella fascia centrale non hanno quasi subito modifiche negli ultimi quarant'anni mentre il centro di Roma nella zona sud è stato ricostruito in epoche più recenti. Si vede anche come le zone di espansione più recenti siano piuttosto limitate ormai e tutte concentrate verso est. Questa rappresentazione è perfettamente in accordo con la descrizione accurata dei tassi di accrescimento fatta nei paragrafi precedenti. Ma una ulteriore deduzione può essere ricavata dalla rappresentazione del numero prevalente di abitazioni costruite nell'epoca prevalente di costruzione della zona, cartografato nella figura 4. Quando il numero di abitazioni è basso significa che in quella zona il consumo di terreno è elevato ovvero che vi si verifica il fenomeno che viene comunemente chiamato sprawling. Il confronto della figura 3 con la 4 ci dice che proprio nelle zone di costruzione più recente c'è la maggiore tendenza allo sprawl.

5. Conclusioni

La definizione di una matrice radiale creata suddividendo l'abitato di Roma in fasce concentriche e, contemporaneamente, in settori, permette di studiare per zone l'evoluzione dell'edificato e le sue modalità. Il parametro β, definito da Martin (Martin 2012), descrive il tasso normalizzato di variazione di una popolazione. Calcolato per ogni zona della matrice radiale e per ogni epoca di costruzione dedotta dai dati del censimento delle abitazioni, ci ha permesso di individuare le zone di sviluppo della città nelle diverse epoche, oltre che verificare le ipotesi di saturazione dei terreni edificabili a partire dal centro verso le cinture esterne.
L'uso della rappresentazione attraverso la matrice radiale ci ha anche portato a concludere che vi è una tendenza in aumento allo sprawl nelle aree di edificazione recente. Tuttavia ci sono delle enorme differenze tra lo sprawl, tipico degli anni '60, dovuto alle necessità abitative delle molte famiglie trasferitesi in quegli anni, e quello dei quartieri residenziali sorti in deroga agli irrealizzati piani regolatori, dove le villette a basso costo creano l'illusione di villaggi di lusso.
Anche se alcuni dei fenomeni individuati non possono essere spiegati se non con ulteriori studi, lo strumento presentato è efficace per supportare la pianificazione del territorio urbano. Può inoltre essere semplicemente trasferito ad altre città, tra le quali abbiamo in progetto le grandi capitali europee, allo scopo di identificare eventuali strategie di pianificazione urbanistica che permettano di migliorare la qualità complessiva della città.

Riferimenti

Celata, F. "La Geografia Economica tra Evoluzione e Crisi". Rivista Geografica Italiana,2011,Vol.118,N.2.
Holling, Crawford S. (1973) "Resilience and stability of ecological systems." *Annual review of ecology and systematic* 4: 1-23.

Kostas Rontos, Christos Mavroudis, Luca Salvati. Suburbanisation and Urban Growth: Revisiting the Life Cycle Hypothesis. *conferenza AISRE 2012*.

Leontidou, L. *The Mediterranean City in Transition: Social Change and Urban Development*. Cambridge Human Geography. March 2006.

Martin, R. (2012). Regional economic resilience , hysteresis and recessionary shocks. *Journal of Economic Geography*, *12* (September 2011), 1–32. doi:10.1093/jeg/lbr019

Simmie, J. (2010). The economic resilience of regions: towards an evolutionary approach. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, *3*(1), 27 – 43.

La densità di popolazione e il verde del vivere, il caso di Bologna[1]

AUTORI
Giovanni Lombardo – Istat - lombardo@istat.it
Gianluigi Salvucci – Istat - salvucci@istat.it

Parole chiave: densità di popolazione; verde urbano; Bologna

ABSTRACT
La costruzione di un indicatore di sintesi quale la densità, implica una perdita informativa a livello puntuale e spesso nasconde ingannevoli verità. Superando il concetto della risoluzione del dato si vuol confrontare la densità di popolazione con l'effettiva percezione di una delle risorse in grado di garantire il benessere sociale: il verde urbano. Questo perché la disponibilità di verde deve essere valutata in base alle diverse tipologie disponibili: urbano, aree attrezzate e agricolo, che corrispondono a diversi livelli di soddisfazione per la cittadinanza. Questo lavoro intende proporre un approccio innovativo su un indicatore noto quale la disponibilità di verde in base alla distanza da percorre per usufruirne, in maniera da valutarne meglio l'accessibilità, utilizzando i dati puntuali degli edifici, provenienti dalla Rilevazione dei Numeri Civici e i dati cartografici resi disponibili dal geoportale della regione Emilia Romagna.

1. Quell'ingannevole verità della densità di popolazione...

Utilizzando la densità della popolazione, quale grado d'urbanizzazione di una città, Bleicher nel 1892 riuscì ad individuare e classificare in Germania i centri urbani ordinandoli in senso gerarchico (Edmonston B. and Davies O., 1978). Successivamente Clark (1951) utilizzò l'andamento della densità della popolazione per distinguere il territorio urbanizzato da quello rurale. Berry, Simmons e Tennant (1963), ripetendo le stesse metodologie di Clark, rilevarono alcune anomalie dell'indicatore di densità relativamente al *Central Business District*, che, risultando non abitato, detiene una bassa densità di popolazione, ma non per questo poteva essere interpretato come rurale. Più di recente si rileva una "*ingannevole*" relazione tra la densità della popolazione e la qualità ambientale (Van Horne B., 1983), poiché esiste una forte differenza tra il valore dell'indicatore statistico e la percezione qualitativa che ne deriva (Moch et al, 1996), superabile solo in parte dalla comparazione della densità della popolazione con l'ammontare totale della popolazione residente nell'area urbana, da cui deriverebbe l'ordine gerarchico di Bleicher. L'idea è quindi che la densità che rispecchi la disponibilità di spazio urbano non

[1] Frutto di un lavoro comune sono da attribuire a G. Salvucci i §§ 1 e 2 e a G. Lombardo i §§ 3 - 4 le conclusioni in comune ai due autori

sia più sufficiente ma che serva integrarla con una serie di informazioni che possano raffinarla qualitativamente.

2. … le verità per i bolognesi nella disponibilità di spazi verdi

La superficie del comune di Bologna si attesta a circa 14.086 ettari di cui il 23,44% è destinato ad un uso diverso da quelli antropici e il 7,18% del territorio rappresenta la quota delle zone verdi gestite dal comune. Bologna presenta una densità comunale di 2636 ab/kmq. Come è noto, il rapporto medio è rappresentativo soltanto in presenza di una distribuzione abbastanza omogenea, ma trattandosi di una condizione quasi irrealizzabile, occorre raffinare la metodologia da utilizzare poiché non ci deve permettere di ricavare un mero indice ma una misura paesaggistica e soprattutto di benessere. Passando all'analisi dell'inverso della densità, otteniamo un indicatore di disponibilità. Ciò vuol dire che ogni cittadino di Bologna ha a disposizione 379,33 mq di territorio comunale, ma soltanto 88,91 mq di questi sono costituiti da spazi verdi (intendendo genericamente un tessuto non antropizzato, tipico delle codifiche 2 e 3 di Corine Land Cover) e solo 27,24 mq rappresentano il quantitativo pro capite di verde urbano gestito dall'amministrazione comunale e qualitativamente equipaggiato come parchi o aree attrezzate, fruibili dalla cittadinanza.

3. La densità come indicatore di benessere

La letteratura utilizza la densità di popolazione come un indicatore generico dell'urbanizzazione a partire da Clark (1951) che misura il gradiente urbano. L'estensione viene utilizzata come misura di benessere sociale partendo dall'idea che un ambiente a bassa densità sia sostanzialmente meno caotico di una città ad alta intensità abitativa. Per tale motivo viene utilizzato dall'Istat nel calcolo degli indicatori di benessere equo sostenibile (BES). Il presupposto è che una serie di indicatori territoriali possano sintetizzare il paesaggio percepito, richiamando la definizione di "paesaggio sensibile" di Biasutti (1962) " "il paesaggio *sensibile o visivo*, costituito da ciò che l'occhio può abbracciare in un giro di orizzonte o, se si vuole, percettibile con tutti i sensi; un paesaggio che può essere riprodotto da una fotografia " .

4. Dalla percezione globale alla fruibilità: un diverso approccio metodologico

Se la densità può considerarsi un elemento metafisico del paesaggio, al residente resta la disponibilità di spazio come segnalatore di un ambiente effettivamente godibile. Ovviamente solo aumentando la risoluzione del dato si può percepire la differenza a livello locale e accorgersi di quanto sia diverso il paesaggio percepito tra centro e periferia. Esaminando la distribuzione della popolazione nel comune di Bologna e quindi la densità nelle varie sezioni di censimento, avremo metodologicamente la possibilità di rapportarne la collocazione territoriale con la dislocazione delle aree verdi gestite e attrezzate. Su tali aree occorre fare alcune precisazioni, poiché quelle utilizzate in questo studio (circa 400) non sono la totalità di quelle proposte dal comune, ma soltanto quelle che siano significative quando si parla di benessere. Dimensione al di sopra di una soglia prestabilita, ma soprattutto possibilità di parcheggio in zone limitrofe, presenza di "percorsi ginnici" e/o di attrezzature di gioco per bambini.
La Figura 1, ci da l'idea del rapporto esistente tra la distribuzione della densità sul territorio comunale e la dislocazione delle aree verdi gestite dall'amministrazione comunale allo scopo di poter rispondere alla domanda se tali zone di verde attrezzato siano facilmente fruibili dalla cittadinanza in tutto o in parte, ed eventualmente in quale percentuale.

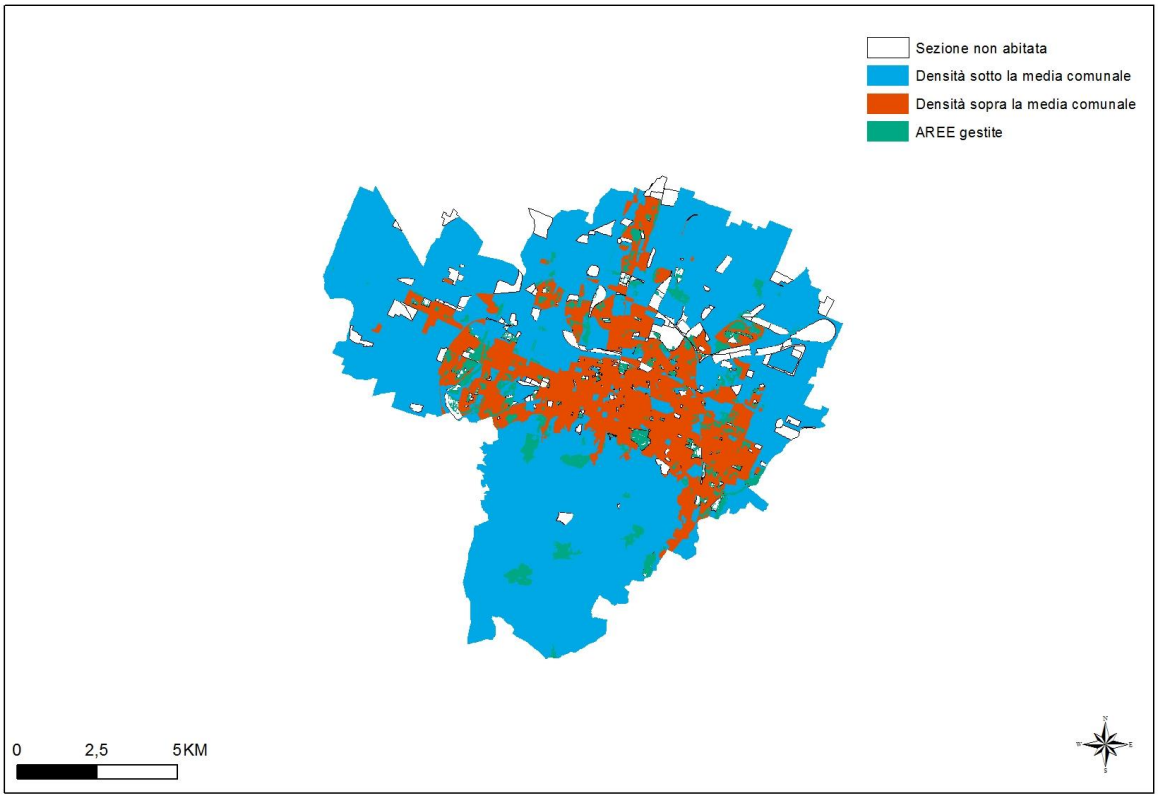


Figura 1 - Distribuzione della densità di popolazione per sezione di censimento. Fonte: *Elaborazione su dati Istat, 2011*

E' possibile osservare come le aree a più alta densità abbiano una coincidenza che raggiunge circa il 70% con la dislocazione delle aree verdi attrezzate. Ma questa coincidenza tra aree verdi gestite e zone che presentano una densità al di sopra della media comunale, come si traduce nella disposizione dell'edificato e nel tentare di comprendere quanta parte della popolazione accede facilmente ad una delle risorse in grado di garantire il benessere sociale?

4.1 La disponibilità di spazio percepita

Per parlare di un indicatore di benessere occorre comprendere chi ne riceve un beneficio e in quale misura. Poter fruire di un'area verde attrezzata significa essere in grado di trascorrerci frazioni di giornata senza dover affrontare sfiancanti spostamenti. Doversi spostare nel circuito urbano per godere per alcune ore di un parco ad esempio in un giorno festivo è paragonabile all'escursionismo mentre se si dovesse raggiungere una località ancora più lontana richiedendo un pernotto si sconfinerebbe nell'avventura turistica. Nel caso in esame avere accessibilità alle aree verdi non coincide con nessuna delle due azioni sopracitate ma significa poter accedere allo spazio verde e dedicare tranquillamente del tempo allo svago avendo percorso al massimo una distanza ragionevole che possiamo stabilire in 300 metri in linea d'aria. Quanti sono allora i residenti che possono godere in questa maniera del verde?
Per poter rispondere a questa domanda occorre utilizzare un dato censuario a livello puntuale, quale quello prodotto in occasione dell'ultimo censimento della popolazione con la Rilevazione dei numeri civici, dove per i comuni sopra I 20mila abitanti e i capoluoghi di provincia sono state rilevate le sagome degli edifici e le loro caratteristiche, anche integrando i dati catastali.

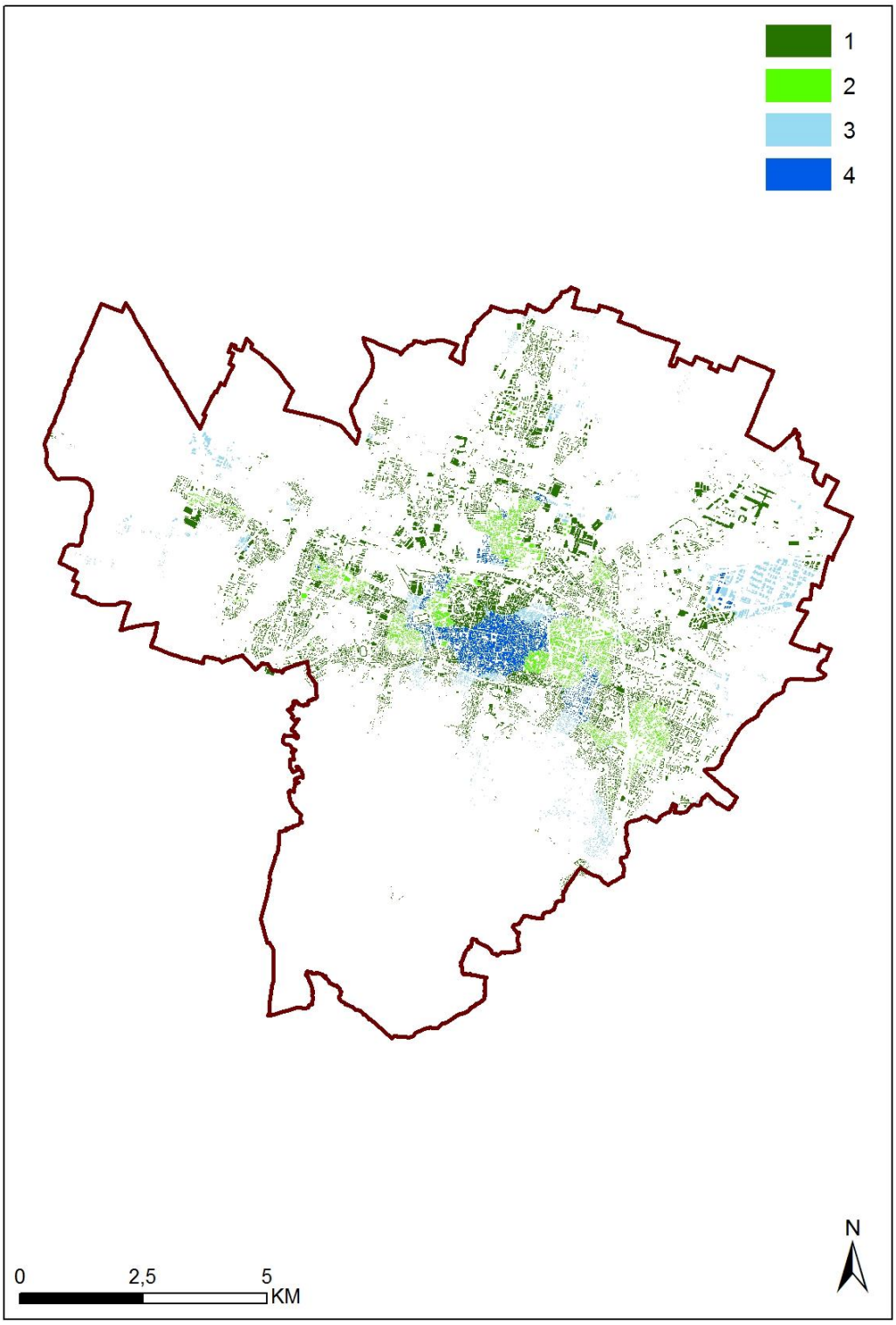

1
2
3
4
0
2,5
5
KM
N

Figura 2 - Classificazione dell'edificato della località di centro del comune di Bologna sulla possibilità di accedere alle varie categorie di verde, entro 300 m.

Fonte: *Elaborazione su dati Istat, Rnc in corso di validazione*

La figura 2 ci mostra come la scelta metodologica effettuata abbia diviso l'edificato in 4 categorie:

1. Edifici e famiglie che si trovano entro i 300 m (in linea d'aria) sia dalle aree verdi gestite (parchi) e sia di minore importanza (piccole aree verdi, giardini, vivai, zone incolte, etc)
2. Edifici e famiglie che si trovano entro i 300 m (in linea d'aria) dalle aree verdi gestite (parchi) ma non da quelle di minore importanza (piccole aree verdi, giardini, vivai, zone incolte, etc)
3. Edifici e famiglie che non si trovano entro i 300 m (in linea d'aria) dalle aree verdi gestite (parchi) ma soltanto da quelle di minore importanza (piccole aree verdi, giardini, vivai, zone incolte, etc)
4. Edifici e famiglie che si trovano ad una distanza superiore ai 300 m (in linea d'aria) sia dalle aree verdi gestite (parchi) che da quelle di minore importanza (piccole aree verdi, giardini, vivai, zone incolte, etc)

La distribuzione percentuale è la seguente:

CLASSE	EDIFICI	FAMIGLIE
1	55,55 %	60,61 %
2	20,36 %	22,26 %
3	11,57 %	4,91 %
4	12,52 %	12,22 %

Conclusioni

A questo punto la metodologia seguita ci fa modificare i dati che avevamo precedentemente rilevato: il rapporto tra le aree verdi, la cui possibilità di fruizione modifica il livello di benessere, e il numero di famiglie domiciliate nelle zone centrali del territorio comunale ci offre un risultato di 46,2 mq a famiglia. Sommando le famiglie afferenti alle prime due classi però scopriamo che quelle che riescono ad accedervi non sono la totalità delle stesse, ma l'82,87% elevando la disponibilità a circa 56mq per il novero dei fortunati. Ergo, a giudizio degli autori, un indice che intenda misurare il grado di benessere della cittadinanza di un determinato comune, non può misurare la quantità disponibile (pro capite o per famiglia) di verde qualitativamente significativo in maniera generica ma deve spingersi maggiormente nel dettaglio scorporando e diversificando le diverse aree sub urbane.

Ringraziamenti

Si ringrazia il dott. Di Pede (Istat) per aver messo a disposizione i dati della Rilevazione dei numeri civici in corso di validazione al momento della stesura del presente lavoro

Riferimenti

Corine (1993) - *Land Cover*. Guide tecnique. CECA-CEE-CEEA. Bruxelles

Berry, B., Simmons, J. and Tennant, R. (1963). Urban population densities: structure and change, *Geographical Review*, 12, pp. 389-405.

Clark C. (1951), Urban Population Densities, *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General), Vol. 114, No. 4 (1951), pp.490-496*

Edmonston B. and Davies O., (1978), Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General), Vol. 141, No. 2 (1978), pp.235-241Published by: Blackwell Publishing for the Royal Statistical Society

Moch A., Bordas F., Hermand D.(1996), *Le courrier du CNRS, n° 82, 1996, pp.131-132.* Perceived density : how apartment dwellers view their surroundings

“I-locate” - “Indoor/outdoor LOCation and Asset management Through open gEodata"

AUTORI
Claudio Eccher – FBK, Fondazione Bruno Kessler - cleccher@fbk.eu
Giuseppe Conti - Trilogis srl - giuseppe.conti@trilogis.it

Parole chiave: Localizzazione; indoor LBS; GIS; GIS indoor; Geofencing; GIS 3D; indoor routing; open GeoData

ABSTRACT

“I-locate” (www.**”i-locate”**.eu) è l’acronimo di “Indoor/outdoor LOCation and Asset management Through open gEodata” ovvero localizzazione e gestione di oggetti in spazi interni ed esterni attraverso l’uso di dati aperti.
L’obiettivo del progetto è di semplificare la vita degli utenti aiutandoli a “navigare” dalla porta di casa fino all’interno di edifici per raggiungere il luogo di destinazione (ufficio pubblico, ambulatorio, negozio, ecc.) e fornendo eventuali informazioni disponibili a supporto (code, imprevisti, variazioni di percorso, suggerimenti, ecc.), utilizzando il proprio smartphone.
“i-locate” prevede un utilizzo intenso di tecnologie GIS anche per navigazione e la tracciatura “indoor” (GIS indoor, GIS 3D), per localizzare persone (es. malati di Alzheimer) ed i loro spostamenti in zone non consone (Geofencing), per individuare e tracciare oggetti/apparecchiature portatili per la loro localizzazione, gestione e manutenzione.

1. Introduzione

Studi recenti hanno evidenziato che, in media, trascorriamo circa il 90% del nostro tempo in ambienti chiusi e, spesso, in ambienti non familiari.
L’esigenza di localizzare/guidare persone o oggetti in spazi sia esterni che interni (senza discontinuità tra esterno ed interno) darà origine ad una serie di nuovi servizi di tipo LBS (Location-Based Services) che potranno avere anche una notevole rilevanza economica.
A supporto di questa affermazione, si legga un recente report di ABI Research (www.abiresearch.com) “Indoor Maps: Winners, Losers and Revenues”; il mercato del indoor LBS è destinato a crescere a due cifre; le previsioni per il 2017 parlano di un giro d’affari di 2,5 miliardi di dollari nel 2017 (USA).
Infatti, si pensi quanto potrebbe essere importante e produttivo, ad esempio, la gestione ed il monitoraggio efficiente e accurato di persone ed "asset" negli ospedali o nei centri sanitari; un sistema di questo genere è estremamente importante sia in termini economici che in termini sociali (ad esempio per la rintracciabilità del personale medico, dei pazienti, di attrezzature portatili, per la navigazione assistita dei visitatori, ecc).
Per utilizzare questi servizi di localizzazione, diventano indispensabili sia i sistemi GIS (Server, Desktop, OnLine e Mobile) che i dati geografici di spazi esterni e soprattutto di spazi interni.
I dati geografici territoriali (spazi esterni) sono facilmente accessibili anche come Open Data (OD); si veda ad esempio OpenStreetMap (OSM). Le informazioni geografiche relative a spazi interni, invece, sono attualmente poco disponibili, men che meno come Open Data.

Nel caso di edifici accessibili al pubblico, come ospedali, stazioni, aeroporti, centri commerciali e uffici pubblici, l'accesso a dati geografici indoor, e in particolare come Open Data, favorirebbe sia una serie di vantaggi sociali che l'avvio di nuove attività di business per le imprese che si occupano di GIS.

Uno degli obiettivi di **"i-locate"** è quello di colmare queste lacune attraverso la creazione di progetti innovativi basati sulla localizzazione indoor/outdoor di persone e oggetti.
In questo senso, **"i-locate"** è stato progettato per rispondere a questi chiari ed emergenti requisiti di mercato attraverso il "know-how" specifico di un "raggruppamento" di piccole e medie imprese europee specializzate in questi specifici settori, ed ha i seguenti obiettivi:

- la creazione di un geoportale pubblico, il cosiddetto "hub virtuale", che raccoglierà e renderà accessibili, come Open Data, le informazioni geografiche degli interni di edifici accessibili al pubblico.
- L'estensione degli attuali "open standard" per supportare la geolocalizzazione (LBS) interna/esterna, che dovrà tenere in particolare considerazione le importanti politiche di privacy e di sicurezza, per la massima protezione dei dati personali e/o critici.
- Lo sviluppo di un "toolkit" open source di servizi LBS per il tracciamento, il monitoraggio ed il "routing" di persone ed oggetti in contesti indoor-outdoor basato sui protocolli standard di cui sopra.
- Lo sviluppo di alcuni "client" per i dispositivi mobili (app) che accedono ai servizi del "toolkit" attraverso i protocolli standard di cui sopra.
- La sperimentazione -per più di un anno- dell'"hub virtuale" e del "toolkit" in alcuni contesti reali tra cui sanità pubblica, servizi pubblici e privati, beni culturali, con il coinvolgimento di utenti reali in ben 14 siti pilota in 9 paesi europei.
- La promozione di attività di sensibilizzazione mirate a massimizzare l'impatto di **"i-locate"** attraverso una serie di conferenze, workshop, azioni di formazione.
- La promozione di processi di trasferimento dell'innovazione in attività di business attorno al mondo dell'informazione geografica indoor, utilizzando l'accesso diretto a "smeSpire", la più grande rete di PMI geo-ITC in Europa; SmeSpire potrà garantire la massa critica rilevante di interesse attorno ai risultati di **"i-locate"** e promuovere lo sviluppo di servizi innovativi.

2. Il progetto

"i-locate" è un progetto di innovazione; infatti, per raggiungere gli obiettivi si utilizzano tecnologie esistenti trasferendo i risultati di ricerche già effettuate in prodotti reali da mettere a disposizione del privato cittadino e degli enti pubblici.
"i-locate" durerà 3 anni a partire dal 1 gennaio 2014; il budget totale è di 4,7 Milioni di euro ed è co-finanziato al 50% dalla Commissione Europea (programma ICT-PSP).
La realizzazione del progetto **"i-locate"** è affidata a ben 24 partner localizzati in 9 paesi europei (Croazia, Gran Bretagna, Germania, Grecia, Italia, Lussemburgo, Malta, Olanda, Romania).

Tabella 1 - Elenco partner di **"i-locate"** e nazione di appartenenza

Numero	Organizzazione	Nazione
1	Trilogis srl (Coordinatore)	IT
2	Cadzow Communications Consulting Limited	UK
3	Technische Universiteit Eindhoven	NL
4	GeoSYS Limited	MT
5	GiStandards LTD	UK
6	Epsilon International SA	GR
7	Municipalità di Alba Iulia	RO
8	U-HOPPER Srl	IT
9	ZIGPOS GmbH	DE
10	S.C. Industrial Software S.R.L.	RO
11	Epsilon Italia Srl	IT
12	Municipalità di Brasov	RO
13	Urbasofia Srl	RO

14	Grad Rijeka	HR
15	Municipalità di Baia Sprie	RO
16	Technoport SA	LU
17	Fida Solutions Srl	RO
18	GISIG - Geographical Information Systems International Group	IT
19	Museo Brukenthal	RO
20	Azienda Provinciale per i servizi sanitari Provincia Autonoma di Trento	IT
21	Comune Di Genova	IT
22	Fondazione Bruno Kessler	IT
23	Ospedale MHTEPA	GR
24	Comune di Velletri	IT

L'Italia partecipa al progetto con ben 9 partner per un budget complessivo superiore a 2,2 milioni di euro; Il Comune di Genova (pilota), il Comune di Velletri (pilota), GISIG (partner di Genova), FBK (Partner di Trento), APSS (Pilota di Rovereto), Epsilon Italia (Partner di Cosenza), U-Hopper (Partner di Trento) e Trilogis (Coordinatore e partner di Rovereto).
Inoltre, una società italiana importante come ESRI ITALIA è parte attiva del controllo del progetto con la partecipazione del dott. Gerardo De Rubeis nell'Advisory Board.
Il Trentino gioca un ruolo da protagonista; è la sede del coordinamento, ha un importante budget assegnato (circa 1,7 milioni di euro) e ci sono ben 4 partner di progetto.
Il sistema **"i-locate"** è basato sull'impiego di diversi dispositivi tecnologici "orchestrati" tramite sistemi informativi gestionali e geografici. La sfida è quella di realizzare i seguenti obiettivi:

1) Creazione e pubblicazione di un portale per la condivisione di "open data" relativi a spazi "indoor" come stazioni, centri commerciali, ospedali ecc.
2) Creazione di una tecnologia per la localizzazione e la navigazione "porta a porta", sia indoor che outdoor, attraverso l'utilizzo delle numerose tecnologie oggi disponibili (Wi-Fi, GPS, Bluetooth, ecc.) in maniera totalmente trasparente per l'utente.
3) Validazione delle tecnologie sviluppate nei 14 siti pilota in Europa per un anno con il coinvolgimento attivo di utenti finali. I casi d'uso che verranno esplorati sono di grande rilevanza tecnologica, sociale ed economica:
   a. Servizi Sanitari: la guida "porta a porta" dei pazienti all'interno di un percorso clinico, da casa sino all'ambulatorio all'interno dell'ospedale, tenendo conto di condizioni "dinamiche" quali disponibilità di mezzi pubblici (all'esterno) o code in ambulatorio (all'interno).
   b. Servizi pubblici: per la guida porta a porta dei cittadini sino all'ufficio pubblico di interesse (ad esempio l'ufficio anagrafe).
   c. Percorsi culturali: percorsi culturali che si svolgono sia all'esterno che all'interno (dentro musei).
   d. Gestione delle manutenzioni: a supporto di tecnici manutentori nell'individuazione all'interno di edifici di apparecchi che richiedono attività di manutenzione.
   e. Condivisione di strumenti: ad esempio per la localizzazione di attrezzature all'interno di edifici che consentano meccanismi più flessibili di condivisione tra diversi uffici, dipartimenti ecc.

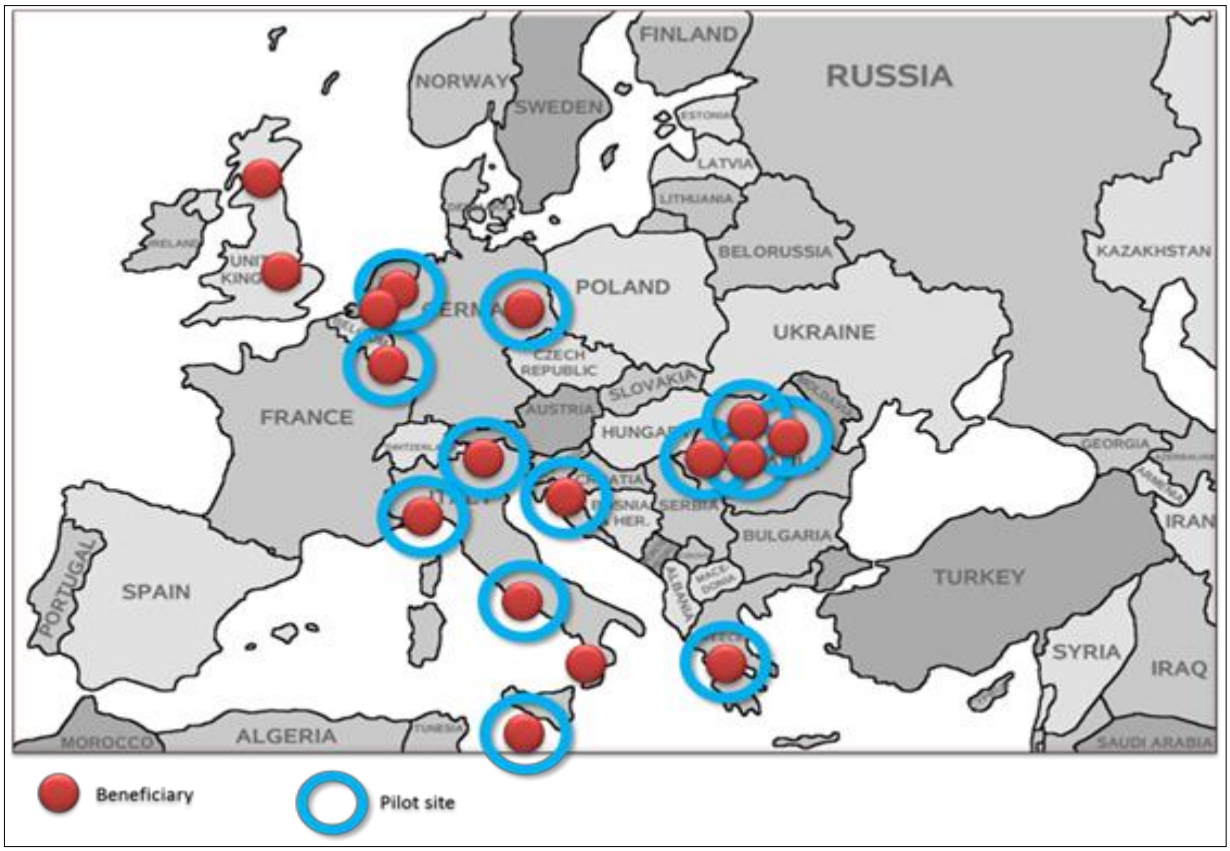


Figura 1 - mappa dei partner di i-locate.

2.1 Il GIS come elemento portante di "i-locate"

Da qualche anno a questa parte, si sta assistendo ad una progressiva evoluzione dei sistemi GIS che stanno progredendo dal loro originario ruolo di gestore di territori a quello di gestione urbana fino ai più moderni ed evoluti concetti di "Site Geography" e "Building Geography", fino al nuovissimo concetto di "indoor GIS" che sarà ampiamente impiegato nel progetto **"i-locate"**.
Quando si devono gestire dati interni ed esterni ad un immobile oppure si deve gestire un'opera che ha rilevanza territoriale (grandi infrastrutture come porti, aeroporti, strade, piste ciclabili, reti tecnologiche, ecc.) allora, in quel caso, la scelta tecnologica ricade obbligatoriamente sul GIS, che risulta essere l'unica opzione in grado di consentire la scalabilità continua dal mondo al singolo oggetto territoriale.
I dati spaziali che sono nei geodatabase GIS derivano spesso da rilievi aerofotogrammetrici, da fotogrammetrie, da rilievi GPS (Global Positioning System); pur essendo dati spesso molto precisi ed accurati, essi non contengono informazioni di alcun tipo sull'interno degli edifici stessi. Queste "non informazioni" sono dei veri e propri "buchi" conoscitivi nel tessuto informativo.
Quel che è peggio è che tali "buchi" sono in corrispondenza dei luoghi (lavoro e di residenza) dove la gente trascorre la maggior parte del loro tempo ma anche dove si concentrano importantissimi investimenti finanziari.
Il GIS ha in se le capacità di fornire modelli di scenari complessi che includono la visualizzazione multidimensionale: 3D (spazio), 4D (tempo) e 5D (denaro), per integrare le informazioni provenienti da tutte queste dimensioni spaziali e temporali ed economico/finanziari.
ESRI è da sempre impegnata su questi fronti di innovazione e ricerca; nel GIS indoor, ad esempio con i concetti di Indoor mapping, floorplan mapping, 3D visualization, Indoor positioning, Indoor locating, Indoor routing and analysis, indoor asset tracking, Gis for Facilities,ecc.
Per questi motivi ESRI riveste un ruolo importantissimo di primo piano nel progetto **"i-locate"** ed è membro fondamentale dell'Advisory Board.

2.2 L'Advisory Board di "i-locate"

L'Advisory Board di **"i-locate"** è costituito da esperti di alto livello appartenenti ad da Aziende ed Enti di elevatissima importanza a livello internazionale del mondo del GIS, degli standard, dei database, delle telecomunicazioni, della sicurezza; essi forniranno suggerimenti non vincolanti e raccomandazioni sulle attività del progetto a livello strategico.
L'AB si riunisce almeno una volta l'anno, fisicamente o virtualmente; la prima riunione dell'Advisory Board si è già svolta a fine gennaio 2014 durante il meeting internazionale tenutosi a Rovereto (TN) per il kick-off del progetto **"i-locate"**.

Nella figura sottostante si può vedere l'elenco iniziale dei soggetti partecipanti alla prima versione dell'AB; questo primo elenco potrà essere successivamente esteso nel corso del progetto attraverso il coinvolgimento di altri membri.

Oltre al fondamentale compito di indirizzo e supervisione delle attività, l'AB ha anche il compito di trasmettere e di favorire una visione prospettica europea e globale; i membri dell'Advisory Board mettono a disposizione il loro qualificato patrimonio di esperienze e contribuiscono anche a svolgere un ruolo di networking con altre Aziende, Istituzioni ed Enti.

2.3 Il contributo di ESRI

ESRI ITALIA riveste un ruolo estremamente importante nel progetto **"i-locate"**.
Infatti, come membro fondamentale dell'Advisory Board, darà, nel dominio del GIS, il contributo essenziale in termini di indirizzo e di supervisione del progetto; avrà anche un indispensabile ruolo di guida e di orientamento delle scelte tecnologiche che si andranno ad adottare.
Gli esperti GIS messi a disposizione da ESRI ITALIA daranno un contributo essenziale sia dal punto di vista tecnologico ma anche di dominio, suggerendo ed indirizzando le modalità di realizzazione dell'infrastruttura a servizi sulla quale verranno realizzate le tecnologie middleware di **"i-locate"**.

3. Benefici attesi

Da **"i-locate"** ci si attende importanti ritorni di carattere economico, occupazionale, sociale e di prestigio.
Dal punto di vista economico vi saranno due importanti ricadute: la prima è dovuta al budget del progetto stesso, che porterà in Italia circa 2 milioni di euro di cui 1,7 in Trentino (finanziati al 50%); La seconda sarà indotta dalla buona riuscita del progetto e porterà lavoro per tutte le aziende che installeranno/manuterranno i sistemi di localizzazione indoor e che produrranno i servizi relativi. Dal punto di vista dell'occupazione, prevediamo, durante lo svolgimento del progetto, non solo il mantenimento dell'occupazione ma anche una crescita, indotta dalle opportunità anche internazionali.
Il prestigio del Trentino e dell'Italia vengono rafforzati per il ruolo estremamente importante che essi rivestono nel progetto a livello europeo; ciò rafforza decisamente la già ottima reputazione e della nostra Provincia e dell'Italia.

Infine, dal punto di vista sociale, l'introduzione di queste tecnologie porterà miglioramenti significativi sia al singolo cittadino che alla pubblica amministrazione in generale. Così come avvenne anni fa con la diffusione delle tecnologie GPS per la navigazione stradale, **"i-locate"** migliorerà la qualità della vita anche del comune cittadino, visto che, statistiche alla mano, passiamo quasi il 90% della nostra vita all'interno di spazi indoor. La P.A., sia essa sanità, sociale, culturale, amministrativa, potrà innovarsi migliorando sensibilmente la propria organizzazione, ottimizzando i propri processi ed il flusso di persone all'interno delle proprie strutture, con vantaggi diretti ed indotti difficilmente quantificabili in questo momento.

FBK Fondazione Bruno Kessler
dott. Claudio Eccher
Researcher
e-mail: cleccer@fbk.eu
Via Sommarive 18,
38123, Povo, (TN)

Trilogis srl.
Ing. Giuseppe Conti
CTO & EU Project Manager
giuseppe.conti@trilogis.it
Via F. Zeni, 8
38068 Rovereto (TN)

ATAC: IL GIS AL SERVIZIO DELLA SOSTA

AUTORI

Flaminia Leggeri – Atac S.p.a. - flaminia.leggeri@atac.roma.it
Patrizia Micheli – Atac S.p.a. - patrizia.micheli@atac.roma.it
Annalisa Perla – Atac S.p.a. - annalisa.perla@atac.roma.it
Francesca Spagnoli – Atac S.p.a. - francesca.spagnoli@atac.roma.it

Parole chiave: Atac; GIS; sistema tarrifario; MyCicero

ABSTRACT

Uno degli obiettivi di ATAC, è quello di fornire informazioni sul servizio di trasporto pubblico da lei operato ad un bacino di utenza sempre più vasto.
I servizi di infomobilità attualmente a disposizione sono molteplici, i principali sono presentati agli utenti attraverso il portale di Atac, strumenti di ausilio per muoversi nella città.
Con l'intento di estendere le informazioni ad un pubblico sempre più vasto Atac sta sviluppando un nuovo servizio rivolto agli utenti automobilisti: l'uso di una piattaforma per il pagamento della sosta tariffata su strada (le cosiddette "strisce blu") attraverso smartphone, cellulare o telefono. Insieme a tale iniziativa si è deciso di sviluppare una nuova rappresentazione spaziale al fine di offrire un servizio visivamente sintetico sulle regole della sosta tariffata su strada (Strisce Blu).

1. Progetto

Nell'ambito dell'infomobilità a cui Atac si sta dedicando già da diversi anni, uno degli obiettivi è quello di fornire, ad integrazione delle informazioni sul servizio di trasporto pubblico dato dall'Azienda, servizi informativi puntuali per aiutare l'utente a gestire gli spostamenti urbani attraverso soluzioni di viaggio intermodali, facilitando la fruizione integrata dei diversi mezzi di trasporto. Rientra in quest'ottica la proposizione di una piattaforma per il pagamento facilitato della sosta tariffata su strada collegata ad un borsellino elettronico utilizzabile attraverso dispositivi mobili (smartphone o cellulari). Per chi possiede uno smartphone il servizio di infomobilità reso, oltre a consentire il pagamento dei parcheggi su strada, fornisce anche altre funzionalità che permettono di identificare il parcheggio più vicino e visualizzare le aree di sosta di interesse attraverso una mappa dedicata.
Arriva il nuovo sistema atac.sosta, in questa fase sperimentale gestito dalla piattaforma MyCicero, ma aperto e disponibile anche per altri provider. Completate la semplice procedura di registrazione al servizio MyCicero e pre-caricato il borsellino elettronico gestito da tale servizio tramite Carta di Credito, Postepay o con PagOnline Unicredit, l'automobilista può quindi, avviare la sosta con un semplice clic indicando la durata prevista ed utilizzando la sua posizione come determinata e visualizzata sulla mappa attraverso il GPS; se non hai il GPS può indicare la via o, se non conosce la via, rilevare il numero della zona nel parcometro più vicino. La sosta può essere prolungata o terminata in anticipo rispetto alla previsione inserita.

Gli ausiliari del traffico Atac possono verificare l'avvenuto pagamento del cliente inserendo il numero di targa della vettura in sosta sul palmare in loro dotazione, riscontrando in tempo reale la regolarità del pagamento.
Sul Portale di ATAC si disporrà di una mappa di dettaglio con informazioni mirate ad agevolare la scelta preventiva dell'utente sulla zona di sosta verso cui dirigersi, individuando chiaramente le tariffe applicate a ciascuna area e dando la possibilità di visualizzare le eccezioni tariffarie per periodo e per fascia oraria, oltre alle tariffe agevolate applicabili, qualora questo sia previsto (Fig. 1). Tale rappresentazione spaziale dettagliata delle aree coinvolte permetterà inoltre ad Atac di eseguire geoanalisi volte ad ottimizzare e semplificare l'offerta agli utenti.
A Roma i posti auto a pagamento delimitati dalle strisce blu sono circa 76 mila e 200. La lunghezza complessiva degli spazi, che sono quasi tutti nei quartieri centrali è di oltre 39 chilometri. La tariffa è ad ore ed il controllo è affidato a circa 220 ausiliari dell'Atac.

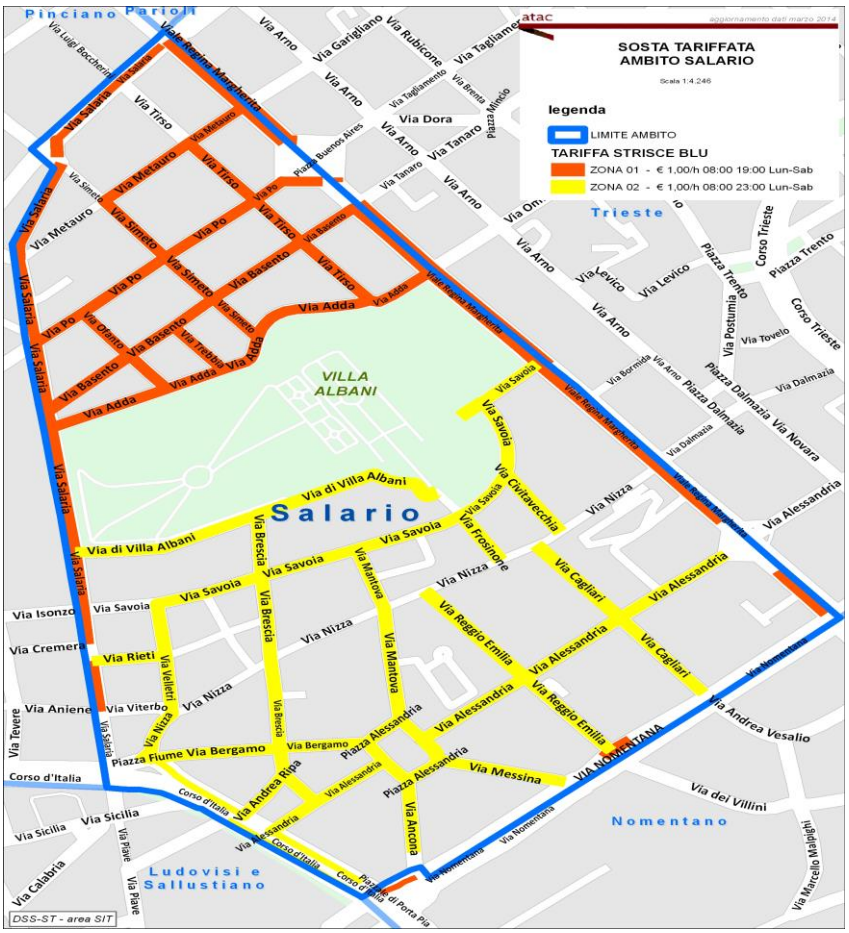


Figura 1 – Esempio Sosta Tariffata.

2. Presentazione Azienda

L'ATAC, azienda del trasporto pubblico operante a Roma, con circa 12 mila dipendenti, in seguito alla fusione con Met.Ro S.p.A. e Trambus S.p.A. (1° gennaio 2010), è oggi una delle più grandi aziende di trasporto pubblico attualmente operanti in Europa (la prima in Italia).

3. Il SIT di ATAC

Il progetto che ha portato ATAC alla realizzazione del Sistema Informativo Territoriale parte nel 1997 giungendo a compimento alla fine del 2000. L' Area SIT che si occupa di tutti gli aspetti legati alla produzione, gestione e manutenzione di una base dati territoriale, nasce in ATAC nel 2000. Da allora il SIT è diventato 'protagonista' di attività e processi aziendali che prevedono un'interazione con il territorio. Uno degli obiettivi di ATAC è quello di fornire informazioni ad un bacino di utenza sempre più vasto, in quest'ottica, negli ultimi anni, si è cercato di migliorare sia la quantità che la qualità delle informazioni cercando di migliorare l'integrazione grafica dei servizi aumentando anche la dimensione della mappa e fornendo all'utente finale una user experience più moderna e conforme ai sistemi di web mapping disponibili su Internet. L'Area SIT raccoglie dalle varie Direzioni di ATAC, da Roma Agenzia per la Mobilità e da altri enti, informazioni riferibili al territorio e provvede a georeferenziarle e integrarle in una base dati accessibile in rete e disponibile all'utenza. Il data base del SIT comprende una grande varietà di livelli (layer), alcuni ad esclusivo uso interno, altri accessibili agli utenti mediante applicazioni web appositamente realizzate.
Nel SIT di ATAC sono presenti una molteplicità di informazioni relative alla rete del Trasporto Pubblico e Privato; il database viene continuamente aggiornato e arricchito di nuove informazioni. L'obiettivo primario è rendere disponibili le informazioni agli utenti attraverso strumenti di consultazione che siano facilmente utilizzabili. A tale scopo verrà resa disponibile sulla piattaforma Atac "ViaggiaCon" un'informazione aggiuntiva il più possibile dettagliata sulla sosta tariffata riportando dove è presente e con le varie tipologie di tariffa.

4. Conclusioni

L'informazione all'utenza rappresenta uno dei primi obiettivi dell'azienda e su cui Atac sta lavorando da anni. L'Azienda si sta muovendo per arricchire la piattaforma di comunicazione con strumenti innovativi in grado di fornire informazioni in tempo reale. Sono stati sviluppati ed implementati numerosi sistemi e servizi d'Infomobilità, le informazioni all'utenza sul trasporto, quali sulla sosta su strada e la sosta di scambio, sul sistema tariffario, orari e percorsi delle linee di superficie, sulle frequenze dei passaggi delle metropolitane, su eventuali variazioni o interruzioni temporanee del servizio, e quanto correlato con la mobilità possono essere acquisite attraverso i canali informativi quali: stampa ed editoria, web, comunicazione diretta (es: sportello al pubblico) e comunicazione audio e video. L'esperienza maturata negli anni ha portato ad investire tempo e risorse per migliorare servizi di Infomobilità con l'intento di soddisfare le esigenze e le aspettative dell'utente con applicazioni di facile utilizzo e che siano il più possibile di ausilio per l'utente: di questi sforzi il sistema ViaggiaconATAC e la mappa spaziale della sosta tariffata oggi presentata sono solo gli ultimi esempi.

Altre Informazioni

Software Utilizzati:

Tipo	Software	Produttore
Client GIS	ArcGIS 10.1(ArcInfo, Arcview)	ESRI
Web GIS	ArcGIS Server	ESRI
Gestione Database GIS	ArcSDE	ESRI

Mappatura del Campus di Ateneo mediante dispositivi mobili

AUTORI

Mattia De Amicis - Università Milano Bicocca - mattia.deamicis@unimib.it
Fabio Olivotti - Università Milano Bicocca - fabio.olivotti@unimib.it
Stefano Roverato - Università Milano Bicocca - stefano.roverato@unimib.it
Alice Mayer - Università Milano Bicocca - alice.mayer@unimib.it

Parole chiave: Collector; Web-GIS; Participatory GIS; Smart Cities

ABSTRACT

Recentemente la potenza e l'efficacia dei Web-GIS è aumentata sempre più con la diffusione dei dispositivi mobili dotati di GPS in grado di supportare applicazioni che acquisiscono in tempo reale dati geografici in formato vettoriale. Lo scopo di questo lavoro è stato la predisposizione di una mappa online del Campus dell'Università Milano Bicocca contenente tutti i dati riguardanti la posizione di servizi, trasporti, luoghi di svago e ristorazione, con le relative informazioni descrittive e fotografiche. Mediante l'utilizzo della app ESRI Collector, l'acquisizione dei dati può essere effettuata simultaneamente da diversi operatori direttamente sul campo; in questo caso è stata affidata agli studenti aggiungendo una finalità didattica al progetto. Partendo da un Geodatabase Enterprise ospitato su un server si è arrivati alla pubblicazione e condivisione della mappa mediante la piattaforma ArcGIS Online. Grazie al software Arcgis Server la mappa comunica direttamente con il geodatabase: di conseguenza qualunque dato acquisito sul campo viene visualizzato sulla mappa e archiviato nel geodatabase. Nell'ambito del concetto di "Smart Cities", questa modalità partecipativa di gestione di dati spaziali si rivela un potente strumento per la visualizzazione, la gestione e l'acquisizione di dati georeferenziati, in grado di coinvolgere l'intera comunità a qualsiasi livello e in qualunque contesto.

1. Introduzione

La possibilità di acquisire dati geospaziali tramite dispositivi mobili permette di raccogliere un elevato numero di informazioni direttamente sul campo con un'elevata accuratezza e coinvolgendo contemporaneamente più soggetti. L'archiviazione di tali dati all'interno di tabelle mediante l'utilizzo di database geografici (geodatabase) permette un'organizzazione efficace ed ordinata di tutte le informazioni acquisite.

2. Il sistema di acquisizione

Il sistema di acquisizione proposto è composto da:

1. Un Geodatabase Enterprise installato su una istanza server che permette di archiviare e organizzare i dati raccolti secondo un preciso schema logico e permette la loro successiva visualizzazione e interrogazione;

2. I Servizi Web con accesso diretto (Feature Access) ai dati archiviati sul Geodatabase. Questi servizi vengono attivati e condivisi sul web mediante il software ArcGIS Server;
3. Le Mappe Online, in cui vengono richiamati i Servizi Web, create sulla piattaforma ArcGIS Online e condivise con differenti permessi di accesso ai dati;
4. La Mobile App ESRI Collector che visualizza le mappe create su ArcGIS Online e ne permette la modifica.

Nei paragrafi successivi viene spiegato come questi quattro punti sono stati sviluppati per creare, attraverso un sistema efficace di raccolta dati, un WebGIS partecipativo.

2.1 Creazione del geodatabase

Il primo passo nella creazione del geodatabase è la definizione della sua struttura in funzione della tipologia di dati che si andranno a raccogliere. Per la mappatura del Campus dell'Università Milano Bicocca i dati sono stati suddivisi secondo quattro diverse tipologie: bar e i ristoranti (Food And Beverage), servizi (Services), trasporti (Transport) e luoghi di ricreazione (Recreation). Per ognuna delle quattro tipologie di dati, raccolti in forma puntuale, è stata creata una tabella (Feature Class) all'interno di un geodatabase di tipo Enterprise. Il Geodatabase Enterprise è stato creato e installato su una istanza server di Microsoft SQL Server 2012 mediante un apposito tool del software ESRI ArcMAP. Accanto alle 4 feature classes di tipo puntuale ne sono state create altre due di tipo poligonale pensate per contenere i dati spaziali relativi ai confini dei poli territoriali e alle piante degli edifici. Mentre le point feature classes sono tabelle vuote che verranno popolate con i dati raccolti dagli operatori, le polygon feature classes contengono informazioni di base ricavate dalle piante catastali dei poli universitari e non verranno modificate dagli operatori ma solo visualizzate con la mappa di base. Dato che l'acquisizione della posizione geografica degli elementi da mappare verrà effettuata con dispositivi mobili dotati di GPS, il sistema di coordinate scelto per la rappresentazione geografica dei dati è lo standard internazionale WGS 84 (EPSG 4326).
Per facilitare la raccolta delle informazioni relative all'elemento mappato sono stati creati all'interno del geodatabase dei domini: essi contengono al loro interno tutti i valori che un determinato campo può assumere. Sono stati definiti quattro differenti domini, uno per ogni point feature class, e sono stati applicati al campo TIPOLOGY che identifica la sotto-tipologia di elemento mappato in ognuna delle quattro feature class (Tabella 1). In questo modo l'operatore che andrà a raccogliere i dati non sarà libero di inserire in tale campo ciò che vuole, ma sarà vincolato a scegliere tra gli elementi presenti in una lista (dominio), evitando di uscire dalla classificazione precedentemente definita.

Tabella 1 - Elenco delle feature class create per la raccolta dei punti con i relativi domini assegnati al campo "Tipology".

FEATURE CLASS (Point)	DOMINIO
Food And Beverage	Bar
	Restaurant
	Take-away
	Refectory
	Other
Transport	Train
	Subway
	Bus/Tram
	Other
Services	Bank/ATM
	Post Office
	Health & Care
	Library and Bookshop
	Typing Office
	Supermarket

	Hotel/Hostel/B&B
	Other
Recreation	Park & Garden
	Sport facilities
	Cinema & theater
	Cultural Facilities

Inoltre il tipo di campo da usare è stato scelto in funzione dei dati che vi verranno inseriti: “short integer” per i numeri interi, “float” per numeri interi o decimali e “text” per le stringhe alfanumeriche (Figura 1).

Field Name	Data Type
OBJECTID	Object ID
name	Text
tipology	Text
address	Text
opentime	Text
telephone	Long Integer
note	Text
email	Text
accuracy	Double
image	Text
storetime	Date
SHAPE	Geometry

Figura 1 - Descrizione dei campi creati per le feature classes e le relative tipologie.

Attraverso la creazione delle tabelle degli allegati (attachment) all’interno di ArcMap è stato possibile allegare elementi multimediali (fotografie) che descrivono ulteriormente i punti raccolti. Questi file, grazie ad un sistema di tabelle e relazioni fra di esse, vengono archiviati direttamente all’interno del geodatabase Enterprise.
Infine, grazie alle enormi potenzialità legate all’utilizzo di un database interrogabile tramite SQL, è possibile inserire funzioni automatiche di background a livello di database (trigger) attraverso semplici comandi in linguaggio SQL. In particolare è stata applicata al campo “storetime” delle point feature classes una funzione trigger che permette l’inserimento automatico della data (giorno e ora) del momento in cui ogni singolo dato viene acquisito o modificato nel database.

2.2 Pubblicazione del servizio di accesso diretto al geodatabase (Feature Access)

È stato creato un file di progetto (.mxd) in cui sono state inserite le diverse feature classes del geodatabase. I nuovi layer sono stati personalizzati graficamente e alcuni campi delle feature classes sono stati impostati come campi di sola lettura in modo da renderli visibili in caso di interrogazione ma invisibili all’operatore nelle fasi di acquisizione e modifica di un punto. Per esempio il campo “storetime”, che viene compilato automaticamente dal trigger, risulta unicamente consultabile mediante l’interrogazione del punto ma non può essere né modificato né inserito in fase di acquisizione.
Il progetto è stato successivamente caricato sul server e pubblicato come servizio accessibile dal web, attivando inoltre la funzionalità di accesso diretto al geodatabase (Feature Access). Dato che il sistema di raccolta dei dati verrà adoperato sia da operatori non esperti (ad esempio gli studenti) che dal personale tecnico del laboratorio, sono stati creati due servizi differenti con differenti possibilità di accesso ai dati contenuti nel geodatabase. Un servizio chiamato “Editor” permette l’acquisizione, la modifica, l’interrogazione e l’eliminazione degli elementi presenti nel geodatabase, mentre un servizio “User” permette unicamente l’acquisizione di nuovi dati e l’interrogazione di quelli già archiviati. Questa doppia strada consente di ottenere due mappe collegate allo stesso geodatabase ma con permessi di accesso differenti.

2.3 Pubblicazione della mappa sulla piattaforma ArcGIS Online

La piattaforma ArcGIS Online permette agli utenti registrati di creare mappe condivisibili sul web, pertanto è stato possibile richiamare sul portale Arcgis Online dell'Università Milano Bicocca i due servizi di Feature Access attivati in precedenza sul server del laboratorio, inserendo unicamente il loro indirizzo URL all'interno di due nuove mappe. Tali mappe risultano quindi essere la visualizzazione grafica e spaziale del Geodatabase Enterprise, al quale sono direttamente collegate con differenti permessi di accesso.
Dato che le polygon feature classes, riguardanti i poli territoriali e le piante degli edifici dell'Università, non devono essere modificabili e non prevedono la raccolta di ulteriori elementi, è stata disattivata, direttamente da ArcGIS Online, la possibilità di modificare tali features.
Le due mappe sono state infine condivise in due diversi gruppi creati dall'organizzazione: in questo modo solo chi viene autorizzato a far parte di uno di questi gruppi può visualizzarle. Per esempio uno studente verrà inserito nel gruppo in cui è stata condivisa la mappa che contiene il servizio "User" con la quale avrà unicamente la possibilità di inserire nuove features o di interrogare quelle presenti, mentre un utente più esperto verrà invece inserito nel gruppo in cui è stata condivisa la mappa con il servizio "Editor", la quale ha anche i permessi di modifica ed eliminazione delle features.
Una volta pubblicate e condivise, le mappe sono già consultabili ed eventualmente modificabili dalla piattaforma ArcGIS Online, il passo successivo consiste nella loro visualizzazione attraverso la mobile App ESRI Collector.

2.4 Visualizzazione della mappa su Collector e test del sistema

Una volta installata l'app Esri Collector su un dispositivo mobile (smartphone o tablet) dotato di GPS è possibile, attraverso il login con le proprie credenziali di accesso di ArcGIS online, visualizzare e caricare le mappe presenti nei gruppi ai cui si è iscritti.
Questa App permette di raccogliere nuove feature direttamente sul campo acquisendo la posizione geografica mediante le coordinate fornite dal sistema GPS presente nel dispositivo.
Le principali fasi di raccolta dei dati con il Collector (Figura 2) sono le seguenti:

- Scelta della feature class nella quale raccogliere il dato geospaziale;
- Correzione manuale (se necessaria) della posizione del dato sulla mappa poiché l'accuratezza della misurazione GPS varia da dispositivo a dispositivo e varia a seconda del luogo e delle condizioni ambientali nel punto della misurazione;
- Compilazione dei campi della Attribute Table del dato raccolto: vengono visualizzati tutti i campi della Attribute Table che sono modificabili (sono quindi esclusi quelli impostati come "read-only");
- Nei campi per quali sono stati previsti dei domini (nel nostro caso il campo "tipology") comparirà un menu a tendina attraverso il quale si potrà scegliere fra una lista valori preimpostati;
- Aggiunta di un file allegato (es. una foto precedentemente memorizzata o una foto scattata al momento con lo stesso dispositivo);
- Invio delle informazioni direttamente al Geodatabase.

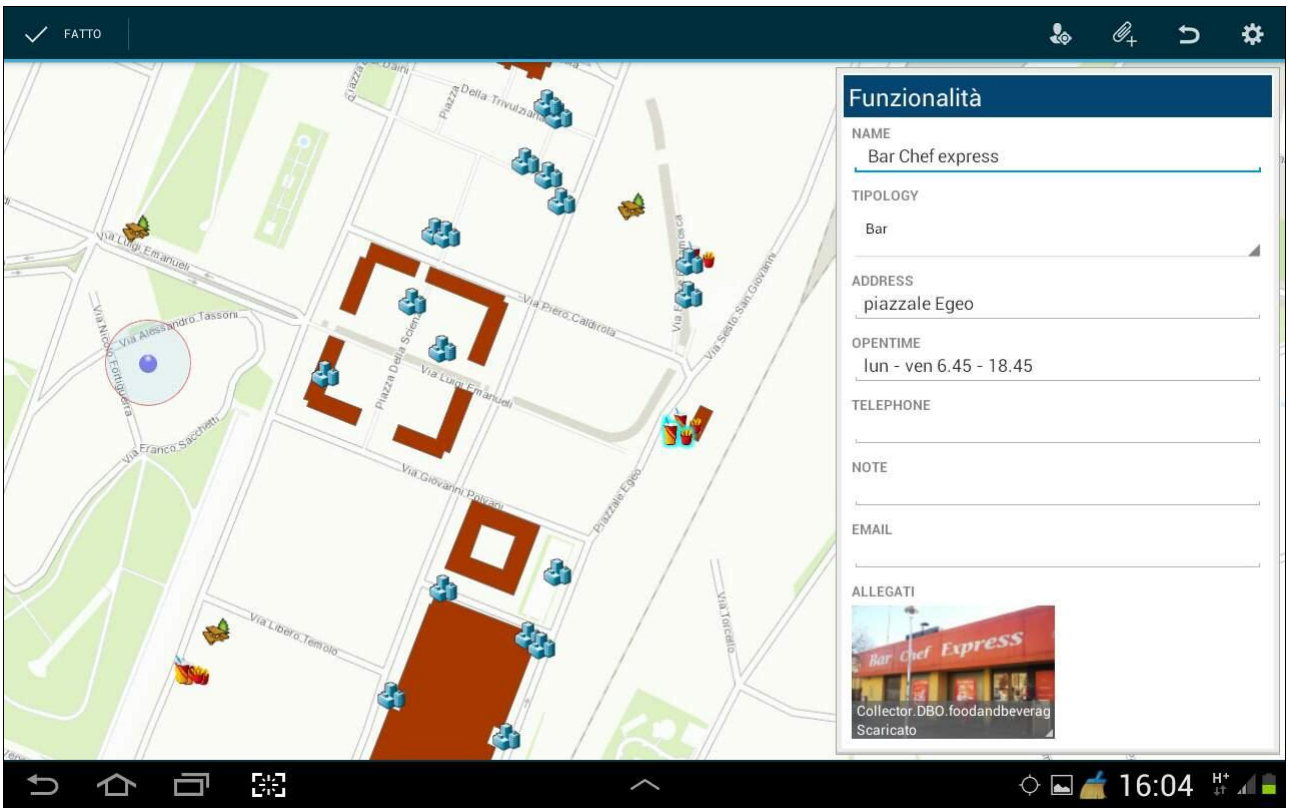


Figura 2 - Visualizzazione della Mappa del Campus attraverso l'app Collector installata su un tablet Android

Per verificarne la semplicità di comprensione e di utilizzo, e per avere la certezza che i dati vengano raccolti correttamente nel geodatabase, il sistema di raccolta dati attraverso l'app Esri Collector è stato testato sul campo coinvolgendo gli studenti del corso di laurea in Scienze e Tecnologie per l'Ambiente e per il Territorio.
La fase di test ha avuto esito positivo: gli studenti sono stati in grado di raccogliere dati in modo autonomo, popolando direttamente il geodatabase collegato alla mappa pubblicata su ArcGIS Online.
La mappa è quindi direttamente consultabile online da parte del pubblico e con poche semplici operazioni può essere incorporata in una qualunque pagina web consentendo la facile e veloce creazione di un portale web del Campus.

3. Conclusioni

Con questo lavoro si è voluto proporre un metodo per utilizzare i moderni sistemi informativi territoriali per raccogliere dati geospaziali sul campo e pubblicarli direttamente su una mappa online. Lo schema metodologico proposto per creare la mappa del Campus universitario è molto versatile, e si può adattare alle esigenze di altri futuri progetti, anche in ambiti molto differenti. Al termine di questo lavoro si evidenziano come punti cardine due elementi in particolare: il primo è il Geodatabase Enterprise, che permette di contenere grandi quantità di informazioni e di comunicare in remoto con più utenti contemporaneamente. Il secondo è invece la piattaforma Arcgis Online, di recente sviluppo, che fa da ponte tra il geodatabase e l'utente finale, permettendo la comunicazione fra i due. La stessa piattaforma consente non solo di poter operare in tempo reale con i dati, ma anche di pubblicarli direttamente nel web. L'utilizzo di strumenti come quelli descritti permetterà di rivoluzionare le fasi di raccolta e di pubblicazione dei dati, che fino ad ora sono sempre state complesse e laboriose, e che in futuro diventeranno sempre più facili e soprattutto veloci.

Bibliografia

Goodchild, M. F. (2007a). Citizens as voluntary sensors: Spatial data infrastructure in the world of Web 2.0, *International Journal of Spatial Data Infrastructures Research*, 2, 24–32.

Goodchild, M. F. (2007b). Citizens as sensors: The world of volunteered geography, *GeoJournal*, 69(4), 211–221.

Abbot, Jo, Chambers, R., Dunn, C., Harris, T., de Merode, E., Porter, G., Townsend, J., Weiner, D. (1998). Participatory GIS: opportunity or oxymoron?, PLA Notes 33: 27-33, International Institute for Environment and Development, London.

Rouse, J.L., Bergeron, S., Harris, T., (2007). Participating in the Geospatial Web: Collaborative Mapping, *Social Networks and Participatory GIS*, Pages: 153-158.

Komninos, N. (2002). Intelligent cities: innovation, knowledge systems and digital spaces, Spon Press: London.

Komninos, N. (2006, July). The architecture of intelligent clities: Integrating human, collective and artificial intelligence to enhance knowledge and innovation. In Intelligent Environments, 2006. IE 06. 2nd IET International Conference on (Vol. 1, pp. 13-20). IET.

Il Geoportale dei Progetti Sismologici DPC-INGV 2012-2013

AUTORI

Maurizio Pignone - Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - maurizio.pignone@ingv.it
Pierluigi Cara - Dipartimento della Protezione Civile - pierluigi.cara@protezionecivile.it
Raffaele Moschillo - Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - raffaele.moschillo@ingv.it

Parole chiave: progetti sismologici; geoportale; protezione civile

ABSTRACT

Dopo la sperimentazione realizzata per il Progetto S1 della Convenzione 2007-2009, l'Allegato C "Approfondimento delle conoscenze" dell'Accordo Quadro DPC-INGV 2012-2021 ha previsto che: "la consegna dei prodotti di tutti i progetti sia veicolata attraverso un portale dedicato in cui prevedere la realizzazione di un database generale che permetta anche una restituzione in ambiente GIS dei prodotti cartografici". Per i Progetti Sismologici le attività per l'informatizzazione dei prodotti delle UR hanno portato alla realizzazione di una infrastruttura di dati territoriali (Spatial Data Infrastructure) che consente la gestione, la visualizzazione e la distribuzione dei dati geografici in diversi formati e in diverse modalità. Per facilitare l'accesso a tale infrastruttura è stato sviluppato un geoportale. Il geoportale contiene gli strumenti per ricercare tutti i dataset (layers) prodotti dalle UR attraverso i metadati associati e di gestire la visualizzazione nei diversi formati di output seguendo gli standard internazionali (WMS, WFS, CSW, KML, map services, XML) e con diversi software ed applicazioni sia commerciali che open-source. Le attività sono state realizzate da un Gruppo di Lavoro DPC-INGV e sono tutt'ora in fase di completamento.

1. Premessa

L'Allegato C "Approfondimento delle conoscenze" dell'Accordo Quadro tra Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) e il Dipartimento della Protezione Civile (DPC) 2012-2021 affida all'INGV il coordinamento di progetti di ricerca in ambito sismologico e vulcanologico finalizzati al conseguimento di specifici obiettivi di interesse di protezione civile da svolgere in parte con risorse interne all'INGV e in parte promuovendo il contributo della comunità scientifica esterna. Per il biennio 2012-2013 sono stati 3 i Progetti Sismologici (Progetti S) sviluppati con le seguenti tematiche:

- Progetto S1, Miglioramento delle conoscenze per la definizione del potenziale sismogenetico;
- Progetto S2, Validazione della pericolosità sismica mediante dati osservati;
- Progetto S3, Previsione a breve termine dei terremoti.

Dopo la sperimentazione realizzata per il Progetto Sismologico S1 della precedente Convenzione 2007-2009, l'Allegato C dell'Accordo Quadro 2012-2021 ha previsto che la consegna dei prodotti di tutti i progetti fosse veicolata attraverso un portale dedicato in cui prevedere la realizzazione di un database generale che permettesse anche una restituzione in ambiente GIS dei prodotti cartografici. Per queste attività, in particolare per i progetti S, è stato costituito un **Gruppo di Lavoro DPC-INGV** con l'obiettivo di

creare un **database geografico dei prodotti di consegna (deliverables) delle unità di ricerca** contenenti le informazioni direttamente o indirettamente collegate ad entità aventi componente geografica. Questa attività ha avuto come scopo principale quella di fornire al Dipartimento della Protezione Civile non solo dei risultati scientifici, ma una vera e propria **banca dati geografica** immediatamente integrabile all'interno delle strutture dati del DPC. La disponibilità dei risultati nei progetti all'interno del database geografico consente sia l'eventuale processo di arricchimento dei database esistenti (si tratta delle banche dati sismologiche di interesse per il DPC elencate nell'Allegato A "*Attività di servizio*" dell'Accordo Quadro DPC-INGV 2012-2021), sia la loro eventuale utilizzazione negli strumenti applicativi prototipali pre-operativi (si tratta degli strumenti citati nell'Allegato B "*Potenziamento delle attività di servizio*" dell'Accordo Quadro DPC-INGV 2012-2021).
Le attività per l'informatizzazione dei prodotti delle UR hanno condotto alla realizzazione di una **infrastruttura di dati territoriali** (*Spatial Data Infrastructure*) per la gestione, la visualizzazione e la distribuzione dei dati geografici in diversi formati e in diverse modalità, attraverso lo sviluppo di un **GEOPORTALE**. In questo portale sono contenuti gli strumenti per ricercare tutti i **dataset** (layers) prodotti dalle UR attraverso i metadati associati e per gestire la visualizzazione nei diversi formati di output seguendo gli standard internazionali (*WMS, WFS, CSW, KML, map services, XML*) e con diversi software ed applicazioni sia commerciali che *open-source*. Il caricamento dei dati nel database geografico e nel geoportale è ancora in corso e sono ancora da definire le politiche di accesso e di consultazione degli stessi.

2. La raccolta dati

I tre Progetti Sismologici sono caratterizzati da una molteplicità e da una variabilità dei prodotti delle unità di ricerca e questo ha comportato un'analisi approfondita per individuare i prodotti (*deliverables*) da inserire all'interno della banca dati geografica. I **coordinatori** dei Progetti S1, S2 e S3, con la collaborazione dei responsabili delle unità di ricerca, hanno creato un **elenco di *deliverables*** con componente geografica, definiti "***dataset***" o "***layer***". Per ogni *deliverable* è stato possibile avere uno o più *dataset* (*layer*); ad ogni dataset è stato associato un metadato con relativa scheda.
Sono stati sviluppati due **documenti** per guidare la consegna dei dati con componente geografica all'interno dei prodotti attesi e dei relativi metadati da parte delle unità di ricerca. Il primo documento è stato chiamato "**Linee Guida per la consegna dei dati**" contenente le specifiche relative alle possibili tipologie di file presenti suddivisi in 4 categorie principali: *file di testo, formati tabellari, formati geografici, rappresentazioni cartografiche*. Per ogni categoria è stata descritta la modalità di consegna del dato, i possibili formati ed estensioni, la formattazione, il contenuto informativo, il sistema di riferimento geografico. Nel documento sono state incluse anche alcune fondamentali indicazioni pratiche, frutto dell'esperienza maturata nella precedente esperienza del Progetto S1 della Convenzione DPC-INGV 2007-2009, per l'organizzazione e la compilazione dei dati all'interno dei singoli file.

Figura 1 - Documenti creati per la raccolta dei dati e dei metadati.

Il secondo documento è la **"Scheda Metadati"** realizzata secondo lo schema dei metadati conforme con la "*Guida operativa per la compilazione dei metadati **RNDT** sui dati in coerenza con il regolamento INSPIRE – Ver. 1.2*" realizzato dall'Agenzia per l'Italia Digitale (ex DigitPA) e con il Decreto 10 novembre 2011 "*Regole tecniche per la definizione del contenuto del Repertorio nazionale dei dati territoriali, nonché delle modalità di prima costituzione e di aggiornamento dello stesso*". La scheda è stata suddivisa in 8 sezioni ed in parte era già precompilata: la scheda metadati è stata associata ad ogni dataset (layer).

3. Il database geografico

Per la realizzazione della banca dati geografica si è scelta la tecnologia del GEODATABASE di ESRI ARCGIS nella sua versione 10.2. Questa scelta è stata supportata anche per la possibilità di sfruttare con questo modello le potenzialità della architettura ESRI per la pubblicazione e la condivisione dei dati su web. Dopo la fase di analisi svolta con i direttori dei singoli progetti, valutato il carico di lavoro collegato al caricamento dei deliverables dei progetti, è stata scelta la soluzione del **FILE GEODATABASE**.
Dal Geodatabase è stato possibile esportare i dataset in format **ESRI Shapefile**, formato pubblico e leggibile da tutti i software GIS client/server open source e proprietari.
La struttura del Geodatabase è stata definita parallelamente alla consegna dei dataset e dei relativi metadati. Contemporaneamente si è passati alla fase di caricamento dei dati, ad oggi ancora non ultimata.

4. Il Geoportale

I metadati, forniti secondo le specifiche indicate nel documento "**Scheda Metadati**", sono stati inseriti dal Gruppo di Lavoro nel catalogo dei metadati realizzato tramite l'**Esri Geoportal Server** e resi disponibili agli utenti attraverso un **GEOPORTALE** con una utenza appositamente concordata. L'Esri Geoportal Server è un prodotto free e open source per la realizzazione e gestione di portali dove pubblicare i metadati relativi alle proprie risorse geospaziali, aggiornato con le ultime specifiche fornite dall'Agenzia per l'Italia Digitale (ex digitPA), pubblicate a Febbraio 2013. Il Catalogo consente la ricerca testuale e/o geografica dei dati attraverso i metadati (discovery). Su ogni singolo metadato è possibile effettuare, inoltre, la visualizzazione dei dati sia attraverso un **GeoMapViewer** interno, che tramite i servizi di

mappa resi disponibili. Inoltre il catalogo consente l'interrogazione dei metadati anche da remoto tramite servizi CSW sia da sistemi client open o proprietari conformi agli standard OGC sia da interfacce geografiche di visualizzazione e diffusione dei datasets (WEBGIS) di cui DPC e INGV sono dotati. Attraverso il GEOPORTALE è possibile consultare ed eseguire ricerche sul catalogo, ad esempio, per parole chiave ed è anche possibile effettuare ricerche su altri cataloghi come quelli dell'ISPRA, RNDT, Ministero dell'Ambiente.

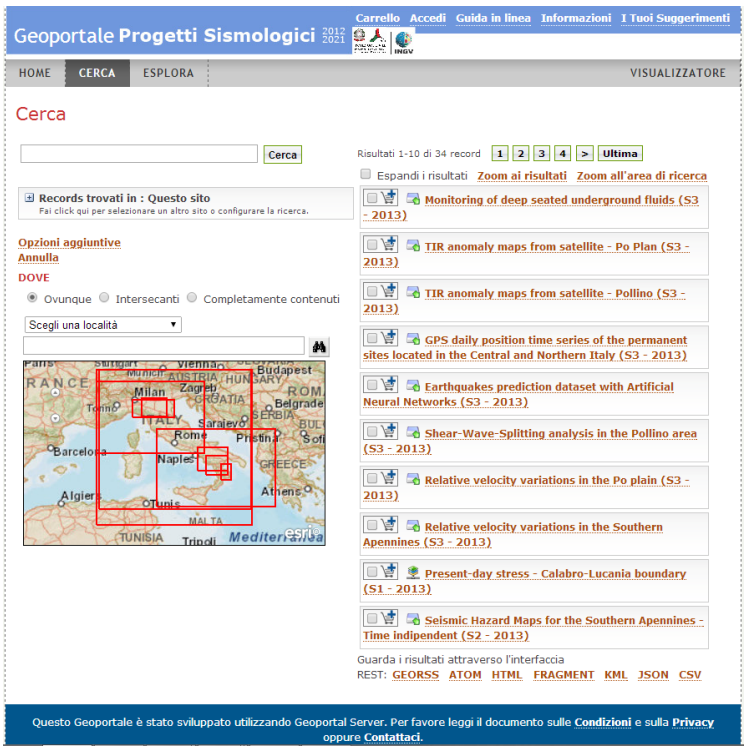


Figura 2 - Esempio di ricerca nel Geoportale.

Grazie alla personalizzazione fatta da EsriItalia, nel GEOPORTALE sono state estese altre funzionalità. Ad esempio, una volta effettuata una ricerca e selezionato un metadato, oltre a visualizzare una breve descrizione del dataset, è possibile eseguire diverse operazioni tra le quali:

- Visualizzare i dati nel GeoMapViewer;
- Eseguire un'anteprima;
- Aprire la scheda metadati del catalogo;
- Visualizzare i metadati in formato XML;
- Collegarsi al sito web del proprietario del dato;
- Visualizzare l'URL del servizio WMS (OGC, rel 1.3.0).

5. Il GeoMapViewer

All'interno dell'infrastruttura del GEOPORTALE è stata configurata e personalizzata una web application per la visualizzazione, l'interrogazione e la diffusione dei datasets contenuti nel geodatabase. Il **GeoMapViewer** è un viewer avanzato sviluppato con tecnologia Flex che si integra perfettamente con il Geoportale e con il quale è possibile visualizzare le risorse trovate o effettuare direttamente le ricerche, in un ambiente dinamico e moderno di visualizzazione e ricerca. L'interfaccia del GeoMapViewer è composta da diversi widgets che contengono numerose funzionalità per la visualizzazione, l'interrogazione, il caricamento e l'analisi dei datasets dei Progetti ed anche di dati geografici provenienti da altri database.

Figura 3 - L'interfaccia del GeoMapViewer.

Inoltre è possibile direttamente dal GeoMapViewer eseguire ricerche sul catalogo dei metadati dei Progetti S ed anche su altri cataloghi esterni come ad esempio quelli dell'ISPRA, del RNDT e del Ministero dell'Ambiente (Geoportale Nazionale).

6. Il Portale WEB e la distribuzione dei datasets come map services

Partendo dai datasets organizzati nel geodatabase sono in via di realizzazione i **servizi di mappa** (map services) partendo da viste geografiche dove i dati vengono classificati e tematizzati. I formati dei servizi di mappa sono compatibili con gli **standard internazionali** per la diffusione e la consultazione dei dati territoriali definita dall'**Open Geospatial Consortium**: Servizi WebMapService nella versione 1.3.0 (WMS), Servizi WebFeatureService (WFS), Keyhole Markup Language (KML), Servizi REST ArcGIS Server.
Sarà possibile caricare, visualizzare ed interrogare i dati in questi formati con qualunque software GIS sia commerciale che open source compreso **Google Earth**. Inoltre i WMS potranno essere richiamati da qualunque applicazione GIS su WEB (ad esempio ArcGIS.com) in modo da integrarli con altri WMS provenienti da diverse Banche Dati Geografiche come quelle dell'ISPRA, del Ministero dell'Ambiente e della stessa Protezione Civile.
E' possibile accedere agli URL dei singoli servizi direttamente dalla scheda metadati contenuta nel catalogo dei Progetti S o attraverso il portale WEB nella pagina DATI.
I map services, insieme al geoportale e al geomapvewer, saranno presto raggiungibili attraverso il **Portale WEB,** l'interfaccia per accedere alle varie applicazioni e risorse sviluppate dal **Gruppo di Lavoro** nell'ambito dell'informatizzazione dei prodotti di consegna dei Progetti Sismologici. Dalla Home Page sarà possibile accedere alle diverse sezioni.

Figura 4 - Portale web dei progetti Sismologici.

Riferimenti

Pignone M., Moschillo R., (2010). “Il Geodatabase dei deliverables del progetto S1”, Atti del 29° Convegno del GNGTS, http://hdl.handle.net/2122/6801.

Pignone M. e Moschillo R., (2011). “GEOSIS: dall’earthquake report al WEBGIS”, Quaderni di Geofisica INGV n. 94, ISSN 1590-2595, http://www.earth-prints.org/handle/2122/7495.

https://sites.google.com/site/progettisismologici/

http://www.esri.com/software/arcgis/geoportal

http://www.esri.com/software/arcgis/geodatabase

Piano di ricostruzione post-sisma: Il GIS per censire il danno

AUTORE

Antonia Fratino - Architetto Comune di Foligno - antonia.fratino@comune.foligno.pg.it - PhD in Protezione Civile e Ambientale Università Politecnica delle Marche

Parole chiave: Ricostruzione; danno ; mitigazione

ABSTRACT

Gli scenari possibili del post-terremoto, debbono essere tratteggiati a priori, pianificati per tempo, declinando, da un lato tempi e risorse in gioco, elementi di pianificazione strategica e dall'altro modi e azioni, elementi di pianificazione strutturale ed operativa, tentando di far derivare dall'esperienza accumulata, strategie e principi-guida, che non siano da reinventare a ogni evento, ma che si adattino di volta in volta, alle peculiarità del territorio colpito. Ciò potrebbe contribuire a predire il modello strategico delle azioni e delle priorità per la protezione da futuri eventi.
In questo ambito è stato analizzato il danneggiamento subito dal Comune di Foligno, uno dei territori più colpiti dal sisma 1997.
A distanza di oltre 15 anni dagli eventi, anche grazie ai dati oggi disponibili, è possibile fare un consuntivo tecnico, che consenta di comprendere con maggiore compiutezza, gli esiti sul territorio. In questa ottica la catalogazione dei dati all'interno di un geodatabase, ha consentito di contenere in un'unica struttura, informazioni diverse, suggerendo nuove e diverse analisi.
L'indagine condotta utilizzando il G.I.S. come strumento, ha consentito di aprire nuovi scenari, propedeutici ad avviare una concreta politica preventiva e mitigativa del rischio sismico.

1. Introduzione

Il 26 e 27 Settembre 1997 le regioni Umbria e Marche e in particolare le province di Perugia e Macerata, hanno subito un paio di eventi sismici di intensità medio-alta. Le due scosse, si sono verificate alle 02:33 e 11:40 con epicentro intorno a Colfiorito (Foligno, Pg). Il bilancio del sisma è pesante: undici vittime, centoquindici feriti e oltre ventimila sfollati nei 48 comuni colpiti. Una delle aree umbre maggiormente colpite è il Comune di Foligno.
A seguito dell'evento il 67% del patrimonio edilizio è risultato inagibile totalmente e/o parzialmente e un ulteriore 12% è risultato agibile solo dopo aver adottato provvedimenti per ristabilire la sicurezza.
La fragilità del tessuto urbano ha determinato come conseguenza diretta, un consistente disagio abitativo; una popolazione sfollata di oltre 22.000 abitanti.
L'osservazione degli effetti dei terremoti in Italia ha più volte evidenziato che il fattore determinante delle conseguenze prodotte, in termini di vittime e di danni, più che alla severità degli stessi sismi è dato dall'elevata vulnerabilità di gran parte del patrimonio edilizio, soprattutto quello dei centri storici.
I centri storici sono costituiti per la maggior parte da edifici in muratura, ma il contesto nel quale essi si trovano, sia sotto il profilo storico architettonico (valore del tessuto urbano, come patrimonio da conservare), che strutturale (interazione tra gli edifici che costituiscono un aggregato con effetti diversi durante l'evento sismico), rendono necessario un approccio non solo puntuale sul singolo manufatto, ma complessivo rispetto all'aggregato.
Da qui nasce la necessità di affrontare la complessità di un evento calamitoso, partendo dalla consapevolezza della multidimensionalità dei problemi da affrontare e della complessità nella prefigurazione di uno scenario successivo, tenendo conto che talune scelte adottate in un processo di ricostruzione, generano sul territorio e sulla comunità nuove prospettive e nuovi assetti, spesso difficilmente prevedibili.

2. Scopo dell'indagine

Il tentativo è di non ridurre e concentrare l'attenzione sull'evento, bensì su come esso si esplica nello spazio e nel tempo, nell'ambito di un determinato contesto sociale e territoriale, offrendo una visione corretta dei processi e delle conseguenze che le scelte assunte comportano.
L'obiettivo è di indagare il tessuto edilizio, censire la consistenza strutturale e la vulnerabilità edilizia al fine di orientare le azioni da assumere. L'indagine, inoltre, tenta di individuare quale sia un indicatore di mitigazione, attraverso il quale è possibile operare strategie di prevenzione.
A tale scopo si è assunto il danno come esito dell'evento, variabile dipendente di altri fattori, variabili indipendenti, preesistenti all'evento, quali la consistenza strutturale e morfologica degli edifici, l'età del manufatto, la vulnerabilità edilizia.
Sono state analizzate le relazioni e le interconnessioni tra i diversi fattori assunti, al fine di individuare quali siano gli elementi di maggiore incidenza sul danneggiamento.
L'intera metodologia è stata pensata per essere implementata, tramite l'utilizzo di sistemi informativi territoriali. Tali strumenti permettono, infatti, di valutare in modo specifico il sito, integrando modelli ed indici di diversa fonte, che consentono di valutare e gestire in maniera simultanea anche gli aspetti territoriali.
In tal senso l'uso del G.IS. ha prodotto come risultante un'analisi mirata del tessuto insediativo, individuando una possibile strada per ridurre il rischio sismico, attraverso la pianificazione degli interventi più efficaci da promuovere, il quadro delle azioni da intraprendere.
La comprensione del comportamento sismico degli edifici in muratura, osservato sotto l'aspetto delle loro caratteristiche tipologiche e costruttive e della morfologia urbanistica, rappresenta un momento fondamentale nella ricerca di strumenti e metodologie di valutazione del danno prodotto dal sisma.
La scelta di base è stata quella di identificare un contesto territoriale, appropriato per possibilità operative di indagine e una casistica rappresentativa del patrimonio di edifici in muratura danneggiati, da assoggettare ad uno studio approfondito, relativamente ai caratteri tipologico-costruttivi e alla lettura ed interpretazione del danneggiamento.
Valutare lo stato di salute del territorio è un tema di estrema importanza per la popolazione, perché solo attraverso la conoscenza è possibile un adeguato contenimento dei rischi, ed esso rappresenta la migliore forma di difesa dell'ambiente, degli insediamenti urbani e delle esigue disponibilità economiche dello Stato.
In tal senso è stata catalogata la tipologia costruttiva di tutti gli edifici presenti nel centro storico di Foligno, è stata conseguentemente prodotta la documentazione cartografica dell'esito dell'indagine, consentendo di valutare anche spazialmente la distribuzione tipologica degli edifici, come di seguito riportato nella Fig.1.

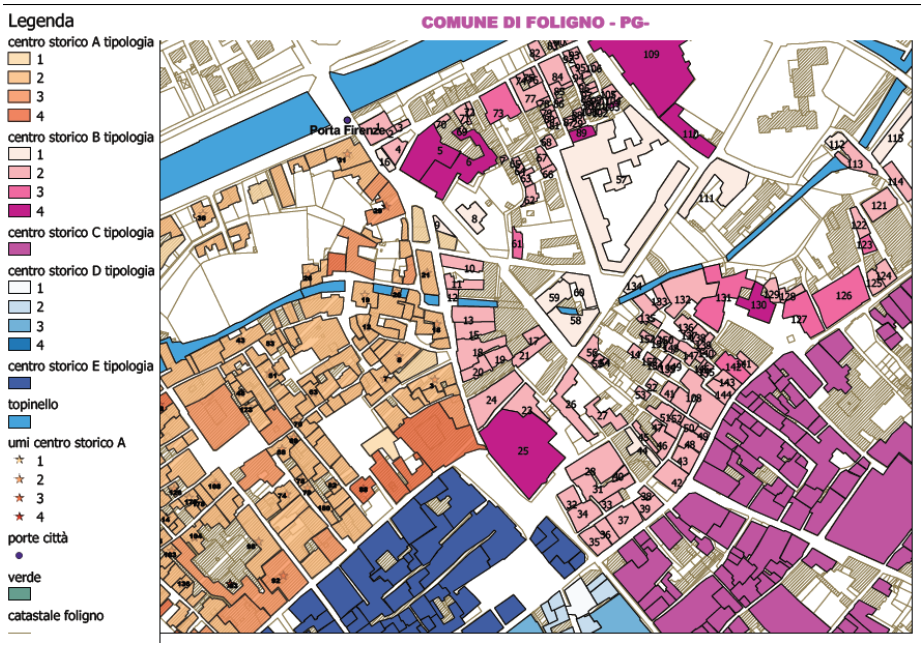


Figura 1 - Distribuzione spaziale della tipologia costruttiva per settori di appartenenza (elaborazione propria).

La rappresentazione cartografica ha determinato la scelta di limitare lo studio agli edifici in muratura, dettata dalla netta preponderanza della presenza di strutture di questo tipo tra gli edifici danneggiati.
Le analisi sono successivamente condotte partendo dall'indagine di alcune situazioni di base pregresse, quali ad esempio: carenze costruttive, microzonazione sismica, vulnerabilità edilizia, interventi di riparazione effettuati in data antecedente al sisma, da correlare alla distribuzione e tipologia dei danni.
In una tale ottica il danno costituisce l'effetto di una serie di condizioni già presenti nell'edificio in data antecedente all'evento.
Riuscire a comprendere quali caratteristiche determinino i maggiori danni, consente di indirizzare gli interventi sugli edifici in modo efficace e mirato. Le analisi sono condotte su un campione di edifici privati, tutti danneggiati, allo scopo di evidenziare appunto, la correlazione tra diversi tipi di danneggiamento e le carenze riscontrate.
Lo sviluppo di un approccio integrato e multidisciplinare, per quanto ambizioso e complesso, ha lo scopo di porre le basi metodologiche per un sistema di supporto alle decisioni in ambito urbano di *un sito-specifico*, applicato ad una estensione territoriale contenuta,ma concettualmente estendibile a qualsiasi tipo di ambiente e di territorio diffuso.
Si tenta di proporre come possibile metodo l'integrazione dell'analisi territoriale, con altre componenti, tenendo in considerazione tutti quei fattori (aspetti di fruizione, uso, caratteri tipologici, etc.) che possono contribuire all'aumento o all'attenuazione della vulnerabilità del sistema esposto e quindi all'entità del rischio, favorendo la definizione di uno scenario più realistico.
L'indagine si propone di studiare i potenziali impatti che un evento potrebbe avere a livello locale, cercando di offrire strategie di mitigazioni applicabili nel campo della protezione civile.
La ricerca si avvale della raccolta dei dati cartografici, tematici del territorio, con una doppia finalità; la conoscenza della configurazione morfologica, urbana e antropizzata da una parte e dall'altra consentire un'analisi complessiva dei potenziali effetti, che i cambiamenti operati sul territorio potrebbero generare, attraverso la costruzione degli scenari possibili.

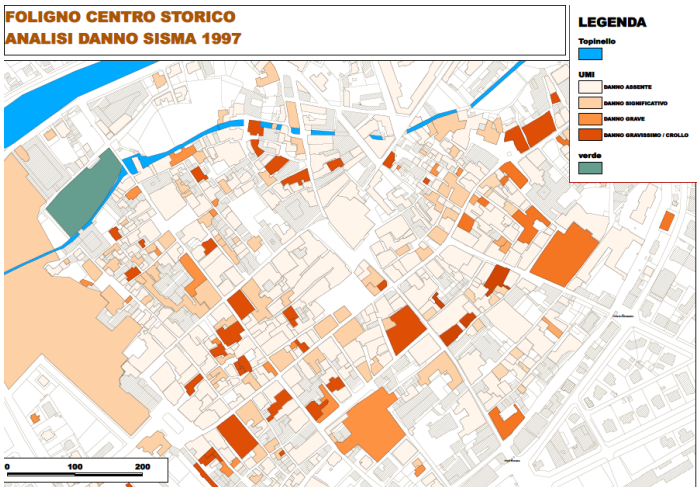


Figura 2 - Distribuzione spaziale del danno per intensità di classe (elaborazione propria).

E' il tentativo di individuare e sviluppare metodologie integrate, derivate dalla pluralità di discipline coinvolte nella prefigurazione degli scenari da affrontare a seguito di un evento calamitoso.

3. Metodologia

La definizione di una metodologia integrata per la mitigazione dei danni da terremoto è finalizzata alla ricerca di soluzioni gestionali, frutto dell'integrazione degli approcci e dei risultati derivanti da discipline differenti.

La multidisciplinarietà è connessa, anche, all'esigenza di risolvere le problematiche di carattere urbano legate alla prevenzione, coinvolgendo ambiti non prettamente ambientali e considerando le rilevanti ricadute di carattere normativo, sociale ed economico.
Le discipline coinvolte spaziano dalla prevenzione, alla sostenibilità ambientale ed energetica, all'urbanistica, alla pianificazione della ricostruzione, fino all'analisi e distribuzione delle tipologie edilizie, alla vulnerabilità edilizia e al danno registrato, tutto filtrato attraverso la modellistica georeferenziata,
Si tratta di riconoscere la dimensione territoriale di eventi/interventi speciali, intesi come elementi ordinatori di una pianificazione, che può aiutare ad individuare ambiti e soglie di rischio e a verificare l'attendibilità degli esiti, fornendo al processo decisionale, un supporto tecnico (S. Menoni,2005).
Il processo di recupero è unico per ogni comunità e richiede quindi l'obiettivo del "*site-specific*" (Rubin,1985), ma gli esiti possono essere utili a livello generale.(Haas,1977).
Il presupposto della ricerca nasce dalla considerazione avanzata da Gonzalo Lizarralde, 2000 per il quale: "dal momento che pericoli di solito si ripetono nelle stesse aree, i miglioramenti ottenuti dopo un disastro diventano i punti di forza della comunità per il prossimo evento."

4. Il focus: Il Comune di Foligno

L'idea progettuale nasce dalla consapevolezza della necessità di conoscere e preservare l'identità storica del tessuto edilizio al fine di procedere consapevolmente nella definizione delle strategie di tutela. Infatti in tutti i centri storici è presente un interessante "tessuto urbano" che contribuisce in maniera significativa alla caratterizzazione degli insediamenti e disegna la morfologia del paesaggio, ma costituisce anche un interessante campo di indagine per la lettura della stratificazione dei rimedi e degli artifici adottati nel tempo per contrastare precedenti fenomeni sismici. In particolare è stato analizzato il centro storico del Comune di Foligno.
Per quanto riguarda l'analisi degli edifici in relazione alla tipologia è stato effettuato, con un primo censimento speditivo, un'analisi che ha consentito da un lato di individuare alcune caratteristiche storico-architettoniche significative e dall'altro di effettuare una selezione mirata di alcuni edifici più rappresentativi sia per il tessuto edilizio, sia in relazione alla risposta sismica registrata.
Tutti i dati ottenuti sono stati digitalizzati, resi omogenei per l'attendibilità del confronto, parametrando i risultati in funzione di rapporti percentuali, al fine di ottenere output attendibili e confrontabili con altri casi di studio.
La raccolta delle mappe del territorio è stata effettuata al fine dell'inserimento di tutte le informazioni in un database geografico relazionale.
Il G.I.S (*Geographic Information System*) è lo strumento di indagine adottato per l'analisi, in quanto consente di associare dati geomorfologici, con i database e le informazioni territoriali raccolte e rese disponibili.
La combinazione tra elementi diversi e database disponibili per altri diversi scopi, ma sempre connessi ad un determinato territorio, consente di estrapolare informazioni che determinano nuovi campi di azione e di indagine mai esplorate.
E' peraltro evidente, nel contempo, che raffrontare banche dati di provenienza diversa e raccolte con finalità diverse, ha determinato una difficoltà oggettiva in quanto si registra una scarsa capacità da parte degli enti territoriali di organizzare i dati in database già orientati alla costruzione di modelli previsionali (i database sono troppo generici e non sono pensati in partenza per soddisfare un'esigenza definita di analisi e predizione del comportamento del territorio) pertanto si è resa necessaria una elaborazione propria di individuazione dell'*id* univoco che consentisse la lettura comparata delle diverse fonti, relazionato con l'Unità Minima di Intervento adottata nei Programmi Integrati di Recupero.
La quantificazione del danno registrato, così come la valutazione della vulnerabilità degli edifici del centro storico, rappresentativi della realtà locale costruttiva, è stata ottenuta attraverso l'elaborazione dei dati acquisiti tramite le schede e le tabelle allegate ai cinque comparti, secondo i quali è stato suddiviso il centro storico e in base ai quali sono stati redatti cinque diversi Piani Integrati di Recupero (P.I.R.), adottati dal comune e successivamente approvati dalla Regione per garantire il processo di ricostruzione, avviato a seguito del sisma del 1997.
Si riporta di seguito l'individuazione dei cinque comparti o zone (A,B,C,D,E).

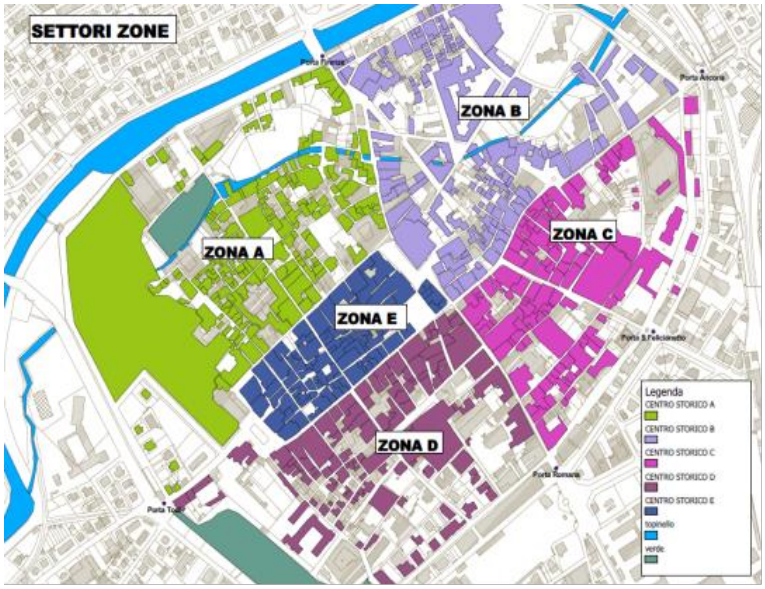


Figura 3 - Centro storico di Foligno: individuazione dei 5 Programmi Integrati di Recupero (elaborazione propria).

Per ogni zona (A.B.C.D, E) il Piano Integrato di Recupero (P.I.R.), ha individuato una serie di Unità Minime di Intervento (U.M.I.), intese come quell'edificio o quell'insieme di edifici che: per caratteristiche morfologiche, strutturali, tecnico-costruttive e per i materiali presenti, possono essere considerate un organismo strutturalmente omogeneo. (*allegato A* della D.G.R. n.5180/98)
La prima difficoltà riscontrata nella raccolta dei dati è data proprio dalla scelta di settorializzare il centro storico in cinque diversi comparti.
Tale situazione ha determinato la necessità di omologare i dati, sebbene la struttura dei documenti da allegare ai P.I.R., fosse garantita dai regolamenti regionali emanati (Reg. n.15/1998).
A titolo esemplificativo si rileva, che il centro storico C, ad esempio, è stato suddiviso al suo interno in relazione alle sezioni censuarie, determinando una duplicazione del numero assegnato alle U.M.I., distinguibili solo specificando, oltre al numero della U.M.I , anche la zona censuaria di appartenenza.
Non si tratta di un particolare di poco conto, considerando che l'identificativo univoco per relazionare informazioni e database diversi è proprio il numero assegnato alla UMI.
Tale condizione ha determinato un aggravio nel procedimento di elaborazione dei dati.
Un ulteriore elemento di disomogeneità è dato dal trattamento degli interventi, diversi da quelli finanziati attraverso l'art.3 della L.61/98, relativo alle U.M.I., censite all'interno del comparto.
Si tratta dei dati relativi agli interventi di riparazione di U.M.I. finanziate con altre fonti, e pertanto con altre diverse modalità di rendicontazione e intervento, o perché facenti parte del piano straordinario di edilizia residenziale pubblica (art.7 L.61/98), o perché opere pubbliche e chiese gestite ed inserite attraverso il piano straordinario redatto per il Giubileo del 2000 o ancora, più frequentemente perché edilizia privata, finanziata attraverso l'Ord.61/97. Infatti gli interventi finanziati con l'ord.n.61/97, sono attuati in modo diretto, senza l'applicazione di un piano dedicato, si tratta di interventi adottati per abitazioni principali rese inabitabili per i provvedimenti emessi con ordinanza di sgombero, emessa a causa dei danni prodotti dal sisma. Sono tutti edifici con danno significativo.

La numerazione della UMI, per il caso ultimo citato (ord.61/97) non è peraltro coincidente con i dati presenti nel programma *SISreg.'97* gestito dalla regione, programma di gestione e rendicontazione di tutta la ricostruzione in Umbria, in quanto è stato adottato un numero progressivo identificativo del numero di edificio, in relazione alla data di ricezione dell'istanze di finanziamento, (data del protocollo), che non tiene in alcun conto il numero di UMI assegnato con il PIR.
Anche questo mancato allineamento dei dati disponibili, con numerazione differente per la medesima UMI, solo perché desunti da database diversi, per i quali sono stati assunti criteri diversi di numerazione, ha reso necessario un ulteriore lavoro per riallineare i dati e rendere disponibili gli stessi, al fine di garantire una lettura univoca e comparata in ambiente GIS.
L'entità minima di edificato oggetto di intervento, individuata all'interno dei piani, si è detto è la Unità Minima di Intervento (U.M.I.), composta da uno o più edifici con caratteristiche omogenee (tecniche costruttive, materiali, altezza e tessitura di solai di interpiano, coperture).
Per ogni U.M.I. si è proceduto:
analizzando i dati censiti presenti all'interno dei Programmi Integrati di Recupero adottati o ricorrendo al reperimento attraverso altri database, relativi ad altre fonti di finanziamento;
individuando in mappa la localizzazione della UMI in relazione al P.I.R. di appartenenza, costruendo 5 layers, tanti quanti sono i P.I.R. adottati nel centro storico;
registrando nel database associato, per ogni UMI di ogni comparto; il danno, la vulnerabilità, il livello di costo, i tempi di realizzazione dell'intervento di riparazione adottato.
Per ogni U.M.I. è stata identificata la classe di vulnerabilità di appartenenza nel database ed è poi stata visualizzata in cartografia, rendendo disponibile una visione d'insieme della distribuzione e della diffusione della gradualità della vulnerabilità.

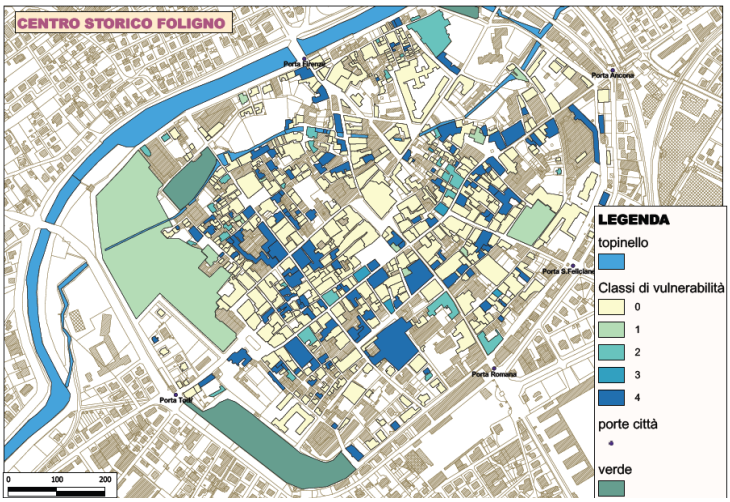


Figura 4 - Centro storico di Foligno: analisi della vulnerabilità per classi di intensità (elaborazione propria).

Analogamente si è proceduto per l'identificazione anche cartografica della distribuzione del danno registrato per ogni UMI, censito per classi di gravità.
Per ogni U.M.I., attraverso l'identificazione della vulnerabilità e del danno subito, è stato possibile associare il costo parametrico a mq, funzione delle due variabili sopra citate.
I dati acquisiti hanno inoltre consentito, oltre alla rappresentazione in mappa della variabilità del danno e della vulnerabilità, anche la determinazione delle curve di vulnerabilità, di danno e dei costi sostenuti.
Lo studio incentrato sull'indagine delle relazioni tra il danno registrato e una serie di variabili caratteristiche dell'edificio, correlate ai meccanismi di danneggiamento, ha consentito di valutare la consistenza del patrimonio edilizio, di cogliere i fattori di maggiore influenza sull'organismo edilizio suggerendo gli interventi più efficaci ed adeguati.
La portata dell'indagine condotta si inserisce all'interno del complesso quadro dei contributi possibili, affinché possa svilupparsi una politica di resilienza degli insediamenti urbani.

L'importanza dell'analisi del comportamento sismico degli edifici in muratura e l'interpretazione del loro danneggiamento, condotto considerando i fattori e le caratteristiche in relazione ai possibili meccanismi di danno e collasso, costituisce certamente la modalità più corretta per cercare di interpretare il danno osservato.
La rappresentazione grafica di dati, presenti e disponibili solo sotto forma di database, anche per quanto attiene agli esiti del processo di ricostruzione, ma soprattutto in relazione alla elaborazione degli stessi per un'indagine mirata sul fenomeno, consente, attraverso l'associazione univoca di dati di diversa provenienza in un'unica mappa, diverse letture, che determinano a loro volta nuovi scenari di indagine.

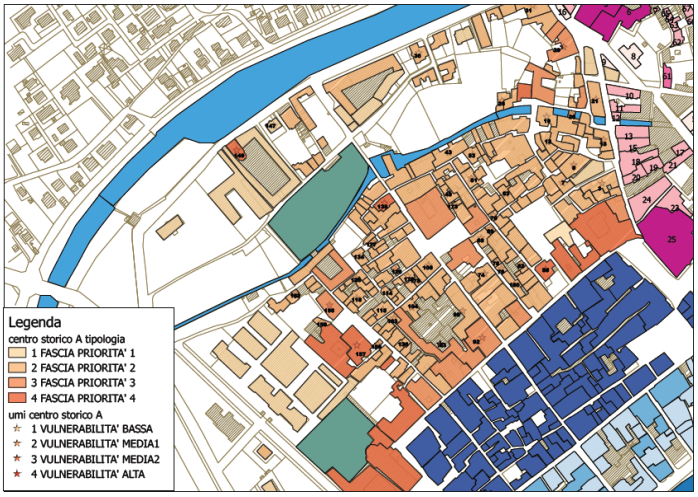


Figura 5 - Centro storico di Foligno: analisi del danno per classi di intensità (elaborazione propria).

E' possibile inoltre visualizzare una stima, con evoluzione temporale, tra quanto previsto in fase di predisposizione dei Programmi Integrati di Recupero e quanto realmente attuato e ciò secondo tre direttrici fondamentali:

- il tempo di avvio dei cantieri
- di conclusione dei lavori,
- di variazione dei costi tra quanto stimato necessario, in fase di programmazione e quanto effettivamente sostenuto per le spese di riparazione dei danni subiti.

Si tratta di avere un cronoprogramma reale e sempre aggiornato rispetto alle fasi di realizzazione di un programma di ricostruzione di evidente utilità.
Il G.I.S. ha consentito inoltre di ottenere una lettura del tessuto urbano e delle dinamiche intervenute in relazione a fattori diversi, non esaminati nel processo di ricostruzione, quali ad esempio la relazione tra danno e/o vulnerabilità e tipologie edilizie presenti nel tessuto urbano.
Si riporta di seguito, a titolo esemplificativo, uno stralcio della tabella relativa agli attributi inserita nello *shapefile* vettoriale *folignoPIR.shp.*

Tabella - 1 stralcio della tabella attributi inserita nello *shapefile* vettoriale.

Cod prov	Cod com	Comune	Num UMI	Stato pratica attuale	Classe priorità	Stato Danno	Vuln	Livello Danno	Concessione Contributo Comunicato in Data	Inizio Lavori Data	Fine Lavori Data

54	54018	FOLIGNO	130	SLD	3	1	1	1	15/10/05	6/21/06	8/7/09
54	54018	FOLIGNO	8	REV	4			0			
54	54018	FOLIGNO	9	REV	4			0			
54	54018	FOLIGNO	17-21	PAG	2	2	4	3	3/10/11	7/4/11	
54	54018	FOLIGNO	42	SLD	3	1	3	2	6/1/06	7/4/06	15/10/11
54	54018	FOLIGNO	46a	SLD	1	3	4	4	18/12/01	4/4/02	16/05/05
54	54018	FOLIGNO	48	SLD	1	1	4	3	25/2/03	20/10/04	28/12/09
54	54018	FOLIGNO	51	PAG	1	3	4	4	12/11/03	11/12/04	

Il metodo con cui si è proceduto all'indagine, ha restituito lo *shapefile* vettoriale folignoPIR.shp, ove la localizzazione geografica di ogni record è determinata dalla individuazione univoca della denominazione delle U.M.I. per ogni P.I.R. del centro storico (A,B,C,D,E), e ove nella tabella attributi per ogni UMI sono state associate informazioni diverse e puntuali, proprie della UMI univocamente individuata.

5. Conclusioni

La sfida odierna è un serio processo di riflessione e di documentazione sulle catastrofi, sulle conoscenza delle criticità di un territorio. Occorre consolidare le strategie intese a promuovere il riuso del tessuto edilizio, la sicurezza degli edifici, ridurre la vulnerabilità edilizia. E' necessario introdurre politiche specifiche per incentivare le Pubbliche Amministrazioni a formarsi e a investire in pratiche e metodi che garantiscano la partecipazione, anche attraverso la condivisione delle banche disponibili, che potrebbero essere finalizzate ad indagini georeferenziate,
La possibilità di comparare e misurare approcci innovativi alle diverse scale ha portato in luce la necessità di giungere a un quadro di strumenti valutativi e conoscitivi in qualche modo codificato, anche al fine di poter procedere in modo coerente all'implementazione delle metodiche di pianificazione nei processi di piano.
Il tessuto urbano costituisce, nell'insieme, un patrimonio culturale identificativo della società che vi abita, dato dalla sommatoria di episodi costruttivi, di valori storico ambientali, sociali ed economici che va conservato e di cui bisogna tenere conto, particolarmente nelle azioni di prevenzione legate agli eventi sismici.
I sistemi informativi geografici sono ormai diventati un valido supporto per risolvere efficacemente molte delle innumerevoli problematiche a livello territoriale-ambientale.
Tali sistemi, se integrati da programmi aggiuntivi opportunamente realizzati, si rivelano un supporto indispensabile nell'affrontare argomenti ancor più specifici e complessi, come ad esempio la pianificazione territoriale in funzione del rischio sismico.
Il G.I..S. si è dimostrato uno strumento estremamente utile allo scopo, anche in funzione di un utilizzo in ambiente internet e/o intranet, in modo che possa diventare parte dell'operatività quotidiana delle diverse amministrazioni preposte all'adozione e alla gestione dei piani
Definire un modello, una tabella di marcia non è la risposta definitiva a tutte le sfide, ma si tratta di un primo passo per delineare un quadro d'azione coerente, che abbraccia diverse aree e settori e ha l'obiettivo di fornire una prospettiva mitigativa futura.

Ringraziamenti

Si ringrazia l'Università Politecnica delle Marche, il Comune di Foligno e la Regione Umbria, per la collaborazione offerta e il supporto fornitomi.

Riferimenti

Alexander, D.E.1,. (2005) *The meaning of disaster:* a reply to Wolf R. Dombrowsky. In R.W. Perry and E.L. Quarantelli (eds) *What is a Disaster? New Answers to Old Que*stions. Xlibris Press, Philadelphia.

Angeletti Paolo, Baciucco Federica, Barluzzi Marco, Battisti Paolo, Macaluso Patrizia, Materazzi Patrizia, Panella Roberta. *Confronto fra danni, vulnerabilità ed interventi di consolidamento. Il caso dell'Umbria negli ultimi eventi*

sismici del 1997-1998. Ed.2007.

Calace F. 2009 *Ricostruire sì, ma come. Come fare tesoro delle esperienze*, "Urbanistica Informazioni", n. 226, p. 8.

Friesema, H. Paul; Caporaso, James; Goldstein, Gerald; Lineberry, Robert; and Godschalk David R, *1999 Natural Hazard Mitigation- Recasting Disaster Policy and Planning*; Island Press, Washington D.C

Haas, J. Eugene, Robert W. Kates, and Martyn J. Bowden, editors. 1977. *Reconstruction Following Disaster*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press. 331 pages.

Lizarralde Gonzalo ,*2000 Reconstruction management and post-disaster low-cost housing; the case for social reconstruction* McGill University Montreal

Menoni Scira,1997. *Pianificazione e incertezza*. *Elementi per la valutazione e la gestione dei rischi territoriali*, ed. Franco Angeli,;

Giovanni Pietro Nimis, 2009 *Terre mobili, dal Belice al Friuli dall'Umbria all'Abruzzo*. Collana Saggine.2009 Donzelli Editore

Istituto Italiano di Geofisica e Vulcanologia (INGV), *Web site, http://www.ingv.it*, accesso 13 gennaio 2013.

Pistocchi A., Luzi L., Napolitano P. 2002 : *The use of predective modeling techniques for optimal exploitation of spatial database: a case of study in landslide*, hazard mapping with expert system –like methods – Enviromental Geology, 41;

Un SIT per l'individuazione dei fenomeni franosi con tecniche interferometriche

AUTORI

Bigio T. - Centro di Geotecnologie, Università degli Studi di Siena, San Giovanni Valdarno (AR), Italia - bigio3@unisi.it
Bonciani F. - Centro di Geotecnologie, Università degli Studi di Siena, San Giovanni Valdarno (AR), Italia - bonciani@unisi.it
Marconi A. - Centro di Geotecnologie, Università degli Studi di Siena, San Giovanni Valdarno (AR), Italia - anna.marconi@unisi.it
Messina C. C. - Centro di Geotecnologie, Università degli Studi di Siena, San Giovanni Valdarno (AR), Italia - claudia.messina1985@gmail.com
Rogai L. - Servizio Area Tecnica, Ufficio di Protezione Civile, Unione dei Comuni del Pratomagno, Loro Ciuffenna (AR), Italia - luigi.rogai@unionepratomagno.it

Parole Chiave: BD_Frane Regione Toscana; Corine Land Cover; fenomeni franosi; interferometria satellitare; piano di emergenza; piano di protezione civile; Permanent Scatterers; tecnica PSInSAR.

ABSTRACT

Il presente studio si è occupato dell'analisi del territorio dell'Unione dei Comuni del Pratomagno (AR), in ambiente GIS, al fine della revisione del Piano Intercomunale di Protezione Civile e dell'identificazione e comprensione dei fenomeni franosi, attraverso il monitoraggio in remoto dei versanti tramite interferometria satellitare (Tecnica PSInSAR).
Partendo dalle analisi delle criticità presenti sul territorio, si è proceduto alla catalogazione delle informazioni aggiornate e adeguate per la definizione degli scenari di rischio.
La metodologia applicata per la gestione dei punti cosiddetti "Permanent Scatterers" è stata di tipo semi-automatica e speditiva tale da verificare eventuali modifiche ai movimenti franosi in termini di geometria e di stato di attività.
Le informazioni di tipo raster prodotte hanno permesso di riconoscere sia le potenzialità che le limitazioni, relative all'area di studio, dettate dall'utilizzo di dati interferometrici per lo studio della franosità. Tale risultato ottenuto è stato implementato con i dati pregressi definiti nella banca dati denominata "BD_Frane" della Regione Toscana.

1. Introduzione

Il progetto, realizzato in ambiente ArcGis Desktop 10, ha previsto l'analisi territoriale dei comuni di pertinenza dell'Unione dei Comuni del Pratomagno gestiti dal Centro Intercomunale di Protezione Civile.
Il territorio in esame, situato nella parte nord-occidentale della Provincia di Arezzo, ha un'estensione di circa 250 km^2 ed una popolazione che ammonta a circa 30.500 abitanti (Figura 1).
Il lavoro, interamente svolto e concluso, si è articolato in due fasi: una prima fase riguardante la revisione del Piano Intercomunale di Protezione Civile ed una seconda fase relativa all'aspetto dell'identificazione

dei fenomeni franosi tramite l'utilizzo dell'interferometria satellitare per studiare la franosità presente nell'area in esame.

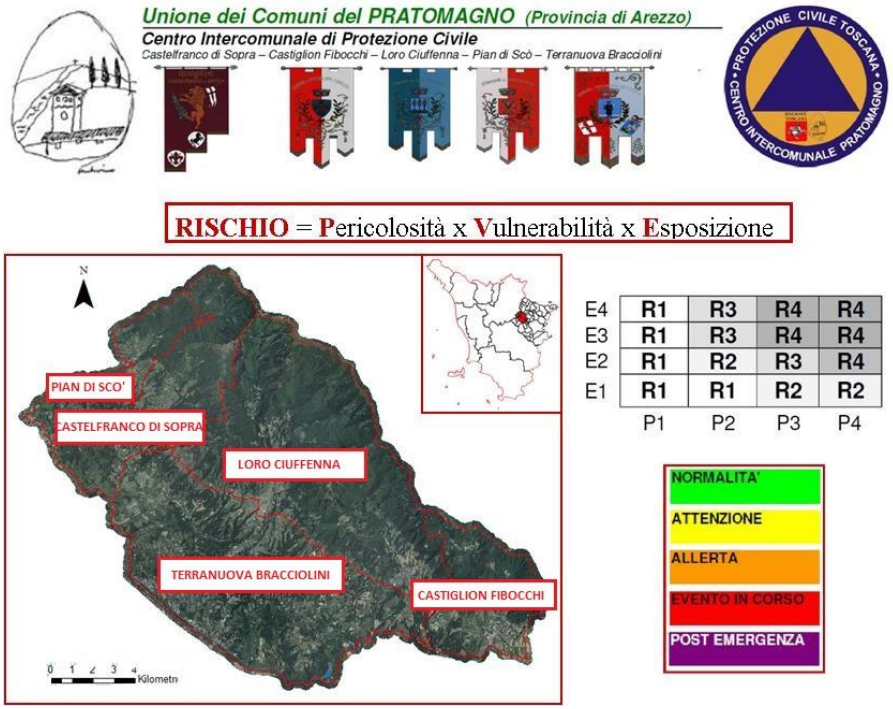


Figura 1 – Comuni gestiti dall'Unione dei Comuni del Pratomagno.

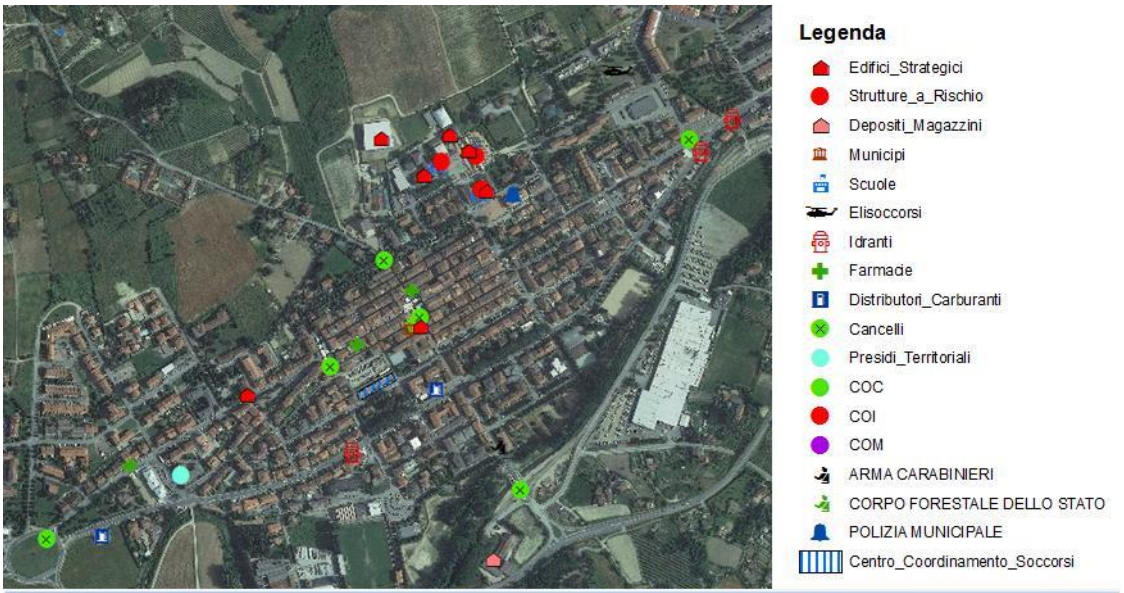
2. Descrizione del progetto ed obiettivi

Il progetto è stato effettuato al fine di aggiornare il Piano Intercomunale di Protezione Civile, secondo le normative nazionali e regionali vigenti partendo dal piano di emergenza redatto nel 2005 comprendente indicazioni metodologiche ed operative fornite dal Dipartimento Nazionale di Protezione Civile, dalle Linee Guida promulgate dalla Regione Toscana e dal Servizio di Protezione Civile della Provincia di Arezzo. Il suddetto piano, *Rev. 2.0*, è stato approvato nel mese di ottobre 2013 dai competenti organi provinciali e regionali quale strumento di importanza strategica per il coordinamento delle strutture impegnate nella Protezione Civile (http://www.unionepratomagno.it/?q=piano-protezione-civile).
Per approfondire il tema riguardante l'analisi dei fenomeni franosi è stata utilizzata la tecnica dei diffusori permanenti (*Tecnica PSInSAR*), sviluppata e brevettata dal Politecnico di Milano, in modo da identificare e comprendere i diversi fenomeni franosi presenti nell'area attraverso il monitoraggio in remoto dei versanti (tramite i satelliti ERS ed ENVISAT). Sulla base dei dati forniti dalla Regione Toscana risultanti dal progetto relativo al "*Piano Straordinario di Telerilevamento Ambientale*" del Ministero dell'Ambiente, la tecnica ha permesso di identificare, tramite osservazioni multitemporali radar (intervallo temporale 1992-2010), i diffusori permanenti (*Permanent Scatterers*) ossia bersagli radar naturali o artificiali che forniscono informazioni sullo spostamento nel tempo del terreno lungo la linea di vista del satellite (geometria ascendente e discendente) rispetto ad un punto di riferimento (reference point) considerato stabile.
L'analisi dei Permanent Scatterers ha permesso di verificare l'esistenza di aree instabili, di identificare fenomeni di dissesto non ancora noti, di modificare l'estensione o lo stato di attività delle frane già mappate nella banca dati della Regione Toscana ("*BD_Frane*"), di analizzare l'evoluzione temporale di tali fenomeni.

3. Modalità di realizzazione

Per lo sviluppo del Piano Intercomunale è stata utilizzata una base cartografica composta da: cartografia tecnica in scala 1:10.000 e 1:2.000, ortofoto, piani strutturali comunali, carta del rischio e della

pericolosità idrogeologica dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno (PAI), cartografia dei rischi presenti nel territorio relativa al precedente piano. L'aggiornamento del piano si è basato sulle modifiche a livello normativo e legislativo, variazioni degli organigrammi degli enti competenti, analisi delle infrastrutture, degli edifici strategici, aggiornamento delle conoscenze del territorio in materia di rischi, acquisizione di cartografia aggiornata, compilazione di schede provinciali riguardanti le caratteristiche tecniche delle infrastrutture utilizzabili ai fini di Protezione Civile. Grazie all'utilizzo del GIS, il tutto è stato organizzato e gestito all'interno di un *Personal Geodatabase* e sono state prodotte carte relative agli ambiti amministrativi degli enti competenti, alle vie di comunicazione, alle strutture di Protezione Civile e agli elementi e scenari di rischio (Rischio Sismico, Rischio Idraulico, Rischio Neve, Rischio Frana, Rischio Incendi Boschivi) presenti nel territorio, in taluni casi modificati rispetto al piano precedente (Figura 2).

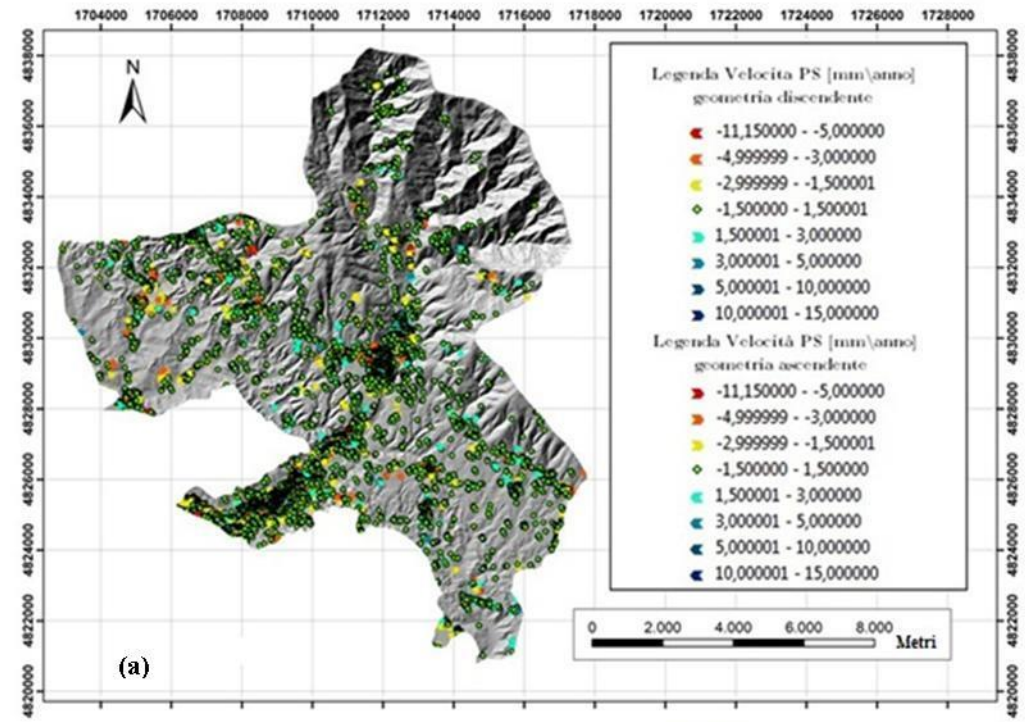


Forze_operative

Shape *	OBJECTID	CORPO	COMUNE	DUG	INDIRIZZO	CIVICO	TELEFONO	TEL_CELL	FAX	EMAIL	N_ADDETTI	Coord_X	Coord_Y
Point	8	POLIZIA MUNICIPALE	TERRANUOVA BRACCIOLINI	PIAZZ	LIBERAZION	7	055-9737608	3355273964	055-9737766	pmctb@val.it	7	1709080,2652	4825491,9517
Point	9	ARMA CARABINIERI	TERRANUOVA BRACCIOLINI	VIA	CIUFFENNA	15	055-973012				7	1709059,1013	4825053,7346
Point	3	ARMA CARABINIERI	LORO CIUFFENNA	VIA	DE GASPERI	27	055-9172012	3281005281			5	1712083,4703	4829456,0133
Point	7	POLIZIA MUNICIPALE	LORO CIUFFENNA	VIA	PRATOMAG	3	055-9170133	3384785965		polizia.munici	4	1712451,7017	4830080,9367
Point	10	POLIZIA MUNICIPALE	PIAN DI SCO	VIA	ROMA	125	055-960677	3296603787			4	1705388,3574	4835096,8969
Point	13	POLIZIA MUNICIPALE	CASTIGLION FIBOCCHI	PIAZZ	MUNICIPIO	1	0575-47484	392939760	0575-47516	poliziamunici	2	1723335,6694	4823147,8537
Point	16	POLIZIA MUNICIPALE	CASTELFRANCO DI SOPRA	PIAZZ	VITTORIO EM		055-9147711		055-9149096	g.chericl@pe	2	1706129,5426	4832972,8498

Figura 2 – Esempio della dislocazione delle infrastrutture e delle strutture di Protezione Civile nel comune di Terranuova Bracciolini.

Per identificare e comprendere i fenomeni franosi presenti nell'area tramite l'utilizzo della Tecnica PSInSAR, si è partiti da uno studio bibliografico sui diversi lavori pregressi, si è scelto di utilizzare una metodologia semi-automatica per la gestione dei PS consigliata dall'Arpa Piemonte, con la quale si è creato un sistema di processamento semiautomatico dei PS in grado di individuare e perimetrare quelle aree a comportamento anomalo, ed è stato creato un geodatabase per l'elaborazione e l'analisi dei PS e delle relative aree anomale possibilmente in movimento. In particolare, il processamento del dato iniziale (17.701 punti) si è articolato in quattro fasi: sono stati definiti i valori di velocità per cui il dato PS risulta instabile (< -1,5 mm/anno e > +1,5 mm/anno) al quale appartengono il 7,38% dei PS totali; è stata individuata una distanza di influenza dei PS (Buffer pari a 50 metri) in modo da creare le cosiddette aree anomale (359 aree); sono state considerate significative le aree anomale che al loro interno contengono almeno 3 PS in movimento (135 aree); ed infine è stato utilizzato il cosiddetto *Indice di Omogeneità* (PS instabili/ PS totali > 20%) rappresentativo delle aree anomale significative (95 aree significative) (Figura 3).



Satellite ERS	n° PS Totali
Dataset "ERS_Arezzo_Desc"	1.458
Dataset "ERS_Certaldo_Desc"	360
PS ERS geometria discendente	**1818**
Satellite ENVISAT	**n° PS Totali**
Envisat_Arezzo1_Desc	2.228
Envisat_Arezzo2_Desc	8.798
Envisat_Montevarchi_Asc	4.857
PS Envisat geometria discendente	**11.026**
PS Envisat geometria ascendente	**4.857**

(b)

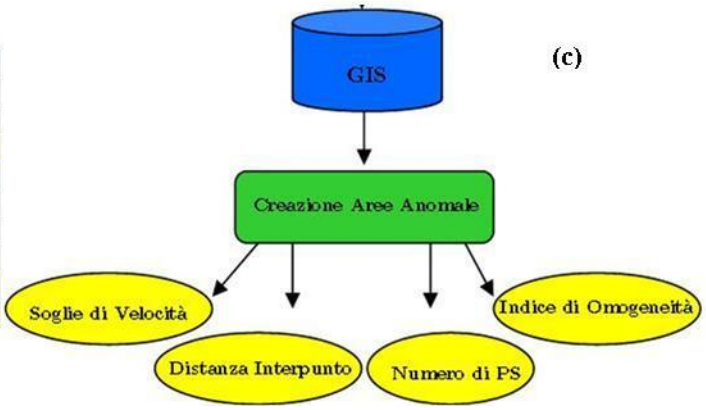


Figura 3 – (a) Dettaglio dell'ubicazione dei PS all'interno dei bacini idrografici dell'area di studio; (b) Tabella riepilogativa dei PS acquisiti nelle diverse geometrie dai due satelliti disponibili ERS ed ENVISAT; (c) Schema metodologico utilizzato per la gestione dei PS.

I risultati dell'analisi dei PS sono stati confrontati attraverso una procedura di back-analysis in ambiente GIS con l'inventario dei fenomeni franosi relativo al "*Progetto BD_Frane"* della Regione Toscana e con i dati relativi al Progetto Europeo Corine Land Cover di I Livello in scala 1:100.000 riferiti all'anno 2006 (www.pcn.minambiente.it). Infine sono stati individuati potenzialità e limiti della tecnica interferometrica nell'area di interesse, quest'ultimi imposti dalla tecnica stessa, e principalmente legati alla geometria di acquisizione del satellite e all'esposizione dei versanti.

4. Conclusioni

Negli ultimi anni l'utilizzo degli strumenti GIS si è ampliamente diffuso in diversi ambiti applicativi, pertanto costituisce uno strumento fondamentale per l'archiviazione delle informazioni spaziali e per la loro analisi ed elaborazione. La funzione principale di tali strumenti è rappresentata dalla loro tecnologia

informatizzata che permette di integrare differenti conoscenze derivanti da diverse aree tematiche consentendo un migliore e più corretto governo ed una gestione più intelligente del territorio.
Il Piano di Protezione Civile, dopo aver individuato e analizzato le criticità presenti nel territorio di interesse, costituisce uno strumento indispensabile per sviluppare una pianificazione preventiva di tutte le risorse disponibili e delle procedure operative da attuare in situazione di crisi in modo tale da coordinare le azioni degli enti preposti alla protezione del territorio, delle persone e dei beni.
L'applicazione ed integrazione delle informazioni territoriali con i dati acquisiti da satellite hanno permesso di ampliare la conoscenza dell'area in esame dal punto di vista geomorfologico, localizzando e quantificando gli eventi franosi in atto o potenziali. Pertanto è stato possibile investigare grandi porzioni di territorio con una densità di informazioni superiori alle tradizionali tecniche di monitoraggio in modo semplice ed economico ricoprendo un ampio intervallo temporale, determinando i tassi di spostamento o le variazioni nel trend di deformazione del terreno possibilmente legato a moti precursori e riconoscendo fenomeni prima non mappati. Tuttavia l'uso del suolo, elemento strettamente correlato alla probabilità di individuare target a terra, ha limitato la concentrazione e la densità dei PS nell'area in esame, essendo quest'ultima prevalentemente costituita da aree boscate ed agricole.

Ambito del Progetto
Realizzazione del Piano Intercomunale di Protezione Civile e identificazione dei fenomeni franosi tramite interferometria satellitare.

Tempi di Realizzazione
Piano Intercomunale di Protezione Civile (da maggio a settembre 2012); Identificazione dei fenomeni franosi tramite interferometria satellitare (da giugno 2013 a ottobre 2013).

Software impiegato
ArcGis Desktop 10 (ESRI)

Stato avanzamento lavoro
Completato

Bibliografia

ARPA PIEMONTE, Linee guida all'interpretazione dei dati satellitari PSInSAR™ in Piemonte, 2008.
CANUTI P., CASAGLI N., CATANI F., FARINA P., *Landslide hazard mapping at a basin scale using remote-sensing data and neural networks,* 4th International Symposium on Landslide Risk Mitigation and Protection of Cultural and Natural Heritage, Kyoto (Japan), 2005.
CASAGLI N., COLOMBO D., FERRETTI A., GUERRI L., RIGHINI G., *Case Study on Local Landslide Risk Management During Crisis by Means of Remote Sensing Data,* Proceedings of the First World Landslide Forum Tokyo (Japan), 2008.
CATANI F., CASAGLI N., TOFANI V., ROSI A., TANTERI L., AGOSTINI A., *Dati Interferometrici per l'Analisi Ambientale*, Convegno Progetto Diana, Firenze (Italia), 2013.
CITONI F., ROLANDI R., COSTABILE S., *Piano Straordinario di Telerilevamento Ambientale (PST-A) I Primi Risultati Ottenuti,* Atti 12a Conferenza Nazionale ASITA, L'Aquila (Italia), 2008.
CONSORZIO LAMMA, CENTRO DI GEOTECNOLOGIE UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI SIENA, *Relazione e struttura DB Frane*, San Giovanni Valdarno (Italia), 2012.
FERRETTI A., PRATI C., ROCCA F., CASAGLI N., FARINA P., YOUNG B., Permanent Scatterers technology: a powerful state of the art tool for historic and future monitoring of landslides and other terrain instability phenomena, Proc. of 2005 International Conference on Landslide Risk Management, Vancouver (Canada), 2005.
MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE DIREZIONE GENERALE PER LA DIFESA DEL SUOLO, Piano Straordinario di Telerilevamento Ambientale (PST-A) Lotto 2 - Linee Guida per l'analisi di dati interferometrici satellitari in aree soggette a dissesti idrogeologici, Versione 1.0, Italia, 2009.
PROGETTO RISKNAT, Le tecniche radarinterferometriche nella pianificazione territoriale, Cuneo (Italia) 2010.

Un GIS per la valutazione della vulnerabilità idrogeologica di un bacino della Regione Marche

AUTORI

Chiara Tagnani – Dipartimento di Scienze della Vita e dell'Ambiente, Università Politecnica delle Marche, Via Brecce Bianche, 60131 Ancona - ctagnani@yahoo.it
Francesca Sini – Regione Marche, Centro Funzionale per la Meteorologia, l'Idrologia e la Sismologia, Via del Colle Ameno 5, 60126 Ancona – francesca.sini@regione.marche.it
Marco Pellegrini – LIF srl, Via di Porto 159, 50018 Scandicci (FI) – marcopellegrini75@yahoo.it

Parole chiave: Vulnerabilità e rischio idrogeologico; indicatori di vulnerabilità antropica e territoriale; Protezione Civile

ABSTRACT

La valutazione della vulnerabilità è fondamentale per la comprensione ed una efficace riduzione del rischio idrogeologico. Al momento le modalità operative per l'analisi della vulnerabilità sono ancora carenti. Obiettivo di questo lavoro è la valutazione della vulnerabilità idrogeologica nel bacino del fiume Musone nella Regione Marche. La metodologia proposta si basa sulla identificazione dei principali fattori di vulnerabilità antropica e territoriale, e sulla definizione di un insieme di indicatori per quantificare tali fattori. Le mappe di vulnerabilità sono state ottenute combinando gli indicatori, tramite opportuni pesi, su una griglia avente risoluzione 10 m e suddividendo il risultato in quattro classi di vulnerabilità. Le informazioni geografiche e statistiche utilizzate provengono dall'Archivio Cartografico della Regione Marche, dal Geoportale Nazionale del Ministero dell'Ambiente e dall'Istat. Tali informazioni sono state elaborate tramite ArcGIS. I risultati mostrano come una parte significativa del bacino considerato raggiunga un livello di vulnerabilità medio-alto. Il metodo proposto è facilmente implementabile su qualsiasi bacino.

1. Introduzione

Il rischio idrogeologico rappresenta un importante e diffuso problema in Italia. L'alta densità di popolazione, l'abbandono dei terreni montani, l'abusivismo edilizio, il continuo disboscamento, l'uso di tecniche agricole poco rispettose dell'ambiente e la mancata manutenzione dei versanti e dei corsi d'acqua hanno sicuramente aggravato il dissesto e messo ulteriormente in evidenza la fragilità del territorio italiano. L'impatto di un evento alluvionale su un'area densamente popolata o in cui siano presenti infrastrutture strategiche ha conseguenze spesso devastanti. Alla luce dei recenti e sempre più frequenti episodi di dissesto idrogeologico, la valutazione della vulnerabilità rappresenta una attività cruciale verso l'individuazione delle condizioni di rischio e sull'adozione di interventi per la sua riduzione. Le tecniche per la valutazione della vulnerabilità sono tuttavia spesso meno avanzate rispetto a quelle di pericolosità. Attività di pianificazione e gestione del rischio richiedono dunque strumenti e metodologie mirate a colmare tale mancanza.

L'obiettivo di questo lavoro è presentare una metodologia di semplice applicazione basata sull'identificazione dei principali fattori di vulnerabilità antropica e territoriale associati al rischio esondazione utilizzando strumenti GIS. Esso rappresenta una alternativa agli approcci basati sulle curve di livello/velocità-danno, dal momento che questi ultimi possono presentare considerevoli incertezze e non sempre sono disponibili misurazioni dirette di livello idrometrico e di portata.

2. Area di studio e dati utilizzati

L'area di studio analizzata per il presente lavoro è il bacino del fiume Musone, nella Regione Marche (mappa disponibile all'indirizzo http://84.38.48.145/musone/watershed.jpg). Tale bacino copre un'area di circa 650 km^2. Dorsali montuose e fasce collinari si alternano nella gran parte del territorio. La parte costiera del bacino è caratterizzata da aree densamente urbanizzate e dalla presenza di importanti infrastrutture civili ed industriali.

I dati geografici utilizzati provengono dalle seguenti tre fonti istituzionali:

- Archivio Cartografico della Regione Marche (http://www.ambiente.marche.it/Territorio.aspx);
- Geoportale Nazionale (PCN, http://www.pcn.minambiente.it);
- Istituto Nazionale di Statistica (ISTAT, http://www.istat.it).

In particolare, gli strati informativi geografici utilizzati sono stati:

- mappa di uso del suolo (scala 1:10000);
- rete stradale (scala 1:10000);
- ortofoto (scala 1:10000);
- mappa geologica;
- confini comunali;
- Carta Tecnica Regione Marche, CTR (scala 1:10000);
- rete di monitoraggio meteo-idrologico della Regione Marche;
- dati di densità di popolazione ed edifici.

3. Metodologia

Per la valutazione della vulnerabilità antropica e territoriale sono stati impiegati degli indicatori al fine di semplificare l'analisi, l'elaborazione e la gestione dei dati geografici [1]. L'uso degli indicatori di vulnerabilità rappresenta un valido strumento di supporto alla decisione, facilitando la comparazione delle informazioni tra aree geografiche diverse.
Una fase di pre-elaborazione è stata necessaria per classificare i dati spaziali utilizzati assegnando un peso alla tabella degli attributi dei vari strati informativi geografici (*layers*). Una griglia vettoriale avente risoluzione 10 m è stata utilizzata come base comune per analizzare le informazioni dei vari layers. Tale risoluzione è frutto di un compromesso tra complessità computazionale e livello di dettaglio delle informazioni spaziali.
Gli indicatori sono stati poi pesati secondo la loro importanza relativa e successivamente suddivisi in 4 classi. Le classi ed i pesi assegnati ad ogni layer tengono conto delle peculiarità dell'area considerata e delle informazioni territoriali disponibili. L'indice di vulnerabilità è stato infine ottenuto sommando i vari indicatori ed assegnando al risultato una delle 4 classi.
I software utilizzati nell'ambito del presente lavoro sono stati ESRI ArcGIS 9.3 e Quantum GIS.

I fattori presi in considerazione per la definizione dell'indice di vulnerabilità antropica sono stati la densità della popolazione e degli edifici, oltre che l'uso del suolo e la tipologia di strade presenti nell'area di studio. Tale indice consiste di 3 indicatori: l'indicatore umano (*human system indicator, HSI*), sociale (*social system indicator, SSI*) ed infrastrutturale (*infrastructure system indicator, ISI*).
L'indicatore HSI viene calcolato a partire dalla percentuale di individui sotto i 5 e sopra i 65 anni di età residenti a livello comunale. Questi valori sono stati poi normalizzati e moltiplicati per la densità di popolazione [2]. I risultati sono stati infine classificati in 4 categorie.
L'indicatore SSI si basa sulle mappe di uso del suolo di una data area. L'area di studio è stata suddivisa in aree boschive, ad uso agricolo, aree industriali e residenziali [3].
L'indicatore ISI include strade ed edifici. Il fattore che tiene conto delle strade (*roads, R*) è definito come il prodotto tra la lunghezza di una determinata strada ed un peso dipendente dalla tipologia della strada

stessa. Gli edifici (*building, B*) sono considerati tramite il rapporto tra numero di edifici in una data area e l'area in chilometri quadrati. Data la loro peculiarità, le infrastrutture ospedaliere sono state considerate a parte assegnando ad esse il peso maggiore.

Per quanto riguarda l'indice di vulnerabilità territoriale, esso è stato definito considerando tre indicatori: la presenza sul territorio di sistemi di monitoraggio e salvaguardia ambientale (*monitoring and prevention system indicator, MPSI*), la morfologia (*morphology indicator, MI*) e la presenza di infrastrutture idrauliche significative (*waterway infrastructure indicator, WII*).
MPSI si basa sul rapporto tra numero di stazioni di monitoraggio idro-meteorologico in tempo reale e/o gruppi ed associazioni di Volontariato di Protezione Civile e l'area del Comune considerato.
L'indicatore MI tiene conto dei complessi idrogeologici principali presenti nel bacino del fiume Musone. Sono stati identificati i seguenti quattro tipi: complesso delle rocce calcaree, depositi fluviali dei corsi d'acqua primari, complesso di rocce impermeabili e rocce sedimentarie. Ad ogni tipo è stato assegnato un peso [4].
L'indicatore WII descrive l'impatto sul territorio della diga di Castreccioni, la principale infrastruttura idraulica posta nella parte montana del fiume Musone, a circa 40 km a Sud Ovest di Ancona. La mappa delle aree inondabili nell'ipotesi di collasso della diga è stata fornita dal Consorzio di Bonifica del Musone, Potenza, Chienti, Asola e Alto Nera (http://www.bonificamacerata.it/), ente gestore della diga. In base al D.L. 79/2004, alle aree inondabili è stato assegnato il peso massimo, mentre al resto del territorio è stato assegnato il peso minimo.
In Tabella 1 sono riportati i pesi assegnati ai vari indicatori impiegati in questo lavoro per definire l'indice di vulnerabilità associato al rischio idraulico del bacino del fiume Musone.

Tabella 1 - pesi assegnati ad ogni indicatore per la definizione dell'indice di vulnerabilità

Indicatori di vulnerabilità antropica				Territoriale	
HSI	SSI	R	B	MI	Peso
28 – 57	Aree boschive	Strade locali	0.7 – 26.3	Complesso rocce calcaree	0.25
58 – 98	Uso agricolo	Provinciali	26.4 – 44.5	Rocce sedimentarie	0.5
99 – 200	Aree industriali	Statali	44.6 – 54.2	Depositi fluviali	0.75
>200	Aree residenziali	Autostrade	54.3 – 149.1	Rocce impermeabili	1

Le mappe di vulnerabilità antropica e territoriale ottenute mediante la metodologia proposta sono disponibili ai seguenti indirizzi:

- http://84.38.48.145/musone/vulnerabilitaantropica.jpg
- http://84.38.48.145/musone/vulnerabilitaterritoriale.jpg

La distribuzione spaziale della vulnerabilità antropica evidenzia come in corrispondenza dei principali centri urbani lungo la costa e nelle località vicine alla diga di Castreccioni siano presenti alti livelli di vulnerabilità. Le zone industriali della valle del Musone, situate per lo più lungo il corso d'acqua principale, raggiungono valori intermedi di vulnerabilità. Bassi valori di vulnerabilità sono stati riscontrati nella restante parte del territorio, ovvero le aree boschive ed a destinazione agricola che coprono la gran parte del bacino. Questo mette in luce la maggiore criticità del territorio considerato, cioè la presenza di importanti infrastrutture e centri abitati densamente popolati concentrati in aree di ridotte dimensioni.
Per quanto riguarda la vulnerabilità territoriale, il bacino del Musone risulta caratterizzato da valori intermedi di vulnerabilità, ad esclusione delle aree inondabili nell'ipotesi di collasso della diga di Castreccioni dove si raggiungono livelli medio-alti. I valori più alti di vulnerabilità sono stati riscontrati nella parte montana del bacino. Il 43% del territorio è stato classificato secondo i due livelli più alti di vulnerabilità, il livello medio in un altro 43% ed il livello più basso nel restante 14%. Gli alti livelli di vulnerabilità sono da attribuire all'effetto combinato di basso MPSI e suolo di tipo impermeabile, quest'ultimo presente in più della metà del territorio.

La mappa relativa all'indice di vulnerabilità complessiva, ottenuta combinando i layers di vulnerabilità antropica e territoriale attraverso opportuni pesi, è mostrata in Figura 1.

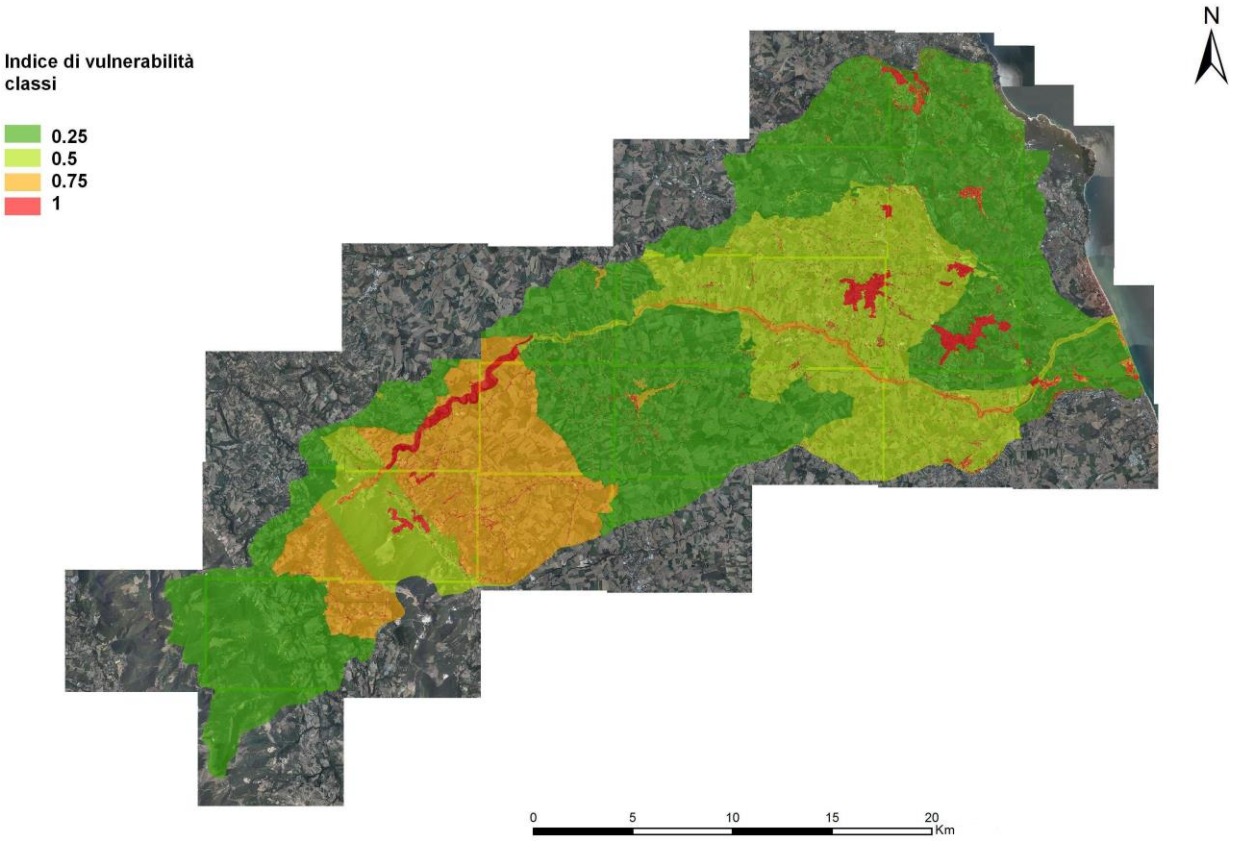


Figura 1 – Indice di vulnerabilità associato al rischio idraulico, relativo al bacino del fiume Musone.

La mappa mostra alti valori di vulnerabilità per le aree residenziali e nella parte montana a valle della diga di Castreccioni. Lo studio ha messo in luce come per questo tipo di analisi sia fondamentale raffinare l'informazione sulle tipologie costruttive degli edifici (tipo di costruzione, livello di manutenzione e quote degli edifici), al fine di fornire una valutazione di vulnerabilità antropica più accurata.

4. Conclusioni

L'obiettivo del presente lavoro è stato lo sviluppo di una metodologia di facile applicazione per la valutazione della vulnerabilità associata al rischio idraulico nel bacino del fiume Musone. La metodologia descritta si è dimostrata efficiente nel discriminare differenti livelli di vulnerabilità, avendo a disposizione una base dati limitata. Una fase critica nell'implementazione della metodologia è stata l'identificazione degli indicatori di vulnerabilità e la loro rappresentazione in ambiente GIS. L'attenzione è stata rivolta alla definizione dei fattori di vulnerabilità, distinguendo gli aspetti territoriali da quelli antropici. I pesi assegnati ai vari indicatori riflettono le criticità del territorio preso in esame. Le mappe prodotte sono state ottenute combinando opportunamente gli indicatori su una griglia comune a risoluzione 10 m. I risultati mostrano come il fattore antropico ed il fattore infrastrutturale siano gli indicatori più rilevanti nella definizione della vulnerabilità.

La vulnerabilità antropica risulta più alta nella zona costiera del bacino, ed in particolare nella valle dell'Aspio, suo principale affluente. Recentemente, considerevoli danni economici e danni alle infrastrutture sono stati causati dall'esondazione del torrente su queste aree. In generale tutto il territorio considerato raggiunge livelli di vulnerabilità non trascurabili. Le mappe prodotte possono offrire un efficace contributo in fase di pianificazione per la valutazione e la prevenzione del rischio a livello locale. Gli autori sono coscienti del fatto che la metodologia presentata non prende in considerazione tutti gli aspetti di esposizione e di vulnerabilità al rischio. Nonostante ciò, data la sua semplicità e facilità di implementazione, essa costituisce un utile strumento di pianificazione territoriale.

Ulteriori sviluppi devono concentrarsi nella direzione di una analisi multi-rischio. Infatti, elementi sensibili come popolazione e infrastrutture sono vulnerabili in contemporanea a differenti tipi di rischio e devono essere quindi considerati come tali in fase di pianificazione.

Ambito del lavoro

Il presente lavoro è stato svolto nell'ambito della Convenzione tra l'Università Politecnica delle Marche, il Dipartimento per le Politiche Integrate di Sicurezza e per la Protezione Civile regionale ed il Dipartimento della Protezione Civile della Presidenza del Consiglio dei Ministri. Il lavoro è stato completato sull'area campione nell'anno accademico 2011-2012. Il metodo proposto è rivolto agli operatori di Protezione Civile come supporto alla pianificazione territoriale e nella gestione delle emergenze.

Bibliografia

1. C. Di Mauro, S. Bouchon, A. Carpignano, E. Golia, e S. Peressin, Definition of Multi-Risk Maps at Regional Level as Management Tool: Experience Gained by Civil Protection Authorities of Piemonte Region, Università degli Studi di Pisa, 2006.
2. T6 Ecosystems Srl, Progetto di ricerca ARMONIA (Applied multi Risk Mapping of Natural Hazards for Impact Assessment), http://www.t-6.it/projects/armonia.
3. M. Bossard, J. Feranec e J. Otahel, Technical report No 40: CORINE land cover technical guide–Addendum 2000, European Environment Agency (EEA), Copenhagen 2000, disponibile all'indirizzo http://www.eea.europa.eu/publications/tech40add.
4. R.W. Romeo, P. Tiberi, M. Floris, M. Mari, M. Perugini, G. Pappafico e F. Veneri, Indagine dei rapporti esistenti tra uso del suolo e dissesto idrogeologico nella Regione Marche, Giornale di Geologia Applicata 4, pag. 253-256, 2006.

Autore

Chiara Tagnani
Consegue la Laurea in Scienze Ambientali presso l'Università di Urbino Carlo Bo nel 2010 e la Laurea Magistrale in Scienze Ambientali (indirizzo Sostenibilità Ambientale e Protezione Civile) presso l'Università Politecnica delle Marche nel 2013.

Co-autore

Francesca Sini
Consegue la Laurea quinquennale in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio presso l'Università di Roma La Sapienza nel 2001 ed il Dottorato di Ricerca in Metodi e Tecnologie per il Monitoraggio Ambientale presso l'Università della Basilicata nel 2006. Dal 2006 Funzionario tecnico presso Regione Marche, Dipartimento per le Politiche Integrate di Sicurezza e per la Protezione Civile. Dal 2009 è inoltre Professore a contratto di Strumenti GIS nella Protezione Ambientale e Civile, corso di Laurea Magistrale in Sostenibilità Ambientale e Protezione Civile, Facoltà di Scienze, Università Politecnica delle Marche.

Co-autore

Marco Pellegrini

Supplemento al n° 2-2014 di GEOmedia - ISSN 1128-8132

Consegue la Laurea quinquennale in Ingegneria delle Telecomunicazioni presso l'Università di Firenze nel 2001 ed il Dottorato di Ricerca in Metodi e Tecnologie per il Monitoraggio Ambientale presso l'Università della Basilicata nel 2006. Dal 2007 ingegnere delle telecomunicazioni presso LIF srl. Dal 2010 è inoltre Coadiutore didattico per i corsi di Fisica presso la Facoltà di Agraria, e per i corsi di Reti di telecomunicazione e Reti e sistemi multimediali presso la Facoltà di Ingegneria, Università Politecnica delle Marche.

Valutazione puntuale della vulnerabilità sismica dell'edificato urbano

AUTORI

Juri Corradi – Istat - jucorradi@istat.it
Gianluigi Salvucci – Istat - salvucci@istat.it
Valerio Vitale - Istat - vitale@istat.it

Parole chiave: Edificato; Sisma; Censimento; Rilevazione dei Numeri Civici

ABSTRACT

La Rilevazione dei Numeri Civici (Rnc) condotta nel 2010 durante le fasi pre-censuarie del 15° Censimento popolazione e abitazioni 2011, consente di valutare puntualmente, mediante le caratteristiche individuate, il livello di vulnerabilità sismica di ciascun edificio, dato che, essendo georeferenziato, offre un valido contributo allo studio della gestione del patrimonio edilizio nel territorio urbano nazionale.
In letteratura, ricerche precedenti hanno già sperimentato l'utilità delle conoscenze acquisibili attraverso il censimento degli edifici quali chiavi di lettura del rischio sismico a scala comunale, ma hanno lamentato la necessità di una conoscenza puntuale per non dover più stimare le caratteristiche dei singoli fabbricati e valutare con maggior accuratezza il rischio a livello locale.
Con i dati della Rnc è stato elaborato un indicatore di sintesi delle diverse caratteristiche dell'edificio esprimendo per ogni singola unità il suo livello di vulnerabilità. Al fine di definire i diversi livelli di criticità di questo indicatore, si è proceduto ad un'analisi di tipo esplorativo per classificare gli edifici in gruppi omogenei. Tali informazioni, specifiche per ciascun fabbricato, sono confrontate spazialmente, a livello sub-comunale, con la sismicità di base del terreno valutata mediante l'accelerazione massima del suolo (PGA).

1. Costruzione della base dati di riferimento

Per l'analisi del fenomeno in oggetto, si rende necessaria la costruzione di un geodatabase in cui far confluire tutte le informazioni relative alle caratteristiche rilevate per l'edificato e le caratteristiche sismiche del terreno. Tale confronto è ovviamente di tipo spaziale dal momento che agli edifici saranno abbinati i valori di accelerazione sismica del terreno.

1.1 La base dati degli edifici

Le caratteristiche edificatorie desumibili dal censimento sono state già inserite come oggetto di analisi della vulnerabilità sismica, seppur con grosse difficoltà legate a problemi di risoluzione areale per sezione quando invece si rende necessario un livello di conoscenza puntuale per ogni singolo edificio (Bernardini, 2000).

Tali informazioni non sono state mai rilevate prima della Rilevazione dei Numeri Civici (RNC), con una copertura pari alla totalità dei comuni italiani aventi popolazione superiore a 20mila abitanti e i capoluoghi di provincia. L'Istat, con lo scopo di supportare la realizzazione del censimento della popolazione e delle abitazioni, ha rilevato le caratteristiche di ciascun edificio e degli indirizzi attraverso cui è possibile accedervi, rendendo sostanzialmente inutile il riferimento alla sezione di censimento, in quanto ogni fabbricato è individuabile puntualmente mediante le sue coordinate geografiche.
La costruzione della banca dati geografica degli edifici si è avvalsa oltre che della rilevazione sul campo, anche delle informazioni, opportunamente georeferenziate, provenienti dagli archivi dell'Agenzia del Territorio, tenuto conto che il concetto di edificio invoca "una costruzione progettata e realizzata in modo unitario e dotata di una propria struttura indipendente" (Abbatini, Di Pede, & Patruno, 2009) e si differenzia perciò dai corpi di fabbrica presenti nel catasto.
Nel perseguire gli obiettivi del nostro studio, si è deciso di sfoltire l'elenco a disposizione dai complessi di edifici, dai fabbricati non occupati e dalle unità con tipologie d'uso non residenziali, in modo da eliminare tutti i record con informazioni mancanti, in quanto il loro inserimento non era obbligatorio ai fini dell'indagine.

1.2 La base dati del terreno

La carta di pericolosità sismica dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), è interoperabile attraverso il Geoportale Nazionale del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, mediante il GEO-servizio WFS; lo strato informativo è costituito da una griglia di 104.565 punti distribuiti sul territorio nazionale - ad esclusione della Regione Sardegna – con passo 0,02 gradi, nei quali sono riportati i valori di accelerazione orizzontale massima - Peak Ground Acceleration (PGA) - standard al 50mo percentile. La PGA (o ag) è definita come frazione dell'accelerazione di gravità (g = 9.8 m/s^2) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi (con VS_{30} > 800 m/s).
Nella valutazione della pericolosità sismica bisogna tener presente che la propagazione delle onde avrà un diverso impatto a seconda delle caratteristiche fisico-meccaniche dei diversi strati del sottosuolo. Si è consapevoli che il modello non considera le caratteristiche del moto sismico al suolo, il quale risulta essere fortemente influenzato dalle proprietà dinamiche degli strati di terreno più superficiale e dalla morfologia del sito. In letteratura sono infatti noti casi di amplificazione del moto sismico, sia in termini di accelerazione massima sia di contenuto in frequenza, in presenza di depositi alluvionali particolarmente deformabili e in presenza di diverse configurazioni morfologiche quali creste, crinali o pendii. Tali effetti di amplificazione sismica locale possono essere analizzati unicamente attraverso indagini di microzonazione sismica, quindi attraverso studi interdisciplinari, comprendenti indagini sismiche, geologiche, geologico-tecniche, di ingegneria geotecnica e di ingegneria strutturale, che non vengono considerati nel presente lavoro.

2. Analisi dell'edificato

La Protezione Civile Italiana oltre a fornire una definizione esaustiva della vulnerabilità sismica dell'edificio stabilisce quali siano le principali caratteristiche che la influenzano:

- Il materiale di costruzione: si tratta del materiale usato per la struttura portante e prescinde pertanto dai materiali di "rivestimento" o di "copertura", quindi non strutturali, come possono essere vetro, pannelli di legno, di alluminio, ecc. Nella RNC gli edifici vengono classificati in muratura portante, cemento armato e altro (strutture in acciaio, legno, miste); tale carattere è classificato anche nella European Macroseismic Scale 98, che contrappone le costruzioni in muratura a quelle con altri materiali, sulla base della loro duttilità, ossia la capacità di subire una deformazione plastica sotto l'effetto di un carico prima di giungere a rottura. Ai fini dello studio, gli edifici rilevati sono distinti in due gruppi: con struttura in muratura, la cui rigidezza comporta una vulnerabilità massima; altri più deformabili, tra i quali la quasi totalità è in cemento armato, con una vulnerabilità variabile nel tempo che tenga conto della carbonatazione del calcestruzzo copriferro, del conseguente degrado dell'armatura e quindi "dell'irrigidimento" della struttura.

- lo stato di conservazione: è valutato visivamente durante la RNC, in base al deterioramento dell'intonaco, degli infissi, degli elementi strutturali e del tetto, mediante quattro livelli di giudizio, correlati alla classificazione EMS98, ai quali è attribuito un valore numerico da 1 (ottimo) a 4 (pessimo).
- l'epoca di costruzione: classificata in nove intervalli temporali nei quali la realizzazione dell'edificio è terminata, a cui assegnare progressivamente, come indici di vulnerabilità sismica, le potenze a base due (2^0 per la classe più recente, 2^8 per quella più remota aperta a sinistra e chiusa a destra all'anno 1918); la scelta dell'assegnazione di tali indici è giustificata dalla necessità di pesare maggiormente la vulnerabilità degli edifici più antichi.
- l'altezza: la vulnerabilità è indicizzata con il numero massimo di piani delle scale appartenenti all'edificio e cresce esponenzialmente con l'altezza (si utilizzano anche in questo caso potenze a base 2), in modo da avere un andamento analogo alle deformazioni subite dalla struttura rigida.

2.1 Metodologia applicata per la costruzione dell'indicatore di vulnerabilità sismica dell'edificio

Tra i problemi da affrontare, preliminarmente c'è quello della diversa unità di misura delle differenti variabili, risolvibile con opportune trasformazioni (normalizzazioni, standardizzazioni, utilizzo dei ranghi, etc.), non sempre neutrali rispetto il risultato finale (Terzi & Moroni, 2005).
Successivamente, occorre scegliere un metodo di sintesi degli indicatori riclassificati, per raggiungere un duplice scopo: il primo è quello di eliminare la diversa dimensione degli stessi riportandola a quella dell'indicatore finale, oppure trasformandoli in numeri puri; il secondo è quello di riportare la correlazione tra tutte le variabili e l'indicatore in un'unica direzione.
Dal momento che le diverse componenti non sono tra loro sostituibili, dovranno avere lo stesso peso all'interno dell'indicatore composto e pertanto, una volta trasformate in una scala opportuna, saranno normalizzate rispetto il range che possono teoricamente assumere, oppure nel caso in cui non esista un massimo teorico saranno rapportate a quello effettivo.

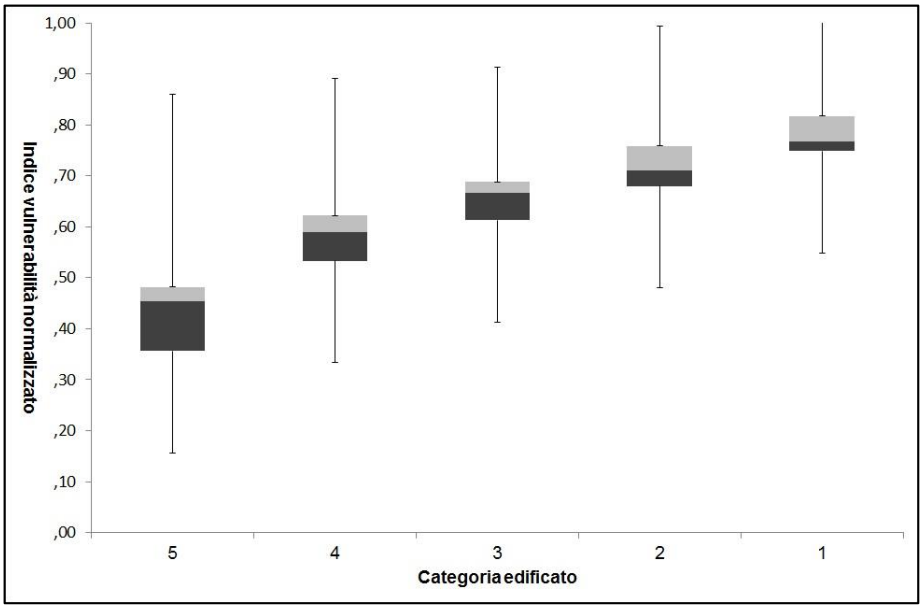
2.2 Le tipologie di edificato in Italia attraverso le risultanze della Rnc

Gli edifici sono stati raggruppati con il metodo K-means in cinque categorie (cluster), elencate per vulnerabilità sismica decrescente, aventi le seguenti caratteristiche:

- la prima degli edifici "antichi" costruiti prevalentemente nel periodo post-bellico (1946-1960), aventi mediana di 2 piani fuori terra in muratura, con una condizione di stato buono;
- la seconda, costituita dai palazzi degli anni '70, la cui peculiarità è l'altezza, con una mediana di 4 piani, realizzati in cemento armato e conservati mediamente bene;
- la terza degli edifici a bassa densità abitativa, mediana due piani, di recente costruzione, in cemento armato.
- la quarta è molto simile alla precedente come vulnerabilità complessiva, è mediamente più bassa, costruita in muratura e meno recente;
- la quinta contiene le nuove palazzine che a differenza dei primi due gruppi sono più recenti è più basse per cui risultano molto meno vulnerabili.

Figura 1 - Tipolologie di edificato Rnc.

Tabella 1 - Box Plot degli indicatori di vulnerabilità normalizzati per tipologia di edificato della Rnc



3. Primi risultati

Dopo aver raggruppato le tipologie edilizie sulla base dei caratteri sismici analizzati e averle classificate secondo la vulnerabilità, è possibile sovrapporre, mediante la funzionalità “spatial join” di ArcMap, le informazioni di ciascun fabbricato a quelle disponibili sulla sismicità di base del terreno, ricavabili dalla carta di pericolosità sismica.

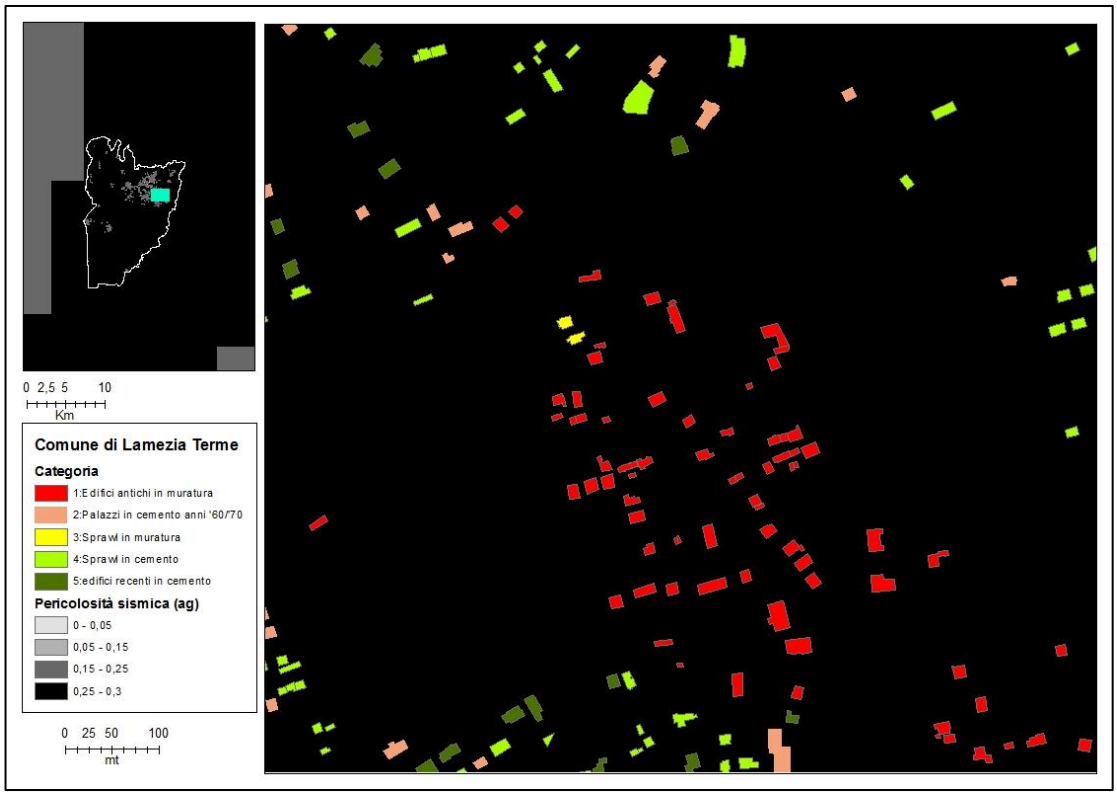
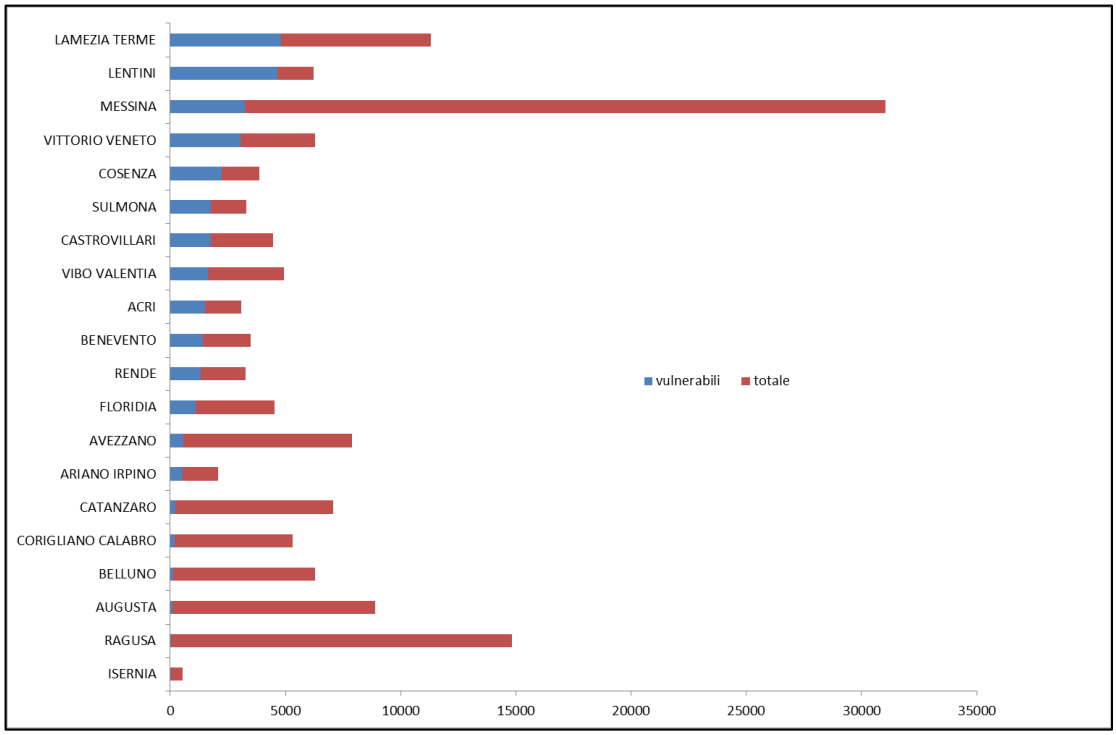


Figura 2 - Sovrapposizione dello strato dell’edificato urbano classificato sulla carta di pericolosità sismica.

Ciò consente di individuare le maggiori criticità, rappresentate dalle unità della prima categoria situate in zone in cui i valori di PGA (o ag) superano il 25% dell’accelerazione gravitazionale.

Tabella 2 - Distribuzione degli edifici appartenenti al raggruppamento più vulnerabile in zone sismiche a



maggior pericolosità.

I risultati ottenuti, riguardanti le sole aree urbane dei maggiori Comuni italiani, mostrano uno scenario già noto, che riflette la storia sismica italiana più o meno recente, con le situazioni più rischiose concentrate nella Sicilia Orientale, in Calabria, sulla dorsale appenninica (Irpinia, Sannio e Abruzzo) e in Veneto.
Dallo studio è stato escluso il Comune de L'Aquila, in quanto esentato dalla RNC, a causa del terremoto che lo ha colpito nel 2009, mentre per la regione Sardegna, si attendono i dati sulla pericolosità sismica del terreno, mentre sono comunque disponibili quelli sulla vulnerabilità dell'edificato urbano.
Tale procedura consente di studiare le aree sub-comunali, con valori di sismicità del terreno che possono variare in uno stesso Comune, raggiungendo un livello più dettagliato rispetto a quello che si sarebbe ottenuto con la classificazione sismica secondo l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003.

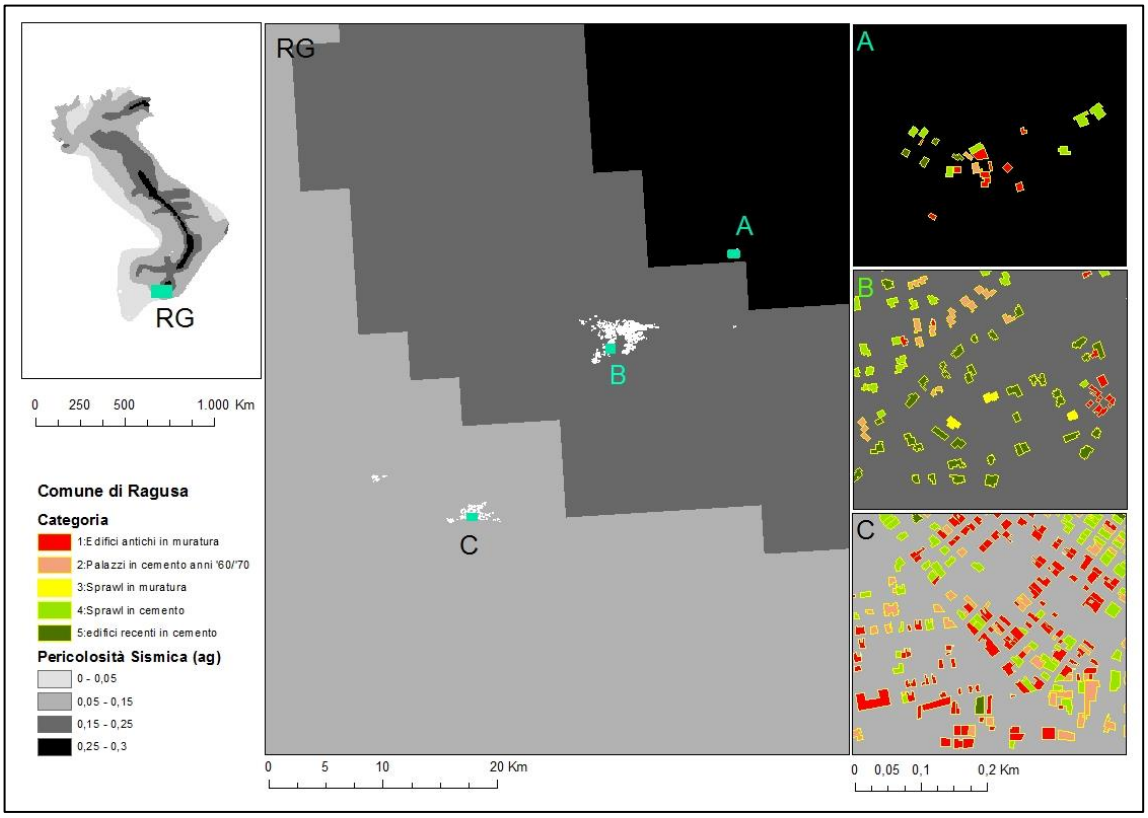


Figura 3 – Dettaglio delle tre zone sismiche del Comune di Ragusa con le tipologie edilizie presenti.

4. Sviluppi futuri

L'analisi della vulnerabilità dell'edificato è un fatto complesso, richiede un maggior numero di informazioni specifiche sul telaio (travi, pilastri, fondazioni, muri portanti), sulle caratteristiche dell'edificato contiguo, sulla geomorfologia del territorio (litologia, stratigrafia, stabilità dei versanti,.etc); quello che si è presentato è un primo tentativo di analisi, una sperimentazione che tuttavia consente una riflessione ad una scala vasta su tutto il territorio nazionale.

Bibliografia

Abbatini, D. (Istat), Di Pede, F. (Istat), & Patruno, E. (Istat). (2009). Rilevazione dei Numeri civici: Manuale per le operazioni sul campo. Retrieved from https://rnc.istat.it/DOCUMENTI/Manuale_per_le_operazioni_sul_campo.pdf

Bernardini, A. (2000). *La vulnerabilita degli edifici : valutazione a scala nazionale della vulnerabilita sismica degli edifici ordinari*. Rome: CNR-Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti.

Terzi, S., & Moroni, L. (2005). Graduatorie della qualità della vita e loro sensibilità al pre-trattamento delle variabili che la definiscono: alcune critiche al Dossier de Il Sole 24 Ore. *Quaderni Di Statistica*, *6*, 105–127.

Correlazioni spaziali in ambiente GIS per la gestione del rischio idraulico

AUTORI

Laura Bassan – urbanista e consulente in Sistemi Informativi Territoriali per il Comune di Castelgomberto (VI) – laurabassan84@gmail.com
Gianfranco Pozzer - urbanista e collaboratore in Sistemi Informativi Territoriali presso la Regione del Veneto – Sezione Pianificazione Territoriale Strategica e Cartografia – gianfranco.pozzer@gmail.com

Parole chiave: rischio idraulico; DTM; uso del suolo; deflussi; accumuli; impatti; zonizzazione

ABSTRACT

Obiettivo dello studio è mostrare come e quanto urbanizzazione ed impermeabilizzazione dei suoli possono alterare il regime idraulico di un territorio.
L'area di analisi coincide con il comprensorio dell'ex Consorzio di Bonifica Medio Astico Bacchiglione; un affondo viene eseguito per il Comune di Thiene (VI). Grazie ad un algoritmo sviluppato con l'uso di ArcGIS è stato possibile correlare, per *pattern* d'uso territoriale, i coefficienti di deflusso al modello digitale del terreno (DTM). L'applicazione delle funzioni di direzione ed accumulo (*hydrology tools*), ha permesso di studiare il comportamento superficiale delle acque e di quantificare gli impatti idraulici per variazione d'uso del suolo per due periodi di riferimento (1954 e 2006). Con il test si genera il *mapping*. Aree a diversa vulnerabilità ed esposizione sono identificate con strumento *focal statistics*. Ad esse si riferiscono strategie di pianificazione spaziale a scala di bacino idraulico. L'algoritmo in ambiente GIS consente di gestire il rischio idraulico con analisi multiscalari e multitemporali delle dinamiche di uso del suolo e di stimare i livelli incrementali di impermeabilizzazione ed impatto cumulativo. Pericolosità e rischio vengono governati con una rappresentazione integrata del problema verificando, nel continuo, gli usi maggiormente impattanti e la "salute idraulica" del territorio.
I risultati orientano le politiche di riqualificazione e lo sviluppo territoriale.

1. Premessa

Azioni antropiche ed eventi naturali contribuiscono alla definizione contestuale di rischio.
Gli effetti derivanti da questa relazione sono spesso gestiti in modo settoriale. Nel calcolo del rischio idraulico, ad esempio, vi è una predilezione della sola dimensione idrogeologica, con una gestione che esula da un disegno strutturale del territorio. Ciò si evince dalla lettura dei quadri conoscitivi di pianificazione territoriale e dalla carenza di modelli empirici che gestiscono le relazioni tra dimensione idraulica e dinamiche di "contesto" (cambiamenti climatici, morfologie insediative, inquinamento, deforestazione, ecc.). Mappe istituzionali come il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) mostrano una valutazione legata solo alle dinamiche di bacino, mentre studi empirici evidenziano la

correlazione esistente tra coefficienti di deflusso delle acque e processi di urbanizzazione ed uso del suolo (Bassan e Pozzer, 2011 e 2013; Pistocchi, 2001). Questa correlazione è influenzata anche dall'intensificarsi del ciclo idrologico globale, con picchi di piena più elevati, ma di durata più breve (Huntington, 2006). Il concetto di rischio viene arricchito se, oltre alle informazioni correnti sull'idraulica, le caratteristiche geomorfologiche e di uso del suolo, si utilizzano nuove tecnologie di *remote sensing* e *software* di elaborazione GIS. I quadri conoscitivi vanno aggiornati con approcci di lettura transcalare, in un'ottica di gestione multidisciplinare e multitemporale.
Tale approccio dimostra come le nuove tecnologie di gestione del territorio contribuiscano a generare nuovi scenari conoscitivi e di trasformazione. ArcGIS ha permesso di creare un algoritmo di correlazione e associazione tra tipi di uso del suolo e funzioni di direzione e accumulo dell'acqua, con lo scopo di stimare, in aree campione, i livelli incrementali di impermeabilizzazione e i relativi impatti idraulici.

2. Area di studio

I test sono stati eseguiti in contesto vicentino, in un'area campione coincidente con il comprensorio dell'ex Consorzio di Bonifica Medio Astico Bacchiglione, ora facente parte del Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta. Le motivazioni che hanno condotto alla scelta dell'area di studio sono:

1. la costante e continua criticità idraulica che interessa il territorio vicentino (alluvione 2010 e recenti);
2. la disponibilità di materiali ed informazioni derivanti da analisi e monitoraggi sulla compatibilità idraulica nel territorio di competenza all'ex Direzione Distretto Bacino Idrografico Brenta e Bacchiglione – Genio Civile di Vicenza, ora Sezione Bacino idrografico Brenta Bacchiglione – Sezione di Vicenza, per gli anni 2007 e 2008[1];
3. le caratteristiche di bacino idraulico dell'ex territorio consortile.

Un test specifico è stato eseguito per il Comune di Thiene (VI).

3. Algoritmo spaziale per l'analisi del rischio idraulico

Con apposito algoritmo è possibile stimare l'impatto che la pressione antropica esercita sul regime idraulico del territorio campione. La relazione per la stima degli impatti idraulici è la seguente:

$$\varphi_i = \left\{ \frac{[P \cdot F_u + P^{\circ} \cdot (F\text{-}F_u)]}{F} \right\}_i$$

essendo "P" il coefficiente di deflusso sintetizzato dal peso che restituisce il profilo degli usi del suolo, delle tipologie di terreno, della armatura ecosistemica (naturale e artificiale) e del "contesto" di riferimento (clima, geografia, fragilità ecc.). "u" è l'uso del suolo in "i".
Nello specifico i seguenti parametri indicano:
P= coefficiente di deflusso associato ad aree impermeabili (0,9)[2],
P°= coefficiente di deflusso associato ad aree permeabili (0,2),

[1] Stage formativo, Direzione Distretto Bacino Idrografico Brenta e Bacchiglione – Genio Civile di Vicenza, 2010: progetto formativo del corso di laurea specialistica in Pianificazione della città e del territorio, Università IUAV di Venezia, a.a. 2009-2010.

[2] Per la stima dei coefficienti di deflusso sull'intero *range* si veda l'allegato A della Dgr n. 2948 del 6 ottobre 2009 "Valutazione di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici. Modalità operative e indicazioni tecniche".

F= accumulo di flusso calcolato su modello digitale del terreno ad alta precisione (DTM con passo di griglia 5 m),
F_u= accumulo di flusso correlato all'uso del suolo (DBCS 2006 della Regione del Veneto, topologicamente corretto in scala 1:10000).
Il valore assegnato a (P) è strategico, in quanto la sua correlazione con l'accumulo di flusso (F) restituisce gli impatti idraulici (φ_i). Il valore di tale correlazione indica la % di pioggia che si trasforma in deflusso superficiale (*range* da 0,2 a 0,9). Il procedimento, calibrato a scala di bacino, è cumulativo. Per eseguire correttamente l'associazione sono necessari alcuni passaggi in ambiente GIS.
Il metodo prevede di "forzare" il sistema idrografico del Quadro Conoscitivo della Regione del Veneto sul modello digitale del terreno (DTM). Attraverso lo strumento *hydrology tools* (ArcMap) vengono eseguite le funzioni di direzione e accumulo dell'acqua. Il processo viene trattato in territorio non urbanizzato (DTM non pesato, impatto 0) ed urbanizzato (DTM pesato, impattato). Il peso è dato dai coefficienti di deflusso calibrati a seconda degli usi del suolo, o grado di impermeabilizzazione (DBCS 2006), e dalle diverse tipologie di terreno (Carta delle litologie e Carta dei suoli del Quadro Conoscitivo della Regione del Veneto). A partire dai risultati ottenuti, la relazione di stima viene processata con il comando *raster calculator*, generando l'impatto idrologico dell'impermeabilizzazione (φ_i), nella unità spaziale "i".
L'analisi consente non solo di quantificare il rischio, ma di capire quali usi abbiano modificato maggiormente l'equilibrio idraulico. Ciò consente di strutturare politiche territoriali *ad hoc* per un maggior contenimento delle dinamiche di urbanizzazione entro livelli di rischio accettabili.
I risultati vengono interpretati attraverso statistica spaziale e descrittiva. La relazione di stima consente, inoltre, di evidenziare il limite di concetti come "pericolosità" se non adeguatamente interpretati con le strutturali componenti del rischio.

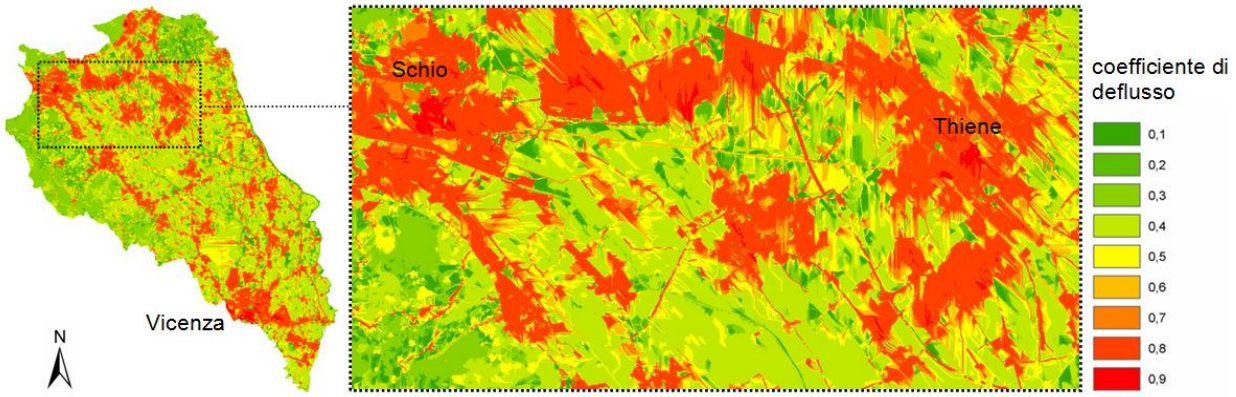


Figura 1 – Impatti sul sistema idraulico relativi all'uso del suolo all'anno 2006 (DBCS, 2006): comprensorio dell'ex Consorzio di Bonifica Medio Astico Bacchiglione.

4. Caso studio: Comune di Thiene (VI)

Il test si basa sullo sviluppo di riprese aerofotogrammetriche e ortofoto digitali per l'analisi multiscalare e multitemporale delle dinamiche di uso del suolo (Fotogrammi GAI[3], 1954-1955; Ortofoto IT2000 NR, 2006-2007). Con questa analisi è possibile individuare come gli usi del territorio siano variati nel corso degli ultimi cinquant'anni. Il metodo è riferito ad una visione sistemica del bacino e mette in luce come i cambiamenti di uso del suolo siano stati determinanti per gli impatti sul sistema idraulico del territorio

[3] I fotogrammi GAI sono stati ortorettificati e sottoposti ad una successiva operazione di mosaicatura.

analizzato. Gli impatti dell'urbanizzato, riferiti al 1954 e al 2006, sono stati calcolati utilizzando per l'anno 1954 i fotogrammi del volo GAI, per il 2006 il DBCS e le ortofoto (fig. 2). Per meglio evidenziare le differenze tra le due annate (1954-2006) i coefficienti di deflusso sono stati standardizzati, in modo da renderli confrontabili. I risultati mostrano come il coefficiente di deflusso medio sia aumentato nel cinquantennio di riferimento, segnalando un notevole peggioramento della "salute idraulica". Per l'anno 1954 era pari a 0,38, mentre al 2006 è pari a 0,58 (fig. 2). Dalla comparazione delle due serie temporali risulta che gli usi del suolo più impattanti sono stati la rete infrastrutturale e le aree industriali e commerciali. Queste variazioni d'uso, causando consumo di suolo e crescente impermeabilizzazione, sottraggono vie di fuga all'acqua meteorica, con incremento dell'onda di piena e della portata del corpo idrico ricevente. Aree industriali e commerciali, essendo nella loro quasi totalità impermeabili, rendono difficile la realizzazione di opere di compensazione idraulica per filtrazione. Per ripristinare un grado di permeabilità accettabile è necessario operare non solo in termini di uso del suolo, ma anche di copertura. Nelle aree ad uso residenziale, invece, la gestione dei deflussi superficiali risulta "più governabile". Ciò è dovuto ad un innesto morfologico più frammentario. I due casi sono identificabili nella Figura 3.

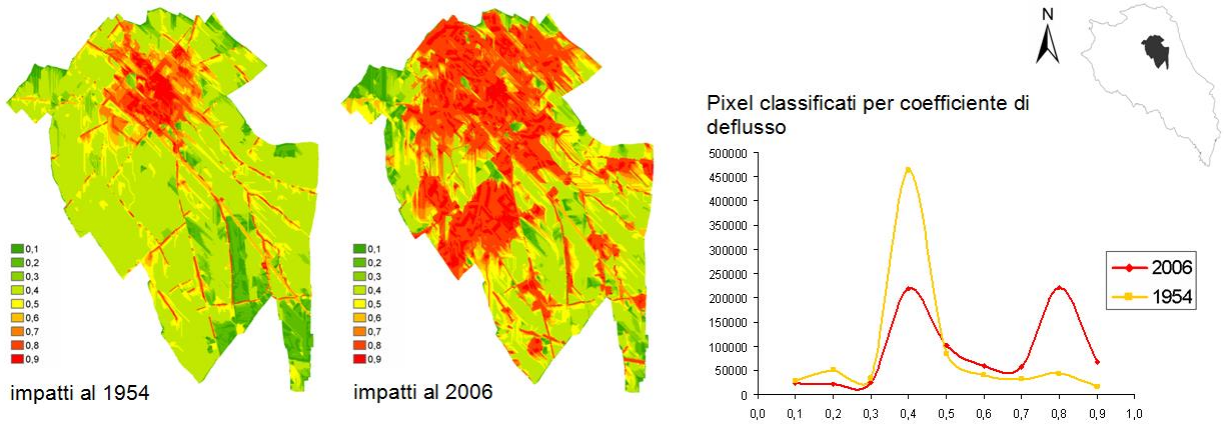


Figura 2 – Comune di Thiene: impatti sul sistema idraulico relativi all'uso del suolo per gli anni 1954 e 2006.

5. Rilettura degli impatti attraverso *neighborhood statistics*

Con procedura *neighborhood statistics* gli impatti al 2006 sono stati standardizzati al fine di elaborare una cartografia per aree a diversa criticità idraulica (fig. 3), di supporto ad una possibile tipizzazione del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) su scala comunale. La zonizzazione indica, in caso di eventi pluviometrici di una certa intensità, dove e con che grado di pericolosità si potrebbero verificare delle situazioni di allagamento. La peculiarità della mappa è mostrare in modo dinamico le difficoltà idrauliche di un certo territorio in relazione al suo bacino di appartenenza. Al variare di uno dei parametri usati nel modello la cartografia è in grado di riproporne in tempo reale il cambiamento avvenuto.
Le politiche di mitigazione del rischio idraulico, "costruite" con l'ausilio della zonizzazione, vanno trattate in un'ottica di adattamento ai cambiamenti climatici.

Figura 3 – Riclassificazione areale degli impatti al 2006: esempi di probabili criticità nel Comune di Thiene, a) – aree residenziali, b) – aree industriali.

6. Conclusioni

Il contributo mette in evidenza come l'uso del GIS e dei sistemi informativi territoriali possano aiutare a gestire concetti come il rischio idraulico nelle pratiche di pianificazione spaziale e di governo del territorio. L'algoritmo può contribuire alla costruzione di un "sistema delle conoscenze territoriali", che permette di contestualizzare il rischio, nel nostro caso quello idraulico, in relazione alle diverse dinamiche che insistono sul territorio. La zonizzazione, ad esempio, agevola la comunicazione di una problematica diversamente percepita. Anche chi non è del settore diventa consapevole e parte attiva nelle decisioni territoriali.

Ambito del lavoro

Il presente lavoro restituisce parte di un'attività di ricerca iniziata con la redazione della tesi di Laurea specialistica in Pianificazione della città e del territorio, Università IUAV di Venezia, 2011 (relatori: proff. Antonio Rusconi e Domenico Patassini) e proseguita con attività di formazione e consulenza.
Nel contributo l'approccio rende possibile la costruzione di mappe dinamiche del rischio stimate a scala di bacino e sottobacino idraulico. Gli strumenti che hanno permesso la costruzione del metodo fanno riferimento ai *tool* di ArcMap per l'analisi e la statistica spaziale e descrittiva, la georeferenziazione e la mosaicatura. Le fasi successive della ricerca prevedono di estendere i test nei comuni del pedemonte vicentino, perfezionando la costruzione di un "indice di impatto relativo" da utilizzare nei processi di riequilibrio idraulico (invarianza idraulica) dei bacini di appartenenza. Si prevede un'applicazione della metodologia agli impatti idraulici dell'Autostrada Pedemontana Veneta (APV). Il monitoraggio dei fattori che in influenzano (P) è determinante.

Ringraziamenti

Il lavoro è stato discusso e sviluppato con il contributo del prof. Domenico Patassini dell'Università IUAV di Venezia. Per la collaborazione, la messa a disposizione delle banche dati territoriali della Regione Veneto e per gli importanti supporti tecnico-scientifici, si ringraziano l'ing. Maurizio De Gennaro (direttore della Sezione Pianificazione Territoriale Strategica e Cartografia, Regione del Veneto) e l'arch. Sandro Baldan, (Posizione Organizzativa "Pianificazione e coordinamento Piani Provinciali", Sezione Pianificazione Territoriale Strategica e Cartografia, Regione del Veneto).

Bibliografia

L. BASSAN, G. POZZER, Vincolo di invarianza idraulica e pianificazione del territorio: prove di zonizzazione in provincia di Vicenza, in G. La Loggia, A. Paoletti, G. Becciu, G. Freni, U. Sanfilippo a cura di (2011), Acqua e Città 2011 - Pianificazione, Protezione e Gestione, Centro Studi Idraulica Urbana, Milano, 2011, pp. 75-76.

L. BASSAN, G. POZZER, Invarianza idraulica e consumo di suolo: prove di zonizzazione per la mitigazione del rischio idraulico e l'adattamento dei processi di piano in Italia e Germania, in F. Musco, F. Zanchini, a cura di (2013), Le città cambiano il clima, Volume: Corila, Venezia, 2013, pp. 28-34.

COMPAGNIA GENERALE RIPRESEAEREE DI PARMA - CGR, Ortofoto IT2000 NR 2006-2007 (Concessione della Regione del Veneto).

T.G. HUNTINGTON, Evidence for intensification of the global water cycle: Review and synthesis, Journal of Hydrology, Volume 319, Issues 1-4, 15 March 2006, pp. 83-95.

ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE (IGMI) DI FIRENZE, Fotogrammi GAI, 1954-1955 (Concessione della Regione del Veneto).

A. PISTOCCHI, La valutazione idrologica dei piani urbanistici: un metodo semplificato per l'invarianza idraulica dei piani regolativi generali, in Ingegneria Ambientale, vol. XXX, n. 7/8, 2001, pp 407- 413.

REGIONE DEL VENETO, Quadro Conoscitivo L.R. 11/2004.

REGIONE DEL VENETO, SERVIZIO CARTOGRAFICO, SEGRETERIA REGIONALE AL TERRITORIO, Repertorio aerofotogrammetrico del Veneto, Grafiche STEP, Parma, 2002.

REGIONE DEL VENETO, DBCS Copertura del suolo della Regione Veneto progetto GSE Land – Urban-Atlas: utilizzo delle banche dati territoriali del SIT della Regione Veneto, 2006.

Progettazione e realizzazione di un geodatabase per la microzonazione sismica di livello 1 applicazione ai Comuni della Provincia di Foggia

AUTORI

Giuseppe Cosentino - CNR-IGAG (Area della Ricerca Roma 1) - giuseppe.cosentino@igag.cnr.it
Domenico Capolongo - Dip. Scienze della Terra e Geoambientali dell'Università degli Studi di Bari - capolongo@geo.uniba.it
Isabella Trulli - Autorità di Bacino della Puglia (Bari) – isabella.trulli@adb.puglia.it

Parole chiave: rischio sismico; microzonazione sismica; pianificazione del territorio

ABSTRACT

L'osservazione dei danni provocati da un terremoto è spesso differente nello stesso centro abitato. La causa va ricercata, oltre che nella diversa qualità e tipologia delle strutture abitative, in una differente pericolosità sismica del territorio a scala locale. La microzonazione sismica è uno strumento di valutazione della pericolosità connessa ai rischi geologici in aree urbane, è inoltre un supporto alla pianificazione del territorio ed alle relative misure di prevenzione; in tale ottica si configura come strumento di riduzione del rischio sismico.
L'obbiettivo del lavoro ha riguardato la messa a punto di un sistema di gestione per l'individuazione di aree omogenee in prospettiva sismica nei territori dei Comuni della Provincia di Foggia suddividendoli in zone stabili, zone stabili suscettibili di amplificazione locale e in zone instabili attraverso l'analisi di dati di natura geologica, geofisica e geomorfologica, secondo quanto previsto dalle specifiche degli Indirizzi e Criteri per la microzonazione sismica (Gruppo di lavoro MS 2008).
Il prodotto finale è stato la realizzazione di un geodatabase ESRI® sviluppato in ambiente ESRI ArcMap ® contenente i dati di sottosuolo, le aree degli affioramenti geo-litologici e le aree delle microzone omogenee in prospettiva simica corredato con i relativi layout cartografici dei territori urbani selezionati.

1. Il Progetto - Microzonazione sismica di livello 1 nella Provincia di Foggia

Lo studio di microzonazione sismica dei Comuni della Provincia di Foggia nasce nella Convenzione tra l'Autorità di Bacino della Puglia (A.d.B. Puglia.), l'Istituto di Geologia Ambientale e Geo-ingegneria del Consiglio Nazionale delle Ricerche (C.N.R.-I.G.A.G.) ed il Dipartimento di Scienze della Terra e Geoambientali dell'Università degli Studi di Bari. Il progetto è stao finanziato nell'ambito delle studio di fattibilità per il monitoraggio e la messa in sicurezza delle aree urbane a rischio di stabilità statica e vulnerabilità strutturale dei Comuni della Provincia di Foggia – C.I.P.E. 20/2004.
La convenzione ha avuto per oggetto la redazione di uno studio di microzonazione sismica di livello1 nelle aree selezionate di 61 centri abitati della Provincia di Foggia, realizzando i seguenti prodotti cartografici: 1) carte delle indagini pregresse; 2) carte delle frequenze fondamentali dui sito; 3) carta geolitologiche con relativi sezioni e carte delle microzone omogenee in prospettiva sismica (di seguito MOPS)
Lo studio è stato condotto seguendo a) gli "Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica", approvati dal Dipartimento della Protezione Civile (DPC) e dalla Conferenza Unificata delle Regioni e delle Province Autonome (Gruppo di lavoro MS 2008); b) gli "Standard di archiviazione e rappresentazione informatica 1.5" (ICMS 2011); c) i "Contributi per l'aggiornamento degli "Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica 2008 " (2011)

2. Metodologie e analisi dei dati - Dati di Base

I dati di base presi in considerazione sono stati i seguenti:

a) Delimitazione Geografica dell'area oggetto dello studi;
b) C.T.R. in scala 1: 5.000 in formato vettoriale;

c) Carta geologica in scala 1:5.000;
d) Inventario dei fenomeni franosi in Italia (IFFI)
e) Piano dell'Assetto Idrogeologico dell'A.d.B. Puglia (PAI);
f) Banca dati dei Pozzi della Legge 464/84;
g) Ortofoto;
h) DEM ad alta risoluzione (celle di 8 metri) derivato dalla cartografia numerica CTR in scala 1: 5.000;
i) Dati dell'attività di esplorazione petrolifera italiana (Progetto VIDEPI);
j) Catalogo storico degli eventi sismici (Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani);
k) Osservazioni macro-sismiche (Database delle osservazioni macro-sismiche del terremoti italiani Progetto INGV Emidius – DBMI04);
l) Pericolosità sismica di base (INGV - Progetto S1);
m) Catalogo delle Faglie capaci (Progetto ITHACA);
n) Banca dati delle singole sorgenti sismo-genetiche (INGV - Progetto DISS3).

2.1 Acquisizione documentazione dati pregressi

La raccolta dei "dati pregressi" e la loro catalogazione all'interno del progetto ha riguardato i prodotti messi a disposizione dagli Uffici Tecnici delle Amministrazioni Locali e dall'A.d.B. Puglia:

a) Relazioni geologiche-tecniche
b) Piani Strutturali,
c) Sondaggi geognostici
d) Indagini geofisiche
e) Studi di monitoraggio ambientale

2.2 Informatizzazione ed analisi dei dati geologici-tecnici e geofisici

Per realizzare lo studio di microzonazione sismica è stato necessario costruire un modello di sottosuolo informatizzando ed analizzando i dati geotecnici e geofisici presenti nelle indagini geognostiche e geofisiche. In particolare per ciascun dato litologico derivante da sondaggi sono state prese in considerazione le seguenti proprietà fisico-meccaniche:

a) Proprietà indici
   - peso dell'unità di volume
   - contenuto naturale d'acqua w
   - indice di plasticità IP
   - indice di consistenza IC
   - indice dei vuoti iniziale e_0
b) Caratteristiche meccaniche e idrauliche
   - indice di compressibilità CC
   - indice di rigonfiamento/ricompressione CS
   - grado di sovra-consolidazione OCR
   - coesione ed angolo di attrito in termini di tensioni efficaci (c', φ')
c) Proprietà geofisiche
   - velocità di propagazione delle onde di compressione V_P
   - velocità di propagazione delle onde di taglio V_S.
   - frequenza fondamentale di sito f_0

2.3 Nuove indagini per gli studi di microzonazione sismica

Le nuove indagini *ad hoc* per la microzonazione sismica ha riguardato in particolare i Comuni le cui indagini raccolte non erano sufficienti per la realizzazione della Carta delle MOPS.
Le nuove indagini sono state pianificate in base alle caratteristiche del modello di sottosuolo, nelle aree meno conosciute dal punto di vista geologico-tecnico e nelle aree strategiche urbane.
Il piano d'indagine è stato finalizzato alla conoscenza della natura lito-stratigrafica, geotecnica e geofisica delle coperture sedimentarie ed della profondità media del substrato rigido (Vs > 800 m/s) ed ha previsto le seguenti indagini:

- sondaggi geognostici a carotaggio continuo con campionamento ed analisi geotecniche di laboratorio terre;
- prove down-hole nei fori di carotaggio;
- prospezioni sismiche in superficie a rifrazione in onde P ed SH;
- misure passive a stazione singola (HVSR).

3. Prodotti informatici e cartografici - Carta delle Indagini

La Carta delle indagini mostra la distribuzione geografica delle indagini di varia tipologia utilizzate per questo studio di Microzonazione di I livello e archiviate in banca dati.
Sono state visionate e catalogate le 528 relazioni geologiche, digitalizzate ed informatizzate 2732 Indagini puntuali e 694 Indagini lineari.
Di seguito vengono riportate le principali indagini:
Indagini Puntuali

- 1045 Sondaggi a carotaggio continuo (di cui 43 contenenti Prove tipo Down Hole e 34 Prove tipo Cross Hole);
- 470 Prove penetrometriche dinamiche;
- 311 Sondaggi allestiti con tubo piezometrico;
- 181 Sondaggi allestiti con inclinometro
- 74 Pozzetti esplorativi;
- 16 Sondaggi a distruzione di nucleo;
- 12 Prove penetrometriche statiche.

Le indagini lineari

- 141 Sondaggi elettrici verticali;
- 322 stendimenti sismici a rifrazione (SERZ);
- 142 tomografie elettriche di resistività (ERT);
- 28 profili Radar (RAD)
- 46 linee per Multichannel Analysis of Surface Waves (MASW).

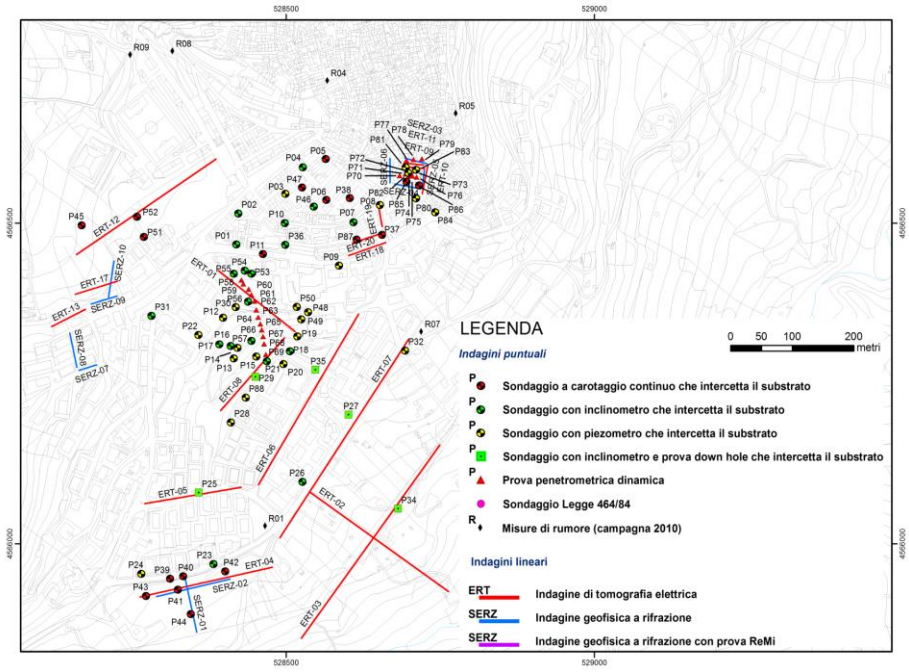


Figura 1 - Esempio di carta delle indagini– Comune di Bovino (FG).

3.1 Banca dati geografica delle Indagini

La banca dati geografica ha forma di SHAPE file e presenta una struttura semplice e semplificata dove sono archiviati i dati geologici disponibili presso il CNR-IGAG.
In Tabella 1 vengono riportati i campi degli attributi delle indagini puntuali e lineari.

Tabella 1 - Campi degli attributi della banca dati geografica delle indagini

Nome del campo	Tipo campo	descrizione
ID (chiave primaria)	numeri interi	Identificativo univoco
ID_relazione	numeri interi	Identificativo della relazione documentale in PDF
Cod_Sondaggio	numeri interi	Tipologia del sondaggio o della prova di esplorazione
Nome_Sondaggio	testo	Nome del sondaggio nella relazione documentale
Test_in_situ	testo	Tipo di prova in situ in foro
Spes_sed	numeri interi	Spessore della copertura sedimentaria in metri con Vs<800 m/sec
Prof_substrato	numeri interi	Profondità del substrato sismico rispetto al piano campagna in metri
Prof_esploraz.	numeri interi	Lunghezza della perforazione in metri o profondità di esplorazione
Falda	numeri interi	Profondità della falda rispetto al livello del mare in metri

Data	data	Data della relazione documentale
label	testo	Nome etichetta cartografica
style	testo	Codice della libreria del simbolo di ArcMap
link	testo	Hyperlink (collegamento in linea) alla relazione documentale in PDF

3.2 Carta delle frequenze fondamentali

Le vibrazioni ambientali sollecitano il sottosuolo in maniera analoga a quella dei terremoti (anche se con ampiezze assai minori), le loro caratteristiche risultano potenzialmente informative riguardo alla risposta sismica del terreno in caso di evento sismico.
In particolare, grazie al valore della frequenza di risonanza del terreno ottenuto direttamente dalla funzione H/V, è possibile effettuare una stima della profondità degli strati risonanti rispetto al piano di campagna tramite l'utilizzo della relazione

$$f_0 = Vs/4H$$

(f_0 è la frequenza di risonanza, H e Vs sono rispettivamente spessore complessivo e velocità media delle onde di tipo S della copertura sedimentaria).
Inoltre, grazie anche all'aiuto delle indicazioni ottenute dalla cartografia geologica e dalle altre indagini sia geognostiche (sondaggi) che geofisiche (sismica a rifrazione, MASW, down-hole, ecc..) è stato possibile definire i litotipi che costituiscono il basamento sismico e la ricostruzione approssimativa del loro andamento in profondità.
L'analisi delle misure di rumore ambientale basata sull'analisi delle vibrazioni ambientali (o rumore sismico) di origine antropica e naturale registrate mediante un apposito strumento (tromografo), hanno permesso la realizzazione della Carta delle Frequenze Fondamentali.
In particolare i massimi H/V individuati nel campo di frequenze tra 0,3 e 10 Hz sono stati suddivisi in quattro classi di intervalli:

- $0,3 \leq f_0 \leq 1,5$
- $1,5 < f_0 \leq 2,5$
- $2,5 < f_0 \leq 5,0$
- $5,0 < f_0 \leq 10,0$

Ogni campo di ampiezza è stato suddiviso in tre intervalli:

- 1 - 2
- 2 – 4
- > 4

A ciascun picco H/V ricadente in uno delle quattro classi di frequenza e in uno dei tre intervalli di ampiezza è stato associato un simbolo caratterizzato da una specifica colorazione e da una grandezza proporzionale al valore stesso dell'ampiezza.

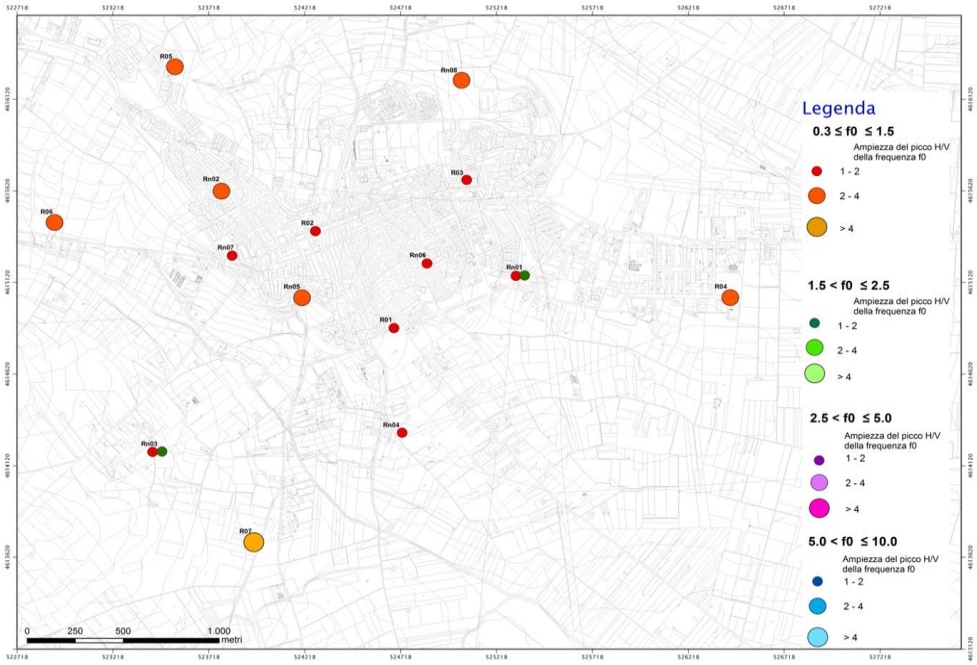


Figura 2 - Esempio di carta delle frequenze fondamentali – Comune di Torremaggiore.

3.3 Carta geolitologica

Il processo di realizzazione di una carta di microzonazione sismica ha richiesto la consultazione di informazioni tecniche estremamente eterogenee sotto forma di cartografie, diagrammi, sezioni, valori numerici ed altro ancora. I dati cartografici di natura tematica hanno riguardato essenzialmente la rappresentazione di elementi di natura geologica, geologico-tecnica e geofisica, e sono state archiviati in forma digitale.
I dati alfanumerici, costituiti da misure di variabili di natura geologica, geotecnica, idrogeologica, geofisica e sismica, hanno concorso a definire le unità omogenee dal punta di vista sismico.
Per organizzare e gestire la mole di dati e consentire la creazione dell'elaborato cartografico tutte le informazioni sono state implementate in un sistema informativo territoriale (GIS, Geographic Informtation System) tramite il sofware ESRI ArcGIS®.
Il GDB gestisce sia oggetti raster che vettoriali rappresentandoli attraverso feature class raggruppate in feature dataset.
Uno dei vantaggi derivanti dall'utilizzo di un GIS risiede nella facilità con cui è possibile integrare e aggiornare i dati di un database.

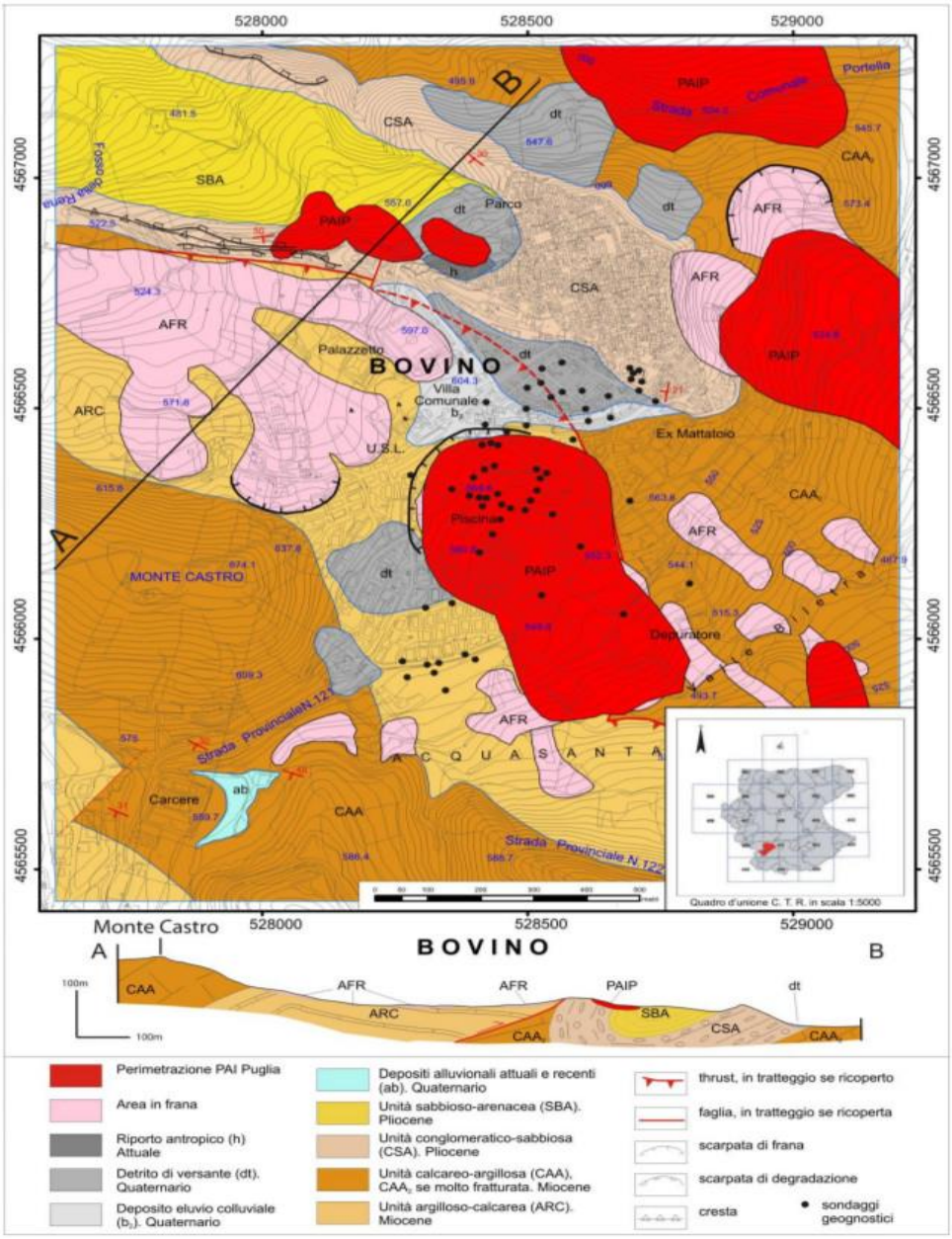


Figura 3 - Esempio di carta geolitologica – Comune di Bovino (FG).

3.4 Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS)

Analizzando i dati geologici disponibili e le informazioni di nuova acquisizione, sono state prodotte le Carte delle microzone omogenee in prospettiva sismica.
La carta individua le microzone omogenee dal punto di vista sismico basandosi su osservazioni geologiche, geomorfologiche e di valutazione dei dati geotecnici, idrogeologici e geofisici tenendo conto in particolare dei contesti geologici dove l'azione del moto sismico può avere degli effetti amplificativi.
L'analisi dei dati ha consentito di stabilire, secondo gli ICMS 2008, tre categorie di zone

1) Zone stabili: senza effetti di modificazione del moto sismico rispetto ad un terreno rigido (Vs ≥800 m/s) e pianeggiante (pendenza < 15°)

2) Zone stabili: senza effetti di modificazione del moto sismico rispetto ad un terreno rigido (Vs ≥800 m/s) e pianeggiante (pendenza < 15°)
3) Zone suscettibili di instabilità:
   - instabilità di versante,
   - liquefazioni
   - faglie attive e capaci
   - cedimenti differenziali, aree con cavità ipogee

Le elaborazioni per arrivare alla stesura di una Carta delle MOPS hanno riguardato le seguenti fasi di elaborazione:

1) definizione degli aspetti geomorfologici e della loro implicazione su effetti locali di amplificazione;
2) ricostruzione delle condizioni idrogeologiche;
3) caratterizzazione geologico-tecnica e geofisica dei litotipi;
4) ricostruzione dei rapporti geometrici tra le unità del substrato e le coperture detritiche e alluvionali;
5) ricostruzione della stratigrafia da un punto di vista geofisico;
6) definizione di aree geologicamente comparabili con caratteristiche geomorfologiche, geotecniche e geofisiche omogenee definite “microzone”.
7) ricostruzione del modello geologico-tecnico di sottosuolo (stratigrafico-strutturale) utilizzando i dati pregressi presenti nel Data Base documentale.

3.5 Scheda di sintesi

Al fine di garantire un’analisi efficace tra i dati ed i risultati espressi nella rappresentazione delle MOPS è stato necessario introdurre una scheda di compilazione di sintesi dei principali parametri fisici, meccanici e geofisici dei terreni che compongono i singoli strati del volume rappresentativi del sottosuolo della microzona.
La struttura della scheda di sintesi contiene i parametri descrittivi previsti da ICMS. Tale scheda, è corredata da abachi e tabelle di correlazione tra diversi parametri geo-meccanici e geofisici dedotti dalla letteratura geotecnica. I parametri inseriti sono stati riportati sotto forma di intervallo (val. min.-val. max.). Tale scheda è stata di estrema utilità in quanto ha permesso le seguenti operazioni:

- l’estrazione dei parametri geotecnici da utilizzare nella caratterizzazione delle unità litologiche;
- Il calcolo della velocità delle onde sismiche di taglio (Vs) quando non disponibile da misure dirette, a partire da parametri geotecnici e prove in situ;
- la discretizzazione degli spessori dei terreni e la creazione di “Profili Colonnari” descrittivi delle MOPS individuate secondo le loro caratteristiche geo-meccaniche e geofisiche;
- la redazione delle relazioni di sintesi dello studio di microzonazione;
- possibilità di creare relazioni uno-a-molti con gli attributi le feature class poligonale (MOPS) utilizzando come chiave primaria i codici del campo Tipo_z

Microzona	*Tipo_z*	ID strato	spessore *(m)*	Descrizione litotecnica	**Vs** *(m/sec)*	*Codice Unità Geolitologica*	*note*
Z2	2002	**90001**	3-5	limo sabbioso con livelli ghiaiosi	<300	**lsg**	1) Relazione Accordo di Programma Quadro - Difesa del Suolo – CIPE 20/2004
	2002	**90002**	10-14	Calcari e argille limoso sabbiose (Substrato geologico carsificato)	800-1200	**CCMt**	
	2002	**90003**	>100	Calcareniti e calcari micritici	1500-2000	**CCMt**	

Figura 4 - Esempio di scheda di sintesi.

3.6 Banca dati MOPS

La banca dati geografica delle MOPS è stata realizzata seguendo gli Standard di Rappresentazione e Archiviazione Informatica Versione 1.5 - Specifiche Tecniche per la Redazione in Ambiente GIS degli Elaborati Cartografici della Microzonazione Sismica – Commissione Tecnica per il Monitoraggio degli Studi di Microzonazione Sismica (Articolo 5, comma 7 dell'OPCM del 13/11/2010, n. 3907).
I dati sono archiviati in formato file. SHP e disponibili presso il CNR-IGAG.

3.7 Progetto cartografico MOPS

Il progetto cartografico ha riguardato la creazione di un prodotto che tenesse conto di tutte le informazioni utili per la microzonazione sismica di livello 1.
Si possono distinguere nello stesso progetto cartografico tre differenti tipi di informazioni

1. MOPS (campo cartografico contenente l'informazione areale attraverso poligoni che rappresentano le microzone omogenee in prospettiva sismica)
2. SLOPE (Carta delle Pendenze) La carta delle pendenze (slope) è stata creata a partire dal DEM con risoluzione 8 metri generato dai punti e dalle isolinee quotate all'interno delle CTR messe a disposizione di A.d.B. Puglia. L'analisi delle pendenze ha permesso l'estrazione di aree aventi pendenze maggiori di 15°. Questo dato sovrapposto a quello delle MOPS (in trasparenza) rende più agile la discriminazione tra aree che possono essere ulteriormente suscettibili rispetto alla classificazione fatta in base ai dati geologico-tecnici e geofisici di sottosuolo. L'ordine dello schema di montaggio dei layers del "Data Frame Slope" è il seguente:
    - Aree instabili (in trasparenza con retino rosso o giallo o viola a seconda del tipo di instabilità);
    - Aree stabili e stabili suscettibili (solo limiti - contorno MOPS);
    - Aree con pendenze >15°;
    - Impianto urbano ed edificato del centro abitato derivati dalla CTR;
    - "Hillshade" per dare una prospettiva 3D del rilievo topografico;
    - Profili colonnari MOPS di riferimento.

Ognuna delle informazioni rappresenta un DATA FRAME indipendente del layout cartografico. Il software utilizzato per tale lavoro è stato: ESRI ArcMap®

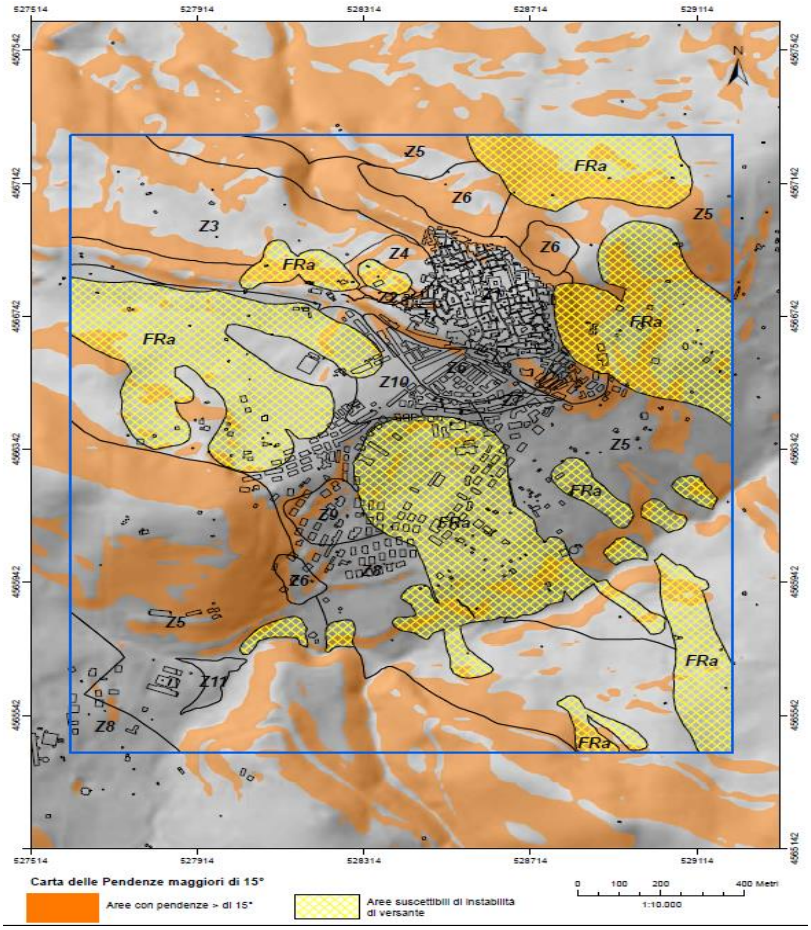


Figura 5 - Esempio di informazioni multilayers inseriti nella carta delle MOPS. Comune di Bovino (FG).

3.8 Profili colonnari MOPS

I profili colonnari definiscono in generale la tipologia e gli spessori intervallati (min-max) rappresentativi del volume di sottosuolo corrispondente alle “zone stabili suscettibili di amplificazioni locali” ed alle “zone stabili”; essi sono collegati tramite chiave numerica primaria alla Scheda di Sintesi e rappresentano a tutti gli effetti dei modelli multistrato monodimensionali (1D) utilizzabili eventualmente come “modelli Medi” di input per la quantificazione della risposta sismica locale.
Sono stati creati grazie alle seguenti informazioni:

a) scheda di sintesi;
b) pannelli di correlazione realizzati con i dati stratigrafici dei documenti originali;
c) banca dati geografica delle indagini.

Per la loro creazione si è preferito utilizzare lo stesso software della banca dati geografica in quanto questo ha permesso una più rapida esecuzione del disegno poiché sfrutta le medesime librerie di simboli.
La rappresentazione grafica dello spessore di una copertura sedimentaria all’interno del profilo rappresentativo della MOPS è riferito alla media degli spessori che copertura ha all’interno della MOPS.
Per il disegno è stata utilizzata la scala di riferimento 1:100

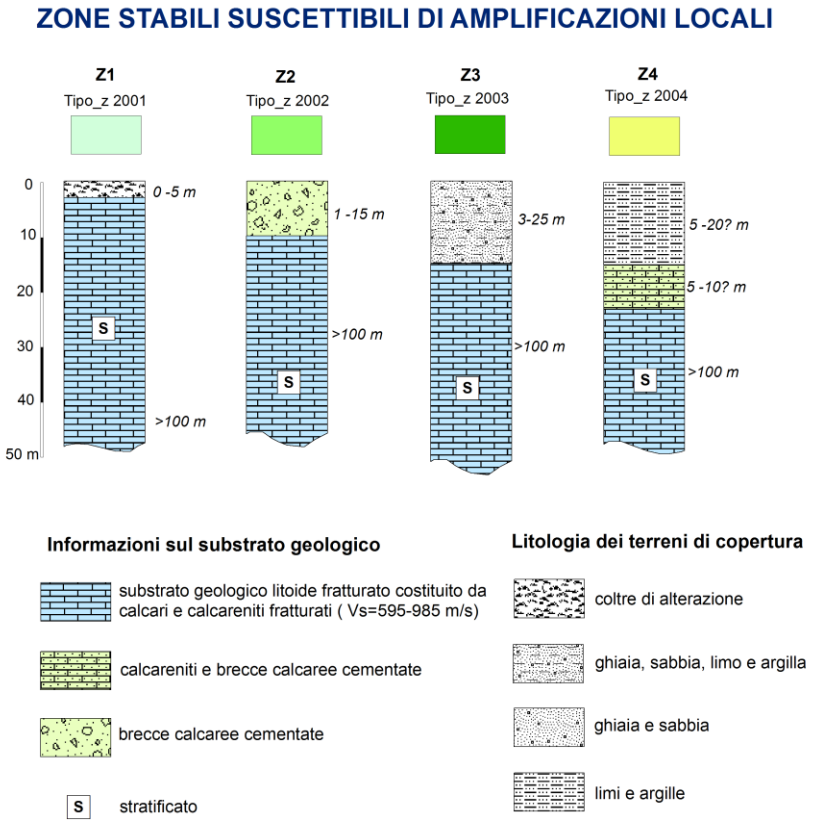


Figura 6 - Esempio di profili colonnari delle MOPS.

4. Conclusioni

E' stata realizzata la microzonazione sismica di livello 1 di 61 Comuni della Provincia di Foggia, secondo quanto previsto da Indirizzi e Criteri per la microzonazione sismica (Gruppo di lavoro MS 2008).
I principali aspetti innovativi del sistema cartografico progettato in ambiente ESRI ArcGis® per il livello 1 di microzonazione sismica della Provincia di Foggia sono:

- un sistema di mappatura basato esclusivamente su tecniche di editing in ambiente ESRI ArcMap® ;
- lo sviluppo di un database GIS di codificata di indagini geognostiche;
- una nuova funzione Data Frame nel layout cartografico in ArcMap dove vengono individuate le aree con pendenza > 15 ° ;
- la creazione di una banca dati geografica delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS).
- la creazione di un "scheda di sintesi della microzona" contenente i principali parametri geologici, geotecnici e geofisici. Questo strumento è utile per la rappresentazione dei "Profili colonnari" descrittivi delle MOPS ;
- la creazione di una libreria di simboli nidificati ;
- la creazione della mappa finale in layout utilizzando tutte le informazioni della banca dati contenuti in diversi dati Frames.

Questi punti hanno permesso di sviluppare un esempio di modello di cartografico per il primo livello di microzonazione sismica.

Riferimenti

Albarello D., Cesi C., Eulilli V., Guerrini F., Lunedei E., Paolucci E., Pileggi D., Puzzilli L.M. (2011). The contribution of the ambient vibration prospecting in seismic microzoning: an example from the area damaged by the 26th April 2009 L'Aquila (Italy) earthquake. Bollettino di Geofisica teorica ed applicata, 52, 513-538.

Anna Rita Tursi; Giancarlo Ciotoli; Giuseppe Cosentino; Fabrizio Marconi, Salvatore Martino; Giuseppe Cavuoto, Gian Paolo Cavinato. ESTIMATION OF V S VALUES BASED ON GEOSPATIAL ANALYSES AS A TOOL FOR SEISMIC MICROZONATION STUDIES: APPLICATION TO THE L'AQUILA PLAIN (ITALY) - 7th Euregeo 2012

Bard P. Y. (1999). Microtremor measurements: a tool for site effect estimations. All'interno della pubblicazione: The effect of surface geology on seismic motion. Balkema, Rotterdam, 1251-1279.

Bazzurro P., Cornell C. A.: 1999. Disaggregation of seismic hazard, Bull. Seism. Soc. Am. 89, 501-520.

Classificazione sismica dei Comuni italiani, 2010. Recepimento da parte delle Regioni dell'OPCM del 20 marzo 2003, n° 3274. Sito internet: http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/classificazione.wp

Dati provenienti dall'Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo nel sottosuolo ai sensi della Legge 464/84, ISPRA Servizio Geologico d'Italia/Dipartimento Difesa del Suolo – Geologia Applicata e Idrogeologia, Roma.

Cosentino G., Coltella M., Cavuoto G., Ciotoli G., Cavinato G.P., Salaam G. I., Castorani A., Di Santo A.R., Trulli I., Caggiano T. NEW MAP FEATURES IN PROJECT ON THE FIRST LEVEL SEISMIC MICROZONATION OF 61 MUNICIPALITIES IN THE FOGGIA PROVINCE (APULIA REGION, ITALY)- 7th Euregeo 2012

Gian Paolo Cavinato, Giuseppe Cavuoto, Giancarlo Ciotoli, Monia Coltella, Giuseppe Cosentino, Enrico Paolucci, Edoardo Peronace, Isabella Trulli. La Microzonazione sismica di Livello 1 dei Comuni della Provincia di Foggia: metodologie di studio e primi risultati. ANIDIS 2011

Giuseppe Baldassarre, Salvatore Gallicchio, Paolo Giannandrea, Antonella Marsico, Massimo Moretti, Marcello Tropeano, Antonello Fiore, Katia Straziuso, Antonio Castorani, Antonio Rosario Di Santo, Isabella Trulli. La Cartografia Geolitologica nella Microzonazione Sismica di Primo Livello della Provincia di Foggia (Italia Meridionale) – ANIDIS 2011

Gruppo di lavoro CPTI: 2004, Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, versione 2004 (CPTI04). INGV, Bologna. Internet web site: http://emidius.mi.ingv.it/CPTI/.

Gruppo di lavoro MPS: 2004, Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 del 20 marzo 2003. Rapporto conclusivo per il dipartimento di Protezione Civile, INGV, Milano – Roma, aprile 2004, 65 pp. + 5 appendici, Internet web site: http://zonesismiche.mi.ingv.it/elaborazioni/.

Gruppo di lavoro ICMS, 2008. Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica. Conferenza delle Regioni e delle Province autonome – Dipartimento della Protezione Civile, Roma, 3 volumi e 1 Cd-rom.

Meletti C. & Valensise G., 2004. Zonazione sismogenetica ZS9 – App. 2 al rapporto conclusivo. GNDT. Consultabile all'indirizzo internet: http://zonesismiche.mi.ingv.it/documenti/App2.pdf.

Meletti C., Meroni F., Martinelli F., Locati M., Cassera A., & Stucchi M. (2007). Ampliamento del sito web per la disseminazione dei dati del Progetto DPC-INGV S1, Deliverable D8, http://esse1.mi.ingv.it/d8.html

Molin D., Stucchi M. & Valensise G. (a cura di), 1996. Massime intensità macrosismiche osservate nei comuni italiani. GNDT-ING-SSN, elaborato per il Dipartimento della Protezione Civile. Roma

Mucciarelli M. (1998). Reliability and applicability of Nakamura's technique using microtremors: an experimental approach. J. Earthquake Engin., 2, 4, 625 - 638.

Mucciarelli M. e Gallipoli M. R. (2001). A critical review of 10 years of microtremor HVSR technique. Bollettino di Geofisica Teorica e Applicata, 42, n. 3 - 4, 255 - 266

Nakamura Y. (1989). A method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremor on the ground surface. QR Railway Technical Research Institute, 30, 25 - 33

OPCM 3907 del 13 novembre 2010 - Attuazione dell'articolo 11 del decreto legge n.39 del 28 aprile 2009, convertito, con modificazioni, dalla legge n.77 del 14 giugno 2009 in materia di contributi per interventi di prevenzione del rischio sismico (Gu n.2810del 1 dicembre 2010 - supplemento ordinaro n.262).

Pagliaroli A., Lanzo G. 2008. Selection of real accelerograms for the seismic response analysis of the historical town of Nicastro (Southern Italy) during the March 1638 Calabria earthquake. Engineering Structures, Special Issue on “Seismic reliability, analysis and protection of historic buildings and heritage sites”, 30, 2211-2222.

Quaderni di Geofisica, Vol 49, pp.38. Sito internet: http://emidius.mi.ingv.it/DBMI04/. MCS, 1930. Scala macrosismica Mercalli-Cancani-Sieberg. Da Sieberg A., Geologie der Erdbeben, Handbuch der Geophysic, Tabb. 2 e 3. Berlin.

SESAME European project (2004). Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibration. Measurements, processing and interpretation. Final Report WP12. http://sesame-fp5.obs.ujf-grenoble.fr/Delivrables/Del-D23-HV_User_Guidelines.pdf.

Spallarossa D., Barani S., 2007. Disaggregazione della pericolosità sismica in termini di M-R-ε. Progetto DPC-INGV S1, Deliverable D14, http://esse1.mi.ingv.it/d14.html

Standard di Rappresentazione e Archiviazione Informatica Versione 1.5 - Specifiche Tecniche per la Redazione in Ambiente GIS degli Elaborati Cartografici della Microzonazione Sismica – Commissione Tecnica per il Monitoraggio degli Studi di Microzonazione Sismica (Articolo 5, comma 7 dell’OPCM del 13/11/2010, n.3907)

Stucchi et alii. (2007). DBMI04, il database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani utilizzate per la compilazione del catalogo parametrico CPTI04. http://emidius.mi.ingv.it/DBMI04/

Valensise, G., e D. Pantosti (2001). The investigation of potential earthquake sources in peninsular Italy: a review, J. Seismol., 5, 287-306.

L'integrazione dell'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia nel Geoportale ISPRA

AUTORI

Carla Iadanza – ISPRA - carla.iadanza@isprambiente.it

Giuseppe Gigante - ESRI Italia – info@esriitalia.it

Parole chiave: ISPRA; Geoportale; inventario fenomeni franosi

ABSTRACT

L'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (Progetto IFFI), realizzato dall'ISPRA e dalle Regioni e Province Autonome, ha l'obiettivo di identificare e perimetrare le frane sul territorio italiano secondo modalità standardizzate e condivise. La banca dati è costituita da una cartografia informatizzata a scala 1:10.000 e da un database alfanumerico che si basa sulla "Scheda Frane IFFI", articolata su tre livelli di approfondimento progressivo. Ogni frana è univocamente identificata sull'intero territorio nazionale attraverso un codice identificativo (ID-Frana). Le frane censite nell'Inventario IFFI sono 499.511 e interessano un'area di 21.182 km^2, pari al 7% del territorio nazionale.

1. Il progetto

Con l'obiettivo di favorire la più ampia diffusione e fruizione delle informazioni alle Amministrazioni centrali e locali, e ai tecnici operanti nel settore della difesa del suolo, della progettazione e della pianificazione territoriale, Il Dipartimento Difesa del Suolo/*Servizio Geologico d'Italia* dell'ISPRA, ha pubblicato nel 2005 la cartografia delle frane sul web mediante un servizio di consultazione dedicato e nel 2006 il servizio WMS (Web Map Service) secondo i principi di interoperabilità e condivisione di dataset geografici definiti nella Direttiva INSPIRE (2007/2/EC).

Nel 2014 la cartografia IFFI è stata integrata, come approfondimento tematico, nel Viewer del Geoportale ISPRA che è basato su tecnologia ArcGIS Server - ESRI. Il Viewer consente oltre alla visualizzazione delle frane e all'interrogazione dei principali parametri ad esse associate, l'integrazione delle informazioni dei fenomeni franosi con tutti gli altri dati geografici pubblicati nel Geoportale ISPRA o resi disponibili da altre amministrazioni pubbliche. Tale versione aggiornata permette di visualizzare le mappe di base e i

dati dei fenomeni franosi su un continuo territoriale nazionale, offrendo quindi una modalità di fruizione ottimale anche nelle zone di confine regionale.

Figura 1 - Visualizzatore del Geoportale ISPRA.

L'integrazione della cartografia del Progetto IFFI nel Geoportale ISPRA è stata resa possibile grazie all'impiego di ArcGIS Server che consente la pubblicazione sul Web di qualsiasi set di dati geografici su protocolli che ormai sono da considerare degli standard a livello IT quali ad esempio REST o SOAP. I dati delle frane sono archiviati su PostGRES, un RDBMS open source, e considerato il supporto di ArcGIS Server anche di questo DBMS la pubblicazione su WEB è stata molto semplice.

Il visualizzatore generale di ISPRA è disponibile al seguente web link: http://www.geoviewer.isprambiente.it Attraverso la funzionalità "Inventario dei fenomeni franosi" presente nel menu degli "Approfondimenti tematici" è possibile accedere alla personalizzazione del Progetto IFFI. Eseguita la selezione menzionata, il viewer si configura nella modalità "PROGETTO IFFI" modificando le mappe di base, ovvero sostituendo quelle generiche messe a disposizione da ArcGIS Online con quelle su base nazionale come le Ortofoto a colori, le carte topografiche IGM a scala 1:25.000 e le carte tecniche regionali (CTR) a scala 1:10.000. L'utente, selezionata la modalità IFFI, potrà visualizzare i servizi web dei dati dei fenomeni franosi pubblicati da ArcGIS Server come mostrato in Figura 2.

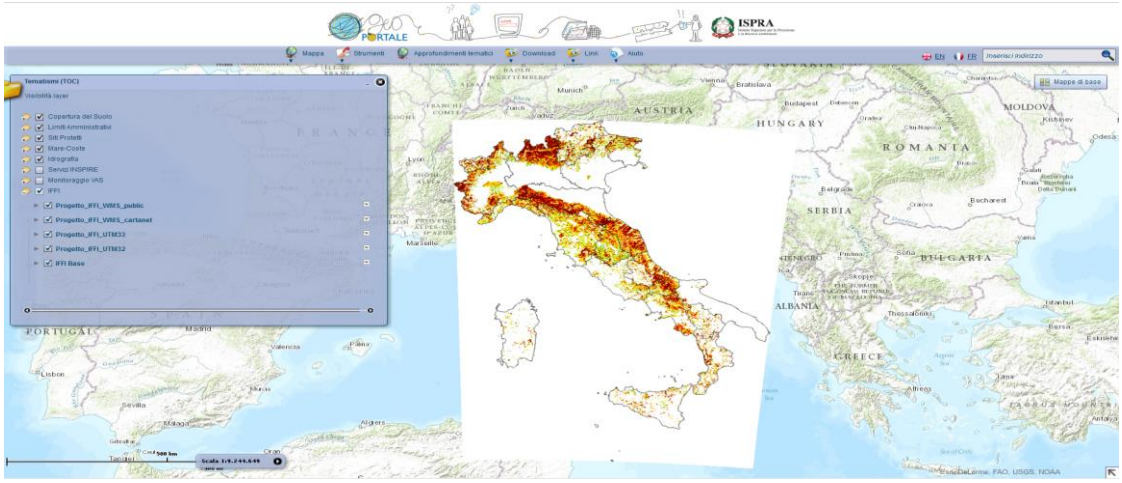


Figura 2 - Viewer configurato nella modalità Progetto IFFI.

Per la pubblicazione delle basemap suddette è stata utilizzata l'estensione Image di ArcGIS Server che permette la definizione all'interno di un ESRI Geodatabase di un Mosaic Dataset. Il Mosaic Dataset è un modello dati avanzato per la gestione delle immagini che consente di memorizzare collezioni di immagini catalogate come un vero e proprio mosaico. I Servizi immagini di ArcGIS Server, generati a partire da un Mosaic Dataset, oltre a offrire ottime prestazioni per la visualizzazione via web garantiscono anche funzionalità di analisi e processamento web delle immagini oltre a risolvere problemi di trasparenza e di NODATA derivati dalla gestione delle adiacenze delle immagini che costituiscono il mosaico.

Nell'ambito del progetto IFFI sono stati creati 3 Mosaic Dataset al fine di pubblicare con ArcGIS Server le mappe di base richieste: CTR, Ortofoto, IGM 25000. E' interessante notare che per costruire il mosaico delle CTR non è stato necessario detenere le immagini sorgenti perché è stata impiegata un'ulteriore potenzialità di ArcGIS che consiste nell'aggiungere ad un Mosaic Dataset servizi WMS o ArcGIS Server (Rest) con cache. Fornito l'elenco degli indirizzi dei servizi delle CTR che le Regioni erogano dalle proprie infrastrutture di dati territoriali, il Mosaic Dataset risultante ha permesso la mosaicatura su scala nazionale di tutti i singoli servizi forniti al fine di poter gestire il continuo territoriale senza gravare su logiche di sviluppo web. Per i mosaici delle IGM25000 e delle ORTOFOTO invece ISPRA è dotata delle immagini sorgenti e la pubblicazione dei rispettivi servizi immagini ha evidenziato un altro aspetto interessante del Mosaic Dataset che consiste nel poter definire come elementi di un mosaico un altro mosaico. Questa funzionalità ha permesso a ISPRA di creare 20 Mosaic Dataset, uno per regione, per poi creare quello finale nazionale, pubblicato come servizio immagine di ArcGIS Server, aggregando i 20 mosaici regionali semplificando così, a regime, le attività di manutenzione nel caso in cui si debbano aggiornare solo le singole immagini di una singola regione.

La struttura modulare del Portale ha permesso infine l'aggiunta di widget specifici per l'interrogazione dei dati delle frane a partire dalla selezione della regione, della provincia, del comune o della tipologia di frana da studiare.

Figura 3 - Maschera di ricerca avanzata.

Oltre alla visualizzazione sulla mappa delle frane censite il sistema permette anche la visualizzazione delle informazioni associate che possono essere salvate anche in formato excel per un successivo riuso a fini di analisi e reportistica.

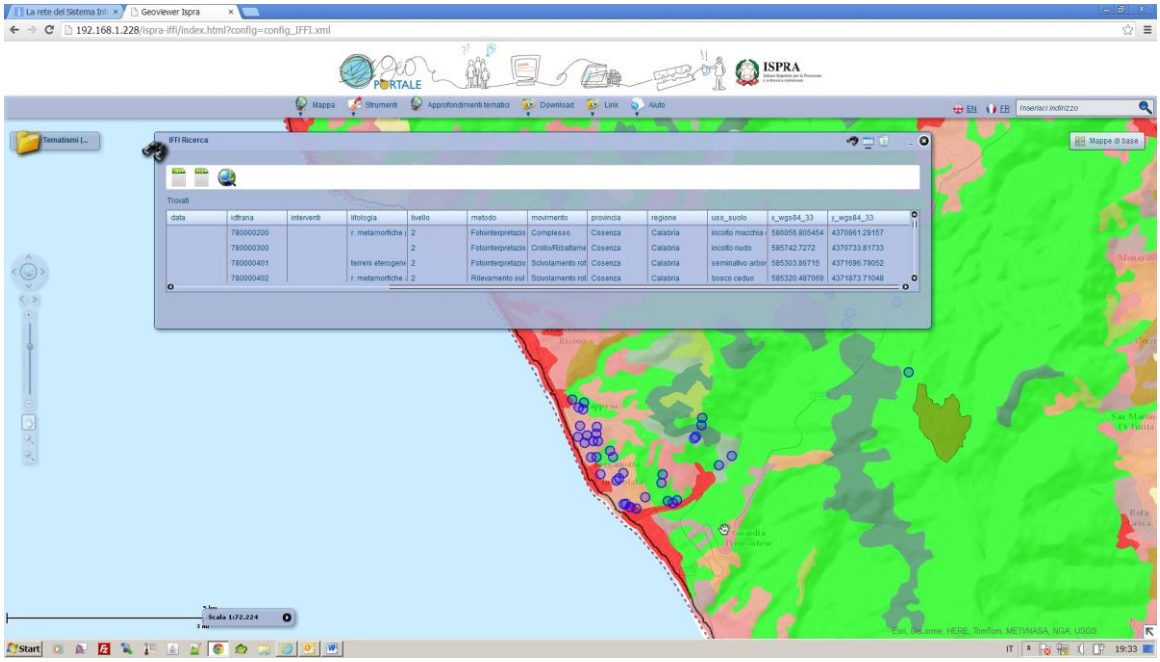


Figura 4 - Frane selezionate con la funzione di ricerca avanzata.

Ultima funzionalità innovativa introdotta nell'ambito della reingegnerizzazione del viewer del Geoportale ISPRA è quella della stampa avanzata che permette di definire oltre alla scala anche la porzione di territorio da stampare. Come mostrato nella figura seguente l'utente web spostando il riquadro rosso con il mouse potrà impostare l'area e selezionare il formato di stampa tra quelli predefiniti (PDF, GIF, JPEG ecc.).

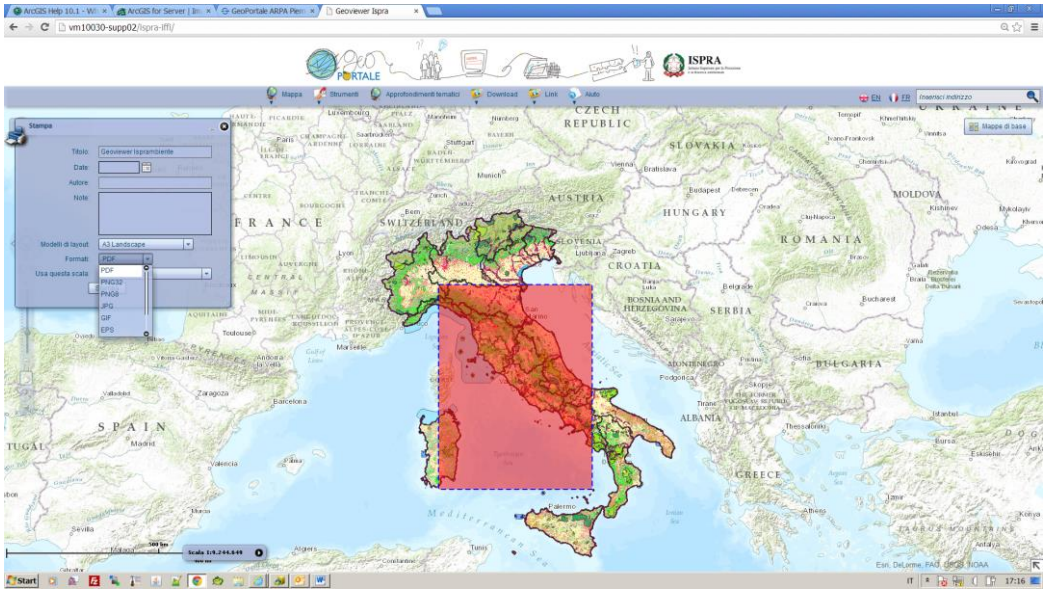


Figura 5 - Funzionalità di stampa avanzata.

Il Sistema Informativo Nazionale Ambientale (SINA) messo a disposizione da ISPRA per il monitoraggio e il controllo ambientale raccoglie a questo punto anche dati e informazioni necessari allo studio dei fenomeni franosi italiani per fornire un supporto sempre più adeguato all'azione di gove

Affidabilità degli studi di microzonazione sismica: dal modello agli strumenti sw

Ambrosanio Maurizio - In-TIME Srl - Spin-off dell'Università degli Studi di Roma Tor Vergata, ambrosanio@innovazioniperlaterra.org
Ioannilli Maria - Università degli Studi di Roma Tor Vergata – maria.ioannilli@gmail.com
Quadrio Bruno - CNR – IGAG - bruno.quadrio@igag.cnr.it

Parole chiave: rischio sismico; microzonazione sismica; indagini; Spatial Analyst

ABSTRACT

A seguito all'emanazione della legge 77/2009, il Dipartimento della Protezione Civile ha attivato un programma per la realizzazione, in tutti i Comuni italiani a maggiore pericolosità sismica, di studi di Microzonazione Sismica (MS), un importante strumento per la prevenzione del rischio sismico.
Nella prospettiva di verifica e ottimizzazione delle risorse impiegate e di garanzia di livelli qualitativi omogenei, il CNR-IGAG, con il supporto di In-TIME Srl, ha predisposto un metodo sperimentale, basato sul sistema standard di archiviazione dei dati geografici adottato a livello nazionale, finalizzato a calcolare un Indice di Affidabilità (IA), a partire dalla tipologia e dalla distribuzione geografica delle indagini effettuate all'interno delle singole microzone.
Uno specifico *tool* è stato realizzato in ArcMap per il calcolo automatico di IA e la gestione dei risultati.

1. Introduzione

A seguito di un evento sismico, l'osservazione dei danni alle costruzioni e alle infrastrutture spesso evidenzia differenze sostanziali anche a piccole distanze oppure crolli e danni notevoli a grandi distanze dall'epicentro. Sicuramente la qualità delle costruzioni può influire sulle differenze del danno, ma spesso le cause vanno ricercate in effetti dovuti ad amplificazioni del moto sismico o a instabilità del suolo. Tutto ciò è oggetto degli studi della Microzonazione Sismica (MS). Questi studi hanno infatti lo scopo di riconoscere, ad una scala sufficientemente grande (scala comunale o sub comunale), le condizioni geologiche, geomorfologiche, geofisiche e geotecniche locali che possono modificare, anche sensibilmente, le caratteristiche del moto sismico.
In estrema sintesi, gli studi di MS tentano di definire per un territorio, in caso di terremoto, quali siano:

- gli effetti temporanei, ovvero quanto lo scuotimento in superficie venga amplificato e modificato dalle condizioni locali
- gli effetti permanenti, ovvero le diverse tipologie di instabilità cosismiche o post sismiche del territorio (frane sismoindotte, faglie attive e capaci, liquefazioni, cedimenti differenziali).

Il prodotto di queste studi è una mappa del territorio diviso in microzone a comportamento sismico omogeneo.
Dopo il terremoto in Abruzzo del 6 aprile 2009, il Dipartimento della Protezione Civile ha avviato il "Piano nazionale per la prevenzione sismica" (art.11 del Decreto legge n. 39/2009, "legge Abruzzo", convertito con la legge n. 77/2009) nell'ambito del quale sono state stanziate risorse per la realizzazione di interventi disciplinati da specifiche ordinanze. In tale contesto è in corso un finanziamento pluriennale per

la realizzazione di studi di Microzonazione Sismica (MS) nei Comuni la cui accelerazione su roccia è maggiore o uguale a 0,125 g (periodo di ritorno 475 anni).
Il riferimento metodologico adottato da tutte le Regioni è costituito dagli "Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica (ICMS, 2008)" e dagli "Standard di rappresentazione e archiviazione informatica" (Commissione tecnica per la microzonazione sismica, 2012).
Già nell'ambito delle prime sperimentazioni effettuate a seguito del terremoto dell'Aquila del 6 aprile 2009 era emerso che l'applicazione degli ICMS (2008) non forniva indicazioni per valutare gli studi di MS dal punto di vista dei contenuti, specialmente per il livello MS1, rilevando diversità anche sostanziali fra i prodotti realizzati da singoli gruppi di lavoro. A tale esperienza era seguita una prima ipotesi di procedura semi-quantitativa semplificata per stabilire la qualità di una carta di MS di livello 1 (Albarello *et al.,* 2011), che non poteva ancora tener conto della disponibilità di basi dati standardizzate e sistemi di archiviazione omogenei.
Più recentemente, il CNR-IGAG, avvalendosi del supporto di In-TIME Srl, ha avviato una revisione di quanto esistente a livello metodologico per la valutazione dell'affidabilità degli studi di MS. La metodologia sviluppata, attualmente ancora in corso di sperimentazione, è finalizzata a esprimere una valutazione sintetica dell'affidabilità di uno studio di MS (Indice di Affidabilità, IA), a partire dalla tipologia e dalla distribuzione geografica delle indagini effettuate all'interno delle singole microzone. Il metodo è finalizzato a costruire strumenti operativi per la identificazione di livelli qualitativi per i tutti i territori indagati dagli studi di MS.
Questo documento descrive il la metodologia, i dati necessari per la sua applicazione e le modalità applicative. Viene inoltre descritto uno specifico *tool* realizzato in ArcMap per il calcolo automatico degli indici di affidabilità e la gestione dei risultati.

2. La Microzonazione sismica e gli Standard di archiviazione informatica

Gli studi di MS possono essere effettuati su tre livelli di approfondimento: "il livello 1 è un livello propedeutico ai veri e propri studi di MS, in quanto consiste in una raccolta di dati preesistenti, elaborati per suddividere il territorio in microzone qualitativamente omogenee; il livello 2 introduce l'elemento quantitativo associato alle zone omogenee, utilizzando allo scopo ulteriori e mirate indagini, ove necessarie, e definisce la Carta di microzonazione sismica; il livello 3 restituisce una Carta di microzonazione sismica con approfondimenti su tematiche o aree particolari" (ICMS, 2008).
Accanto agli ICMS (2008) sono stati recentemente pubblicati gli "Standard di rappresentazione e archiviazione informatica degli Studi di MS" (Commissione tecnica per la microzonazione sismica, 2012) che hanno definito la modalità di strutturazione delle informazioni, sia geografiche che alfanumeriche.
In tale contesto, nella progettazione dell'Indice di Affidabilità si è voluto da un lato valorizzare l'opportunità derivante da un alto grado di omogeneità dei dati su tutto il territorio nazionale, dall'altro definire un metodo che, pur semplificato, minimizzasse la necessità di valutazioni soggettive e rendesse comparabili risultati riferiti a contesti differenti.

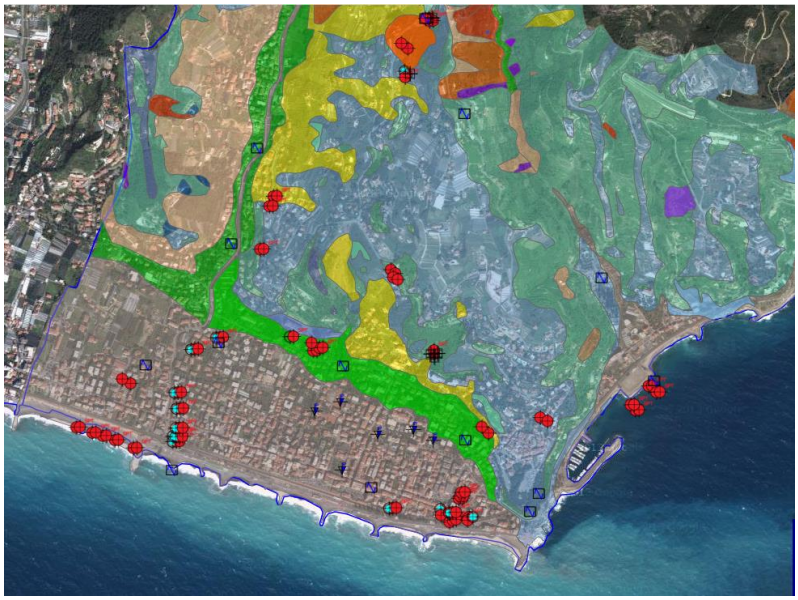


Figura 1 - Esempio di Studio di Microzonazione Sismica con indagini puntuali effettuate (Comune di Bordighera (IM), tematizzazione secondo Standard). Fonte: Regione Liguria.

3. L'Indice di Affidabilità (IA)

La metodologia di calcolo di IA valuta uno studio di MS in base all'affidabilità conoscitiva delle singole microzone che lo compongono, analizzate ciascuna in base alle indagini (geologiche, geotecniche, geofisiche ecc.) in esse condotte. Ciò si esplica nel valutare due aspetti fondamentali: il primo relativo alla tipologia di indagini esperite per caratterizzare ciascuna microzona, il secondo legato alla distribuzione geografica delle indagini stesse all'interno della singola microzona.
L'indice si basa sulla valutazione di una serie di dati oggettivi senza entrare nel merito delle elaborazioni effettuate, a giudizio esperto, dai singoli professionisti.
L'Indice di Affidabilità della carta di MS viene definito complessivamente componendo gli Indici di Affidabilità delle singole microzone (IA_x, con x numero identificativo della singola microzona).
Ciascuno degli IA_x, è a sua volta derivato dalla combinazione di due indici distinti:

- Indice di tipologia (It_x), riferito alla tipologia delle indagini presenti nella microzona;
- Indice di distribuzione (Id_x), riferito alla distribuzione delle indagini presenti nella microzona.

La metodologia di valutazione che è stata definita è applicabile, variando opportuni parametri, a tutti e tre i livelli di approfondimento degli studi di MS.

3.1 Indice di tipologia (It_x)

L'indice di tipologia (It_x) valuta l'affidabilità conoscitiva della singola microzona in funzione della tipologia delle indagini effettuate in quella medesima microzona. In uno studio di MS le diverse tipologie di indagini effettuabili presentano profili di significatività diversi in funzione della tipologia di microzona e del livello di approfondimento. In primo luogo nella metodologia sviluppata viene esaminata la presenza/assenza di cosiddette "indagini essenziali", ovvero di almeno una indagine per ciascuno di gruppi di tipologie di indagini opportunamente definiti in base alla specifica tipologia di microzona. Vengono considerate essenziali le indagini che forniscono parametri direttamente utili alla descrizione compiuta della pericolosità sismica locale della microzona e la loro presenza è considerata indispensabile per raggiungere un risultato almeno sufficiente in termini di affidabilità di contenuti nell'ambito di uno studio di MS.
In secondo luogo, ad ogni tipologia di indagine è stato assegnato, a giudizio esperto, un punteggio (che rappresenta una misura sintetica della significatività dell'indagine stessa), diversificato secondo il livello di approfondimento e il tipo di microzona

In base alla verifica della presenza/assenza delle indagini essenziali e al calcolo del totale dei punteggi associati alle indagini (considerate una sola volta per ciascuna tipologia), ogni microzona dello studio viene classificata in una scala qualitativa, che esprime un giudizio sull'idoneità del tipo di indagini effettuate.

Per calcolare It_x vengono effettuate, per ciascuna microzona:

- l'individuazione univoca dei tipi di indagini presenti, a prescindere dal loro numero, e l'associazione a ciascun tipo del corrispondente punteggio;
- l'identificazione di eventuali lacune nella presenza di "indagini essenziali";
- il calcolo del punteggio totale della microzona;
- la classificazione in base ai risultati precedenti, anche in funzione della tipologia di microzona e del livello di approfondimento.

3.2 Indice di distribuzione (Id_x)

L'indice di distribuzione (Id_x) è stato formulato al fine di quantificare in un valore sintetico diverse caratteristiche riguardanti la distribuzione spaziale delle indagini all'interno delle singole microzone.
In particolare Id_x caratterizza ciascuna microzona dal punto di vista:

- dell'area della microzona sottoposta ad indagine in rapporto all'area totale della microzona. Per poter effettuare tale caratterizzazione è necessario che vengano preliminarmente determinati, sulla base di un giudizio esperto, degli intorni delle indagini all'interno dei quali si ritiene siano estendibili i risultati delle indagini stesse. Si assume, in generale, che sia condizione di maggiore affidabilità quella in cui la superficie esterna agli intorni sia di piccole dimensioni rispetto alla superficie totale della microzona;
- della distribuzione spaziale delle indagini presenti nella microzona, assumendo una maggiore affidabilità per quelle microzone in cui le indagini presentano una distribuzione uniforme; il concetto di distribuzione uniforme è stato tradotto analiticamente come verrà descritto nel seguito, ma in maniera intuitiva è stato inteso come quella distribuzione per cui le indagini non sono concentrate in uno o più cluster né sono eccessivamente distanti tra loro, bensì sono distribuite su tutta la superficie della microzona, in modo tale che non vi siano parti della microzona eccessivamente distanti da indagini.

La questione può ad un primo sguardo apparire piuttosto semplice, ma la coesistenza di una serie di elementi rende considerevole il grado di complessità. Id_x deve infatti tenere in contemporanea considerazione il grado di copertura della microzona e la distribuzione delle indagini al suo interno, in contesti con microzone dalla forma e dimensione estremamente variabile. È risultata evidente l'impossibilità di adottare procedure di calcolo basate sulle tradizionali tecniche di analisi spaziale delle distribuzioni di punti (Sivlerman, 1986; Ebdon, 1985) o di *tasselation* (Quiang *et al.*, 1999) poiché queste restituiscono, nello specifico problema in esame, valori non completamente significativi per poter valutare la distribuzione. Nella problematica qui affrontata si è infatti in presenza di zone caratterizzate da estrema variabilità di forma e dimensione e all'interno delle quali i punti di indagine sono generalmente in numero limitato. Queste condizioni rendono di fatto non utilizzabili metodi che risentano fortemente degli effetti di bordo o che, viceversa, non considerino affatto l'esistenza di un confine. Le medesime condizioni rendono inoltre impossibile l'assunzione di distribuzioni ottime di riferimento, per la definizione delle quali si renderebbe necessario ipotizzare l'esistenza di un rapporto standard (ottimo) tra variabili intrinsecamente non standardizzabili (forma e superficie delle microzone, numerosità e distribuzione delle indagini).

Per il calcolo dell'indice Id_x in primo luogo sono state introdotte due concettualizzazioni, tipiche delle modellazioni a base geografica:

- viene definita una zona intorno alle indagini in cui si ritiene siano estendibili i risultati dell'indagine stessa (area di pertinenza), di dimensioni dipendenti dal contesto geologico e dalla tipologia di microzona. Ciò si traduce nel calcolo di un buffer, a distanze parametrizzate, intorno alle indagini e solo limitatamente all'interno del perimetro della microzona in cui ricade l'indagine;

- l'area della microzona viene discretizzata in unità areali cellulari con un passo molto piccolo rispetto al raggio minimo adottato per rappresentare l'area di significatività di ciascuna indagine. Il passo adottato è di cinque metri.

La formulazione dell'Indice di distribuzione Id_x che si sta sperimentando è la seguente:

$$Id_x = \frac{1}{\log_{10}\left(\frac{10}{A_{tot}\sum_i A_i D_i^2}\right)} \quad \text{per} \quad \sum A_i D_i^2 > A_{tot} \qquad [1]$$

$$Id_x = 1 \quad \text{per} \quad \sum A_i D_i^2 \le A_{tot} \qquad [2]$$

In cui:

Id_x Indice di distribuzione della microzona x

A_{tot} Superficie totale della microzona x

A_i Superficie della cella i-esima, esterna ai buffer e interna alla microzona x, che di trova ad una distanza D_i dall'area di buffer più vicina

D_i Distanza del baricentro della cella i-esima dal bordo del buffer più vicino

Operativamente, l'Indice Id_x si basa sul concetto che a distanze dalle indagini inferiori al raggio di buffer l'informazione relativa all'indagine sia estrapolabile ed estendibile, mentre a distanze maggiori vi sia una carenza che pesa in maniera proporzionale al quadrato della distanza. Tale carenza è quantificata dall'indice valutando la distribuzione delle distanze dal buffer in maniera pesata rispetto alla superficie corrispondente a ciascuna distanza.

L'utilizzo del termine quadratico per le distanze consente di evidenziare le situazioni di non omogenea copertura della microzona con le indagini effettuate, cioè situazioni di *clustering* o di eccessiva distanza tra le indagini stesse. In linea generale, all'aumentare della superficie che si trova a distanze maggiori dai buffer delle indagini si otterranno valori minori dell'indice.

Il fattore è reso logaritmico per poter meglio gestire quantità ricadenti in un intervallo molto ampio ed è formulato in maniera tale da assumere valori compresi tra 0 (condizione peggiore) ed 1 (condizione migliore).

Nel dominio $\sum A_i D_i^2 \le A_{tot}$ l'Indice è posto pari ad 1 per evitare che esso diverga verso valori poco significativi e in quanto le aree esterne ai buffer e le loro distanze dal limite dei buffer sono molto piccole rispetto all'area totale della microzona.

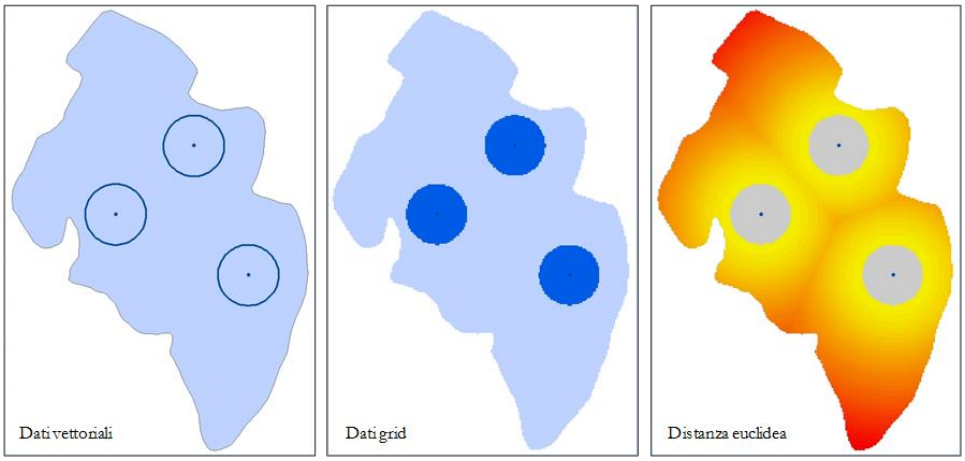


Figura 2 - Processo tecnico di costruzione dell'Indice Id_x.

I valori dell'indice di distribuzione così calcolato vengono poi classificati in tre classi.

Per ciascuna microzona, l'indice di distribuzione (Id_x) viene composto con l'indice di tipologia (It_x)per ottenere un indice di affidabilità (IA_x) della microzona. I diversi indici delle microzone contribuiscono a un indice di affidabilità (IA) della carta di MS.

4. Il *tool* ArcMap

Uno specifico *tool* è stato sviluppato in ambiente ArcGIS Desktop tramite script Python per il completo calcolo degli indici da parte dell'utente, senza necessità di elaborazioni manuali aggiuntive, e per la presentazione dei risultati, al fine di individuare le situazioni che necessitano di più accurate indagini.
Il *tool* utilizza in ingresso i dati di MS strutturati secondo gli Standard e consente tramite maschere all'utente di inserire eventuali informazioni aggiuntive utili per il calcolo degli indici.
Al fine di calcolare l'indice di tipologia, viene elaborata la componente alfanumerica dei dati, fornendo come risultato per ciascuna microzona anche l'indicazione sulle eventuali indagini minime mancanti.
Il calcolo dell'indice di distribuzione avviene analizzando le relazioni geografiche tra indagini e microzone, costruendo i buffer secondo i parametri letti dai dati delle microzone e infine calcolando l'indice tramite strumenti di Spatial Analysis di ArcGIS per ciascuna microzona.

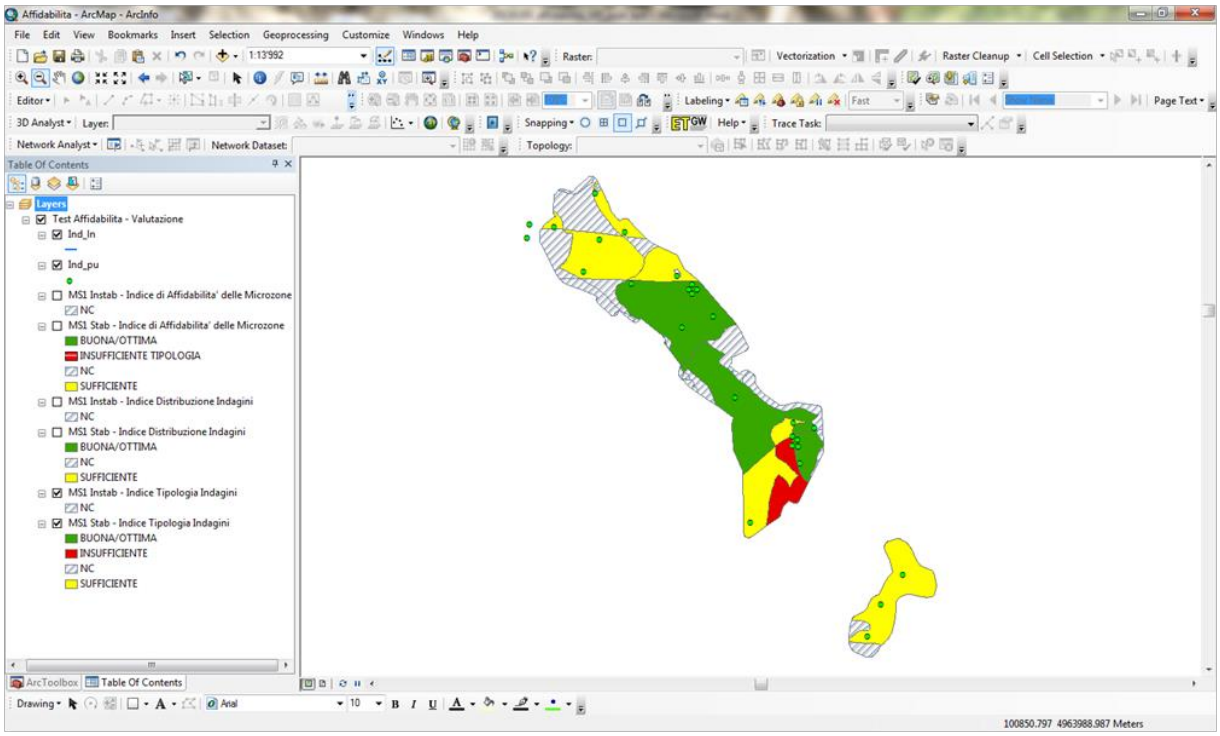


Figura 3 - Presentazione dei risultati elaborati dal tool.

Tramite ArcMap vengono presentati i risultati delle elaborazioni opportunamente tematizzati; oltre ai prodotti complessivi della valutazione, vengono rappresentati layer per ciascuna tipologia e livello di microzone e per ciascun indice (tipologia, distribuzione) calcolato per esse, al fine di individuare rapidamente le lacune per eventuali miglioramenti dello studio.

5. Conclusioni

Un metodo sperimentale per il calcolo di un Indice di Affidabilità degli studi di Microzonazione Sismica è stato messo a punto e sono stati sviluppati strumenti software idonei ad automatizzare tutte le elaborazioni. Il metodo è attualmente in fase di sperimentazione e sta producendo buoni risultati.

In particolare per quanto riguarda l'indice di distribuzione, come si evince dalla formulazione [1][2], esso ha un andamento fortemente non lineare e può risultare di non immediata leggibilità senza un'idonea classificazione. Per migliorare tale aspetto sono in corso attività finalizzate a ottenere risultati più direttamente relazionabili a configurazioni ideali.
Come detto, l'indice di affidabilità si basa sulla valutazione di una serie di dati oggettivi senza entrare nel merito delle elaborazioni effettuate, a giudizio esperto, dai singoli professionisti. Ulteriori approfondimenti potranno essere effettuati sulle analisi che portano alla realizzazione degli elaborati funzionali agli studi di MS (costruzione del modello geologico tecnico, simulazioni numeriche, restituzione cartografica delle microzone, incertezze sui risultati, ecc). In questo senso si prevede, anche sulla base dei numerosi dati archiviati, di poter in futuro sviluppare ulteriori metodi per la valutazione degli studi.

Ringraziamenti

Si ringraziano il Prof. D. Alberello e il Prof. G. Raspa per i contributi e le osservazioni.

Riferimenti

Commissione tecnica per la microzonazione sismica (2012). Standard di rappresentazione e archiviazione informatica, Versione 2.0. A cura di Bramerini F., Castenetto S., Naso G., Quadrio B. Diaprtiento della Protezione Civile e Conferenza delle Regioni e Province Autonome.

Albarello D., Castenetto S., Naso G. (2011) Procedura semiquantitativa per stabilire la qualità di una carta di MS di livello 1. Ingegneria Sismica, Pàtron editore, XXVII.2: 63-64.

ICMS – Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica (2008). A cura di Bramerini F., Di Pasquale G., Naso G., Severino M. Dipartimento della Protezione Civile e Conferenza delle Regioni e Province Autonome, Roma, Italia.

Du, Q., Faber, V., & Gunzburger, M. (1999). Centroidal Voronoi tessellations: applications and algorithms. SIAM review, 41.4: 637-676.

Silverman, B. W. (1986). Density estimation for statistics and data analysis (Vol. 26). CRC press, USA

Ebdon D. (1985), Statistics in geography. Blackwell, Oxford, UK

Story maps e terremoti, un nuovo strumento di informazione per la riduzione del rischio sismico

AUTORE

Maurizio Pignone - Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - maurizio.pignone@ingv.it

Parole chiave: story map; terremoti; rischio sismico

ABSTRACT

Negli ultimi anni la diffusione crescente delle *story maps* come nuovo canale di comunicazione ed informazione ha consentito all'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia di sperimentare questa nuova tecnica anche nel campo della riduzione del rischio sismico. Partendo dalle esperienze fatte con la tecnologia di *ArcGIS On Line* per lo sviluppo di applicazioni sulla sismicità in Italia, si è passati alla realizzazione di alcune *story maps* per raccontare gli aspetti del nostro territorio legati al rischio sismico e al rischio tsunami. In particolare, nell'ambito delle campagne di informazione "IO NON RISCHIO" promosse dal Dipartimento della Protezione Civile, sono state sviluppate le mappe interattive a supporto dei volontari impegnati nelle attività nelle piazze della campagna. Le *story maps* sono state inoltre utilizzate anche come supporto per esercitazioni, nella gestione delle emergenze, nell'informazione quotidiana sui terremoti affiancate ai canali che INGV ha sviluppato di recente con la piattaforma INGVterremoti (http://ingvterremoti.wordpress.com).

1. *Storytelling* con le mappe

Lo *storytelling*, dal verbo to tell che significa principalmente “narrare”, è più di un semplice racconta storie, rappresenta una disciplina, un metodo di lavoro, una vera e propria tecnica per diffondere informazioni. Lo *storytelling* definisce alcune regole base per comunicare in un modo che, oltre a essere chiaro, sia anche coinvolgente, e queste regole non le inventa, ma le prende dall’antica arte di raccontare storie. Attraverso una storia possiamo far passare l’essenza dell’informazione, facendo in modo che attraverso l’impatto emozionale proprio dello *storytelling* questa informazione essenziale possa fissarsi nella mente e nell’animo dei nostri interlocutori.
Nello *storytelling* anche una mappa può diventare parte della storia così come lo diventano i video, le foto o l'audio.
Si utilizza infatti la narrazione attraverso le mappe per generare un nuovo impatto e coinvolgimento degli utenti per raccontare storie, rappresentando una vera e propria disciplina: la *story map*. La mappa è la rappresentazione grafica di concetti espressi in forma sintetica, consentendo di sviluppare un apprendimento significativo, creativo e attivo, basato sull'assimilazione di nuovi concetti. In questo modo si determina anche la qualità della propria conoscenza e si favorisce, inoltre, una funzione socializzante. Col diffondersi dei servizi di informazione geografica online, le mappe sempre più raramente si limitano a dirci dove andare ma permettono invece di avvicinare l’esploratore ai luoghi e alle culture, ai problemi reali e alle soluzioni efficaci. Questo modo di comunicare è autentico e offre uno sguardo al futuro nella piena valorizzazione del passato.

Nello *storytelling* la narrazione è comunque influenzata dal narratore e quindi si avvale sia del pensiero narrativo, che organizza l'esperienza soggettiva e interpersonale, sia del discorso narrativo, che rende possibile la riflessione. Le *story maps*, invece, derivano direttamente dalla raccolta dei dati o di analisi e si avvalgono di mappe come strumenti logici per comunicare la storia di ciò che sta accadendo o che è accaduto.
Una *story map* è un insieme integrato di mappe, di contenuti correlati (legenda, testo, foto, video ecc) e di funzionalità di interazione (pan/zoom, pop-up ecc) che la rendono un prodotto di informazione e di comunicazione facilmente comprensibile e immediato. Si possono raccontare molti tipi di storie, si può riassumere una situazione, tracciare un percorso e mostrarne il cambiamento nel tempo. Alla mappa si possono attribuire opportune simbologie per categorie o per classi in funzione di uno o più attributi, al fine di evidenziare un particolare aspetto della mappa e quindi la possibilità di poter avere diverse mappe tematiche. Esse possono aiutare le persone a pianificare azioni, fare previsioni, supportare le decisioni: in realtà possono essere considerate delle mappe "intelligenti" con l'obiettivo principale di comunicare.

2. La creazione delle *story maps*

Le *story maps* sono applicazioni web semplici da realizzare che consentono di raccontare storie combinando mappe interattive con testo, foto, video e altri contenuti multimediali. L'utilizzo sempre crescente dell'informazione geografica nella comunicazione (pensiamo ad esempio a Google Earth) ha generato un impatto nuovo e stimolante negli utenti per raccontare storie. Per poter creare una *story map* ci serviamo della tecnologia dei Sistemi Informativi Geografici (GIS) che mette a disposizione una piattaforma per accogliere, organizzare, condividere e analizzare le informazioni geografiche attraverso web maps, map services, testo e contenuti multimediali. Ad esempio la ESRI ha sviluppato ArcGIS On Line (www.arcgis.com), una piattaforma di condivisione cloud-based e "pronta all'uso" che consente ad un utente di costruire un vero e proprio GIS completo contenente dati, mappe, applicazioni con la possibilità di accedere a una ricca collezione di dati geografici di base a copertura mondiale. Con le mappe geografiche realizzate in ArcGIS On Line è possibile creare, tramite opportuni template disponibili, diverse tipologie di *story maps* e pubblicarle su web gratuitamente.
ESRI pubblica continuamente *story maps* create sul suo portale http://storymaps.arcgis.com di continuo per libero servizio e fruizione, in modo da diffondere il potere dei sistemi GIS, mettendo a disposizione a tutti gli utenti una piattaforma di comunicazione efficace e che consente di creare Story maps attraverso esempi, modelli e documenti pratici

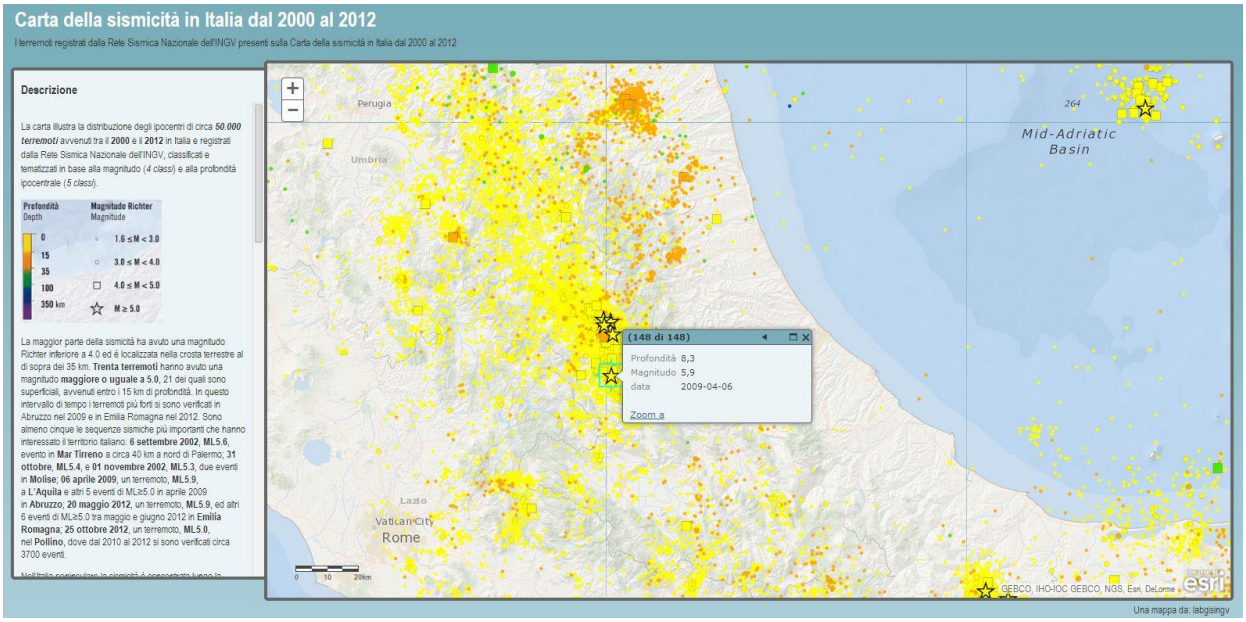
3. La galleria Story maps & Terremoti

Nei giorni scorsi l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia ha reso disponibile una galleria di *story maps* realizzate negli ultimi mesi che raccontano vari aspetti della sismicità e del rischio sismico del nostro territorio. La galleria raccoglie diverse mappe e applicazioni web per consultare e visualizzare alcune *story maps* create a partire dal 2013 per sperimentare un nuovo modo di comunicare ed informare attraverso l'utilizzo di mappe interattive. I temi affrontati nelle *story maps* presenti nella galleria sono diversi: dall'evoluzione della Rete Sismica Nazionale alla Carta della sismicità in Italia dal 2000 al 2012, dalla storia dei terremoti nel Lazio fino alla sequenza sismica in Emilia Romagna nel 2012. Alcune *story maps* sono state sviluppate appositamente per le campagne informative Io Non Rischio del 2013, sia Terremoto che Maremoto e per esercitazioni di protezione civile (TWIST).

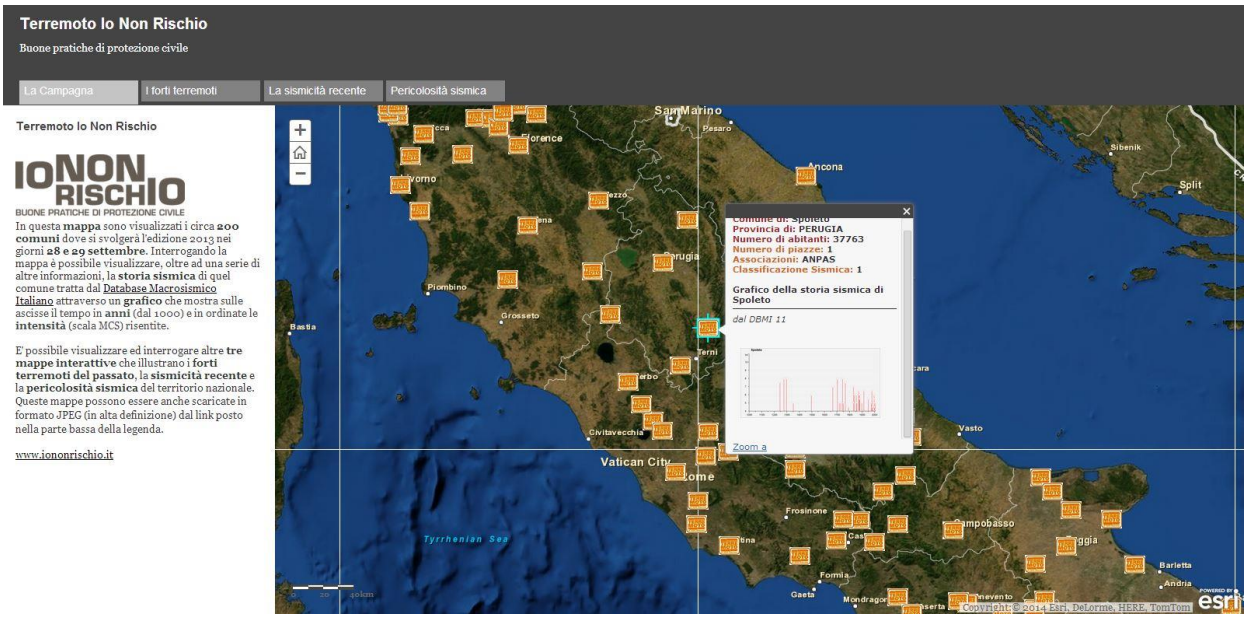
Figura 1 - La galleria *Story maps & terremoti* in ArcGIS.com.

Di seguito la descrizione di alcune delle *story maps* presenti nella galleria con le relative statistiche di visualizzazioni (*aggiornate al 20 marzo 2014*).

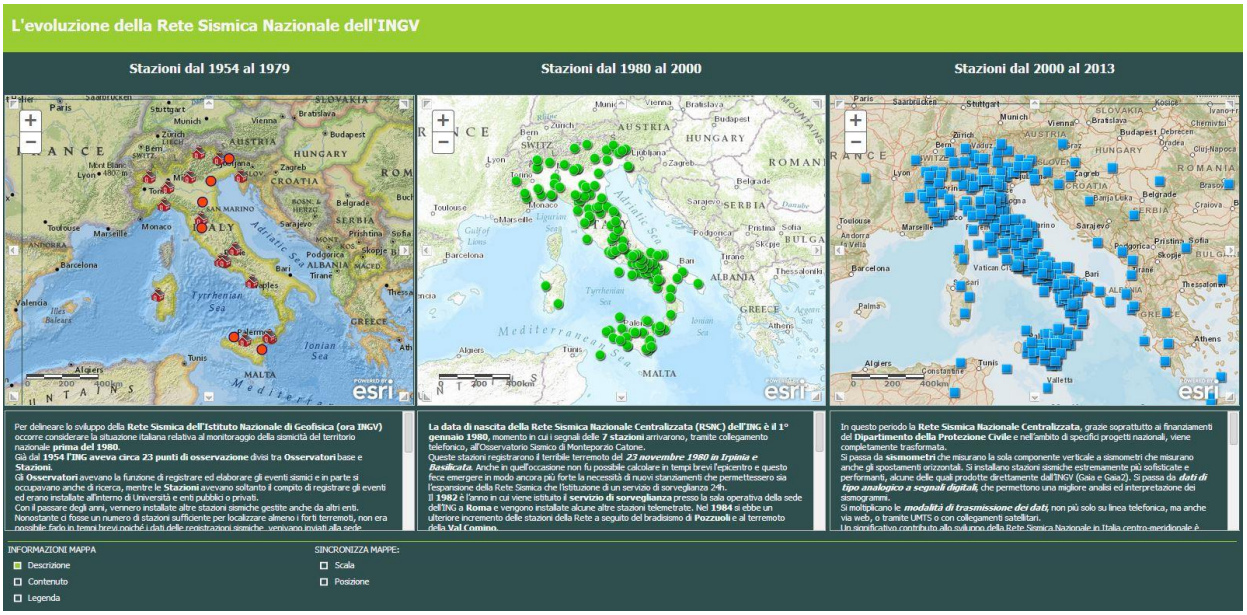
Carta della sismicità in Italia dal 2000 al 2012 - La *story map* illustra la distribuzione di circa 50.000 terremoti, che compongono la nuova Carta della sismicità in Italia avvenuti tra il 2000 e il 2012. Gli eventi sismici, registrati dalla Rete Sismica Nazionale dell'INGV, sono classificati e tematizzati in base alla magnitudo e alla profondità ipocentrale. *18.000 visualizzazioni*



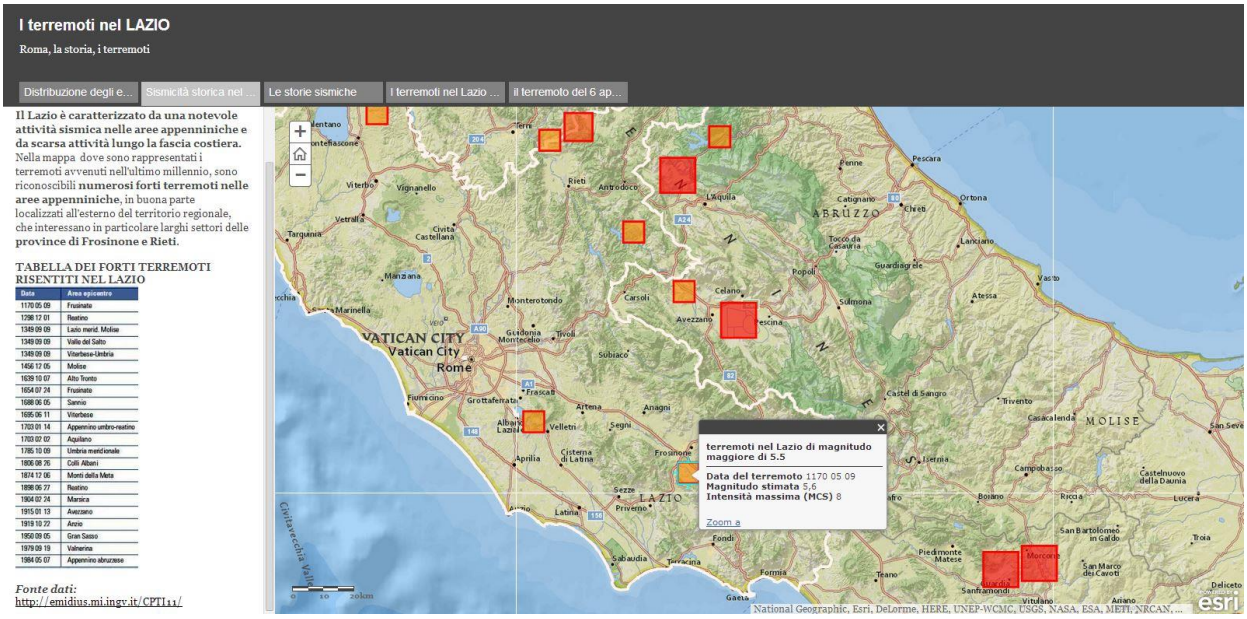
Terremoto Io Non Rischio 2013 - In questa *story map* sono visualizzati i circa 200 comuni dove si è svolta l'edizione 2013: interrogando la mappa è possibile visualizzare, oltre ad una serie di altre informazioni, la storia sismica di quel Comune attraverso un grafico che mostra sulle ascisse il tempo in anni (dal 1000) e in ordinate le intensità (scala MCS) osservate. Inoltre nelle altre mappe vengono illustrati i forti terremoti del passato, la sismicità recente e la pericolosità sismica del territorio nazionale. *8.200 visualizzazioni*



L'evoluzione della Rete Sismica Nazionale – La *story map* illustra lo sviluppo della Rete Sismica dell'INGV in tre intervalli temporali: dal 1954 al 1979, dal 1980 al 2000 e dal 2000 al 2013. E' possibile visualizzare le informazioni su ogni singola stazione della Rete. *400 visualizzazioni*



Terremoti nel Lazio - Questa *story map* pone lo sguardo sulla sismicità storica e recente nel Lazio con informazioni sui terremoti storici della regione, le storie sismiche dei capoluoghi di provincia, la sismicità recente ed infine uno sguardo sugli effetti del terremoto del 6 aprile 2009 a Roma. *1800 visualizzazioni*



4. L'integrazione nel BLOG INGVterremoti

Il BLOG INGVterremoti (http://ingvterremoti.wordpress.com) è un canale innovativo di comunicazione che dal 2012 rappresenta un punto di riferimento per l'informazione sui terremoti prodotta dall'INGV. Il BLOG fa parte di una piattaforma chiamata INGVterremoti presente sui maggiori social media: Twitter, Facebook, YOUtube, IOS, ecc. Il BLOG ha come scopo principale quello di fare informazione ad un ampio pubblico di utenti sulla sismicità in Italia: la maggior parte degli articoli sono relativi a sequenze sismiche o a terremoti di magnitudo maggiore o uguale a 4.0 che avvengono sul territorio italiano, ma vi sono molti articoli di approfondimento sulle caratteristiche di aree interessate da eventi o sequenze e informazioni per la riduzione del rischio sismico. Dal 2012 ad oggi sono stati pubblicati più di 250 articoli, ha oltre 24.000 followers ed ha avuto più di 10.500.000 visualizzazioni.
Non è stato difficile integrare le *story maps* all'interno degli articoli del BLOG sostituendo ad una mappa statica una mappa interattiva o una vera e propria applicazione che rendessero più immediata e completa l'informazione e la comunicazione, ad esempio, dei terremoti del passato o dell'evoluzione spazio temporale di una sequenza sismica. E' stata creata appositamente una categoria chiamata "mappe interattive – *story maps*" per caratterizzare gli articoli o le pagine del BLOG che contengono almeno una mappa interattiva o una web-application tematica.
Un esempio di questa integrazione è sicuramente l'articolo a cadenza mensile chiamato "Italia sismica" che illustra la sismicità in Italia nell'ultimo mese partendo dai dati delle localizzazioni degli eventi sismici contenuti nel database Iside dell'INGV (http://iside.rm.ingv.it).
Dal mese di gennaio 2014, oltre alle tradizionali figure, è stata inserita una mappa interattiva con i terremoti del mese, di magnitudo maggiore o uguale di 1.5, classificati e tematizzati in base alla loro magnitudo. Ogni terremoto è interrogabile ed è possibile visualizzare informazioni su data, magnitudo e profondità. La mappa si arricchisce ogni mese di un nuovo layer (la sismicità di quel mese) così da avere la possibilità di visualizzare contemporaneamente tutti gli eventi sismici del 2014 e le relative informazioni.

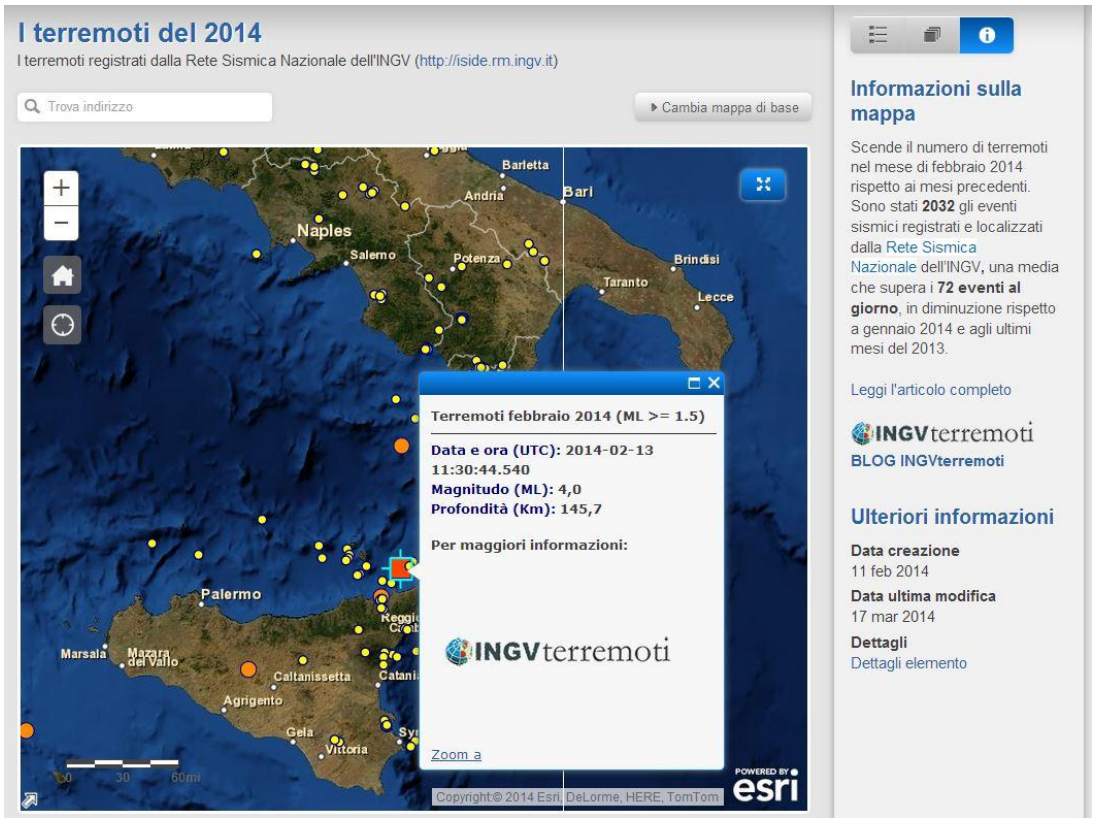


Figura 2 - La *story map* sui terremoti del 2014 in Italia

Ringraziamenti

Si ringrazia per il contributo fornito la dottoressa Nicoletta Abbondandolo, autrice di un lavoro di tesi di laurea dal titolo "*Story Maps, informare e comunicare con le mappe*".

Riferimenti

Telling Stories with Maps - A White Paper (http://Story.maps.ESRI.com/downloads/Telling%20Stories%20with%20Maps.pdf)

Storytelling with Maps: Workflows and Best Practices (http://Story maps.ESRI.com/downloads/Building%20Story%20Maps.pdf

Campagna "Terremoto - Io non rischio" Parte "COME COMUNICARE" Riccardo Rita: "Tecniche di comunicazione: Storytelling"

Galleria Story Maps & Terremoti - http://www.arcgis.com/apps/PublicGallery/index.html?appid=b532c45c4e884e0180091c42a049ea0d&group=5ef0c1db699d46cab3bb597dcd281723

Norme di prevenzione per la lotta alla zanzara tigre: ordinanza sindacale

AUTORI

Dott.ssa Rita Di Domenicantonio – Roma Capitale - rita.didomenicaantonio@comune.roma.it
Dott.ssa Luisa Massimiani – Roma Capitale - luisa.massimiani@comune.roma.it
Giancarlo Razzino – Sysdeco Italia Srl - razzino@sysdecoitalia.com

Parole Chiave: ordinanza; adulticidi; disinfestazione

ABSTRACT

La *Aedes albopictus* (zanzara tigre) tipico insetto da contenitore, è caratterizzata da un comportamento/adattamento che le ha permesso di trovare ottime possibilità di colonizzazione nelle aree private della città di Roma.
Pertanto l'Amministrazione Capitolina, annualmente, emana un'Ordinanza Sindacale con le disposizioni atte a prevenire la diffusione di questo insetto.
Dal 2011 è stata coinvolta la categoria degli amministratori condominiali, con il compito di inviare all'ufficio preposto, la modalità di disinfestazione attuata nei condomini da loro amministrati. L'obiettivo del progetto era ottenere informazioni utili per valutare il modus operandi delle aziende di disinfestazione, al fine di gestire in modo oculato ed efficace i prodotti utilizzati contro le zanzare adulte per un programma di disinfestazione a salvaguardia della salute dei cittadini, degli animali e dell'ambiente.
I dati comunicati dagli amministratori sono stati elaborati utilizzando un sistema GIS, sviluppato su tecnologia Esri ArcGIS10.1.

1. Introduzione

Il controllo delle zanzare ha subito negli ultimi anni notevoli mutamenti, sia per l'evoluzione tecnologica, che per la maggiore sensibilità ambientale nonché per la minore disponibilità di risorse; a tutto ciò si aggiungono i rischi sanitari che, se fino al 2007 erano solo potenziali, quando si è verificata un'epidemia di Chikungunya, in provincia di Ravenna con 204 casi accertati, sono divenuti una realtà. L'informazione pubblica è fondamentale per una gestione degli infestanti, in modo efficiente. La maggior parte della popolazione non è al corrente di come il proprio comportamento, possa attrarre questi agenti infestanti e favorire un ambiente ideale per la loro riproduzione. Molti non sanno che questi possono essere vettori di patogeni, allo stesso modo, la popolazione è ignara di come gestire ed utilizzare gli insetticidi per se stessi e per l'ambiente. Ecco quindi le motivazioni che inducono all'emanazione dell'Ordinanza che ha una funzione educativa, in quanto riveste il ruolo di comunicare al cittadino l'aspetto fondamentale della "prevenzione" ovvero la serie di accorgimenti utili per evitare che le femmine della zanzara tigre, trovino buoni siti per l'ovodeposizione a ridosso delle abitazioni.

2. Metodologia del servizio

Dal 2011 il Dipartimento Tutela ambientale e Protezione civile di Roma Capitale ha apportato delle modifiche all'Ordinanza Sindacale coinvolgendo la categoria degli Amministratori di Condominio, figura di contatto tra l'Amministrazione Capitolina e la cittadinanza.
L'Amministratore aveva l'obbligo di comunicare le modalità di lotta, previste per la riduzione della popolazione della zanzara tigre, nelle aree esterne dei condomini da lui amministrati.
Dal 2013 l'Ufficio Capitolino competente ha richiesto la compilazione di un modulo con le seguenti informazioni (fig. 1):

ROMA CAPITALE

CONTROLLO INFESTAZIONE ZANZARA TIGRE IN AMBITO PRIVATO

DATI AMMINISTRATORE

Cognome _____ Nome _____
Società _____
Telefono _____ Cell. _____
Fax _____ e-mail _____

CONDOMINI
Disinfestazione zanzara tigre SI __ NO __
Modalità di disinfestazione INTERNA __ TRAMITE DITTA ESTERNA __
Numero Interventi Larvicida ___ Adulticida ___
Prodotti Utilizzati _____
Data Inizio Interventi Larvicida _____ Data Fine Interventi _____
Data Inizio Interventi Adulticida _____ Data Fine Interventi _____
Frequenza Interventi Larvicida _____ Adulticida _____
(es. ogni 3 settimane, ogni settimana)
Ditta Esterna _____
Ditta Esterna utilizzata per tutti i condomini SI__ NO __

Lista Indirizzi Condomini

Nr	Indirizzo (Specificare Via, Strada, Piazza, ecc., Numero civico, CAP)
01	
02	
03	
04	
05	
06	
07	
08	

La scheda deve essere inviata esclusivamente a mezzo Fax al numero 06.6710.5456,
od e-mail a : [illegible]
I campi sono tutti obbligatori per la convalida della scheda

Il sottoscritto acconsente al trattamento dei dati personali raccolti ai sensi del d.lgs. n. 196/2003 e successive modifiche ed integrazioni
Luogo e Data Firma

Figura 1 – Modulo per il controllodell'infestazione della zanzara tigre in ambito privato.

- Dati dell'Amministratore
- Dati dell'Azienda di disinfestazione
- Modalità di disinfestazione
- Frequenza degli interventi larvicidi e adulticidi
- Prodotti utilizzati

3. Risultati

Una prima proiezione ottenibile dai dati che gli Amministratori pubblici hanno comunicato in virtù dell'Ordinanza contro la diffusione dell'*Aedes albopictus* (zanzara tigre), elaborati e riassunti in grafici a

torta e mappe tematiche utilizzando il Sistema Geografico ArcGis della ESRI, hanno evidenziato le seguenti caratteristiche:
I condomini hanno scelto una tipologia di trattamento che prevede contemporaneamente attività larvicida e adulticida. (Fig. 2).

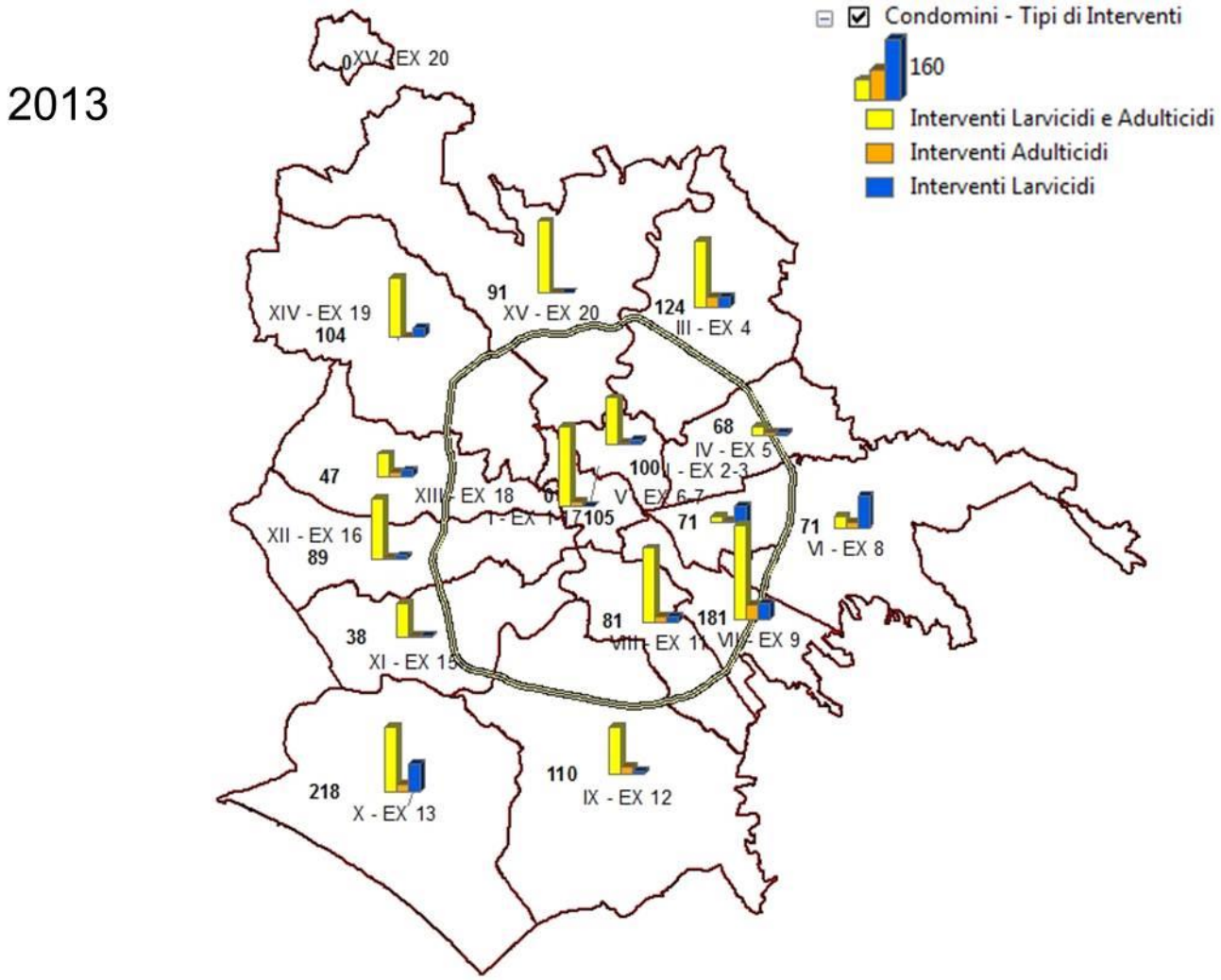


Figura 2 – Rappresentazione grafica delle aree dove sono stati svolti interventi larvicidi e adulticidi nel corso del 2013.

Nelle aree infestate, l'utilizzo degli interventi contro le zanzare adulte, è un'opzione a cui ricorrere in via straordinaria, solo nel caso di una comprovata elevata densità di popolazione di adulti; se effettuati correttamente, hanno l'effetto di abbassare drasticamente la densità della specie, ma solo per un breve periodo. Infatti, qualora questi trattamenti non siano associati agli interventi antilarvali, dai focolai continuerà una produzione giornaliera di adulti in grado di ripristinare, in pochi giorni, la popolazione di zanzare preesistente al trattamento. L'impatto ambientale dei prodotti adulticidi è considerevole non esistendo prodotti ad azione selettiva sulle zanzare.
Probabilmente, per motivi economici, si osserva un eccessivo ricorso all'utilizzo di biocidi ad azione adulticida, derivati dal piretro, basati su tipologie formulative che risalgono ad oltre 25-30 anni fa, quali ad esempio le emulsioni concentrate in solvente di derivazione petrolifera. E' poco diffuso l'impiego di formulati più recenti messi a punto mediante tecniche che evitano il ricorso ai solventi (micro e macro emulsioni acquose, sospensioni acquose concentrate , emulsione in soventi di origine vegetale).

4. Conclusioni

A completamento di quanto sopra propongo alcune riflessioni: ricordiamo che in Italia il Legislatore Nazionale non ha definito un percorso di formazione professionale obbligatorio, per chi offre servizi di disinfestazione e derattizzazione; ciò fa sì che molte delle Ditte che attualmente operano sul territorio Capitolino provengano da altri settori (imprese di pulizia, espurgo pozzi neri, manutenzione del verde). Tali Aziende, raramente, annoverano tra i propri collaboratori personale dotato di una specifica esperienza e conoscenza delle differenti caratteristiche dei formulati insetticidi e quasi nessuna Ditta ha elaborato un proprio documento di "Valutazione del Rischio Chimico".
La Regione Lazio, a differenza di quanto avvenuto in Veneto, in Emilia Romagna (in attivazione nella regione Marche), non ha definito un percorso di " Linee guida "relative alla disinfestazione civile, non vi è pertanto un documento ufficiale che esponga le procedure divenute più consone ad una disinfestazione efficace, ma anche rispettosa delle persone, degli animali e dell'ambiente. Le aziende italiane, attendono da tempo un provvedimento che definisca in modo più approfondito, rispetto alla vigente Legge n.82/94 e al DM n.274/97, i requisiti aziendali e le competenze necessarie per svolgere queste attività.
Gli Amministratori Condominiali hanno avuto, poche possibilità di visionare una documentazione ufficiale, semplice e chiara, relativa a programmi di disinfestazione, da eseguirsi nelle aree condominiali, devono, pertanto, fidarsi di ciò che viene loro presentato, dalle Ditte di volta, in volta, interpellate. Pertanto, si ritiene che la raccolta dei dati, possa costituire la base per predisporre un prontuario delle norme necessarie, per l'esecuzione di servizi di disinfestazione contro le zanzare, che individui periodi e cadenza degli interventi, tipologie di attrezzature e caratteristiche tossicologiche dei prodotti disponibili sul mercato e un elenco di tutte le precauzioni, da adottarsi da parte degli operatori e dei condomini per prevenire, correttamente i rischi derivanti dall'impiego degli insetticidi adulticidi.
Contro la zanzara tigre, l'unica strategia veramente efficace, economica ed a basso impatto ambientale è basata sull'esecuzione dei trattamenti larvicidi e sugli interventi di prevenzione.

Descrizioni Enti e Aziende

Roma Capitale – www.comune.roma.it
Sysdeco Italia Srl
Business Partner ESRI

Progetto

Tempi di realizzazione = 6 mesi
Software impiegati = ArcGis 10.1
Stato di avanzamento completato

Sit_Life: un GIS sul rischio oncologico per la tutela della salute pubblica

AUTORI

Gaetano La Bella - ANFE Delegazione Regionale Sicilia – centro PA2 - Via Sacra Famiglia n.36 – PALERMO, Ph.D. Geologist & Senior GIS Specialist - glabella@anfe.it
Antonino Zito – Biotecnologo - antonino.zito04@unipa.it
G. Bivacqua - ANFE Delegazione Regionale Sicilia – centro PA2 - Via Sacra Famiglia n.36 – PALERMO
G. Ribaudo - ANFE Delegazione Regionale Sicilia – centro PA2 - Via Sacra Famiglia n.36 – PALERMO

Altri autori del corso formativo ESPSIT - Urbanisti, Geologi, Architetti, Scienze Naturali e Forestali, SIT
A. Battaglia, , G. Bongiovì, C. Buttitta, A. Cerami, D. Donato, A. Gioè, C. Messina, O. Palermo, D. Radicini, A. Romano, A. Salvaggio, G. Sorci, F. Tirone, D.Tolentino, G. Vinci, M. Vinci

Parole chiave: GIS; salute; neoplasie; analisi geostatistica; mappa di probabilità; soglie

ABSTRACT

Il presente studio nasce da un accordo tra un gruppo di professionisti in ambito territoriale partecipanti ad un corso specialistico regionale e l'Assessorato Regionale alla Sanità della Regione Sicilia. Lo scopo dello studio è la realizzazione di una architettura informatizzata e georiferita riguardante l'archivio storico delle patologie tumorali censite nell'arco di tempo tra il 2003 e il 2010 dall'AIRTUM (Associazione Italiana Registri Tumori), al fine di correlare le possibili interazioni tra fattori patogeni e sistemi biologici, ambientali e antropici. I dati esaminati, relativi alla Regione Sicilia, sono stati implementati in ambiente Arcgis Desktop evidenziando i parametri quali sesso, età, tipo di patologia, e dati relativi al decesso, al fine di potere rappresentare spazialmente la diffusione del fenomeno in questione in maniera dettagliata.
La fase di processamento dei dati è implementata da tools di geocoding, riferite alle informazioni alfanumeriche, e tools di analisi geostatistica per la gestione dei cluster prodotti.
Tale analisi è finalizzata ad indagare l'area in questione per riscontrare eventuali anomalie di carattere ambientale e territoriale determinanti gli effetti patologici che spesso portano a censire casi di mortalità diffusa.
Il SIT_Life permette agli organi preposti di avvalersi di un sistema efficace ed innovativo, in grado di supportare le decisioni che hanno come primo fine la difesa e la tutela della vita.

1. Premesse e Obiettivi

L'epoca moderna è una società caratterizzata da una rapida e continua evoluzione. Scientificamente, non si può non dire che dietro i termini evoluzione e cambiamenti, ormai usati negli ambiti più comuni e disparati, sono allocate numerose giustificazioni, nonché parti di argomentazioni più o meno dubbie e talvolta ben poco caratterizzate. Come validato da ormai numerosi studi, l'evoluzione ed i cambiamenti sono fortemente influenzati dai fattori ambientali, i quali, frequentemente, costituiscono e rappresentano i principali "driver key" dell'andamento ed esito delle modificazioni e, soprattutto, dell'adattamento degli

organismi agli ambienti in cui la loro vita è confinata. Tali influenze, chiaramente, si manifestano a livello fisiologico, attraverso una serie di eventi di interazioni e risposta, di modifiche e di adattamento alle nuove modificazioni.
La natura molecolare contestualizzata ai processi di interazione tra ambienti ed organismi viventi è tanto complicata quanto affascinate. Lo studio genetico-molecolare, è come può testimoniare la società scientifica che nei tempi attuali opera in tale contesto, uno strumento molto potente per realizzare le più intime conoscenze circa la natura degli esseri viventi.
Considerata l'alta incidenza e diffusione delle neoplasie, una grossa fetta della comunità scientifica mondiale dedica la propria professionalità e competenza alla caratterizzazione di tutti i tratti distintivi delle neoplasie. L'incremento dei tassi di incidenza, prevalenza e diffusione dei tumori è un problema globale. La WHO (World Health organization) ha affermato che il 40% dei casi di tumore sono prevenibili. Molte trasformazioni sono infatti causate dalla più o meno prolungata esposizione a carcinogeni chimici i quali, come è noto posso in determinate circostanze indurre mutazioni. La trattazione di tali composti chimici e ancor di più degli effetti biologici associati ad essi, è cosa tutt'altro che semplice. La classe dei carcinogeni chimici comprende sostanze naturali e/o sintetiche, agricolturali e commerciali, tra le quali figurano i più importanti e pericolosi inquinanti ambientali. Indipendentemente dal tipo di carcinogeno chimico, essi hanno in comune la capacità di arrecare danni al DNA, modificandone la conformazione durante i processi di replicazione e trascrizione.
I numerosissimi studi condotti negli ultimi anni, hanno permesso ai ricercatori di acquisire vaste conoscenze della biologia molecolare cellulare. I meccanismi di replicazione, trascrizione, sintesi proteica, di riparo delle mutazioni, di alterazione del ciclo cellulare ed i programmi di differenziamento e morte cellulare programmata sono tutti più o meno intensamente alterati nelle cellule tumorali. Del resto, ogni tipologia di tumore è un caso a sé; alcune trasformazioni possono essere innescate da alterazioni genetiche le quali invece, sono meno frequentemente riscontrate in altre tipologie di tumori. Uno degli obiettivi da raggiungere è, infatti, proprio quello di definire geneticamente ogni tipo e sotto-tipo di tumore, potendo in tal modo, effettuare precise diagnosi differenziali nei pazienti. Per ragioni specifiche, nasce così il concetto di medicina personalizzata.
Sebbene molte ricerche epidemiologiche si sono focalizzate sulle conseguenze che esposizioni a breve-termine hanno sull'incidenza delle neoplasie, altri studi hanno evidenziato che l'esposizione a lungo termine potrebbe avere un peso decisivo in termini di salute-pubblica globale. Questo aspetto è molto importante. Infatti, la determinazione della tossicità di una determinata molecole si manifesta soltanto a concentrazioni che superano una certa soglia. Tuttavia va anche considerato che tale soglia è mediata o indicativa, essendo che potrebbero manifestarsi sensibilità molto diverse da soggetto a soggetto, peraltro influenzate da molti altri fattori e cofattori.
In tale contesto, visti i fini ai quali tale lavoro è rivolto, non ci si potrà soffermare su molti aspetti della genetica e della biologia molecolare umana e non. Piuttosto si vuole suffragare l'alto impegno di un gruppo di specialisti provenienti dai diversi ambiti disciplinari delle scienze geografiche e delle scienze mediche con una trattazione mirata alle relazioni intercorrenti tra inquinamento ambientale (inteso come fattore ambientale di influenza) e neoplasie umane.
Il presente studio si propone di realizzare un modello probabilistico e statistico di analisi ambientale dell'area urbana della città di Palermo, per lo studio dei parametri naturali campionati al fine di valutare l'incidenza dei fattori di inquinamento ambientale sulle patologie tumorali.

2. Metodologie

Per la realizzazione dello studio è stata analizzata la serie storica di dati oncologici sulle mortalità dal Registro Nominativo delle Cause di Morte (Re.N.Ca.M) messi a disposizione dall'Associazione Sanitaria Provinciale (A.S.P.) di Palermo e i dati di tipo puntuale di inquinamento ambientale forniti dagli Annuali dei dati ambientali dell'Assessorato Regionale Protezione Ambiente (A.R.P.A.) della Regione Sicilia.
Ulteriori dati relativi alla localizzazione di impianti industriali, discariche, impianti di estrazione e distribuzione di idrocarburi, stazioni e antenne per telecomunicazioni ecc..., sono stati estrapolati dalle C.T.R. della Regione Siciliana. Ai dati, strutturati in apposita architettura geografica di tipo geodatabase, sono stati applicati e sviluppati metodi statistici di analisi al fine di definire una correlazione spaziale delle informazioni puntuali sia degli inquinanti sia dei tassi di incidenza dei casi tumorali registrati.

Utilizzando le osservazioni disponibili nei punti campionati si è voluto, attraverso la scelta del metodo di analisi geostatistico di tipo Kryging “prevedere” il valore per quelle aree non interessate dalle misurazioni e visualizzare, analizzare e comprendere in chiave “spaziale” l’oggetto del nostro studio soprattutto in termini di monitoraggio e quindi prevenzione. Sappiamo bene l’impossibilità di avere centraline posizionate dappertutto sparse per un intero territorio, visti i loro costi e anche per la loro spesso praticabilità.
La scelta comunque valida dell’approccio geostatistico consente predizioni ottimali possibili dall’esame delle relazioni fra tutti i punti campione che producono una superficie continua della concentrazione dell’inquinante in esame, l’incertezza della previsione e la probabilità di superare quel valore soglia fortemente indicativa della potenzialità del danno.
Molte volte, non sono i valori reali di rischio per la salute che sono fonte di preoccupazione, ma piuttosto se i valori superano un certo livello di tossicità. Il GIS dalle elaborazioni numeriche eseguite da risposte “spaziali” per un’azione attenta, precisa e in certi casi da effettuare nell’immediato.
Le fasi di lavoro che si sono susseguite nel tempo hanno visto la definizione e la geolocalizzazione dei casi tumorali registrati in archivio per l’area urbana della città di Palermo. Dai Registri delle Cause di Morte sono stati estrapolati i dati di mortalità, relativi ai soggetti di sesso maschile considerando l'arco temporale dei quadrienni 2003-2006 e 2007-2010.
E' stato utilizzato il tasso standardizzato per la tipologia tumorale: tumore della Trachea-Bronchi-Polmoni distribuita sui quartieri del comune di Palermo.
Lo studio si è concentrato su tale neoplasia dato che da bibliografia si è rilevata una correlazione tra il cancro del polmone e inquinamento da polveri sottili, in particolare PM10. Il tasso di mortalità standardizzato utilizzato è la media ponderata dei tassi specifici di mortalità, calcolati sulla struttura per età della popolazione.
Per il calcolo sono state utilizzate classi quinquennali di età. L’età considerata è in anni compiuti a partire dall'età di 54 anni.
Dopo la digitalizzazione dei venticinque quartieri del comune di Palermo si è proceduto alla geocodifica del tasso standardizzato e dei casi di deceduti paragonando i due archi temporali per evidenziare l'evoluzione della neoplasia rispetto ai diversi quartieri. (fig. 1)

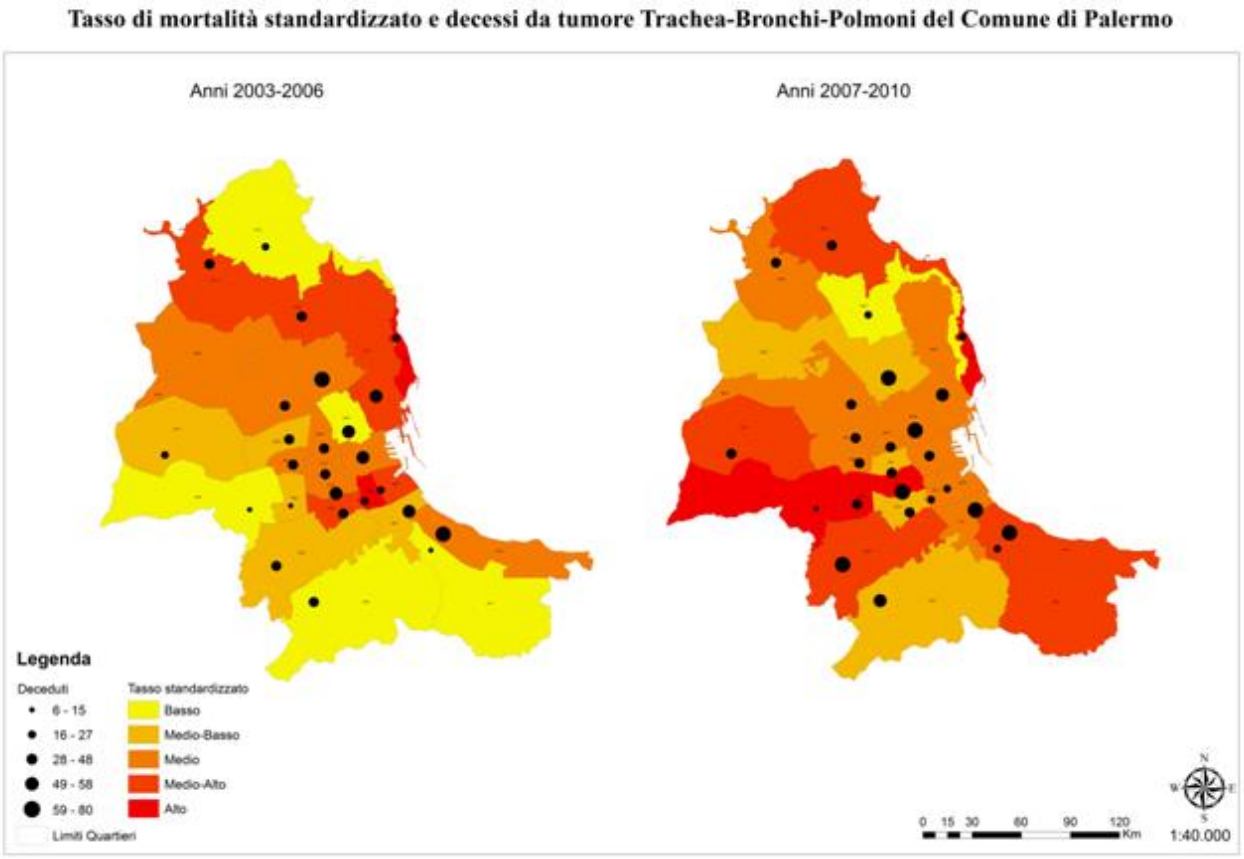


Figura 1 - Confronto dei tassi di mortalità standardizzati del tumore Trachea-Bronchi-Polmoni riferita ai quartieri del Comune di Palermo per gli anni 2003-2006 e 2007-2010.

Contemporaneamente si sono definiti i tematismi della cartografia di base estratti dalla CTR e ricavate le possibili fonti d' inquinamento correlate alle patologie tumorali e quindi si è ritenuto opportuno estrarre i seguenti tematismi: edifici industriali, torri, ciminiere, silos, corso d'acqua sotterraneo, impianti di estrazione, pozzi di petrolio e metano, cave, saline, discariche, impianti di trasformazione, impianti di distribuzione, distributori di carburanti, stazioni e antenne per telecomunicazioni. Inizialmente, partendo dai dati CAD della CTR, si è proceduto alla selezione ed esportazione degli elementi di interesse per mezzo dei codici identificativi riportati nella tabella in allegato alla cartografia tecnica regionale. I dati dopo opportuno processamento sono stati proiettati in UTM WGS84_33N.
Tra i diversi inquinanti registrati dalle centraline individuate si è attenzionata la concentrazione di PM_10 vista la particolare importanza che ricopre nell'ambito del nostro studio.
La fase di creazione di superfici continue (mappe) ha visto la definizione di:

1. Mappa di interpolazione di valori di mortalità per ogni posizione in ogni quartiere della città di Palermo suddivise per tipologie tumorali.
2. Mappa di interpolazione dei valori delle concentrazioni di PM10
3. Mappa di relazione spaziale fra i punti riportanti le concentrazioni di PM10 e le previsioni delle concentrazioni di PM10 per l'intera area di studio (fig. 2).
4. Mappa della probabilità che sia stata superata una soglia critica di concentrazione di PM10.(fig. 3)

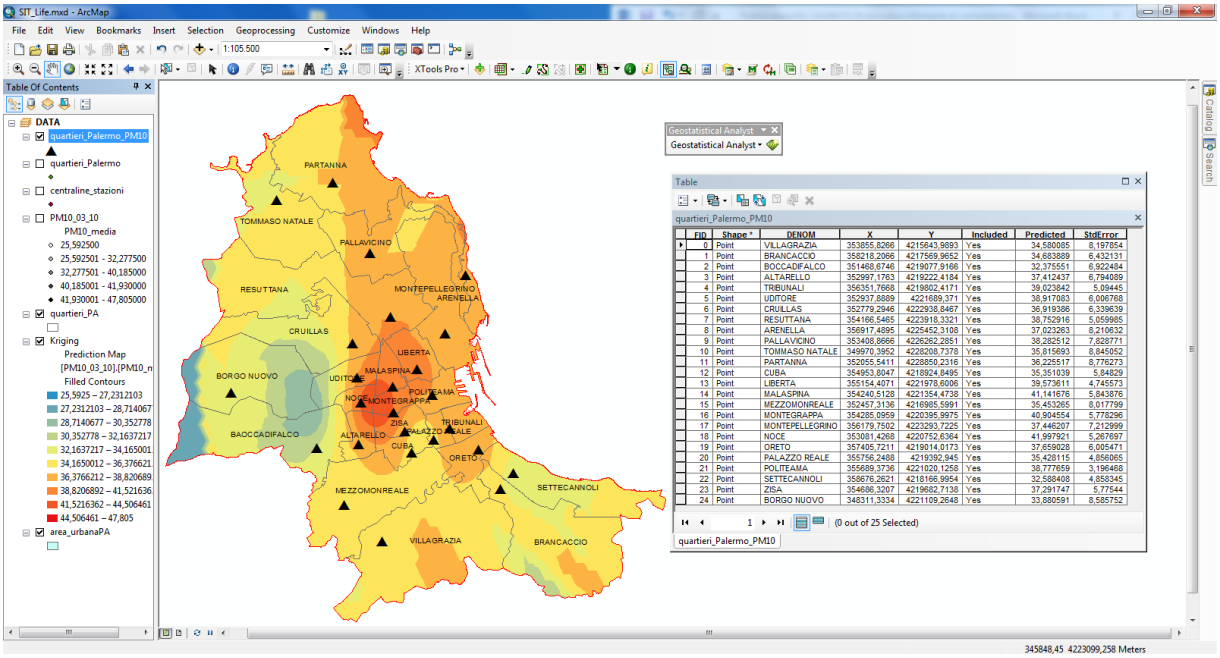


Figura 2 - Mappa di previsione della concentrazione di PM10 per la città di Palermo (2003-2006) e relativi valori di incertezza associati con la predizione del PM10 per ogni quartiere della città di Palermo.

Il metodo geostatistico di processamento dei dati di tipo “kriging_semivariogramma”, ha permesso di esaminare le relazioni spaziali fra i punti misurati evidenziando la verosimiglianza dei valori prossimi alle centraline rispetto a quelle che si trovano più lontane. Infatti la variografia del dato ha restituito la correlazione spaziale di dati osservati tale da suggerire “predire” un valore per quelle posizioni mancanti del dato misurato. Attraverso il modello di semivariogramma/covarianza si è potuto predire i valori per le posizioni non misurate.
Interpolando la mappa di predizione con i quartieri della Città di Palermo si è proceduto a definire per ogni punto un valore di PM10 previsto, e insieme il relativo valore di errore standard specificando così il livello di incertezza associato con la predizione del valore dell’inquinante.
Attraverso l’algoritmo denominato “indicator kriging” si è proceduto alla mappatura delle probabilità che la concentrazione del tipo di inquinante considerato nel nostro esempio superi la soglia annua di 40 $\mu g/m^3$ (valore limite protezione salute umana). Infatti per ogni valore al sotto di questa soglia è stato assegnato il valore 0, mentre ai valori superiori è stato assegnato valore 1. Il risultato finale è stata una mappa delle probabilità di superamento della soglia. (fig. 3)

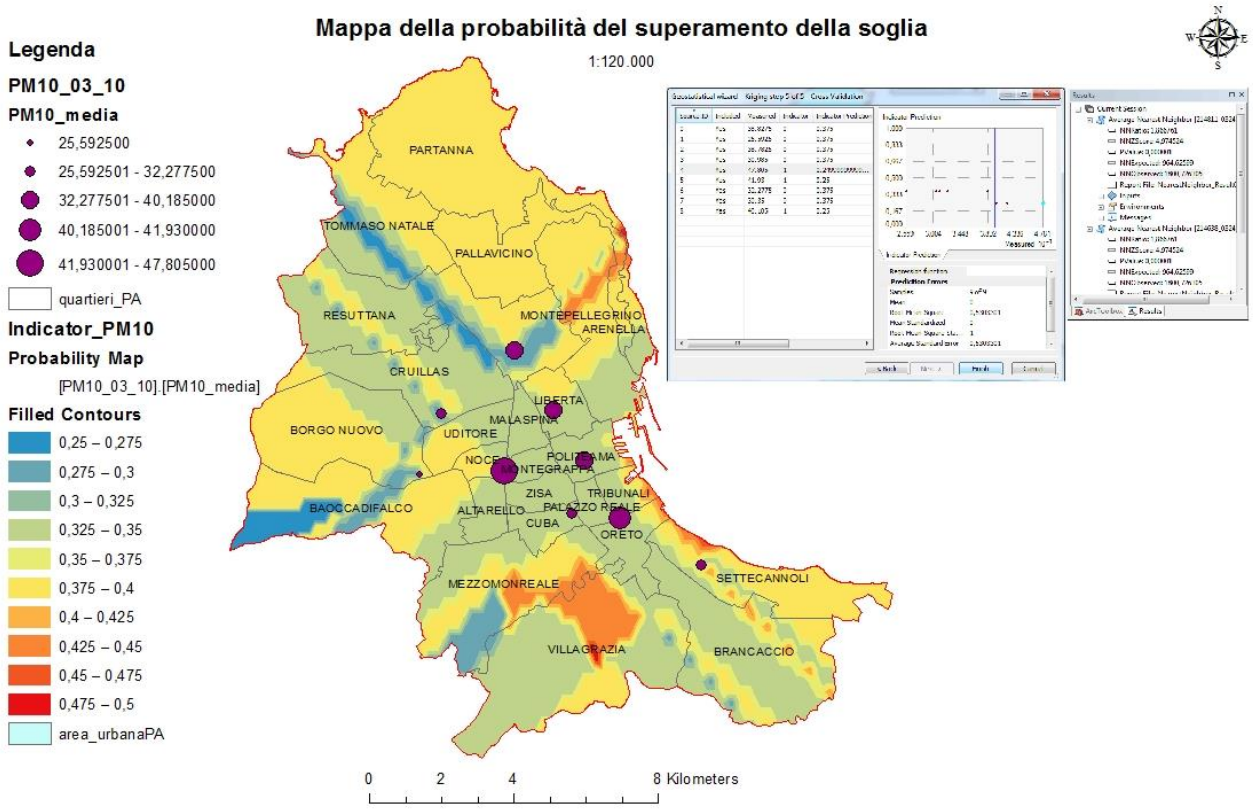


Figura 3 - Mappa di probabilità dei valori degli indicatori di previsione di PM10 . I valori dell'indicatore di predizione possono essere interpretati come la probabilità del superamento della soglia.

Le informazioni prodotte attraverso queste procedure, fin d'ora utilizzate, hanno permesso di correlare spazialmente i casi dichiarati di neoplasie ai dati di inquinanti (solo caso di PM10) misurate a terra da apposite centraline.
A tal fine per supportare un processo di supporto alla decisioni si è proceduto alla mappatura dei valori di PM10 che superino la soglia di tolleranza.

3. Conclusioni

Una questione importante evidenziata da questo studio è stata la possibilità di valutare attraverso misurazioni e modellazioni di inquinanti, associati a dati di casi tumorali registrati ad un target di popolazione, spesso non sono facilmente ottenibili, possibili scenari per una adeguata politica di tutela della salute pubblica combinando l'analisi statistica dei dati per una valutazione degli effetti clinici dell'esposizione a diverse sostanze inquinanti.
Da qui la necessità di costruire un quadro ben delineato delle correlazioni tra strutture antropologicamente pianificate e gestite e bio-effetti delle stesse, riteniamo che un lavoro simile richieda, necessariamente, la cooperazione di diverse figure professionali. Una combinazione di studi multicentrici e locali potrà suffragare le ricerche di pianificazione urbane e non, degli enti pubblici, privati e delle aree industriali, perfezionandosi su precisi e moderni design.

Riferimenti

AIRTUM - ASSOCIAZIONE ITALIANA REGISTRO TUMORI - www.registri-tumori.it

ARPA Sicilia – Annuari dei dati ambientali – www.arpa.sicilia.it

ASP PALERMO – Re.N.Ca.M. (Registro Nominativo delle Cause di Morte) anni 2003-2010 www.epidemiologia.asppalermo.org

BIALLO G. (2005): "Introduzioni ai Sistemi Informativi Geografici" in MONDO GIS. Roma

BOENING DW (2005). Ecological effects, transport, and fate of mercury: a general review. Chemosphere, 40, 1335-51.

CANDELA C. et al., (2011) "Sinergia tra sistemi informativi territoriali e registro tumori: la georeferenziazione dei dati del Registro Tumori di Trapani" - XV Riunione Scientifica Annuale dell'AIRTUM Palermo dal 9 al 11 Maggio 2011;

CHHANDRAN L, CATALDO R (2010). Lead poisoning: basics and new developments. Pediatr Rev, 31, 399-405.

CRESSIE N. (1993) Statistics for Spatial Data. 2nd edition,Wiley, New York

GRACI G., PILERI P., DEDAZZARI M. (2008): "GIS e Ambiente – Guida all'ausilio di ARCGIS per l'analisi del territorio e la Valutazione Ambientale". Ed. Flaccovio. Palermo

SINANET - ISPRA – Rete del Sistema Informativo Nazionale Ambientale http://www.brace.sinanet.apat.it/web/struttura.html

WACKERNAGEL H. (2003) Multivariate Geostatistics, Springer-Verlag, Berlin

VEROUGSTRAETEA V, LISONA D, HOTZB P (2003). Cadmium, lung and prostate cancer: a systematic review of recent epidemiological data. J Toxicol Environ Health, 6, 227-55

Altri autori del corso formativo ESPSIT

A. Battaglia, G. Bivacqua, G. Bongiovì, C. Buttitta, A. Cerami, D. Donato, A. Gioè, C. Messina, O.Palermo, D. Radicini, G. Ribaudo, A. Romano, A. Salvaggio, G. Sorci, F. Tirone, D.Tolentino, G. Vinci, M. Vinci.

Urbanisti, Geologi, Architetti, Scienze Naturali e Forestali, SIT

Abstract in inglese

The study is the result of an agreement between specialists in the territorial field, which took part in a specialistic regional course, and the Regional Health Department of Sicily.
The aim of the study is the production of a computer and georeferenced system about historical archive of the cancer collected by AIRTUM (Italian Association Cancer Archive). Thanks to this computer system, it's possible the correlation of pathogen factors compared to biological, environmental and anthropic factors.
The studied data, about the area of Sicily, were implemented with the ArcGis 10.0 software, pointing out parameters as gender, age, address, kind of pathology, stage of the disease, date of the possible death, to represent in detail the spatial distribution of the phenomenon under consideration.
The processing phase of data is implemented by tools of geocoding, relative to alphanumeric informations, and tools of geostatistics analysis for the management of produced clusters.
The aim of this study is to observe possible anomalies of environmental and territorial nature of the analyzed area, that cause pathological effects, which take to a census of a high mortality rate.

SIT_Life allows the competent authorities to use an effective and innovative system, capable of supporting decisions for the protection and security of life.

Atlante dell'infanzia (a rischio): L'Italia SottoSopra

AUTORI

Massimo Paone – FAO - m.paone@tiscali.it
Antonio Natale - TeamDev S.r.l. - a.natale@teamdev.it
Giulio Cederna - Save the Children Italia ONLUS - giulio.cederna@savethechildren.it
Valerio Neri - Save the Children Italia ONLUS - valerio.neri@savethechildren.it
Raffaela Milano - Save the Children Italia ONLUS - raffaela.milano@savethechildren.it

Parole chiave: infanzia; atlante; minori

ABSTRACT

Il live poster presentato è stato realizzato a partire dal Public Gallery template e dalla Thematic Atlas Sample App. L'Italia SottoSopra racconta il presente incandescente del Paese in tante accezioni diverse. L'Italia ribaltata dalla crisi, nel primo capitolo, tra disoccupazione, calo dei consumi, default del welfare e denatalità. L'Italia diseguale, raccontata nel secondo, terzo, quarto e quinto capitolo: un Paese abitato da almeno 1 milione di bambini in povertà assoluta, emergenze e disagi abitativi, diseguaglianze nella salute, povertà educative e immobilità sociale. L'Italia d'oro a testa in giù, magnifica a vedersi per le sue attività di prevenzione, cura e sostegno dell'infanzia a rischio, ma spesso incapace di agire in maniera integrata ed efficace, promuovere cittadinanza attiva e welfare generativo; e insieme l'Italia sommersa che cerca di promuovere una comunicazione davvero SottoSopra, capace cioè di riportare in alto partecipazione e voce dei bambini. L'Atlante dell'infanzia è uno strumento di studio e allo stesso tempo un'agenda di lavoro, per raccogliere dati specifici sulla condizione dell'infanzia, soprattutto nelle aree a rischio del paese. Una fotografia sul presente per comprendere gli scenari futuri.

1. Introduzione

Dei quattro Atlanti che abbiamo realizzato dal 2010 ad oggi, questo è di gran lunga il più amaro. Le pagine che seguono mostrano come la crisi si stia chiudendo a tenaglia sui diritti dei minori: da una parte il disagio di famiglie impoverite, spesso costrette a ridurre i consumi per arrivare a fine mese soprattutto quando a casa ci sono dei bambini, dall'altra il momento di grave difficoltà che attraversa il Paese, tra conti pubblici in disordine, crisi del welfare, tagli dei fondi all'infanzia, progetti che chiudono.
In mezzo ci sono loro, bambini e adolescenti: oltre un milione di minori in povertà assoluta, in contesti segnati da disagio abitativo, disoccupazione giovanile alle stelle, alti livelli di dispersione scolastica, lavoro minorile e crescenti diseguaglianze.
Oltre a mostrare gli effetti della crisi sui minori, il nuovo Atlante di Save the Children cerca di esplorarne le cause con l'aiuto delle mappe e della letteratura scientifica.
Uno dei dati che emerge con forza quasi in ogni capitolo – nelle analisi realizzate da una molteplicità di studiosi nei campi più disparati: epidemiologi, pediatri, economisti, educatori, operatori sociali, sociologi – è rappresentato dal fattore di rischio determinato dalle povertà educative. Bassi livelli di studio e di competenze da parte dei genitori sono, almeno in parte, all'origine di povertà economiche, deprivazioni, condizioni di salute talvolta peggiori, del rischio obesità nei bambini e negli adolescenti, di un ricorso a

volte improprio alle strutture ospedaliere, dello stesso fallimento formativo di tanti ragazzi e ragazze che vivono nella trappola delle povertà.
D'altra parte, il dato forse in assoluto più preoccupante è proprio questo: il basso livello di competenze funzionali della popolazione adulta, così come segnalato recentemente da un'indagine dell'Ocse. Mediamente noi italiani e italiane che mettiamo al mondo, alleviamo, educhiamo, legiferiamo, amministriamo, governiamo, tuteliamo, decidiamo anche in nome di circa 10 milioni di minori, mostriamo un livello di analfabetismo funzionale assai più elevato di quello che si rileva negli altri paesi dell'Ocse. Come ha detto giustamente il Governatore della Banca d'Italia Ignazio Visco, la recessione dell'Italia non è iniziata "soltanto" 5 anni fa in conseguenza della crisi dei mutui subprime o degli attacchi speculativi all'euro, ma affonda le sue radici nella crisi del capitale umano determinata dal mancato investimento, a tutti livelli, sui beni più preziosi di cui disponiamo: i bambini, la scuola, la conoscenza. Sotto questo aspetto, l'Atlante non offre solo una mappa di ciò che non va, ma mostra bene in controluce ciò che si può e si deve fare per rimettere a posto le cose. Un patrimonio di conoscenze, esperienze, saperi, pratiche anche molto diverse tra loro, ma tutte centrate sulla promozione della salute e dei diritti dei bambini, che, se integrate e sostenute adeguatamente, potrebbero davvero contribuire a fare ripartire il paese, regalandogli una ripresa solida e duratura. Due anni fa l'Atlante si era soffermato sul passato, l'anno scorso ha guardato al futuro, questa volta mette a fuoco il presente. A differenza di quanto scriveva Flaubert "il futuro ci tormenta, il passato ci trattiene, ecco perché il presente ci sfugge", l'analisi ad altezza di bambino del passato, del futuro e del presente ci dice una cosa sola: che non c'è più tempo da perdere. Ora è il momento di agire, tutti insieme, per salvaguardare e promuovere il capitale del nostro paese. Save the Children lo sta facendo e lo farà.

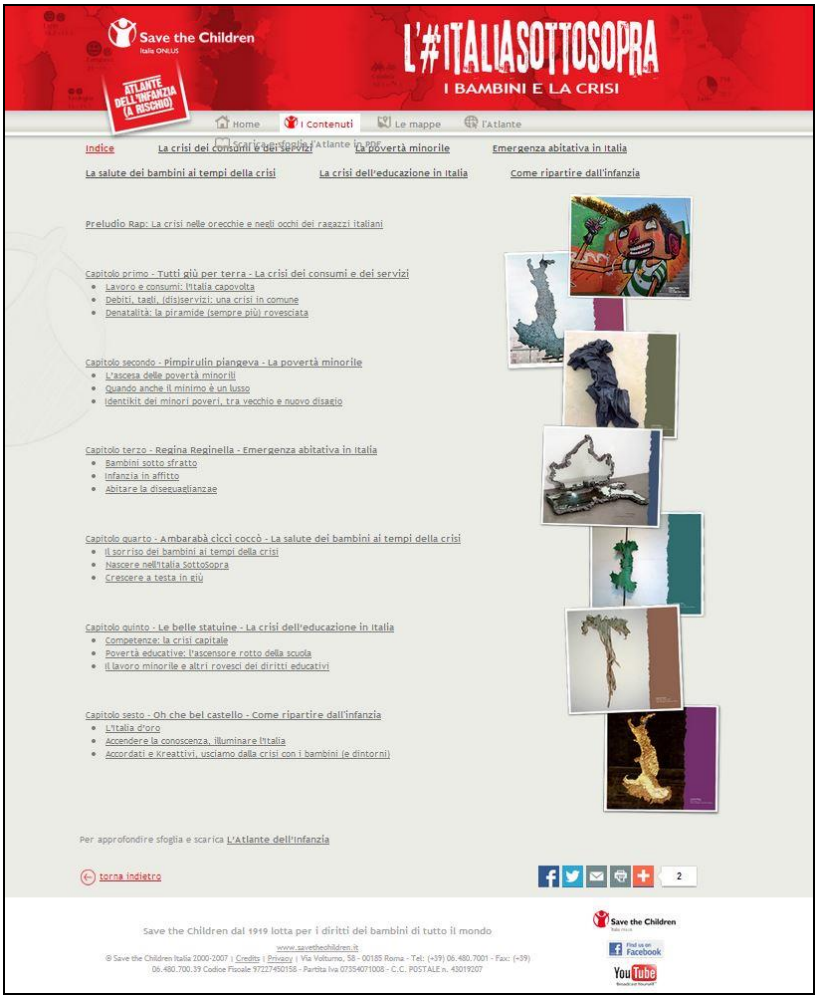


Figura 1

2. Visioni zenitali e zoom sul presente

Una curiosa coincidenza tiene insieme i due capi di questo Atlante: da una parte l'oggetto di osservazione di questo lavoro, l'infanzia, e dall'altra lo strumento di osservazione, ovvero il G.I.S. (Geographic Information System), il sistema informativo che consente di riferire qualsiasi attributo con una connotazione spaziale ad un sistema di coordinate geografiche, assegnandogli una posizione nello spazio e traducendo i dati in mappe, cartogrammi e grafici. Entrambi vengono celebrati da 4 anni a questa parte il 20 novembre, giornata mondiale dei diritti dell'infanzia e anche del G.I.S.
Georeferenziando le informazioni siano esse relative alle proprietà chimiche di un corso d'acqua o alle abitudini quotidiane dei ragazzi italiani, il G.I.S. consente una loro visione simultanea, riassuntiva, comparativa. Permette di istituire a colpo d'occhio confronti tra aree diverse, orientare scelte e programmi di intervento.
L'atlante analizza un'ampia serie di dati e di indicatori specifici del mondo dell'infanzia e dell'adolescenza. Vuole fornire una fotografia dall'alto delle condizioni di vita e di salute dei minori italiani, prestando particolare attenzione alle aree del rischio. È insieme uno strumento di studio e un'agenda di lavoro per chi si vuole rimboccare le maniche.
I dati utilizzati provengono esclusivamente da fonti ufficiali e/o indagini autorevoli e aggiornate. Un contributo fondamentale è stato fornito come sempre dall'Istat e dalla paziente collaborazione di alcuni suoi esperti, ai quali va un sentito ringraziamento. Per l'Italia si è fatto riferimento ad indagini specifiche realizzate da ministeri (Ministero del Lavoro, dell'Istruzione, dell'Interno, della Salute), enti (Banca d'Italia, Corte dei Conti), istituti di ricerca (Cnr, Istituto Superiore di Sanità, Invalsi), sindacati (Cgil, Unione Inquilini), associazioni. Per l'Europa sono state utilizzate principalmente le indagini dell'Ocse e le banche dati di Eurostat. Per l'analisi e l'elaborazione dei dati si è fatto largo uso della letteratura scientifica nei campi più disparati.

Figura 2

La visione zenitale permette un'analisi simultanea di alcuni fenomeni, ma è talvolta imprecisa, sfocata. Gran parte delle mappe è stata realizzata disaggregando i dati disponibili su scala regionale e provinciale, o a livello europeo, anche perché le amministrazioni locali che rendono accessibili i dati a livello comunale, sebbene in crescita, sono ancora poche decine. Inoltre, alcuni importanti fenomeni non sono indagati, e i dati a volte sono incompleti e non sempre allineati tra loro.
Nel 2011, per i 150 anni di unità italiana l'Atlante aveva fornito un inquadramento dell'infanzia con l'ausilio di alcune mappe storiche. Nel 2012, in una stagione segnata da una generale preoccupazione per il futuro, dalla spreaddite e dalla scoperta del bosone di Higgs, si era interrogato, da diverse angolature, sul futuro dei bambini e dell'Italia, a partire dalle previsioni demografiche.
L'italia Sottosopra racconta il presente incandescente del paese, in tante accezioni diverse. L'Italia ribaltata dalla crisi, nel primo capitolo, tra disoccupazione, calo dei consumi, default del welfare e denatalità. L'Italia diseguale, raccontata nel secondo, terzo, quarto e quinto capitolo: un paese abitato da almeno 1 milione di bambini in povertà assoluta, emergenze e disagi abitativi, diseguaglianze nella salute, povertà educative e immobilità sociale. L'Italia d'oro a testa in giù, magnifica a vedersi per le sue attività di prevenzione, cura e sostegno dell'infanzia a rischio, ma spesso incapace di innovare, agire in maniera efficace e integrata, promuovere cittadinanza attiva e welfare generativo; e insieme l'Italia sommersa che cerca di promuovere una comunicazione davvero SottoSopra, capace cioè di riportare in alto partecipazione e voce dei bambini.
Lo zoom sul campo cerca di orientare la produzione delle mappe e di integrare, nei limiti di questa ricerca, l'immagine dall'alto delle tante Italie rappresentate, con una visione più ravvicinata e dal basso del Paese, di cui si cerca di dare conto nei testi. Per l'occasione sono state realizzate alcune visite sul

campo in diverse città italiane, insieme ad alcune organizzazioni che collaborano attivamente con Save the Children nell'ambito dell'alleanza Crescere al Sud, promossa insieme alla Fondazione con il Sud. Si è cercato infine di dare voce ai ragazzi attraverso i laboratori di partecipazione e consultazione promossi da Save the Children, in particolare il Progetto SottoSopra, che coinvolge circa 120 adolescenti di 9 città italiane. Anche a loro va il nostro grazie!

3. ArcGIS online, map gallery template e thematic atlas sample app

Come nelle precedenti edizioni, la ricerca è stata guidata da un'ispirazione geografica e in particolare dai GIS. La diffusione online del patrimonio cartografico realizzata nella seconda edizione dell'Atlante dell'infanzia è stata ulteriormente integrata attraverso un aggiornamento e una rivisitazione dei servizi Web esposti.
Sulla scia dei positivi feedback della passata edizione anche questa volta la scelta è stata indirizzata sulla tecnologia Esri: ArcGIS for Desktop, for Server e Online. Al di là dell'impressione pregressa i fattori determinanti per la scelta sono rimasti sempre gli stessi:

1. una modalità di pubblicazione e condivisione online per facilitare la fruizione e la diffusione delle mappe realizzate;
2. una modalità d'integrazione delle mappe realizzate in siti web;
3. una modalità economica e di rapida implementazione data la natura dell'iniziativa.

La risposta alle diverse esigenze ha ancora una volta trovato un forte alleato nel Esri Nonprofit Organization Program ma soprattutto nel generoso contributo di Esri Italia.
E' stata mantenuta l'applicazione web Map Gallery, messa a disposizione da arcgis.com e realizzata in HTML5/ JavaScript con licenza d'uso libera e quindi adatta a soddisfare gli obiettivi progettuali, a fronte di un costo contenuto per la licenza e per lo sviluppo, o meglio, per la personalizzazione dell'applicazione. ArcGIS Online è stato aggiornato alla versione 3.2 la quale, oltre ad un aumento delle funzionalità volte anche all'interazione con i social network, semplifica il codice e la struttura fisica con la quale è possibile usufruire dei suoi servizi rispetto alla versione precedente. Anche se ormai il template disponibile per la Map Gallery (ora chiamato Public Gallery) risulta molto più limitato nelle funzionalità, si è preferito adottare quest'ultimo – integrandolo in un sito vetrina al fine di ottenere una comunicazione più immediata anche con le nuove funzioni introdotte – aggiungendo le funzionalità scomparse ma ritenute fondamentali per una migliore diffusione dell'iniziativa e delle mappe.Tra queste per esempio la possibilità di esportare il codice per poter includere la mappa nel proprio blog o sito web attraverso un'interfaccia che consenta di visualizzare la mappa che verrà incorporata, personalizzandone alcuni aspetti (posizione, legenda, ecc.). L'efficacia con la quale le informazioni vengono messe a disposizione dell'utente è stata ulteriormente consolidata attraverso il template dell'Esri Thematic Atlas, che utilizza un insieme di mappe pubblicate su ArcGIS Online, opportunamente create con testo, grafica e immagini per rappresentare mappe, legende e grafici dei popup in un modo assai accattivante.
Anche per questa risorsa sono state apportati aggiustamenti e personalizzazioni, introducendo le traduzioni in italiano e correggendo un problema nella rappresentazione dei grafici per i browser che utilizzano come separatore decimale la virgola anziché il punto, quello italiano compreso.
Ancora una volta grazie all'approccio un po' speciale denominato COTS, all' Esri Nonprofit Organization Program e a Esri Italia, è stato realizzato in tempi brevi e in modo sostenibile uno strumento ideale per diffondere una tipica iniziativa non profit.

Figura 3

4. Conclusioni

Misurare lo stato di un Paese a partire dalla condizione dei suoi cittadini più piccoli. È questo ciò che dal 2010 Save the Children si propone di fare con l'Atlante dell'Infanzia (a rischio) in Italia.

In questi anni, nelle pagine dell'Atlante abbiamo registrato l'evolversi della crisi ed il suo accanirsi proprio sui bambini e sugli adolescenti. La crescita della povertà assoluta, l'emergenza abitativa, l'arretramento dei servizi di welfare, la difficile integrazione dei minori di origine straniera, la riduzione delle opportunità educative e tanto altro. L'Atlante si è dimostrato un valido termometro per misurare la condizione dell'infanzia e dell'adolescenza nella difficile fase che il nostro Paese sta vivendo.

Oggi, nei primi mesi del 2014, questo termometro ci trasmette un messaggio semplice: la febbre è troppo alta e persistente. I palliativi, le misure una tantum, quando pure ci sono, non possono bastare, serve una cura forte e strutturata. L'Italia *Sotto*Sopra dell'Atlante è la stessa che incontriamo, come Save the Children, sul campo, stando al fianco dei bambini e dei ragazzi più a rischio, al sud come al nord, nelle piccole e nelle grandi città. Alcune arretratezze sono croniche, come ad esempio l'assenza di una rete nazionale di servizi per la prima infanzia.

Queste criticità, tipiche di un sistema di welfare storicamente frammentato e instabile, sono oggi però rese più dure dalla crisi economica, e dal venire meno di quegli anticorpi che le famiglie e le comunità locali in molti casi riuscivano comunque a produrre.

Sul campo incontriamo giornalmente realtà impegnate, come associazioni e scuole, che sono ormai allo stremo e vediamo un grande capitale di risorse e di competenze costruito negli anni dissolversi nel silenzio. Le reti di protezione sono pericolosamente allentate e la sofferenza sociale dei bambini rischia di non trovare più canali di ascolto e di risposta.

Povertà, per i bambini e gli adolescenti, vuol dire innanzitutto riduzione delle libertà di scelta, privazione di opportunità, chiusura di orizzonti, impossibilità di fissare e raggiungere traguardi. Ancora prima della mancanza di reddito è questa la povertà che spezza le gambe: una condizione che si può contrastare solo tornando ad investire sulla educazione.

Serve più scuola (e di prim'ordine) e, allo stesso tempo, servono territori *ad alta densità educativa*, che permettano a tutti i bambini, senza alcuna eccezione, di vivere il movimento, lo sport, la musica, il gioco, la bellezza, la socialità. Territori dove scoprire passioni, interessi, talenti ed esercitarsi a pensare il futuro in modo aperto. Più che di nuove strade o grandi opere, è di queste opportunità che il nostro Paese ha un disperato bisogno, se si vuole spezzare il circolo vizioso di una povertà educativa che alimenta la povertà economica, e viceversa.

L'intelligenza delle scelte – o, se non altro, l'istinto di sopravvivenza – dovrebbero guidarci nel fare dell'investimento nella educazione una priorità assoluta. Non mancano gli esempi cui ispirarsi, le energie e le capacità per ribaltare l'Italia sottosopra. Alcune mappe *in controtendenza* dell'Atlante lo stanno a dimostrare. Manca ancora, probabilmente, una piena cognizione della posta in gioco e dell'entità del danno che l'inerzia sta infliggendo alle biografie dei singoli così come alla comunità nazionale nel suo complesso. Speriamo che la lettura dell'Atlante possa contribuire ad una crescita di consapevolezza dei rischi e delle opportunità che oggi abbiamo davanti.

Un SIT per la pianificazione e il controllo dei servizi socio-assistenziali

AUTORI

Vito Scimeca - Architetto, libero professionista –
Alessia Di Pasquale - Psicologa, libero professionisa
Gaetano La Bella – Geologo, ANFE Delegazione Regionale Sicilia, centro PA2, Via Sacra Famiglia n.36, PALERMO - glabella@anfe.it

Parole chiave: GIS; salute; gestione fondi pubblici; assistenza socio assistenziale; spesa sociale

ABSTRACT

Con il presente lavoro si è costruito un SIT tematico visto come strumento idoneo per la gestione di fondi pubblici erogati a sostegno dei Servizi socio assistenziali a favore di anziani, minori, inabili, donne in difficoltà ed extracomunitari.
E' stata definita una banca dati territoriale di dettaglio in ambiente GIS costituita da informazioni riguardanti, la provincia e il comune in cui ha sede la struttura, la denominazione dell'istituzione, l'indirizzo della struttura, la tipologia e il numero degli utenti.
Archiviati e trasformati i dati di interesse, l'utilizzo del software GIS ha permesso la Geocodifica dei dati e la successiva restituzione tematica di tale processo.
Il SIT così dedicato, a disposizione dell'Amministrazione Regionale Siciliana, permette di pianificare gli interventi di assistenza, monitorare le attività degli operatori, verificare le esigenze dell'utenza e i servizi offerti, al fine di ottenere un efficace controllo della spesa sociale.

1. Premesse e Obiettivi

Il Decreto del Presidente della Repubblica 3 maggio 2001, "'Piano nazionale degli Interventi e del servizi sociali 2001-2003"', all'art. 7, ribadisce che "il sistema informativo del servizi sociali risponde alle esigenze della programmazione, gestione e valutazione delle politiche sociali"', aggiungendo inoltre che "è strumento di conoscenza di fondamentale importanza per operatori, responsabili delle politiche e cittadini.
La sua funzione è soprattutto quella di facilitare la lettura dei bisogni e di sostenere il processo decisionale a tutti i livelli di governo.
Il presente studio ha messo a punto un'analisi socio-economica ambientale a partire da dati di tipo socio-economici gestiti utilizzando un Sistema Informativo Territoriale che ha permesso oltre ad una corretta catalogazione e geocodifica delle informazioni, la realizzazione di uno strumento in grado di gestire i programmi e gli interventi sul territorio riguardanti le azioni di sussidio e non solo, per le strutture assistenziali-sanitarie presenti su tutto il territorio della regionale. In definitiva uno strumento a supporto all'attività di programmazione.

2. Metodologie

Per la realizzazione dello studio è stato necessario individuare le esigenze dell'amministrazione regionale. A tal proposito si è messa a punto un particolare programma per la gestione dei dati per coloro che saranno gli utilizzatori dello strumento GIS. Quindi la semplificazione dell'uso dello strumento GIS è stata affidata alla piattaforma ESRI di ArcGis onLine che permette la gestione delle informazioni in tempo reale utile per chi preposto alla programmazione dei servizi socio-assistenziali.
Un primo step di studio ha visto la costruzione di un GIS a partire dai dati di censimento di tutte le strutture socio-assistenziali. Dalla geocodifica di ogni struttura alla restituzioni in ambiente Gis di tutte le informazioni delle attività socio-sanitarie: provincia, comune in cui ha sede la struttura, denominazione dell'istituzione, indirizzo della struttura, tipologia, numero utenti, num. Albo, decreto iscrizione e data decreto. Ogni layer informativo ha riguardato le ragazze madri, i minori, gli anziani, gli inabili e gli extracomunitari.
Di seguito si è riportato su carta a scala regionale, la localizzazione delle strutture preposte alla gestione delle ragazze madri. (fig.1)

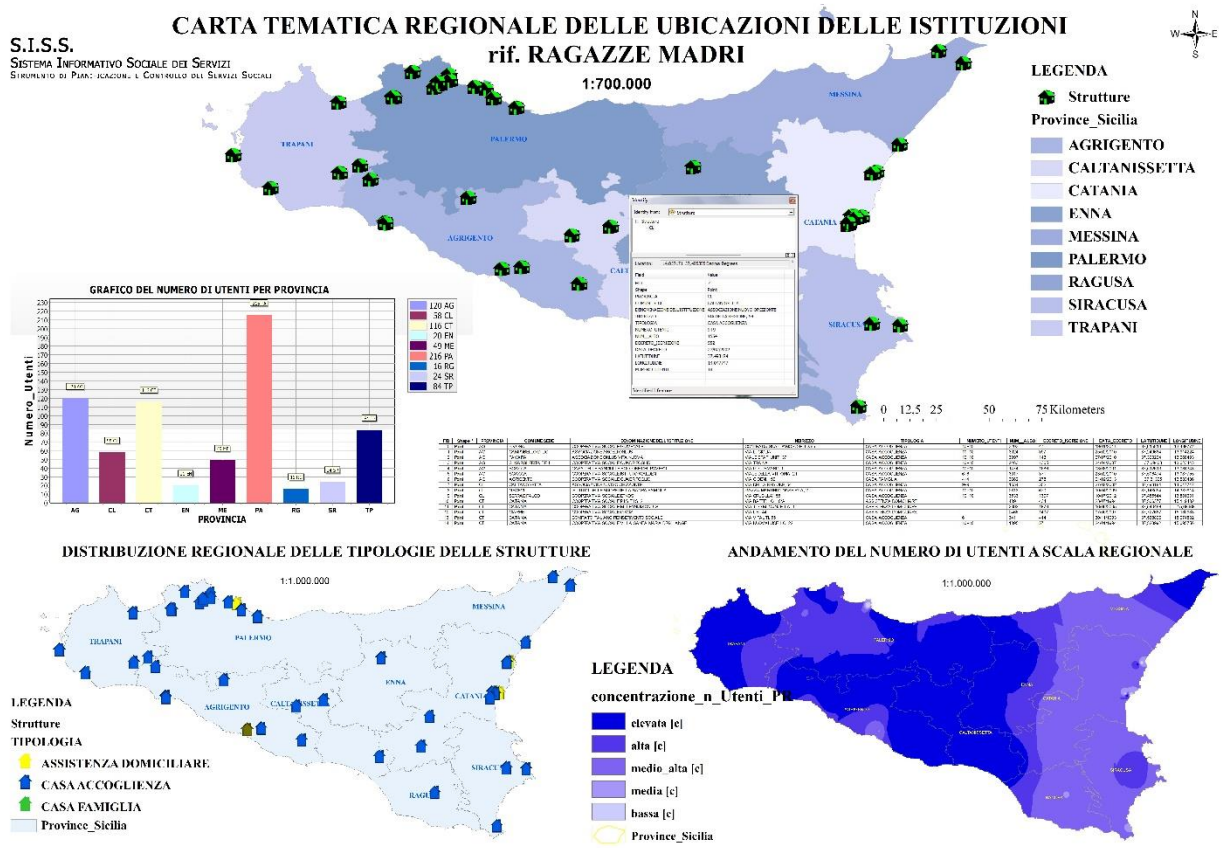


Figura 1 - Mappa delle strutture socio-assistenziali preposte alla gestione delle ragazze madri.

Strutturata la banca dati è stato possibile restituire e successivamente analizzare, attraverso apposite interrogazioni, le problematiche di bisogno del territorio e le risorse disponibile; conoscere il numero di utenti, di operatori sociali presenti nel territorio per ogni struttura e capire il sistema dei servizi attraverso la costruzione di nuovi modelli organizzativi. (fig. 2)

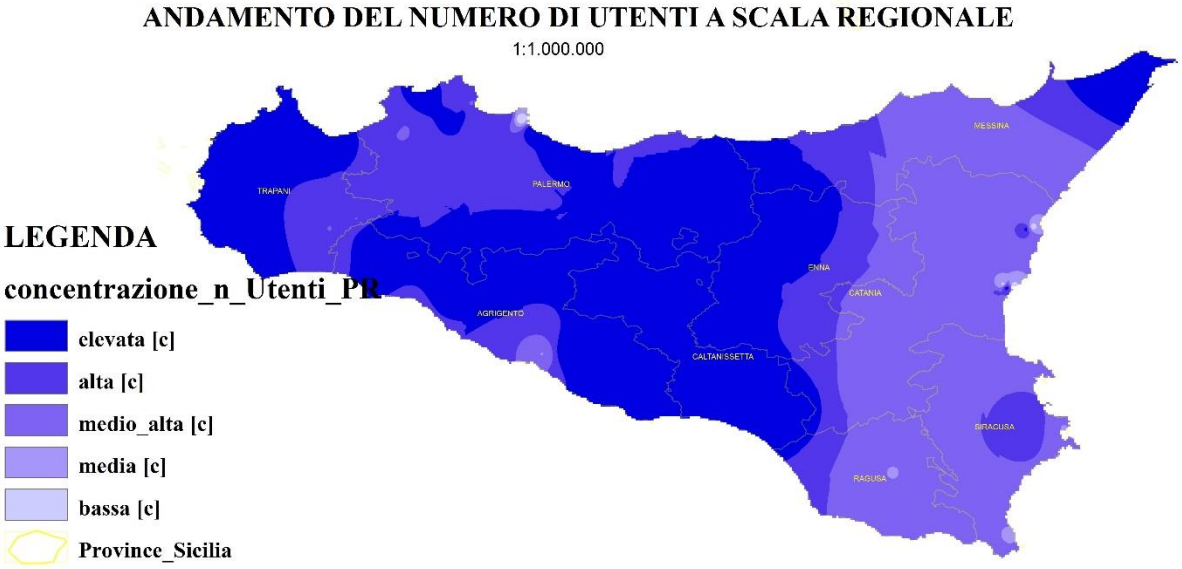


Figura 2 - Andamento degli utenti-personale a scala regionale.

La possibilità di processamento delle informazioni attraverso l'elaborazione di dati raster ha permesso di modellare l'andamento di una certa variabile presa in esame distribuita in tutta l'area di studio. Ad esempio la possibilità di spalmare sull'intera area di studio la concentrazione del numero di utenti restituisce con buona approssimazione il trend di sviluppo del dato.
Le interrogazioni alla banca dati offrono la possibilità di acquisire in maniera sistematica e continuativa dati e informazioni per una corretta e mirata pianificazione e gestione del sistema regionale dei servizi. Avere il quadro delle strutture aggiornato e restituito su carta permette oltre a monitorare l'andamento e il funzionamento delle strutture anche di conoscer le esigenze locali sia come domanda che come offerta e stabilire a priori l'entità dei fabbisogni per valutare quali scelte programmatiche siano necessarie.

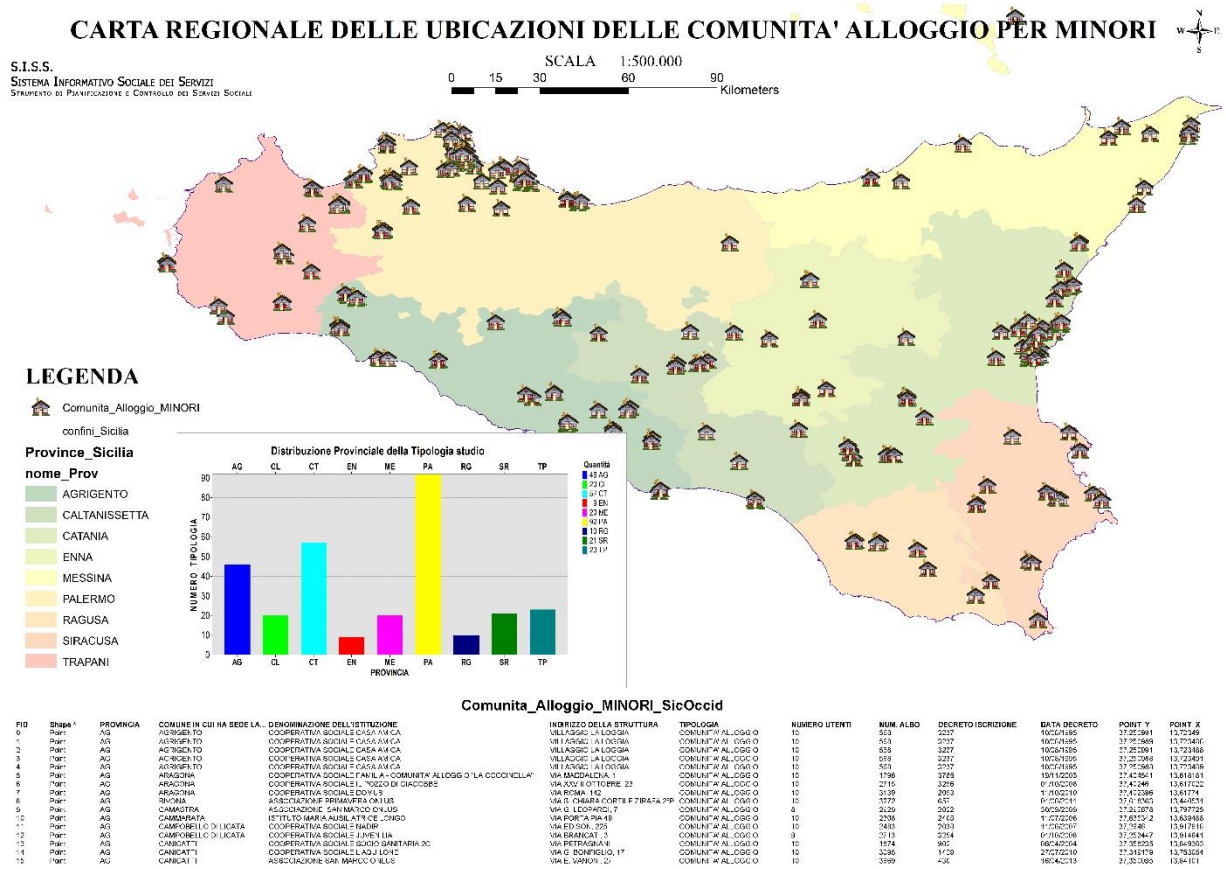


Figura 3 - Mappa regionale delle Comunità per Minori.

3. Conclusioni

In tempi di spending review e forte tendenza al conseguimento di efficienza nell'utilizzo delle risorse, un sistema informativo territoriale come il Sit proposto, permette di conoscere "geograficamente" i bisogni dell'utenza verificando gli opportuni interventi da eseguire con i reali bisogni della popolazione.

Riferimenti

Regione Siciliana – Assessorato della Famiglia, delle Politiche Sociali e del lavoro - REGISTRO REGIONALE DELLE ASSOCIAZIONI DI SOLIDARIETÀ FAMILIARE ex art. 16 della L.R. n. 10 del 31 luglio 2003

BIALLO G. (2005): "Introduzioni ai Sistemi Informativi Geografici" in MONDO GIS. Roma

GRACI G., PILERI P., DEDAZZARI M. (2008): "GIS e Ambiente – Guida all'ausilio di ARCGIS per l'analisi del territorio e la Valutazione Ambientale". Ed. Flaccovio. Palermo

MARINO T: (2014) Il sistema Informativo dei Servizi Sociali, http://www.c-progettosud.it/Index.html

SCHEDA SINTETICA - Legge 8 novembre 2000, n. 328 "Legge quadro per la realizzazione del sistema integrato di interventi e servizi sociali"

Abstract in inglese

In the present work has built a GIS thematic seen as a suitable tool for the management of public funds in support of social welfare services for elderly, children, the disabled, women and non-distressed.
It 'was defined a database of spatial detail in a GIS environment consists of information about the province and the municipality in which the property, the name of the institution, the property address, the type and number of users.
Stored and processed the data of interest, the use of GIS software has allowed the geocoding data and return the next issue of this process.
The SIT so dedicated to the Sicilian Regional Administration's disposal, it allows you to schedule routine maintenance, monitor the activities of operators, ensure the needs of users and services, in order to achieve effective control of social spending.

Utilizzo delle fonti informative sanitarie: il sistema epidemiologico integrato

AUTORI

Vincenzo Baldo - Dipartimento di Medicina Molecolare, Sezione di Public Health, Università di Padova - vincenzo.baldo@unipd.it
Silvia Cocchio - Dipartimento di Medicina Molecolare, Sezione di Public Health, Università di Padova - silvia.cocchio@unipd.it
Patrizia Furlan Dipartimento di Medicina Molecolare, Sezione di Public Health, Università di Padova - patrizia.furlan@unipd.it
Tatjana Baldovin - Dipartimento di Medicina Molecolare, Sezione di Public Health, Università di Padova - tatjana.baldovin@unipd.it
Dorelia Zangrando - Dipartimento di Medicina Molecolare, Sezione di Public Health, Università di Padova - dorelia.zangrando@unipd.it

Patrizia Casale - Azienda ULSS 18 di Rovigo, Regione Veneto - casale.patrizia@azisanrovigo.it

Parole chiave: epidemiologia; sanità; sistemi

ABSTRACT

Mediante il raccordo dei diversi archivi sanitari disponibili (anagrafe sanitaria, mortalità, schede di dimissione ospedaliera, farmaceutica, anatomia patologica e esenzioni Ticket) si è sviluppato il Sistema Epidemiologico Integrato (SEI) che permette di stimare la morbosità di varie patologie. Il presente studio ha integrato, nell'ambito dei comuni afferenti ad una Azienda Sanitaria della Regione Veneto, il SEI al GIS (Geographic Information System) cercando di valutarne criticità e fattibilità. Il database di partenza è costituto dall'anagrafica sanitaria degli assistiti (178.183 soggetti) che presentano un identificativo univoco anonimo. Il 97% (174.547 soggetti) del geocoding ha avuto un esito matched mentre il 3% (3.636 soggetti) tied. È stato possibile geocodificare e georeferenziare i soggetti con patologie cronico degenerative (identificati con il SEI) con una percentuale sempre superiore al 98%. In conclusione, la possibilità di utilizzare le fonti informative sanitarie associate alle applicazioni del GIS può contribuire alle diverse finalità della sanità pubblica sia in termini preventivi che assistenziali e in particolare: 1) l'approfondimento delle conoscenze sulla distribuzione delle malattie e dei fattori di rischio comprensivi di quelli ambientali; 2) la pianificazione e la valutazione degli interventi sanitari (accessibilità, equità, appropriatezza); 3) la possibilità del suo utilizzo durante eventi che inducono l'emergenza (eventi naturali o antropici).

1. Introduzione

L'aumento da parte della popolazione dei bisogni e della domanda di salute, induce i sistemi sanitari ad affrontare nuovi scenari che considerino aspetti correlati all'invecchiamento delle persone, alla gestione della polipatologia e della fragilità, all'emergere di nuove malattie ed infine all'introduzione

delle nuove tecnologie. Pertanto, dal punto di vista sanitario è fondamentale disporre di uno strumento in grado di rispondere tempestivamente a quesiti di natura epidemiologica, al fine di pianificare l'erogazione di servizi in grado di soddisfare i reali bisogni della popolazione.
La necessità di disporre di informazioni sanitarie complete ed esaustive, dalla nascita alla morte, è stata messa in risalto già nel 1946 da Dunn che indicava l'importanza del mettere l'individuo al centro del sistema e di registrare in modo completo e accurato tutte le informazioni di interesse sanitario.
L'utilizzo delle fonti informative sanitarie deve obbligatoriamente considerare alcuni aspetti peculiari:

- la maggiore parte di queste è stata costruita per permettere il monitoraggio dei servizi erogati e della spesa sanitaria sostenuta;
- la qualità dei dati è direttamente correlata all'impatto sul processo gestionale;
- la "copertura" della popolazione dipende dalla propensione all'utilizzo dei servizi sanitari;
- l'impossibilità di valutare le caratteristiche dei soggetti che non si rivolgono al servizio sanitario.

Tali caratteristiche obbligano ad una attenta e preliminare valutazione qualitativa dei dati, ottenuti da tali fonti, prima di un loro utilizzo a fini epidemiologici. In quest'ultimo ambito l'elevato interesse è indotto dalla sistematicità della raccolta dei dati e dalla possibilità di ottenere popolazioni di riferimento di elevate dimensioni ed appartenenti ad una determinata area geografica.
Allo scopo di poter utilizzare le fonti informative sanitarie è stato sviluppato il "Sistema Epidemiologico Integrato" (SEI) che raccorda i dati contenuti negli archivi sanitari, attraverso l'identificazione univoca dell'assistito e delle rispettive prestazioni eseguite. Specifici algoritmi possono essere, quindi, impiegati al fine di:

- quantificare e sorvegliare le malattie,
- analizzare i rischi,
- valutare gli accessi ai vari punti sanitari,
- effettuare la programmazione sanitaria,
- ipotizzare le correlazioni ambiente-salute,
- facilitare la gestione delle crisi e delle emergenze.

Ulteriore ed interessante opportunità è l'integrazione del SEI con i GIS (Geographic Information System); tali sistemi consentono l'esecuzione di studi descrittivi (ecologici) che, attraverso la rappresentazione dell'intensità di un fenomeno a livello territoriale, individuano rapidamente e intuitivamente le aree di interesse e focalizzano l'attenzione verso i fenomeni più rilevanti. Altresì, l'utilizzo dei GIS permette di sovrapporre ed analizzare diverse variabili simultaneamente, siano esse riguardanti dati socio-sanitari, anagrafici, ambientali o territoriali.

2. Materiali e Metodi

Il Sistema Epidemiologico Integrato (SEI) attraverso l'incrocio integrato degli archivi sanitari elettronici e l'utilizzo dei dati in essi contenuti permette di stimare la morbosità di varie patologie e di attuare un'attività di monitoraggio epidemiologico, senza dover progettare indagini ad hoc per ricavare informazioni.
Gli archivi utilizzati dal SEI sono i seguenti: Anagrafe sanitaria, Mortalità, Schede di Dimissione Ospedaliera, Mobilità passiva, divisa in intra- ed extraregionale, Farmaceutica, Anatomia Patologica ed Esenzioni Ticket.
Dopo una preliminare analisi dei dati per valutarne la qualità si procede all'integrazione degli stessi attraverso il record-linkage. Per record-linkage si intende la procedura utilizzata per determinare se due record, appartenenti a due diversi set di dati, si riferiscono allo stesso individuo. Il metodo prevede che le informazioni contenute nei suddetti archivi vengano integrate con l'Anagrafe sanitaria. La procedura utilizzata consente di identificare univocamente il soggetto in quanto il record viene ricondotto allo stesso individuo solo se esiste una corrispondenza esatta dell'insieme della caratteristiche (campi) che costituiscono la chiave identificativa, ovvero di variabili quali il numero di tessera sanitaria, il codice fiscale, il nome, il cognome e la data di nascita del soggetto. Il record linkage può avvenire in modo deterministico o probabilistico.
Grazie al Sistema Epidemiologico Integrato è quindi possibile interrogare la banca dati integrata analizzando contemporaneamente le informazioni contenute in diverse fonti e classificandolo, pertanto, come un sistema epidemiologico di sorveglianza della popolazione.

L'applicazione di algoritmi specifici, alcuni validati scientificamente, che utilizzano i vari archivi sanitari permette di identificare specifiche patologie. Nella presente analisi, a titolo esemplificativo, è stata considerata una patologia dell'apparato respiratorio, l'Asma; attraverso l'impiego dell'algoritmo illustrato in Tabella 1, sono stati selezionati i soggetti asmatici e quindi è stata calcolata la prevalenza di tale patologia.

Tabella 1 - Fonte dei dati e criteri di classificazione di caso prevalente di Asma.

Fonte	Criteri selezione casistica	definizione
Certificati di morte (CM)	Decesso nell'anno di stima per Asma (ICD9-CM= 493*; ICD10-CM=J45*, J46*) come causa di morte principale	presenza in almeno una delle fonti
Schede di dimissione ospedaliera (SDO)	Dimesso nell'anno di stima con diagnosi di Asma (ICD9-CM[1]= 493*) in qualunque campo diagnosi	
Prescrizioni farmaceutiche (APF)	Almeno una prescrizione nell'anno di stima per: - Adrenergici inalatori (ATC[2]=R03A*) - Adrenergici per uso sistemico (ATC=R03CC02, R03CC04, R03CK) - Antagonisti dei recettori leucotrienici (ATC=R03DC01 R03DC03)	
Esenzioni ticket (ET)	Esente nell'anno di stima per Asma (codice esenzione per 007.493*)	

[1]Classificazione internazionale delle Malattie; [2]Classificazione anatomica terapeutica chimica

La fase di geocoding consiste nell'associare ad ogni indirizzo presente nel database una posizione geografica rappresentata da una coppia di coordinate spaziali XY. Questo processo viene attuato per mezzo del software ArcMap, il quale collegandosi al Server ArcGIS Map Service, ovvero ai dati Online della ESRI®, riesce ad accedere alla banca dati delle strade presenti in Italia. Il database degli assistiti è suddiviso in gruppi contenenti una media di 1.000-1.500 indirizzi. Avendo a disposizione sia gli indirizzi di residenza anagrafica che quelli riferiti alla residenza sanitaria (domicilio) si è scelto come indirizzo primario quello di residenza anagrafica. Tuttavia è stata eseguita, in un secondo tempo, anche la geocodifica degli indirizzi relativi al domicilio.
Il primo risultato è stato uno shapefile di punti, con un database ad esso relazionato, dove vengono esposti i risultati della geocodifica da un punto di vista statistico-analitico. I tre tipi di risultati possibili che il processo restituisce sono:

- *Matched*, quando il programma riconosce l'indirizzo e gli assegna una coordinata X e una coordinata Y univoche), il livello di precisione può essere suddiviso in tre sottolivelli: centroide del Comune di residenza; centroide in base al CAP, centroide del segmento di strada;
- *Tied*, quando un indirizzo viene "associato" ad un candidato possibile, ma senza la certezza che sia corretto, ovvero quando un indirizzo nel database "assomiglia" ad uno presente nel database delle strade senza coincidere completamente;
- *Unmatched*, quando il programma non riconosce l'indirizzo.

Il calcolo della densità è stato effettuato attraverso il metodo "*point density*" che calcola la densità di punti che cadono intorno ad ogni singola cella della mappa di output, definendo così l'ampiezza di

un'area attorno ad ogni cella (*search radius)*, viene quindi totalizzato il numero di punti che cadono dentro questa area per poi essere diviso per la sua superficie. Il *search radius* utilizzato è stato pari a 2 chilometri. È stato in seguito effettuato il calcolo della densità di asmatici e rapportato a quella di tutti gli assistiti, si è quindi ottenuta la prevalenza di asmatici georeferenziati.
Si è proceduto, quindi, all'analisi dettagliata del Comune che presenta la maggiore densità di popolazione e al successivo incrocio con altre informazioni, come ad esempio le fonti ambientali, gli insediamenti agricoli e industriali.

3. Risultati

L'area di studio interessata comprende tutti i Comuni afferenti ad una Azienda Sanitaria della Regione Veneto (41 Comuni) ed una popolazione residente di approssimativamente 178.000 abitanti. Le fonti informative analizzate per il periodo 2000-2011 contano circa 20,5 milioni di record.
La base di partenza è data dall'anagrafica sanitaria costituita da 268.517 soggetti che presentano codice identificativo univoco anonimo. Di questi, 253.841 risultano essere residenti all'interno dei Comuni appartenenti all'Azienda ULSS analizzata. L'anagrafe sanitaria è stata standardizzata al fine di rendere possibile la geocodifica. Le procedure effettuate hanno portato alla modifica degli indirizzi anagrafico-sanitari in modo da uniformare i nomi delle vie (nome e cognome, sostituzione delle abbreviazioni, il numero civico nel campo riservato ai numeri civici e eliminazione degli interni), eliminazione della frazione/borgata o della località contenuta Non sono stati georeferenziati 7.342 indirizzi. Ulteriori criticità e/o assenza della via sono state risolte manualmente. Il 97% (174.547 residenti) del geocoding ha avuto un esito Matched mentre il 3% (3.636) Tied.
Tra i Matched, il 93% è stato assegnato al centroide del segmento di strada, mentre 12.451 indirizzi geocodificati sono stati assegnati al centroide del comune o del CAP.
Complessivamente, sono stati identificati 12.041 soggetti asmatici, con una percentuale di individui georeferenziati che si attesta al 99,5%. Il 99% dei casi identificati presenta almeno un record nel registro delle prescrizioni, seguono le esenzioni ticket (range: 1,3-3,7%) e le schede di dimissione ospedaliera (range: 0,4-1,3%); 11 casi sono stati identificati attraverso i certificati di morte.
La Figura 1 evidenzia la prevalenza di asmatici nel territorio oggetto di studio evidenziando delle differenze territoriali.

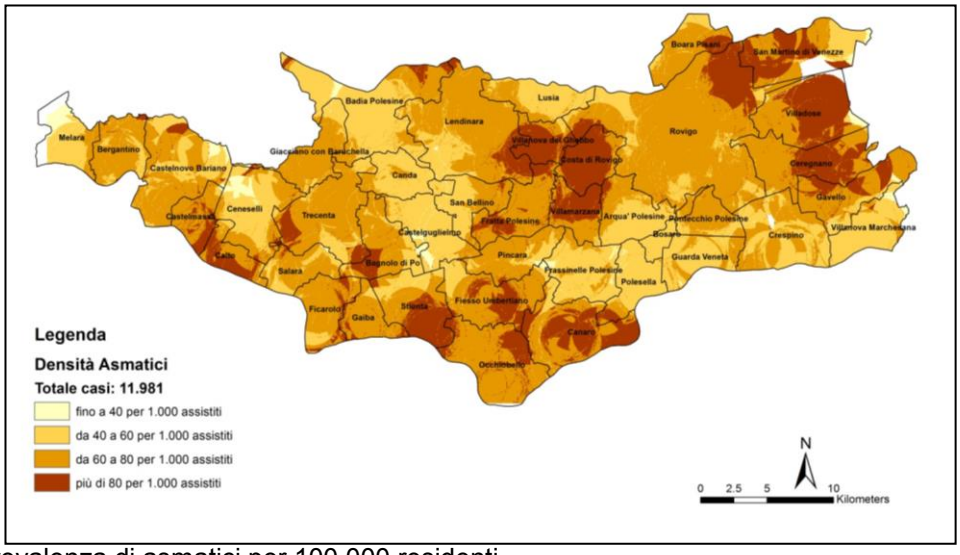


Figura 1 - Prevalenza di asmatici per 100.000 residenti.

Nell'area di analisi sono stati individuati 4.734 assistiti con Asma (buffer e area in studio) e la Figura 2 evidenzia la densità dei malati di Asma nell'area comunale analizzata e nella zona buffer (2 km).

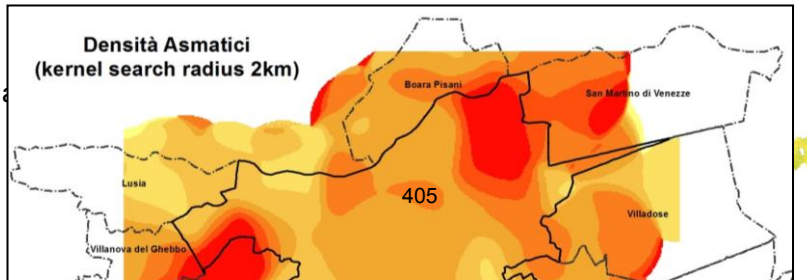


Figura 2 - Prevalenza di asmatici nell'area in esame.

L'utilizzo del dettaglio del suolo urbano (tessuto urbano edificato, zone industriali, rete stradale, ecc..) e di quello vegetativo (superfici coltivate, superfici erbacee, aree estrattive, ecc..) è illustrato nella Figura 3.
Dalle immagini ottenute non sembra esserci una evidente correlazione tra zone ritenute a maggior prevalenza di asmatici e zone industriali, discariche o aree estrattive. Le zone ad alta densità di asmatici (valori superiori agli 80 malati ogni 1.000) si trovano prevalentemente a ridosso di centri abitati. Per quanto riguarda l'uso del suolo a scopo vegetativo, si nota come alcune coltivazioni, correlate con alcune tipologie di piante e di pollini, potrebbero essere correlate all'insorgenza della patologia asmatica.

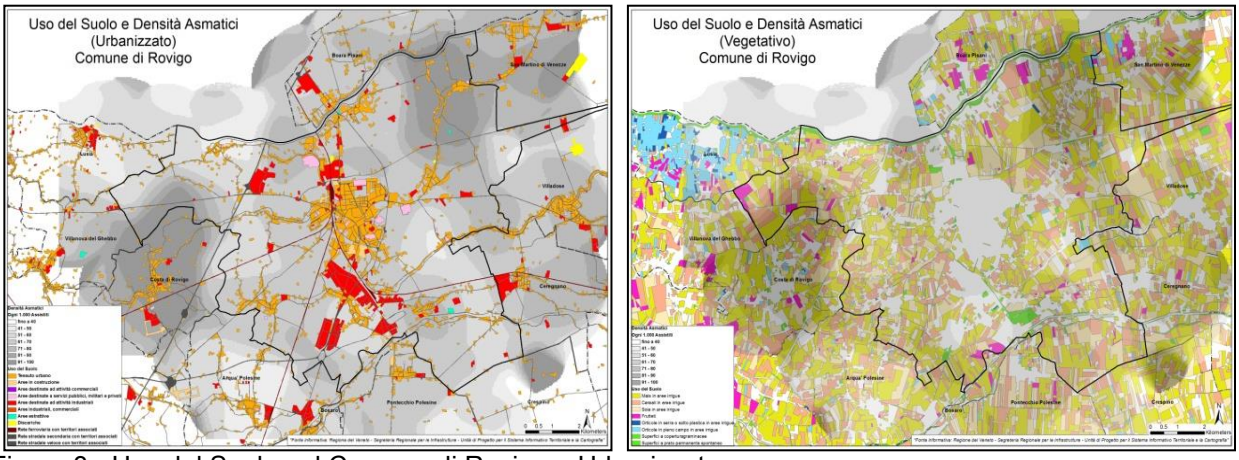


Figura 3 - Uso del Suolo nel Comune di Rovigo – Urbanizzato

Un altro aspetto potenzialmente utile è la sovrapposizione delle carte di densità per patologia e la distribuzione delle aziende produttive al fine di cogliere eventuali relazioni tra l'intensità di una determinata patologia e l'eventuale vicinanza ad aziende ritenute a rischio. Un esempio è illustrato in Figura 4 dove la densità di asmatici fa da sfondo alla distribuzione delle aziende all'interno del Comune; anche in questo caso non si evidenziano associazioni peculiari con le varie tipologie di attività economiche censibili.

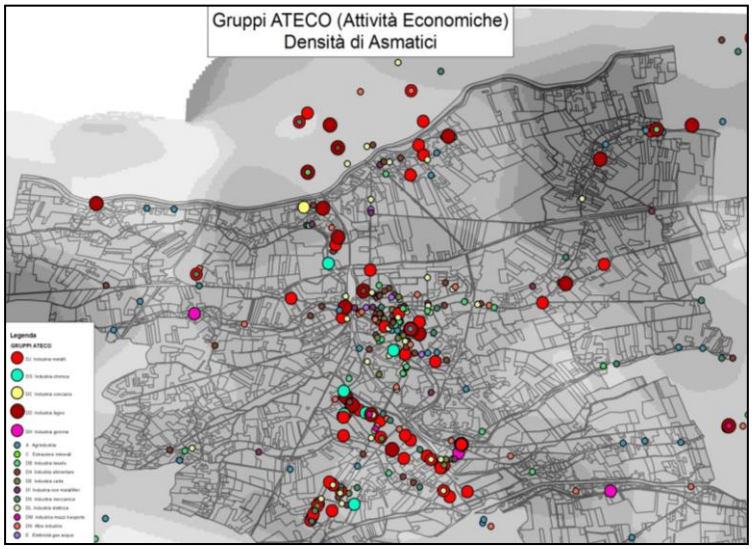


Figura 4 - Densità asmatici e attività economiche

4. Conclusioni

Il processo di geocoding effettuato ha rivelato una scarsa omogeneità e coerenza nella raccolta degli indirizzi da parte dell'Unità Socio Sanitaria Locale, durante le procedure di registrazione dei pazienti; al fine di agevolare le operazioni di georeferenziazione, la raccolta delle informazioni dovrebbe essere effettuata in modo standardizzato. La procedura di georeferenziazione effettuata sull'anagrafica, anche se complessa ed articolata, porta ad un risultato utile a fini epidemiologici.
La possibilità di valutare le densità di patologia permette l'identificazione di aree critiche ove approfondire, mediante metodologie analitiche, le indagini, al fine di considerare eventuali correlazioni tra fattori ambientali e varie patologie, in modo relativamente semplice e rapido.
Va comunque considerato il limite delle fonti amministrative che potrebbero risentire di una maggiore inclinazione all'utilizzo dei servizi sanitari da parte dei residenti oppure di una maggiore propensione dei Medici alla prescrizione farmaceutica. L'analisi dei trend temporali non potrà esimersi dal considerare eventuali cambiamenti nella gestione delle varie patologie, in ottemperanza a nuovi e/o aggiornati percorsi diagnostico- terapeutici o linee guida.
La possibilità di utilizzare le fonti informative sanitarie associate alle applicazioni del GIS può contribuire a diverse finalità della sanità pubblica, sia in termini preventivi che assistenziali, in particolare:

- all'approfondimento delle conoscenze sulla distribuzione delle malattie e dei fattori di rischio, comprensivi di quelli ambientali;
- alla pianificazione e alla valutazione degli interventi sanitari (accessibilità, equità, appropriatezza);
- alla possibilità del suo utilizzo durante eventi che inducono l'emergenza (eventi naturali o antropici).

Riferimenti

Dunn HL. Record Linkage. Am J Public Health Nations Health 1946; 12:1412-1416

Migliore E, Bugiani M, Piccioni P, Galassi C, Balzi D, Barchielli A, Tessari R, Canova C, Simonato L. Obstructive lung disease prevalence estimated using a standard algorithm based on electronic health data in various areas of Italy. Epidemiol Prev. 2008 May-Jun;32(3 Suppl):66-77. Italian.

Tessari R, Migliore E, Balzi D, Barchielli A, Canova C, Faustini A, Galassi C, Simonato L. Asthma prevalence estimated using a standard algorithm based on electronic health data in various areas of Italy. Epidemiol Prev. 2008 May-Jun;32(3 Suppl):56-65. Italian.

Faustini A, Cascini S, Arcà M, Balzi D, Barchielli A, Canova C, Galassi C, Migliore E, Minerba S, Protti MA, Romanelli A, Tessari R, Vigotti MA, Simonato L. Chronic obstructive pulmonary disease prevalence estimated using a standard algorithm based on electronic health data in various areas of Italy. Epidemiol Prev. 2008 May-Jun;32(3 Suppl):46-55. Italian.

Tancioni V, Collini F, Balzi D, Barchielli A, Gnavi R, Picariello R, Tessari R, Simonato L. Acute stroke incidence estimated using a standard algorithm based on electronic health data in various areas of Italy. Epidemiol Prev. 2008 May-Jun;32(3 Suppl):38-45. Italian.

Barchielli A, Balzi D, Bruni A, Canova C, Cesaroni G, Gnavi R, Picariello R, Inio A, Protti M, Romanelli A, Tessari R, Vigotti MA, Simonato L. Acute myocardial infarction incidence estimated using a standard algorithm based on electronic health data in different areas of Italy. Epidemiol Prev. 2008 May-Jun;32(3 Suppl):30-7. Italian.

Balzi D, Barchielli A, Battistella G, Gnavi R, Inio A, Tessari R, Picariello R, Canova C, Simonato L. Ischemic heart disease prevalence estimated using a standard algorithm based on electronic health data in various areas of Italy. Epidemiol Prev. 2008 May-Jun;32(3 Suppl):22-9. Italian.

Gnavi R, Karaghiosoff L, Balzi D, Barchielli A, Canova C, Demaria M, Pellizzari M, Rigon S, Tessari R, Simonato L. Diabetes prevalence estimated using a standard algorithm based on electronic health data in various areas of Italy. Epidemiol Prev. 2008 May-Jun;32(3 Suppl):15-21. Italian.

Lucca - Un SIT per uscire dalle Mura

AUTORI

Francesco Agostini - Comune di Lucca - sit@comune.lucca.it
Cesira Carta - Comune di Lucca - sit@comune.lucca.it

Parole chiave: SIT; Lucca; ArcGIS

ABSTRACT

Il Comune di Lucca (2013) ha istituito il SIT per questo motivo è stata posta in atto una ristrutturazione organica dell'ufficio e dell'attrezzatura tecnica a supporto degli operatori SIT, individuando ArcGis Desktop e ArcGis Server come piattaforme più adatte per questa Si è proceduto ad una serie di rielaborazioni a cui ha fatto seguito una serie di pubblicazioni di mappe su web ad uso interno e pubblico Sono state infatti pubblicate attraverso l'homepage dell'ente in poco meno di un anno più di 15 mappe a svariate tematiche: si passa da tematiche tradizionali di notevole impatto anche per l'uso interno degli uffici, alla pubblicazione di dati molto più verticali ma di pronta e pubblica utilità utilizzando proprio personale senza necessariamente rivolgersi ad altre realtà esterne per la pubblicazione dei dati Si è infatti ritenuto che pur dovendosi accollare costi di licenza, questi venissero ripagati per la semplicità e la velocità di uso per la pubblicazione dei dati.

1. Istituzione del SIT

Il comune di Lucca ha circa 90.000 abitanti (89.528), l'Ente ha circa 500 dipendenti e inoltre si avvale di alcune aziende partecipate. E' composta da un centro storico compatto racchiuso nelle sue celebri Mura. La città ha forte vocazione turistica e richiama molte presenze non solo per le bellezze storiche-architettoniche, ma anche per alcuni eventi di spessore internazionale che si svolgono nella Città, come *Lucca Comics* e tutti gli eventi legati a *Giacomo Puccini*; inoltre, proprio quest'anno, viene celebrato il cinquecentenario delle sue Mura.

Per una amministrazione comunale la conoscenza del territorio è fondamentale per quanto riguarda la pianificazione territoriale, l'analisi dei fenomeni sociali e la gestione economica. La costituzione di un SIT risulta quindi indispensabile per svolgere nel migliore dei modi il proprio compito istituzionale. Proprio per questo, anche a livello legislativo, è stato dato un forte impulso per arrivare ad una strutturazione dei SIT a vari livelli: regionale, provinciale e comunale. Con la Dlb di C.C. n° 53 / 2013 il comune di Lucca si è impegnato a "istituzionalizzare" il Sistema Informativo Territoriale nella propria struttura organica.

La nascita di un Sistema Informativo Territoriale interno al Comune, è stata una scelta dovuta ad una duplice esigenza: la prima era quella di dotare il Comune di figure professionali interne che, crescendo con adeguata formazione, potessero gestire direttamente il SIT ed i dati comunali; conseguentemente a questa prima, si è creata l'esigenza di dotare l'Amministrazione di una corrispondente struttura tecnologica a supporto dell'ufficio.

2. Struttura del SIT

L'ufficio Sit si avvale di personale proprio e collabora in sinergia con i servizi informativi già istituiti da lunga data. La strumentazione scelta per lo svolgimento dei compiti è la piattaforma Esri costituita da ARCGIS Server e 2 ArcGis Desktop. In occasione della redazione del nuovo Piano Strutturale è stata individuato uno spazio apposito per la partecipazione di notevole evidenza (in pieno centro storico) denominato *"La Casa della Città"* (fig. 1) . In questa fase la *Casa della Città* ospita il SIT che, pur svolgendo i propri compiti specifici, illustra e promuove iniziative volte alla partecipazione con i soggetti sociali quali associazioni, categorie professionali, anche istituti scolastici ed è presente anche su Facebook (https://www.facebook.com/lacasadellacitta?fref=ts) proprio al fine di coinvolgere il più possibile anche il cittadino, utilizzando un canale sempre più in uso soprattutto da parte dei giovani.

Ma il SIT non vuole essere una struttura a sé stante e avulsa dal contesto amministrativo comunale; fin dalla sua creazione l'Ufficio SIT ha avuto stretti rapporti con gli altri uffici comunali; in questo contesto si vuole sottolineare la piena sintonia e collaborazione con il settore dei *Sistemi Informativi e Statistica* che coordina tutti i sistemi informativi comunali e che diventa la chiave, per il SIT, per il collegamento con le banche dati comunali.

Figura 1 – La *Casa della Città* di Lucca.

3. Attività del SIT

Una volta costituito il SIT, sono stati due gli obiettivi che si è posto nel suo primo periodo di vita:

1. La catalogazione, bonifica e normalizzazione delle banche dati geografiche comunali che il SIT ha preso in carico.
2. La creazione di servizi in Intranet ed in Internet sia per gli altri uffici che per il cittadino

Dopo più di un anno di attività, si può dire che si è giunti ad un buono stato di avanzamento, anche se i lavori, come è ovvio che sia, sono costantemente in corso.

In questo periodo sono stati pubblicati più di 15 servizi di mappa fra i quali si citano, su Internet:

- I Vincoli Paesaggistici-Ambientali ed il catasto degli Incendi con il collegamento ai decreti regionali e alle altre normative di riferimento.
- Il Regolamento Urbanistico vigente, anch'esso con tutte le norme collegate
- Le Piste Ciclabili realizzate, in realizzazione e di progetto,
- Gli Elettrodotti, i pozzi e le sorgenti con le relative fasce di rispetto e con le frazioni contenenti vari dati anagrafici

Invece sulla Intranet comunale, ad uso dei soli uffici, si segnalano questi due servizi:

- La visualizzazione dei banchi dei mercati e fiere che si volgono periodicamente nel Comune. Sono stati localizzati tutti i singoli banchi ed effettuato il collegamento con l'anagrafica e la

relativa licenza. Questo permette, ad esempio, la ricerca del singolo nominativo o della tipologia di banco (Fig. 2)

- Tutta la toponomastica, comprensiva di numerazione civica e collegamento a "*Street View*", agganciata all'anagrafe dei capo famiglia (Fig. 3)

Come basi territoriali per tutti i servizi esposti, sono state scelte le varie Base Map di ESRI alle quali è stato aggiunto lo strato del Catasto geometrico, proveniente da uno dei servizi messi a disposizione dalla Regione Toscana.

Figura 2 – Servizio dei Banchi di Mercato.

Figura 3 – Servizio di Toponomastica e Anagrafe.

4. Trasparenza e condivisione

Il grande tema che una amministrazione pubblica incontra utilizzando un SIT è quello della trasparenza e relativa divulgazione dei dati. Il decreto-legge 18 ottobre 2012 n. 179 promuove la digitalizzazione e la conseguente pubblicazione dei dati, attivando negli enti una necessaria riflessione sui contenuti. Una certa resistenza da parte degli operatori dei vari settori ad adeguare i propri metodi di lavoro ad un nuovo sistema è un punto critico ma necessario da affrontare. Per ovviare a questa problematica l'ufficio SIT, insieme al settore dei Sistemi Informativi e Statistica, hanno iniziato una serie di incontri con i vari settori e uffici che potrebbero rendere disponibili altri dati da integrare nella visione geografica. La chiave del successo, a nostro parere, consiste nel dimostrare, con i servizi esposti, l'indubbia utilità, anche solo pratica, che un'informazione condivisa apporta.

Questa impostazione sta portando a feedback positivi e sempre più colleghi di altri settori stanno non solo utilizzando i servizi, ma mettendo a disposizione il loro patrimonio informativo per una condivisione comune.

La Mappa del Rischio di Milano (Sistema di Supporto alle Decisioni)

AUTORI

Andrea Rizzello - Comune di Milano, (SIT) Sistemi Informativi Territoriali - andrea.rizzello@comune.milano.it
Tullio Mastrangelo - Comandante della Polizia Locale di Milano - dc.polizialocale@comune.milano.it

Parole chiave: Sicurezza Urbana; Mappa del Rischio; DSS Sicurezza Milano

ABSTRACT

Il Comune di Milano, nel 2012 ha aderito al progetto europeo SMART CIBER (acronimo di System of Maps Assessing Risk of Terrorism against Critical Infrastructures in Big Events Rallies), con l'obiettivo di creare un sistema di mappatura per la prevenzione dei rischi sia di security sia di safety, in occasione dei grandi eventi.
E' stato così realizzato un valido strumento per il DSS (Decision Support System), adottando metodi e modelli standard del calcolo della magnitudo dei rischi con metodologie internazionali.

1. Introduzione

Tale progetto è stato sviluppato nell'ambito del programma europeo "Prevenzione, preparazione e gestione delle conseguenze in materia di terrorismo ed altri rischi legati alla sicurezza". Il Comune di Milano, in qualità di applicant organization, era affiancato da quattro partners nazionali ed internazionali: Università Cattolica del Sacro Cuore (UCSC), Municipality of Varna, Municipality of Budapest e Safety Region Rotterdam Area.
Inoltre, come partners associati, hanno partecipato al progetto Regione Lombardia, e tutte le Infrastrutture Critiche: A2A, ATM, AMSA, Ferrovie Nord, Ferrovie dello Stato, SEA, MM, UNICRI; in quanto l'unione e la condivisione delle esperienze dei diversi partners ha consentito l'elaborazione di un modello condiviso di risk assessment, e la costruzione degli di indici di rischio, (garantendo così una base scientifica al progetto).
A questo proposito la condivisione della mappa avviene all'interno di una rete privata che comprende tutti i soggetti coinvolti (Osservatorio Sicurezza Urbana).

2. Obiettivi del progetto

L'obiettivo della Mappa del rischio è l'identificazione di luoghi, strutture e aree che riportano elevate criticità relative alla sicurezza e quindi sono maggiormente sottoposti a rischi, per questo si è resa necessaria una rilevazione di molteplici indicatori (furti, aggressioni, spaccio di droga, prostituzione, etc.), in tempo reale.
Il risultato è un miglioramento sulla programmazione dei piani di intervento per la sicurezza del cittadino, sulla gestione delle zone a rischio della città, sulla progettazione e la realizzazione di iniziative per assicurare adeguate forme di controllo e di prevenzione (presidi sul territorio, sicurezza nei parchi, etc.).

La gestione di grandi eventi, quale Expo 2015, sarà supportata e agevolata dall'utilizzo del sistema di mappatura, e grazie a tale strumento gli Enti coinvolti disporranno di maggiori informazioni al fine di prendere le necessarie decisioni, decisioni che riguardano piani di sicurezza sia ordinaria sia di contingenza.

3. Architettura del Sistema

L'architettura del sistema ha sfruttato gli strumenti già disponibili presso il Comune di Milano in un'ottica di salvaguardia degli investimenti fatti:

- Il client Front-End dell'applicazione web-based DSS Sicurezza costituito da una RIA (Rich Internet Application), incluso in un portale web già esistente, implementato utilizzando le ArcGIS API for Javascript.
- Il componente GIS application Server costituito da ArcGIS for Server che permette la pubblicazione in ambiente web dei dati cartografici, servizi di geoprocessing e interfacce REST/SOAP.
- Su tale application server è stato implementato un Scheduled Geoprocessing Service che, a cadenza periodica (in prima analisi giornaliera), ha il compito di calcolare gli indicatori di densità degli eventi su base territoriale ed aggiornare l'Indice Globale di Criticità.
- L'accesso al sistema è regolato dal meccanismo della "Forms Authentication" con l'Active Directory. E' pertanto possibile profilare gli utenti utilizzando il sistema LDAP aziendale.
- Il database degli eventi è gestito mediante Microsoft SQL Server (db_mssql) che quotidianamente viene aggiornato con inserimenti di nuovi record e modifiche a quelli esistenti (nel caso di chiusura di eventi accorsi in mesi o anni precedenti dagli Agenti della Polizia Locale).
- Esiste uno schema "provvisorio" in Oracle (db_oracle) che contiene le tabelle funzionali accessorie, nato per alcune esigenze quali la gestione dei *'macro'* e *'micro indicatori'* (oltre che alle loro relazioni). Questo schema è stato introdotto per raggruppare (e limitare) i micro indicatori in insiemi coerenti sulla base delle specifiche indicate dal Comitato di esperti dell'Università Cattolica di Milano. (Tab. 1)

Tabella 1 - Esempio di relazione di alcuni macro e micro indicatori.

Cod_Tipo	Tipologia Evento (Micro Indicatori)	Macro Indicatori	Count_ 2013
1	Abusivismo edilizio	Altro	778
2	Accampamento abusive	Baraccopoli e campi non autorizzati	129
3	Accattonaggio	Altro	482
4	Area dismessa	Area/edifico dismesso	995
5	Associazione di tipo Mafioso	Associazione delinquere diverse	4
6	Associazione per delinquere	Associazione delinquere diverse	19
7	Atteggiamenti sospetti	Altro	160
8	Atti di terrorismo	Terrorismo	9
9	Atti osceni	Altro	103
10	Atti sessuali con minori	Altro	33
11	Baraccopoli	Baraccopoli e campi non autorizzati	157
12	Buche in carreggiata o su camminamento pedonale	Altro	3527
14	Centro massaggi con prostituzione	Altro	92
15	Contrabbando	Altro	509
16	Contraffazione marchi, documenti, veicoli, etc.	Falsificazione	10444
17	Illuminazione mancante	Illuminazione mancante/insufficiente	20
18	Contro la Pubblica Amministrazione	Altro	765
19	Danneggiamenti vari	Danneggiamenti contro beni o proprietà	911
20	Danni a cose, animali, terreni etc.	Danneggiamenti contro beni o proprietà	882
21	Discarica abusive	Crimini ambientali e inquinamento	210
22	Edificio dismesso	Area/edifico dismesso	149
23	Prostituzione in strada	Prostituzione	2825

4. Web Application

L'applicazione Web è stata sviluppata sulla base del template BasicViewer di ESRI, cercando di implementare tutte le nuove funzionalità come classi e/o widget personalizzati. Il framework javascrit di sviluppo è stato aggiornato alla versione 3.7 che si appoggia sui dojo versione 1.9.1.

Il DSS consente la visualizzazione degli Indicatori con 3 modalità:

- **Cluster**: ovvero un aggregazione di molteplici informazioni, mostrate mediante un unico simbolo contenente il numero di eventi rappresentati. La coordinata del simbolo, e calcolata mediante un algoritmo di distanza con parametro impostato a 100 metri. Ogni cluster è interrogabile. (Fig. 1)

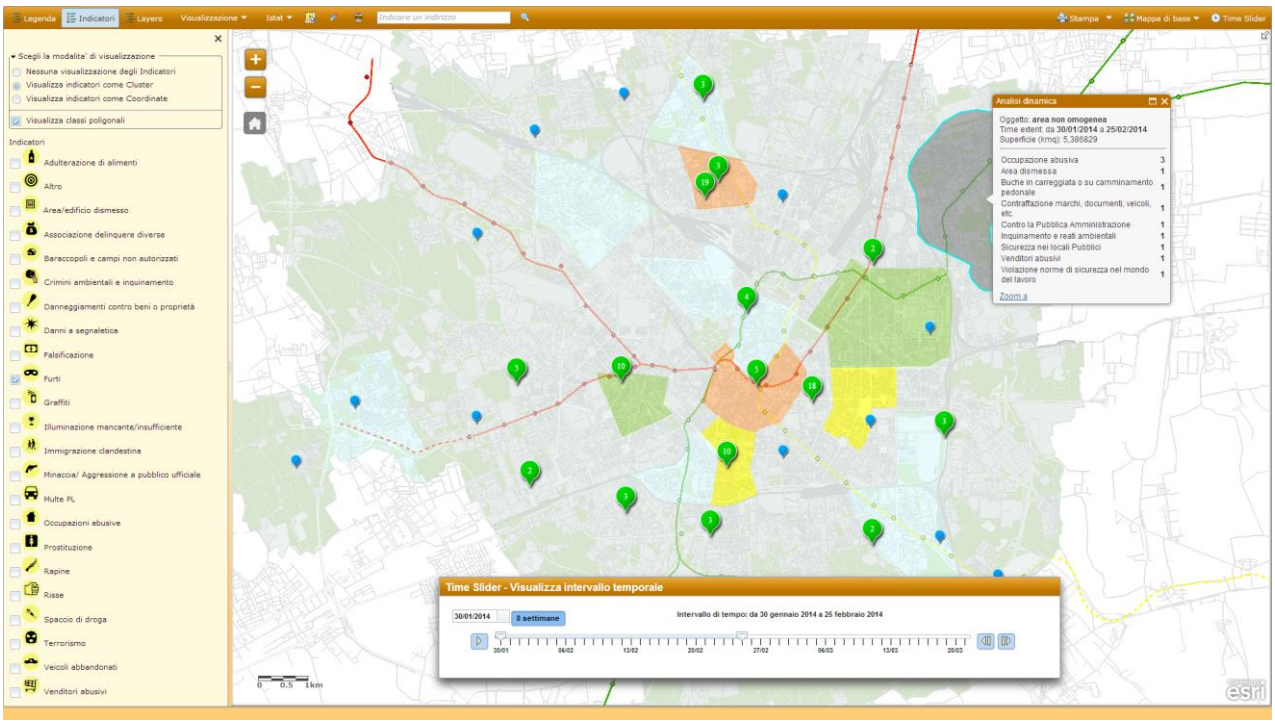


Figura 1 - Indicatori con rappresentazione cluster, e visualizzazione degli Indici Poligonali.

- **Coordinate**: ciascun simbolo è posizionato sul territorio nelle coordinate originali dell'evento (Fig. 2)

- **Classi Poligonali**: consente la visualizzazione degli indici calcolati per ciascuna area omogenea. Inoltre interrogando ogni area, possibile ottenere tutte le informazioni dettagliate. E' stata opportunamente tarata una suddivisione in 5 classi (con valori standard in scala da 1 a 5, metodo Quantile). In mappa è possibile selezionare fino a 5 indicatori simultaneamente ed ottenere un Indice globale di Criticità (Fig. 1 e 2).

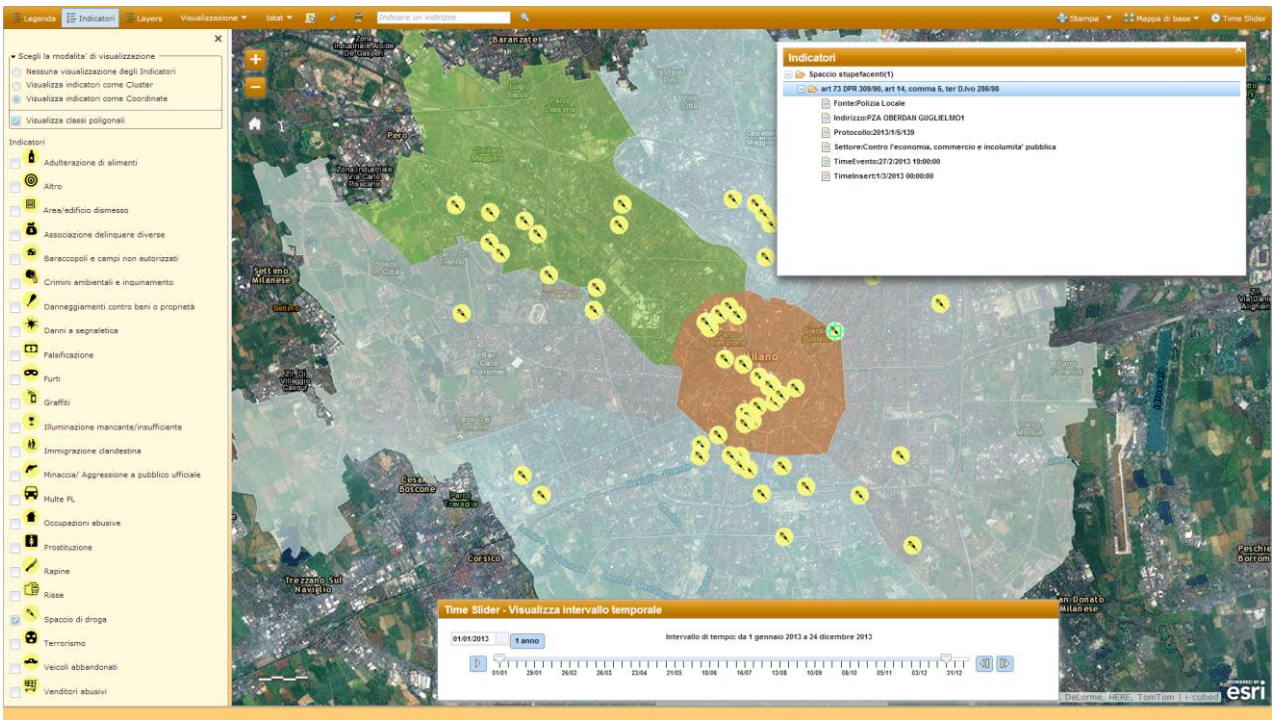


Figura 2 - Indicatori con rappresentazione in Coordinate (icone), e visualizzazione degli Indici Poligonali.

5. Banche dati collegate

Il sistema viene alimentato da molteplici banche dati del Comune di Milano (con update automatico), ma anche dai dati provenienti dalle Infrastrutture Critiche aderenti al progetto, con la finalità di offrire tutte le funzionalità di un cruscotto di sintesi.
La Mappa del Rischio sta evolvendo verso un prodotto più completo, interoperabile, in grado di essere alimentato da ulteriori "banche dati correlate" e fornire sempre più performanti "potenzialità di analisi".
Attualmente si sta operando per collegare alla mappa questi sistemi di raccolte dati:

- La web Application di VERBATEL che ingloba 3 sistemi di gestione (POLIZIA LOCALE):
  - Il sistema **Integra**, per la raccolta delle 'notizie di reato'
  - Il sistema **Relazioni di Servizio**, per la raccolta delle 'relazioni di servizio'
  - Il sistema **Gest Inc**, relativo agli incidenti stradali
- il CRM di **Ambrogio** ((DIREZIONE CENTRALE SISTEMI INFORMATIVI E AGENDA DIGITALE), sistema alimentato dai Vigili di Quartiere, che inseriscono i dati in tempo reale con palmari gps.
- Indicatori **ISTAT**: viene rappresentato attraverso un widget apposito, che mostra su mappa le aree omogenee colorate (render) con la scala cromatica prevista in fase di pubblicazione del servizio.

In coordinamento con la Prefettura di Milano, verrà implementato all'interno del visore della Mappa del Rischio, anche il modulo di visualizzazione delle Telecamere in diretta streaming.

Viste le notevoli potenzialità, l'orientamento attuale è quello di utilizzare la stessa piattaforma della Mappa del Rischio, anche per la gestione della programmazione in vista EXPO (evolvendo opportunamente il sistema).

Questa doppia potenzialità all'interno dello stesso sistema WebGis, potrà essere ottimizzata attraverso l'implementazione di una '*Matrice di Profilazione Password Multilivello'*, che consentirà di attribuire ad ogni utente, quale tipologia di dati potrà visualizzare, e quali funzionalità saranno abilitate al proprio accesso.

6. Widget di analisi

Sono state implementate diverse funzionalità per l'analisi dei dati, alcuni esempi sono:

- Time Slider: Può essere considerato il controllo con il quale l'utente può variare l'estensione temporale dei dati spaziali e alfanumerici presenti in mappa. Tale controllo è stato personalizzato mediante l'aggiunta di un selettore di anno (Numeric Spinner), popolato con valori che vanno da 2008 all'anno corrente, ed un controllo a discesa (Dropdown) con i 12 mesi dell'anno. Inoltre è stato modificato il comportamento di base dei comandi che consentono di spostare i "marker" di data minima e data massima in modo da aver sempre la possibilità di avanzare (in avanti o indietro) senza limitazioni (tranne per la data minima ovvero 01/01/2008 e la data massima ovvero la data del giorno corrente);

- GeoLocalizzazione: Consente all'utente di ricercare un indirizzo e localizzare su mappa il risultato. I web service invocati sono quelli del Comune di Milano (con massima priorità) e successivamente quello di ESRI Italia;

- Strumenti di analisi: sviluppato ad hoc e composto da 3 elementi che consentono di:
  1. interrogare su mappa (in modalità esclusiva) ogni singola area omogenea e visualizzare in una finestra popup, una tabella html avente il risultato dell'interrogazione spaziale effettuata. Il punto, a seguito del click dell'utente su mappa, esegue un filtro spaziale (CONTAINS) per verificare in quale area omogenea ricade. La geometria associata all'area omogena è successivamente utilizzata per una query spaziale sul layer degli eventi. Tale ricerca è influenzata dall'estensione temporale corrente;
  2. disegnare su mappa un poligono a mano libera (free-hand polygon) che se, successivamente selezionato, esegue la query spaziale sullo strato degli eventi puntiformi restituendo il risultato nel relativo popup;
  3. rimuovere dalla mappa tutti i poligoni (graphics) disegnati dall'utente grazie allo strumento descritto al punto precedente;

- Analisi di densità: Consente di evidenziare le zone critiche della città, senza i confinamenti territoriali forniti dalle analisi sulle Zone di Decentramento, Quartieri o Sezioni di Censimento, (come avviene invece per il Tool di Analisi Poligonale). Il Widget attualmente è in corso di implementazione (Fig.3), e sarà abbinato ad un efficace *Report di Stampa* con grafici e tabelle di sintesi.

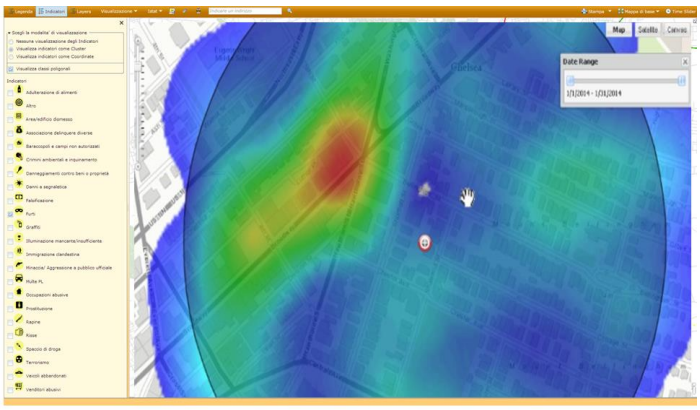


Figura 3 - Analisi di densità.

Analisi della componente 3D nell'applicazione di vincoli urbanistici

AUTORI

Andrea Maffeis - Istruttore direttivo Sistemi Informativi Territoriali, Comune di Bergamo – andreamaffeis@comune.bg.it

Andrea Caldiroli - Istruttore direttivo Direzione Pianificazione Urbanistica, Comune di Bergamo – acaldiroli@comune.bg.it

Parole chiave: Pianificazione urbanistica; 3D; DTM; vincoli; analisi visibilità; navigazione aerea

ABSTRACT

Il presente lavoro ha l'obiettivo di illustrare uno strumento finalizzato a supportare gli uffici tecnici relativamente l'applicazione di vincoli di natura ambientale, e vincoli di carattere edilizio - urbanistico derivanti dalla presenza sul territorio della funzione aeroportuale per quanto riguarda gli ostacoli alla navigazione aerea. Entrambi i vincoli presentano una componente altimetrica la cui valutazione risulta complessa, scarsamente correlata all'andamento orografico del territorio e poco tangibile dalla planimetrie di vincolo classiche la cui restituzione avviene in due dimensioni. Il lavoro, grazie all'utilizzo di dati digitali altimetrici (DDEM e DDSM) propone l'applicazione di una metodologia originale che si basa sull'utilizzo di tecniche di analisi spaziale tipiche dei GIS finalizzate a mettere in luce aspetti potenzialmente critici nell'applicazione dei vincoli urbanistici. Il lavoro, da un lato affronta l'analisi visiva a partire da uno specifico punto di osservazione (valutazione degli impatti degli interventi interni ai coni panoramici), dall'altro determina i residui e gli esuberi relativi alla potenzialità di elevazione delle strutture esistenti e di progetto in relazione alle limitazioni derivanti dagli ostacoli e pericoli alla navigazione aerea.

1. Premessa

I Sistemi Informativi Territoriali sono oggi diventati strumenti fondamentali per una corretta gestione del territorio nell'ambito della pianificazione urbanistica. Attraverso il loro utilizzo è infatti possibile analizzare determinate ricadute derivanti da vincoli normativi la cui applicazione comporta limitazioni nella prassi quotidiana di governo del territorio che gli enti locali sono chiamati ad esercitare. Nel caso specifico del Comune di Bergamo tale situazione si è venuta a creare per la compresenza di due vincoli: quello funzionale alla tutela visiva del bene paesaggistico di Città Alta e dei colli di Bergamo e quello relativo agli eventuali ostacoli alla navigazione aerea derivanti dalla presenza sul territorio dell'aeroporto internazionale di Orio al Serio.

2. Le peculiarità orografiche del territorio comunale

Un aspetto fondamentale sul quale deve essere focalizzata l'attenzione per le analisi oggetto del presente articolo è rappresentato dalla particolare ed articolata orografia che caratterizza il territorio comunale, in quanto i vincoli oggetto di elaborazione si articolano essenzialmente sulla componente

altimetrica. La città di Bergamo sorge ai piedi delle prealpi orobiche, allo sbocco della valle Seriana e della valle Brembana, nel territorio dell'alta pianura lombarda; il territorio comunale è diviso in due zone chiaramente distinte tra loro: la zona collinare che comprende Città Alta e la zona pianeggiante corrispondente alla città bassa. Per cui, in un'estensione territoriale relativamente concentrata si passa da una quota di circa 200 m slm della pianura a circa 350 m slm di Città Alta, fino agli oltre 600 m slm dei colli. Questa divisione dei nuclei urbanizzati principali è una peculiarità dello *skyline* cittadino e rappresenta l'unicità e la riconoscibilità della città di Bergamo.

3. Vincoli urbanistici e rappresentazione cartografica: due casi concreti

3.1 Coni panoramici

La parte terza del codice dei beni culturali definisce il paesaggio quale territorio espressivo di identità, il cui carattere deriva dall'azione di fattori naturali, umani e dalle loro interrelazioni. Sulla base di tale definizione a tutela della visuale sul nucleo storico di Città Alta, tra il 1957 ed il 1965, sono stati emessi dalla competente sovrintendenza per i beni culturali undici decreti finalizzati a dichiarare il *"notevole interesse pubblico"* della testimonianza della storia della città di Bergamo, rappresentato da Città Alta. La normativa di riferimento prevede che all'interno di tali ambiti qualunque istanza edilizia debba essere sottoposta a valutazione paesistica. Nella strumentazione urbanistica comunale vigente i "coni panoramici" sono indicati con forma geometrica nella quale i vertici del triangolo corrispondono rispettivamente al punto della visuale da tutelare e agli estremi dell'orizzonte visivo.

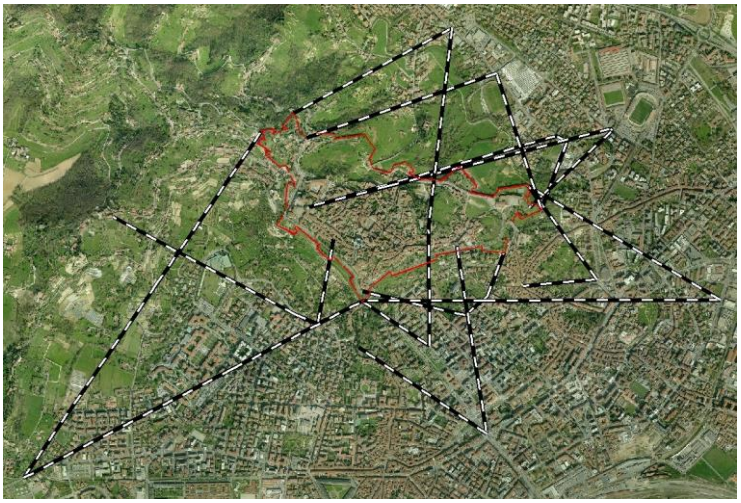


Figura 1 – Planimetria dei coni panoramici.

Riportiamo, a titolo esemplificativo, l'estratto di uno questi decreti di vincolo: "La zona, sita nel territorio del comune di Bergamo, delimitata da una linea che corre, da una parte, dal punto 4 all'estremo della Chiesa di Sant'Andrea, e dall'altra dallo stesso punto 4 allo sperone a sud del fortino, ha notevole interesse pubblico ai sensi della legge 29 giugno 1939, n. 1497, ed è quindi sottoposta a tutte le disposizioni contenute nella legge stessa. […]la zona predetta ha notevole interesse pubblico perché costituisce un punto di belvedere accessibile al pubblico dal quale si può ammirare la zona a sud di Bergamo alta, con l'anello delle mura venete piantate sul Colle, con la verde fascia dello spalto di San Giacomo alla Chiesa di Sant'Andrea, con i viali alberati e la pittoresca mole della città antica con le sue case e le sue torri;". Nella logica del pianificatore tale vincolo ha da sempre avuto un'accezione intrinsecamente tridimensionale, in quanto finalizzato a tutelare un bene di natura visivo - paesaggistico. La trasposizione di tale vincolo in termini cartografici è risultata limitativa rispetto alla logica dello stesso; si è reso quindi necessario ricercare un nuovo approccio metodologico che potesse consentire di effettuare delle analisi di visibilità a partire da qualunque punto sul territorio comunale.

3.2 Pericoli e ostacoli alla navigazione aerea

L'art. 707 del Codice della Navigazione Area demanda all'ente competente ENAC (Ente Nazionale per l'aviazione civile) l'individuazione delle zone da sottoporre a vincolo nelle aree limitrofe agli aeroporti e stabilisce le limitazioni di carattere edilizio - urbanistico finalizzate a ridurre ostacoli e potenziali pericoli per la navigazione aerea. Il territorio comunale è interessato nella sua totalità da tali limitazioni. Queste definiscono un vincolo (di natura tridimensionale) che impone il rispetto all'edificazione in altezza al fine di garantire il corretto svolgimento dell'attività aeroportuale. In relazione alla particolare orografia del territorio comunale, lo sviluppo altimetrico di tale vincolo ha determinato la necessità di effettuare puntuali verifiche rispetto allo stato reale dei luoghi e definire le criticità derivanti da tali limitazioni.
A novembre 2013 l'ENAC ha trasmesso al Comune di Bergamo le planimetrie in cui erano individuate le zone sottoposte a limitazione relativamente agli ostacoli ed ai potenziali pericoli per la sicurezza della navigazione aerea per quanto riguarda l'aeroporto internazionale di Orio al Serio. In queste planimetrie erano riportate le varie superfici di vincolo, in particolare il territorio del Comune di Bergamo è interessato dalle superfici di salita al decollo, di avvicinamento, di transizione, orizzontale interna, conica e orizzontale esterna.
Inoltre in planimetria erano state perimetrale le aree caratterizzate da una orografia forante le singole superfici di vincolo. Per quanto riguarda il comune di Bergamo si trattava di quelle aree la cui quota del piano di campagna risultava essere maggiore della superficie orizzontale interna (274.95 m slm), della superficie orizzontale esterna (374.95 m slm) oppure di quella conica (274.95 – 374.95 m slm). Complessivamente il territorio interessato era stimato in oltre 440 ettari di cui 25% appartenente al centro edificato.

4. I dati utilizzati: DDTM e DDSM

Nei primi mesi del 2013 il Comune di Bergamo ha commissionato un rilievo LIDAR al fine di ottenere il Modello Digitale del Terreno e delle Superfici (DTM e DSM). Il rilievo è stato effettuato su tutto il territorio comunale (circa 40 Kmq) con il sensore aviotrasportato ALTM GEMINI di Optech e caratterizzato da una densità media di 2 punti per metro quadro. Oltre ai dati delle quote ellissoidiche e ortometriche del DTM e del DSM sotto forma di nuvola di punti, sono stati consegnati anche i dati delle sole quote ortometriche sotto forma di grigliati a maglia regolare (passo della griglia 1 metro). Si può quindi parlare di DDTM (Dense Digital Terrain Model) e DDSM (Dense Digital Surface Model) conformi al livello 6 delle "Linee guida Ortoimmagini 1:10000 e modelli altimetrici". Il DDSM, il DDSM e la nuvola di punti LIDAR sono utilizzati correntemente dall'Ufficio SIT all'interno dei tipici applicativi desktop ESRI e, limitatamente alla consultazione, anche da tutti gli uffici del Comune grazie all'applicativo Blom Desktop Viewer ed alla libreria di immagini Blom Oblique.

5. Le metodologie di analisi spaziale applicate ai due casi di studio

Nei due successivi paragrafi verranno descritte dettagliatamente le procedure metodologiche seguite per trattare analiticamente le problematiche emerse.

5.1 Coni panoramici

In questo caso si è trattato di fare delle analisi di visibilità per quelle zone della città sottoposte ai decreti di vincolo che hanno istituito i "coni panoramici".
Per ognuno dei coni panorami vincolati è stato individuato il punto di osservazione e sono state fatte delle analisi per verificare la visibilità della porzione di territorio compresa tra il punto di osservazione e gli oggetti individuati dal vincolo come estremi della visuale da tutelare.
Sono stati utilizzati due strumenti del *3D Analyst* in grado di fornire informazioni, che per certi versi possiamo ritenere complementari. In primo luogo con lo strumento "*Skyline*" abbiamo ottenuto, per ogni punto di osservazione, la polilinea che rappresenta la linea dell'orizzonte visibile, o, detto altrimenti la linea congiungente gli oggetti più distanti visibili dal punto di osservazione. È stato quindi possibile raffrontare la rappresentazione planimetrica dei vincoli con gli skyline generati sul modello altimetrico e

verificare se i due punti agli estremi del vincolo tracciato risultano visibili o meno. Successivamente con lo strumento *"Viewshed"* sono state identificate, per ogni punto di vista, le porzioni di territorio visibili e quelle nascoste da altri elementi. In questo modo è immediato percepire come di tutta l'area ricompresa nel cono panoramico e sottoposta a vincolo, solo una piccola parte (quella visibile) può essere considerata da tutelare particolarmente.
Lo stesso approccio analitico può essere utilizzato sia per analizzare ulteriori visuali di pregio della città non ancora vincolate, sia per fare delle simulazioni al fine di verificare l'impatto visivo di nuove costruzioni.

Figura 2 – Esempio di un profilo altimetrico - linea di vista.

Figura - 3 – Cono panoramico, skyline e campo di visibilità (viewshed).

5.2 Ostacoli alla navigazione aerea

Nelle planimetrie predisposte da ENAC per l'individuazione delle aree foranti sono state utilizzate curve di livello orografiche ottenute dal DEM NASA STRM (passo della griglia 90-95 metri); inoltre viene dichiarato che "i contorni delle aree dell'orografia forante la superficie conica seguono l'andamento variabile della medesima con una precisione soggetta ad un errore dato da una differenza in elevazione fino a circa 20 m". Per questo, per i motivi indicati nel paragrafo 3.1, per le ricadute urbanistiche a cui sono sottoposte le aree di vincolo e disponendo di un recente DDTM/DDSM, si è ritenuto opportuno tentare di ridefinire i contorni delle aree dell'orografia foranti le superfici di vincolo utilizzando una differente metodologia. Inoltre si volevano individuare quelle edificazioni esistenti che già superano le limitazioni imposte e conseguentemente delineare le potenzialità edificatorie, in termini di elevazione (come per il caso di ampliamenti o nuove costruzioni) nelle differenti porzioni del territorio.
Il primo passo è stato quello di generare un modello digitale a griglia regolare delle superfici di vincolo, a partire dalle planimetrie proposte da ENAC. Quindi sono stati creati dei raster per ogni tipologia di superficie di vincolo ricadente nel territorio comunale e successivamente mosaicati. La risoluzione spaziale e l'estensione dei raster è stata impostata coincidente a quella del DDTM e del DDSM comunali.
Per le superfici orizzontali (esterna ed interna) è stato sufficiente attribuire il valore della quota di vincolo ad ogni cella dei raster. Per le superfici di salita al decollo e di transizione, essendo dei piani inclinati, si è proceduto interpolando, tramite una regressione lineare del primo ordine, i valori iniziali e finali delle quote di vincolo. Mentre per la superficie conica, non essendo possibile calcolare i valori del raster analiticamente, è stata fatta un'interpolazione spline utilizzando i valori di quota della superficie di vincolo lungo le curve di isolivello tracciate da ENAC.
Una volta generato il modello digitale delle superfici di vincolo, è stato immediato confrontarlo con il DDTM ottenendo la mappa delle aree orograficamente foranti (celle del raster in cui la differenza tra superficie di vincolo e DDTM è minore di zero), e osservare come fosse significativamente diversa da quella proposta da ENAC.
In modo del tutto simile, utilizzando il DDSM, è stato possibile ottenere anche la mappa dell'edificato che già oggi supera in altezza le superfici di vincolo e specularmente l'indicazione puntuale della potenzialità edificatoria.

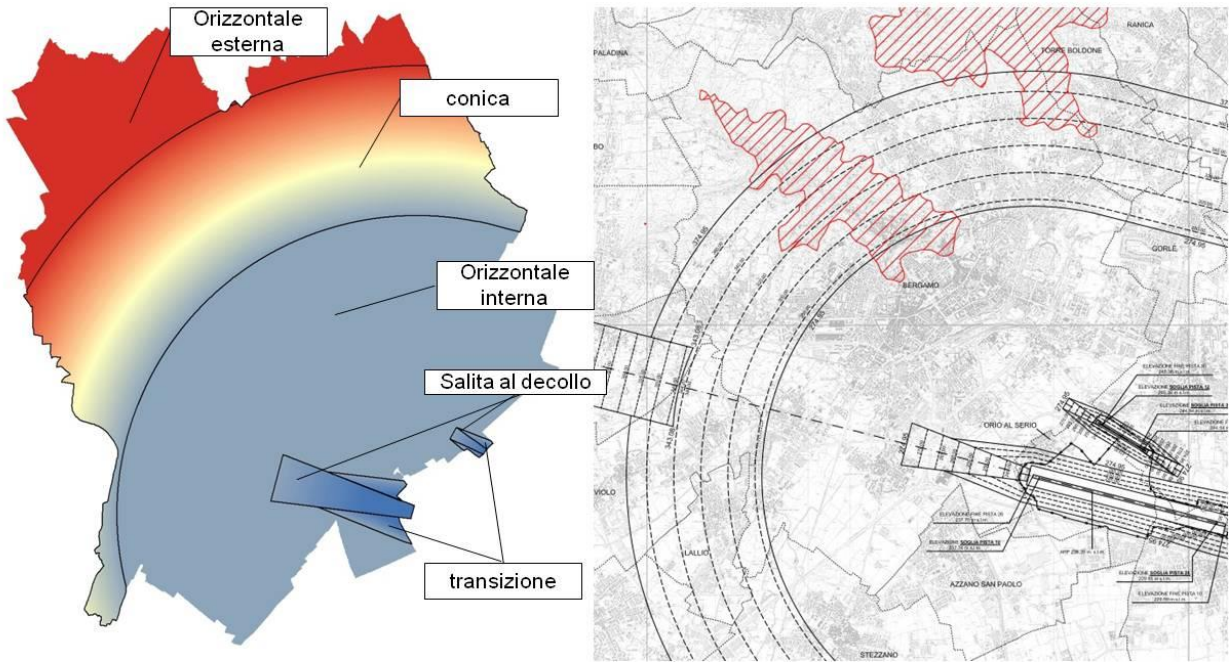


Figura - 4 – Modello digitale delle superfici di vincolo del Comune di Bergamo e planimetria ENAC.

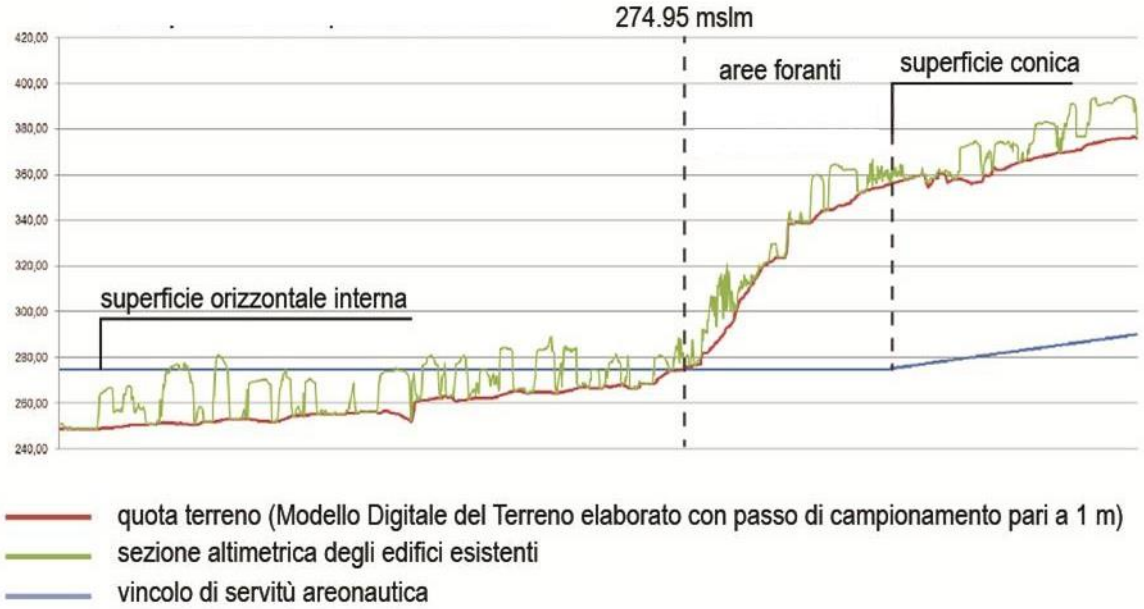


Figura 5 – Esempio di profilo altimetrico lungo il DDTM, DDSM e la superficie di vincolo.

6. Conclusioni

L'analisi della componente altimetrica nei vari aspetti del governo del territorio assume oggi un ruolo di primaria importanza che deve essere affrontato con metodologie adeguate al fine di evitare semplicistiche approssimazioni.
Gli strumenti GIS e dati altimetrici adeguati alla scala locale, hanno permesso ai tecnici del Comune di Bergamo di effettuare opportune verifiche rispetto alla vincolistica esistente evidenziando cosi le città derivanti da incoerenze tra lo stato reale dei luoghi e le limitazioni derivanti dalla normativa sovraordinata.
Infine, tali elaborazioni hanno permesso di aprire un confronto con gli enti competenti al fine di trovare soluzioni condivise che garantiscano il giusto equilibrio tra le esigenze di tutela ed una corretta gestione del territorio da parte degli enti locali.

Ambito del lavoro

Il lavoro è stato svolto nel corso del 2013 internamente al Comune di Bergamo con l'utilizzo dei seguenti software: ESRI ArcGIS Desktop, ArcScene, 3D Analyst, Spatial Analyst.
La fase di analisi si può considerare conclusa, in questo momento è in corso di studio la parte urbanistica insieme agli altri enti competenti.

Ringraziamenti

Gli autori desiderano ringraziare Gianpaolo Ranica e Sergio Appiani della Direzione Pianificazione Urbanistica per il prezioso contributo.

Riferimenti

Decreto legislativo 22-1-2004, n. 42 - Codice dei beni culturali e del paesaggio
Decreto legislativo 15-3-2006, n. 151 - Codice della navigazione aerea

Comitato per le regole tecniche sui dati territoriali delle Pubbliche Amministrazioni - “Linee guida Ortoimmagini 1:10000 e modelli altimetrici”

“La perequazione catastale- un modello di analisi”

AUTORI

Bruno Monti - Responsabile SIT e Toponomastica, Comune di Milano - bruno.monti@comune.milano.it

Parole Chiave: Catasto; perequazione; classamento; stock edilizio catastale; indice di scostamento del classamento catastale

ABSTRACT

Il progetto restituisce il grado di qualità del classamento catastale cittadino determinato dall’indice di scostamento tra il classamento reale rispetto al classamento atteso.
L’elaborazione è stata eseguita sull’intero stock edilizio catastale ordinario (categoria A0* e C0*) composto da circa 1.200.000 unità immobiliari urbane.
La determinazione, per singola unità immobiliare urbana, dell’indice e del relativo valore di scostamento ha potuto restituire un modello di analisi massiva e di dettaglio utile per la definizione delle politiche locali tributarie e degli interventi volti al raggiungimento della perequazione fiscale.
Riveste, dunque, particolare interesse anche la distribuzione geografica dell’indice e la possibilità di rappresentare il dato per ambiti territoriali diversificati: l’edificio, il complesso edilizio, l’isolato, il quartiere, la zona di decentramento o ambiti scelti autonomamente.

1. Il Progetto

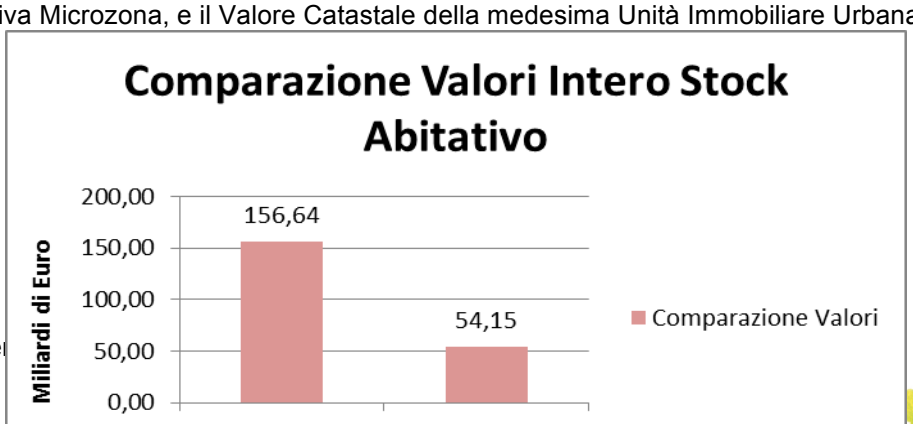
Il presente studio ha lo scopo di verificare e quantificare lo scostamento tra il valore fiscale delle singole unità immobiliari urbane (UIU) e il campionamento (OMI) del più probabile valore commerciale delle medesime unità.
La determinazione e la quantificazione dello scostamento determina di fatto il grado di qualità e di attendibilità valutativa dello stock edilizio catastale ricadente entro i limiti del territorio milanese.
Probabilmente le attuali istanze e studi di rivisitazione globale del tema catastale, iscrivibili alla voce “Riforma del Catasto”, sottoporranno le logiche e gli apparati normativi di supporto a una totale e drastica elaborazione, sganciandosi dall’attuale concetto di stima parametrica (vani, mq., mc.) alla stima per mq. commerciali legando, con ciò, al dimensionamento dell’unità il più probabile valore commerciale che ad oggi è rilevato dall’Osservatorio del Mercato Immobiliare (OMI) in capo all’Ufficio del Territorio dell’Agenzia dell’Entrate.
Il compendio restituisce una fotografia sul classamento catastale cittadino, non rilevando le ampie e profonde trasformazioni urbane che nell’ultimo decennio hanno contribuito ad amplificare il superamento dei limiti delle microzone attuali e portando alla ribalta la necessità di intervenire in modo puntuale sulla completa riorganizzazione delle microzone catastali e, in taluni casi, anche al superamento delle stesse.
Tale necessità scaturisce dalla forte dipendenza che l’erario statale, da una parte, e il *plafond* tributario comunale, dall’altra, rilevano sullo stock edilizio catastale e il suo collegamento con la perequazione fiscale per la corretta applicazione sotto l’egida dell’equità e della corretta valorizzazione immobiliare. Tale studio mette in evidenza gli ambiti territoriali, le categorie catastali e i classamenti che

sono indice di sperequazione fiscale determinata dal valore di scostamento crescente o decrescente della relazione tra valori fiscali e valori economici estimativi.
Al fine di poter disporre di una mappatura delle valorizzazioni commerciali l'Osservatorio del Mercato Immobiliare, in capo all'Agenzia delle Entrate – Ufficio del Territorio (ex Agenzia del Territorio), ha suddiviso la città in 55 ambiti di caratteristiche omogenee (Microzone – fig. 1) e per ogni ambito ha determinato statisticamente i valori commerciali delle singole unità immobiliari distinguendole per tipologia e rifiniture.
L'Osservatorio del Mercato Immobiliare, attraverso il campionamento delle transazioni immobiliari intercorse in un ambito territoriale omogeneo (Microzone) determina i valori minimi e massimi delle diverse tipologie edilizie che compongono lo stock edilizio cittadino.

Questi valori sono pubblicati semestralmente e contribuiscono a monitorare il mercato immobiliare di riferimento restituendo una fotografia sull'andamento delle valorizzazioni economiche delle unità immobiliari della città.
Il Valore Commerciale è calcolato a mq., si è reso, quindi, necessario attribuire ad ogni singola Unità Immobiliare Urbana la relativa superficie applicando i dettami del D.P.R. 23 marzo 1998 n. 138 "Regolamento per la revisione delle zone censuarie e delle tariffe d'estimo in esecuzione alla Legge 662/96".

Figura 1

La determinazione, invece, del valore fiscale delle singole unità immobiliari urbane (Categorie Ordinarie) segue un mero calcolo di coefficiente di rivalutazione che variano a seconda della Categoria Catastale e della relativa Classe attribuita in sede di accatastamento e/o variazione.
La metodologia applicata, al presente studio, è conforme alle direttive utilizzate dall'Agenzia delle Entrate – Ufficio del Territorio e prevede sostanzialmente per alcune tipologie di unità immobiliari la determinazione di un indice soglia di normo classamento oltre il quale si determina il sovra o il sotto classamento della medesima unità.
Il valore dell'indice soglia è il rapporto esistente tra il Valore Commerciale, calcolato secondo i valori OMI della relativa Microzona, e il Valore Catastale della medesima Unità Immobiliare Urbana, calcolato



Supplemen

applicando i coefficienti di rivalutazione appropriati. L'indice soglia di tale rapporto è 3 (tre), ovvero per il mantenimento del concetto perequativo il Valore Commerciale è il triplo del Valore Catastale (figura 2).
Questa metodologia si applica per le Unità Immobiliari Urbane ricadenti nelle Categorie che si possono definire abitative (A02, A03, A04, A05, A06, A07 e A08) mentre per le altre Unità Immobiliari Urbane, che identificano altre tipologie edilizie (es. uffici, negozi, box, magazzini, ecc.), la determinazione dello scostamento si rileva con altra metodologia: ovvero si confrontano i classamenti (attribuzione della classe) tra il reale accatastamento presente nel Censuario Catastale e il classamento atteso per quel ambito territoriale determinato con i parametri di riferimento al Secondo Semestre del 2004 (Legge 311/2004, art. 1, comma 339 "Disposizioni per la formazione del Bilancio annuale e pluriennale dello Stato – Legge Finanziaria 2005"). Lo scostamento identifica, quindi, quante sono le classi di differenza e quindi una diversa applicazione della tariffa d'estimo di riferimento, maggiore è la diversificazione del classamento maggiore è la determinazione del differenziale tra il Valore Catastale Effettivo e il Valore Catastale Atteso.

Calcolo del Valore OMI

Valore secondo i parametri OMI, con la seguente formula:
VALOMIUIU = [SUDPR] * [VALOMI]
Dove:

- VALOMIUIU è il valore OMI calcolato al secondo semestre 2004
- SUDPR è la superficie calcolata ai sensi del DPR 138/98
- VALOMI è il valore al mq. determinato dalla Microzona di riferimento

Per un valore complessivo di Euro **156.637.253.572,00** per un valore medio Euro **217.460,53** per una superficie complessiva **62.004.960,01** mq. e una superficie media uiu di **86,08** mq.

Calcolo del valore catastale

Il valore catastale viene determinato sulle stesse uiu valide con la seguente formula:
VALCATUIU = [RENDITA] * 1,05 * 100
Dove:

- VALCATUIU è il valore catastale rivalutato
- RENDITA è la consistenza per la tariffa d'estimo riferita alla classe e categoria catastale
- 1,05 è il coefficiente di rivalutazione ai fini ICI
- 100 è il coefficiente di rivalutazione per la determinazione dell'imponibile catastale all'attualità

Per un valore complessivo di Euro **54.152.762.428,70** per un valore medio Euro **75.180,63** per una superficie complessiva **62.004.960,01** mq. e una superficie media uiu di **86,08** mq.
Risulta evidente la portata della capacità elaborativa necessaria a valorizzare lo studio con la componente territoriale, per poter analizzare e individuare gli ambiti urbani di maggior scostamento e

portatori di forti disallineamenti con il concetto di perequazione. Solo, quindi, con l'utilizzo massivo di strumenti geografici (GIS) di analisi massive si è potuto corredare lo studio con diverse metodologie di rappresentazione e restituzione aumentando notevolmente la qualità informativa che una rappresentazione tradizionale tabellare non è in grado di ottenere. Il SIT del Comune di Milano, in carico presso la Direzione Centrale Entrate e Lotta all'Evasione, in stretta collaborazione con il Servizio Polo Catastale, ha elaborato il vasto *set* informativo al fine di dotare l'Amministrazione di uno strumento per la verifica cittadina e di dettaglio del grado di qualità del Classamento dello stock edilizio catastale urbano.
I risultati dell'elaborazione possono essere letti con molteplici angoli di analisi che riguardano le singole categorie, i singoli fogli, le singole microzone o più in generale l'opportunità di creare un ranking di intervento rispetto alla ricostruzione della perequazione relativamente al classamento atteso e quindi intervenire su quelle microzone che scontano un forte valore di scostamento tra le unità immobiliari urbane sovra o sotto classate e le unità immobiliari urbane normo classate.

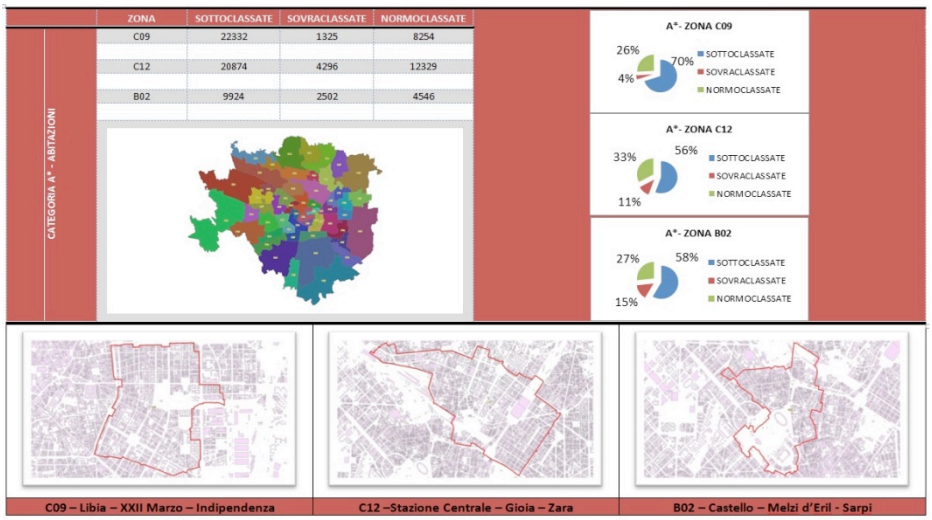


Figura 3

I risultati di seguito riportati sono confezionati su compressione della categoria catastale ma l'elaborazione riguarda le singole unità immobiliari urbane mappate su sistema geografico di analisi e può, all'occorrenza, essere restituito sul singolo foglio catastale o sul singolo mappale di riferimento per l'analisi contestuale del fabbricato oggetto di verifica.

In conclusione i risultati hanno riportato che si dovesse operare sulle tre microzone di maggior complessità dell'indice di scostamento si otterrebbe una diminuzione della sperequazione fiscale di più del 20% dell'intero valore cittadino.

Ambito del lavoro

Tempi di realizzazione: mesi 1
Software utilizzato:

- ArcInfo 10.1 ESRI Inc.
- Excel 2010 Microsoft
- Access 2010 Microsoft

Stato del Progetto: completato
Evoluzione del Progetto: implementazione applicazione parametrica

Bibliografia

documenti tecnici Agenzia delle Entrate – Ufficio del Territorio

La tecnologia GIS come strumento per il Governo della Movida

AUTORE

Giorgio Limonta - Laboratorio URB&COM, DAStU, Politecnico di Milano - giorgio.limonta@yahoo.it

Parole chiave: commercio; zone da sottoporre a tutela; Kernel Density Estimation (KDE)

ABSTRACT

A seguito della progressiva liberalizzazione delle attività economiche e commerciali intervenute nel quadro normativo italiano negli ultimi vent'anni (D.Lgs. 59/2010, L. 248/2006, D.Lgs. 114/98), i comuni possono programmare le aperture degli esercizi commerciali limitatamente a specifiche zone del territorio definite "da sottoporre a tutela".
Il Laboratorio URB&COM del Politecnico di Milano ha supportato il Comune di Milano nella redazione di un regolamento per il governo del cosiddetto fenomeno della Movida notturna. In questa attività di accompagnamento è stato fondamentale l'utilizzo della tecnologia GIS per l'individuazione cartografica delle aree critiche da assoggettare a regolamentazione, definite attraverso un procedimento valutativo oggettivo con lo scopo di arrivare alla migliore condivisione possibile dei risultati.

1. Introduzione

Il quadro normativo attuale a seguito della progressiva liberalizzazione delle attività economiche e commerciali, costringe i comuni a limitare la programmazione delle aperture degli esercizi commerciali a specifiche zone del territorio definite "da sottoporre a tutela"[1]. Dove il rilascio delle autorizzazioni per il libero esercizio dell'attività è subordinato al raggiungimento di un livello minimo di qualità del servizio, al fine di garantire la sostenibilità sociale, ambientale e di vivibilità delle attività a forte impatto attrattivo e assicurare l'ordine pubblico, la sicurezza e la quiete dei residenti (Tamini, 2011).
L'esistenza di azioni e strumenti di regolamentazione e programmazione comunale, deve dunque essere motivata da importanti esigenze di interesse pubblico e necessita un supporto conoscitivo il più possibile oggettivo e scientificamente rigoroso.
Il Laboratorio URB&COM del Politecnico di Milano ha accompagnato il Comune di Milano nella definizione delle proprie "zone da sottoporre a tutela", per le quali è in corso di definizione un regolamento comunale per il governo delle esternalità generate dal cosiddetto fenomeno della "Movida[2] notturna", particolarmente problematico nel caso specifico del capoluogo lombardo. L'obiettivo principale è introdurre, in alcune zone specifiche, un criterio di regolamentazione qualitativo per l'apertura delle

[1] Art. 64, comma 3 del D.lgs 26 marzo 2010, n. 59 "Attuazione della direttiva 2006/123/CE relativa ai servizi nel mercato interno".
[2] Movida è un termine di origine spagnola adottato in Italia per descrivere l'insieme delle attività dedite allo svago e al divertimento che si svolgono nei centri urbani in orario serale e notturno.

attività di somministrazione di alimenti e bevande (in particolare bar, pub e ristoranti), con l'obiettivo di ridurre gli impatti generati sul contesto urbano in termini di inquinamento acustico, decoro e mobilità.
Per l'individuazione cartografica delle zone critiche da assoggettare a regolamentazione è stato proposto un approccio completamente orientato all'utilizzo delle tecnologie GIS, utile alla definizione di un procedimento oggettivo e trasparente, con lo scopo di arrivare alla migliore condivisione possibile dei risultati.
In particolare il processo valutativo si è articolato in due fasi principali.
La prima fase identifica le "aree potenzialmente soggette al fenomeno della Movida" attraverso l'analisi delle geografie degli esercizi di somministrazione di alimenti e bevande ed individuate come ambiti ad alta densità di offerta.
La seconda fase identifica gli "ambiti comunali maggiormente sensibili" come risultato dell'interazione di alcune variabili demografiche, ambientali e sociali. Viene inoltre determinato, come ulteriore indicatore di criticità, lo studio delle caratteristiche di accessibilità del territorio comunale come sintesi del livello di servizio della rete del trasporto pubblico locale.

2. Individuazione delle Aree potenzialmente soggette al fenomeno della Movida

2.1 La mappatura delle attività di somministrazione di alimenti e bevande

Per l'individuazione delle aree di addensamento degli esercizi di somministrazione potenzialmente riconducibili al fenomeno della Movida, è necessario preventivamente definirne la geografia attraverso un processo di *geocoding*[3] dei database comunali disponibili anche tramite il servizio Open Data[4] del Comune di Milano[5].
La presenza del campo "orario di apertura" e "tipologia di attività" all'interno del database comunale, permette di migliorare la descrizione geografica del fenomeno, individuando la mappatura notturna e diurna delle attività di somministrazione di alimenti e bevande. La mappatura completa delle attività (diurna) è costituita da 7.192 esercizi[6], mentre 3.408 sono gli esercizi costituenti la "geografia notturna" ovvero con apertura prolungata oltre le ore 24. Tale mappatura si riduce ulteriormente a 1.940 attività se si evidenziano solo gli esercizi costituenti le tipologie di attività principalmente riconducibili al fenomeno della Movida (bar, pub, birrerie, sale da ballo, etc…) escludendo dunque le attività di ristorazione come trattorie, osterie e ristoranti.

[3] Nello specifico è stato utilizzo lo strumento *Geocode Addresses* del software ESRI ArcGIS, in grado di mappare automaticamente i record di un database trovando corrispondenze a precisione variabile con lo strato informativo georeferenziato dei numeri civici.
[4] Gli Open Data sono dati in formato digitale prodotti o commissionati dalla PA, condivisi attraverso la Rete attraverso formati digitali che ne consentano l'utilizzo e l'analisi. Il Comune di Milano ha attivato nel 2012 il proprio servizio Open Data all'indirizzo *http://dati.comune.milano.it/*.
[5] La mappatura ha riguardato in una prima fase le attività si somministrazione di alimenti e bevande (bar e ristoranti), in seguito l'indagine è stata estesa a le attività che somministrano alimenti e bevande comprese le attività artigianali con vendita diretta al consumatore finale (esempio rosticcerie, pasticcerie, gelaterie, Kebab, pizzerie d'asporto, etc…).
[6] I dati sono riferiti al giugno 2012.

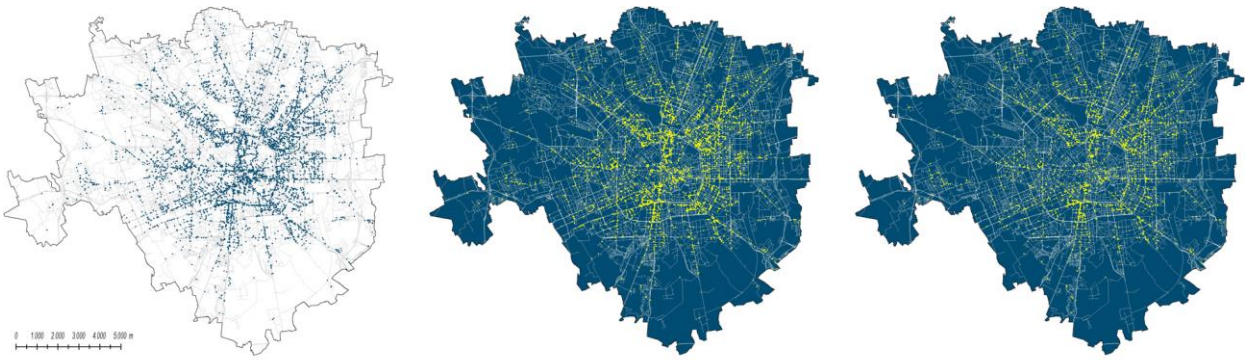


Figura 1 - Geografia degli esercizi per la somministrazione di alimenti e bevande, a partire da sinistra: mappa diurna, mappa notturna (attività con apertura dopo le ore 24:00) e mappa notturna per le solo tipologie riconducibili al fenomeno della Movida.

2.2 La Kernel Density Estimation per l'individuazione degli ambiti di addensamento

Dopo averne rappresentato la geografia è necessario proporre un'interpretazione geostatistica della distribuzione spaziale delle attività, con lo scopo di individuare i principali fenomeni di addensamento, ovvero le aree che potenzialmente presentano maggiori livelli di criticità relative al fenomeno della Movida.
La tecnica geostatistica utilizzata è quella della Kernel Density Estimation (KDE) ampiamente sperimentata per l'interpretazione geografica dei fenomeni sociali ed economici (Adolphson, 2010; Borruso, 2004) compresi quelli commerciali (Porta, 2007).
La KDE implementata nell'estensione *Spatial Analyst* del software ESRI ArcGIS, analizza la densità di un fenomeno all'interno di un determinato intervallo spaziale rappresentando il valore di tale densità al centro dello spazio analizzato. L'algoritmo considera (pesa) gli oggetti vicini più degli oggetti lontani. Tale caratteristica ben si adatta allo studio dei fenomeni spaziali, compresi quelli commerciali, che seguono il primo principio della geografia "*everything is related to everything else, but near things are more related than distant things*" (Tobler, 1970). Ogni elemento è dunque in relazione ad un altro in una qualche scala, sia essa grande o piccola. Questo principio è definito di autocorrelazione spaziale. Eventi racchiusi in spazi limitati tendono ad avere comportamenti simili, mentre valori di una stessa variabile ma distanti tra di loro tendono ad avere comportamenti differenti. La correlazione fra i valori della variabile tende dunque a diminuire all'aumentare della distanza (Silverman, 1986).
La scelta di questa particolare tecnica di interpretazione spaziale per una prima selezione di ambiti critici relativi alla distribuzione delle attività caratterizzanti il fenomeno della Movida, viene effettuata sulle base delle caratteristiche interpretative proprie della tecnica della KDE, che rappresenta una densità di eventi (elementi rappresentati in un dato spazio) come un campo continuo, consentendone così l'interpretazione e l'analisi relazionale. Il risultato dell'analisi è costituito da ambiti areali a dimensione variabile che comprendono nella loro estensione i punti autocorrelati restituendo un valore proporzionale alla concentrazione dei punti, con aree a minor valore man mano che ci si allontana dal picco di densità.
La Kernel Density Estimation si applica dunque su di un ipotetico piano omogeneo, impostando una determinata distanza euclidea come raggio di indagine. Per questa ragione non è ancora chiaro se questo metodo sia realmente efficace per interpretare eventi fortemente correlati ad elementi urbani con un proprio e definito sviluppo geometrico come la strada. Infatti alcuni studi pubblicati in letteratura, hanno mostrato risultati fuorvianti dell'applicazione della KDE ordinaria per l'interpretazione di fenomeni che avvengono principalmente lungo le strade (Borruso, 2005). In precedenti esperienze di ricerca del Laboratorio URB&COM del Politecnico di Milano, si sono ottenuti dei buoni risultati interpretativi con l'applicazione della KDE ai fenomeni commerciali, utilizzando come elemento di analisi non gli elementi puntuali rappresentanti gli accessi alle attività, ma le geometrie lineari[7] rappresentanti l'estensione dei fronti vetrati, per correlare il fenomeno analizzato allo spazio pubblico prospiciente le attività e per

[7] In particolare è stato utilizzato lo strumento *Line Density* presente nell'estensione *Spatial Analyst* del software ESRI ArcGIS, che applica la KDE agli elementi geometrici lineari.

introdurre come ulteriore elemento di valutazione la maggior o minor estensione delle vetrine (Limonta, 2012). Questo accorgimento metodologico si è dimostrato molto efficace, ma necessita per ogni singola attività del rilevo dell'estensione del fronte vetrato, operazione molto problematica per contesti complessi come la città di Milano.

A seguito di queste premesse, per analizzare ed interpretare geograficamente le mappature degli esercizi di somministrazione, si propone di affiancare all'applicazione della KDE ordinaria, un approccio analitico che vincoli l'interpretazione dei fenomeni allo spazio lineare unidimensionale della strada (*network*). Tale possibilità ci è fornita dai risultati di ricerca relativi alla versione Network del KDE (NKDE) già applicati con risultati efficaci in alcuni studi (Dai, 2010; Okabe, 2009; Yamada and Thill, 2004).

Per l'interpretazione e l'analisi delle mappature è stato utilizzato il NKDE implementato in SANET (*Spatial Analysis along Networks*)[8] uno specifico strumento di analisi pensato per il software ESRI ArcGIS.

Una fase cruciale dell'analisi KDE, sia ordinaria che nella versione Network, è la scelta della larghezza del raggio di analisi, ovvero l'ampiezza spaziale di riferimento per l'interpretazione dei valori di addensamento. Nelle diverse sperimentazioni e applicazioni effettuate è emerso come questa scelta debba essere fatta in funzione del contesto e delle caratteristiche del fenomeno analizzato.

L'applicazione diretta di questa metodologia di indagine in altri contesti territoriali, ha correlato il dimensionamento del raggio di indagine alla modalità di attraversamento dello spazio urbano (Limonta, 2012). Per questa ragione il dimensionamento è stato riferito allo spazio percorribile da una persona nell'arco di 5 minuti alla velocità di passeggio di 1,25 m/s (valore intermedio dell'intervallo compreso tra 1 e 1,5 m/s comunemente utilizzato per simulare la velocità pedonale) pari a 370 metri. Il risultato dell'analisi è stato ordinato in 5 classi (addensamento molto basso, basso, medio, alto e molto alto), previa esclusione dei valori nulli, secondo il metodo di classificazione chiamato Natural Break (algoritmo di Jenks)[9].

[8] SANET. A Spatial Analysis along Networks (Ver.4.1). Atsu Okabe, Kei-ichi Okunuki and SANET Team, Tokyo, Japan.
Il software e il manuale con le specifiche tecniche sono disponibili al sito *http://sanet.csis.u-tokyo.ac.jp/.*

[9] Questa classificazione è utilizzata per distribuzioni non normali. Fissato il numero di classi, le stesse vengono individuate nei punti di discontinuità della distribuzione dei valori. Successivamente, si massimizza la differenza fra la somma degli scarti al quadrato in ogni classe e la somma degli scarti rispetto alla media globale.

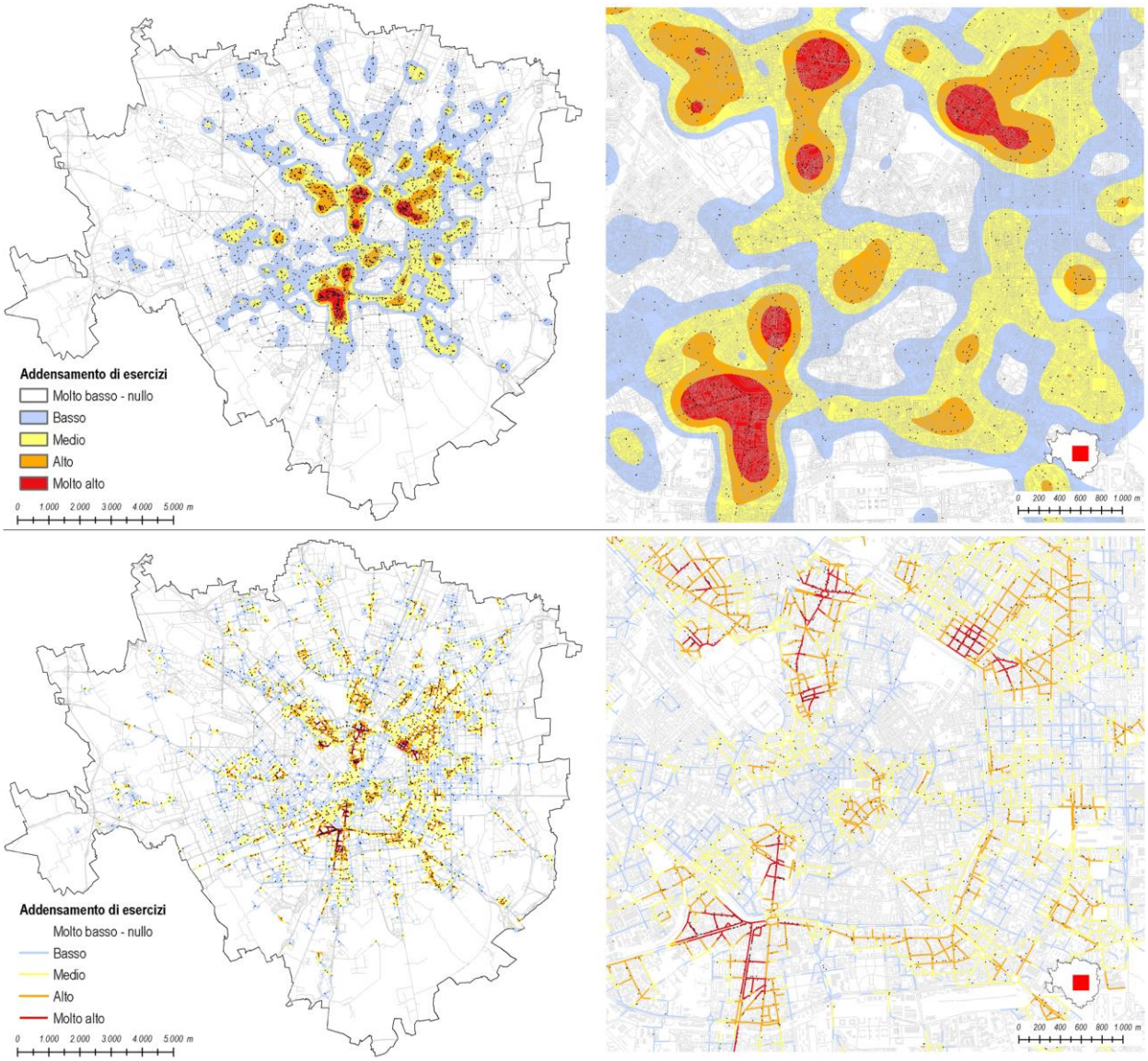


Figura 2 - Livelli di addensamento delle attività riconducibili al fenomeno della Movida nel comune di Milano: con l'applicazione della KDE ordinaria (immagini in alto, mappatura generale e dettaglio dell'area centrale) e con l'applicazione della NKDE (immagini in basso, mappatura generale e dettaglio dell'area centrale).

Dal confronto dei risultati dei due procedimenti analitici effettuati, si nota come l'applicazione del NKDE permetta di migliorare la precisione nella rappresentazione cartografica degli addensamenti, evidenziando con più chiarezza i segmenti stradali lungo i quali si registrano concentrazioni elevate di attività riconducibili al fenomeno della Movida. L'utilizzo congiunto dei due risultati diviene il riferimento spaziale principale per la definizione delle "zone da sottoporre a tutela".

3. Individuazione degli ambiti comunali maggiormente sensibili

La seconda fase del processo valutativo identifica gli "ambiti comunali maggiormente sensibili".

L'obiettivo è individuare le aree e gli edifici potenzialmente vulnerabili alle esternalità generate dalla Movida notturna, come risultato dell'interazione delle seguenti variabili ambientali e sociali:

- distribuzione e caratteristiche della popolazione residente;
- vulnerabilità acustica del territorio comunale;
- presenza di zone di pregio artistico, storico, architettonico e ambientale.

Successivamente attorno a questi elementi territoriali potenzialmente sensibili, vengono individuate delle fasce di prossimità spaziale determinate attraverso alcune considerazioni sulla propagazione del rumore in campo libero.

3.1 Indicatori demografici

Lo studio sulla distribuzione della popolazione prende avvio dall'analisi di un'estrazione del database comunale fornitoci dell'Ufficio anagrafe del Comune di Milano[10]. I record presenti nel database vengono mappati attraverso la medesima procedura di *geocoding* effettuata in precedenza per la mappatura degli esercizi di somministrazione di alimenti e bevande (cfr. paragrafo 2.1). Il risultato per essere analizzato e rappresentato, viene aggregato per unità di indagine definite territorialmente a partire dalle unità di censimento ISTAT 2011[11], puntualmente aggiornate e modificate per gli ambiti coinvolti da trasformazioni recenti ormai concluse e dunque interessati da nuova residenzialità. Per alcune unità diventa necessario escludere ampi spazi non edificati pertinenziali o pubblici, che rischiano di comprometterne la rilevanza statistica.
A seguito di queste revisioni geometriche iniziali, dopo aver ricondotto la mappatura della popolazione residente alle unità di indagine, è possibile procedere all'individuazione dei seguenti indicatori di sensibilità demografica:

- densità residenziale;
- concentrazione di abitanti con età superiore ai 60 anni;
- concentrazione di abitanti con età inferiore ai 10 anni.

Per tutti gli indicatori analizzati vengono individuate 5 differenti classi di valore (1-molto bassa, 2 bassa, 3-media, 4-alta e 5-molto alta), definite in base alle differenti distribuzioni statistiche dei valori osservati. Individuate tutte le classi 5 (molto alta) di ogni indicatore demografico considerato, sono stati selezionati gli edifici ricompresi nelle unità di indagine.

3.2 Vulnerabilità acustica del territorio comunale e presenza di aree di interesse storico, artistico e ambientale

L'inquinamento acustico è un problema grave e diffuso nelle grandi città di tutto il mondo, colpisce il comportamento umano, il benessere, la produttività e la salute a lungo termine delle persone. Per questa ragione agli edifici individuati attraverso l'analisi degli indicatori demografici, vengono aggiunte le "Aree particolarmente protette" così definite dalla normativa italiana in materia di inquinamento acustico[12].
Per la stessa ragione vengono considerati come ambiti sensibili alle potenziali esternalità del fenomeno Movida, gli elementi e le aree costituenti il patrimonio artistico, culturale ed ambientale della città di Milano, ed in particolare:

- i monumenti e i complessi edilizi di valore storico-architettonico;
- i giardini e i parchi storici tutelati;
- le aree interne al perimetro del Parco Agricolo Sud e del Parco Nord Milano.

---

[10] I dati relativi alla popolazione residente sono aggregati per numero civico e sono riferiti al 31 dicembre 2011.
[11] *http://www.istat.it*.
[12] Con riferimento alla tabella 1 dell'Allegato B del DPCM 1 marzo 1991 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno" e alla tabella A allegata al DPCM 14 Novembre 1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore" introdotta dal DPCM 1 marzo 1991, rientrano in questa categoria (Classe I) le "aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione: aree ospedaliere, scolastiche, aree destinate al riposo ed allo svago, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici, ecc.".

Tutti gli elementi architettonici e le aree individuate nelle fasi descritte ai paragrafi 3.1 e 3.2, costituiscono gli “ambiti comunali maggiormente sensibili” alle esternalità generate dal fenomeno della Movida.

3.3 Determinazione delle fasce d’interazione

In seguito al riconoscimento degli “ambiti maggiormente sensibili” viene identificata una “fascia di interazione” (*buffer*) ovvero uno spazio fisicamente misurabile entro il quale una delle principali esternalità generate dal fenomeno della Movida -il rumore- entra in contatto con gli elementi e le aree individuate come sensibili rispetto ai criteri descritti in precedenza.
Per il dimensionamento delle fasce di interazione sono state fatte alcune semplici considerazioni acustiche, non tanto sul rumore generato direttamente dall’attività (che per legge deve garantire determinati standard di isolamento acustico) quanto su quello generato indirettamente all’esterno (rumore generato dal vociare degli avventori in entrata/in uscita o stazionanti al di fuori del locale). L’obiettivo è quello di determinare la distanza minima da una sorgente sonora considerata “rumorosa”, in grado di ridurne il livello di pressione sonora a prescindere dal valore di clima acustico dell’ambito urbano.
Per fare questo è stato utilizzato il procedimento di calcolo della propagazione sonora da sorgenti puntiformi omnidirezionali in campo libero, derivante dalla norma UNI ISO 9613 “*Attenuation of sound during propagation outdoors*”, parte seconda. Scopo della UNI ISO 9613-2 è di fornire un metodo ingegneristico per calcolare l’attenuazione del suono durante la propagazione in esterno. L’equazione di base riportata nella UNI ISO 9613-2 [1] calcola il livello continuo equivalente della pressione sonora pesato in curva A che si ottiene assumendo sempre condizioni meteorologiche favorevoli alla propagazione del suono, cioè propagazione sottovento o in condizioni di moderata inversione al suolo.

$$Lp(f) = Lw(f) + ID(f) – A(f) \; c \qquad [1]$$

dove:
Lp è il livello di pressione sonora equivalente in banda d’ottava (dB) generato nel punto p dalla sorgente w alla frequenza f;
Lw è il livello di potenza sonora in banda d’ottava alla frequenza f (dB) prodotto dalla singola sorgente w relativa ad una potenza sonora di riferimento;
ID è l’indice di direttività della sorgente w (dB), nel caso la sorgente sonora fosse indirizzata come nel caso dei motori dei veicoli, degli impianti di trattamento del’aria etc…;
A è l’attenuazione sonora in banda d’ottava (dB) alla frequenza f durante la propagazione del suono dalla sorgente w al recettore p.

Rispetto alla complessità del tema specifico si sono applicate alcune semplificazioni rispetto alle condizioni ambientali e alle modalità di propagazione e di determinazione del valore di riferimento:

- non è stato considerato il rumore di sottofondo come valore di partenza in quanto differente a seconda del contesto urbano;
- l’unico fattore di attenuazione del rumore valutato è quello della divergenza geometrica in quanto non è possibile in questa fase, valutare compiutamente gli altri fattori concorrenti alla riduzione/ampliamento della propagazione delle onde sonore;
- viene considerata come fonte di rumore quello provocato dal vociare di un gruppo di persone (insieme di sorgenti puntiformi omnidirezionali), senza considerare il valore di amplificazione dovuto all’indice di direttività.

Dopo queste premesse viene calcolata la distanza (r) che garantisce, in campo libero, l’abbattimento del valore di sorgente sonora presa come riferimento [2].

$$Lp = Lw - 20 \log r - 11 \; (dB) \qquad [2]$$

Il valore di riferimento della sorgente rumorosa (Lw) è stato dedotto utilizzando i livelli di pressione sonora standard normalmente utilizzati per valutare il livello di pressione sonora nella normale pratica quotidiana.

Tabella 1 - Livelli di pressione sonora (Lp) riscontrabili nella pratica quotidiana

Lp (dB)	Esempi di possibile sorgente	Valutazione soggettiva
130	Soglia del dolore	Dolore
125	Aereo al decollo a 50 m	Intollerabile
120	Sirena a breve distanza	Intollerabile
110	Martello pneumatico	Molto rumoroso
100	Metropolitana, discoteca, concerto rock vicino al palco	Molto rumoroso
90	Autocarro pesante, urlo	Molto rumoroso
80	Camion pesante a 1 m	Rumoroso
70	Aspirapolvere a 1 m; radio ad alto volume, fischietto	Rumoroso
60	Ufficio rumoroso, ristorante, radio, conversazione	Rumoroso
50	Normale conversazione a 1 m, ambiente domestico;	Tranquillo
40	Quartiere abitato, di notte, biblioteca;	Tranquillo
30	Sussurri a 1 m	Molto tranquillo
20	Fruscio di foglie, Respiro umano a 20 cm	Molto tranquillo
0	Soglia dell'udibile	Non udibile

Il livello di pressione sonora considerato, prodotto da due o più soggetti, è stato amplificato considerando un insieme composto da 50 avventori che stazionano all'esterno dell'attività. Nell'ipotesi che ogni coppia di avventori generi un livello di pressione sonora pari a 60 dB, si è calcolato un valore di riferimento di 77 dB[13].
Da questo valore, senza considerare le altre sorgenti sonore normalmente presenti nella città, dunque in uno spazio urbano ipoteticamente senza rumori di sottofondo, si è determinato lo spazio necessario affinché la pressione sonora si riduca a 40 dB ovvero 20 metri.

3.4 Identificazione dei differenti livelli di accessibilità dalla rete del trasporto pubblico

Un'ulteriore lettura relativa alle criticità di contesto è quella relativa al livello di accessibilità dalla rete del trasporto pubblico nelle diverse zone della città di Milano. L'approfondimento relativo a questa tematica presuppone una semplificazione delle problematiche relative all'accessibilità dalla rete del trasporto pubblico. Viene infatti considerato come unico elemento di qualificazione del livello di accessibilità, la prossimità a una fermata della linea metropolitana, ferroviaria (compreso il Passante ferroviario) e delle linee di forza[14] della rete ATM (Azienda Trasporti Milanesi). La prossimità viene valutata come spazio raggiungibile a piedi in un determinato periodo di tempo, calcolato a partire da ogni singola fermata considerata. Il calcolo è effettuato utilizzando l'estensione *Network Analyst* del software ESRI ArcGIS, attraverso un modello di rete ricavato dal grafo stradale fornitoci dall'Ufficio SIT del Comune di Milano. L'area gravitante riferita a una fermata della rete metropolitana e ferroviaria è definita in 5 minuti di accessibilità pedonale, mentre per le fermate della rete di forza ATM è definita un' accessibilità pedonale di 3 minuti. La sovrapposizione delle aree di accessibilità così individuate, permette di suddividere il territorio comunale in 5 classi di accessibilità dalla rete del trasporto pubblico (1-molto bassa, 2 bassa, 3-media, 4-alta e 5-molto alta). Dove la classe 1 identifica gli ambiti a scarsa o nulla accessibilità e la classe 5 identifica gli ambiti serviti dalla rete metropolitana e ferroviaria o da tutte e tre le tipologie di trasporto pubblico considerate.

4. Individuazione delle zone da sottoporre a tutela

È così possibile individuare come sintesi le "zone del territorio da sottoporre a tutela" derivanti dalla sovrapposizione cartografica dei risultati ottenuti al termine di ogni fase analitica.

[13] Per conoscere il livello di pressione sonora di più sorgenti è necessario convertire i dB di ogni singola sorgente in valori lineari, sommarli e convertirli nuovamente.
[14] Le linee di forza ATM rappresentano l'insieme delle principali linee di superficie (tranviarie, filoviarie e automobilistiche).

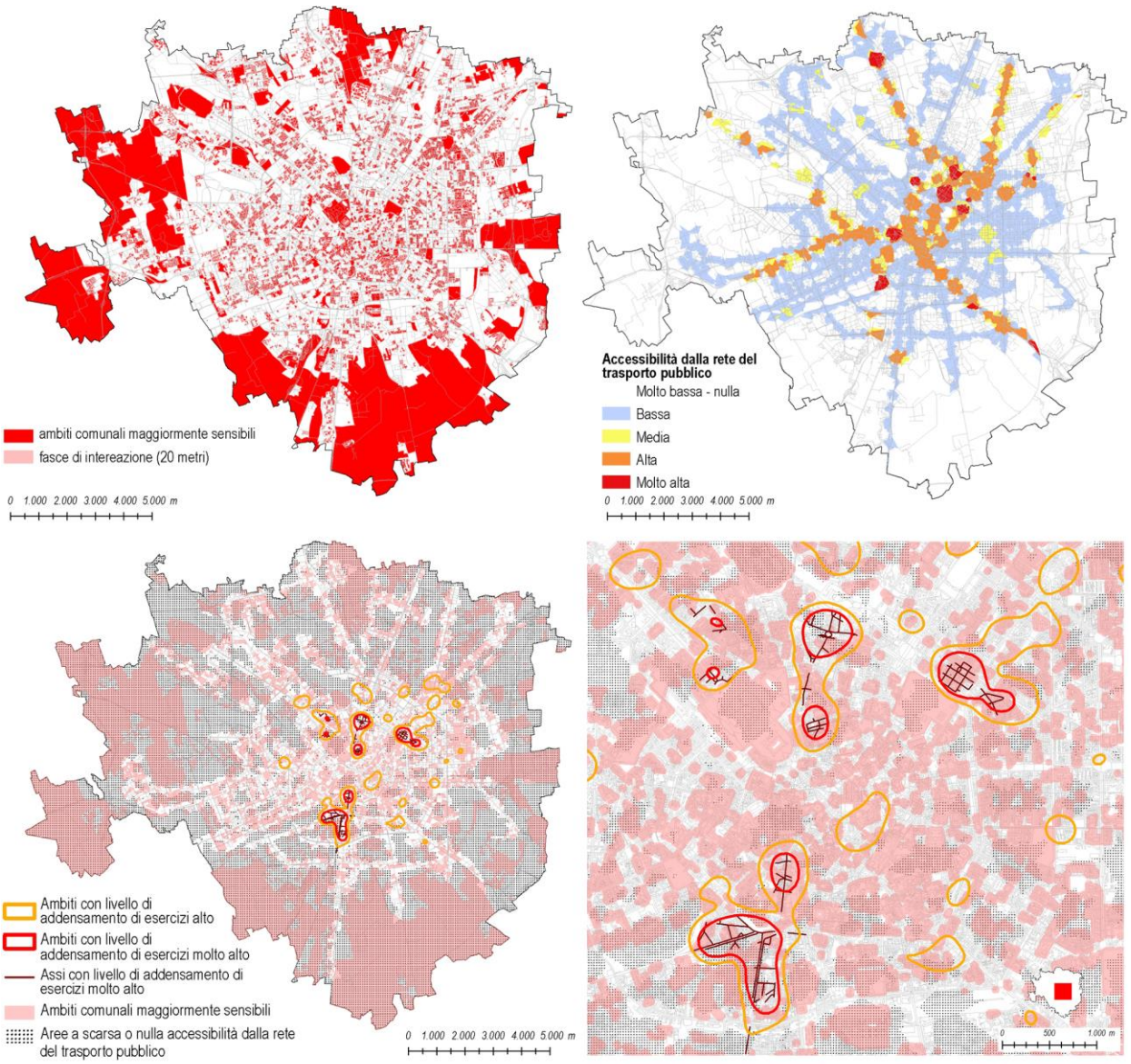


Figura 3 - Schematizzazione del procedimento analitico intrapreso: identificazione degli “ambiti comunali maggiormente sensibili” (immagine in alto a sinistra); classificazione dei livelli di accessibilità del territorio comunale (immagine in alto a destra); carta di sintesi e relativo dettaglio dell’area centrale (immagini in basso).

La definizione geometrica delle “zone da sottoporre a tutela” prende avvio dagli ambiti comunali con livello di addensamento di esercizi “molto alto”, ampliandoli entro il perimetro del livello di addensamento “alto” ed includendo gli “ambiti maggiormente sensibili” del territorio comunale, considerando l’eventuale scarsa o nulla accessibilità dalla rete del trasporto pubblico. Vengono esclusi dalla perimetrazione gli “ambiti maggiormente sensibili” qualora non si determini contestualmente la presenza del livello di addensamento “alto”. Il limite del perimetro viene sempre approssimato, a seconda della situazione specifica, ad un elemento territoriale come il limite o la mezzeria di una strada, i limiti di un parco, di un quartiere o di un fronte edificato.
Per queste zone il Comune di Milano prevede una regolamentazione qualitativa delle autorizzazioni al fine di limitare gli impatti indiretti potenzialmente generabili dalle attività di somministrazione di alimenti e bevande.

5. Le ICT come strumento di monitoraggio degli effetti delle politiche di regolamentazione

Nel proporre un approccio qualitativo alle politiche di regolamentazione delle attività con apertura prolungata in orario serale, è opportuno al contempo considerare delle modalità innovative per la valutazione e il monitoraggio delle soluzioni proposte. In particolare si propone l’ utilizzo delle Tecnologie dell’Informazione e della Comunicazione (ICT-*Information and Communication Technology*) per monitorare l’inquinamento acustico, che rappresenta indubbiamente l’esternalità più critica e al contempo l’indicatore più adeguato per valutare l’efficacia delle politiche adottate o il rispetto delle prescrizioni previste dai regolamenti comunali.
Nella pratica quotidiana le modalità per rilevare e monitorare l’inquinamento acustico in un determinato ambito urbano, prevedono principalmente l’impiego di una rete di sensori fissi o di campagne di rilievo diretto, entrambe molto dispendiose sia in termini di costi che di tempo. Esiste però una terza modalità definibile come “monitoraggio mobile”, ancora in fase di sperimentazione, che sfrutta le potenzialità delle pratiche e degli strumenti del Web 2.0. In particolare alcuni applicativi specifici (si cita ad esempio la App *NoiseTube*[15]) permettono di trasformare gli smartphone in strumenti di misurazione geolocalizzata del rumore, consentendo ad ogni cittadino di contribuire alla mappatura e al monitoraggio dell'inquinamento acustico di una determinata area urbana.

6. Conclusioni

Il percorso conoscitivo descritto vuole essere una proposta metodologica per analizzare contesti urbani complessi, non solo per identificare ambiti critici da assoggettare a regolamentazione e programmazione, ma anche per identificare le eccellenze e i punti di forza dei sistemi commerciali urbani. Il commercio può essere considerato a tutti gli effetti un’attività di servizio alla città, sia alla scala sovracomunale che a quella locale. Ambiti urbani a forte concentrazione di attività commerciale possono infatti rappresentare luoghi di attrattività e di offerta di funzioni e attrezzature in grado di qualificare le città stesse. Per questa ragione all’interno di un piano urbanistico o di un regolamento comunale, a prescindere da quale sia l’obiettivo specifico, è importante mantenere e valorizzare il ruolo del commercio nell’organizzazione del sistema delle località urbane centrali e nella valorizzazione degli spazi pubblici.

Ringraziamenti

L’autore ringrazia il prof. Luca Tamini, responsabile scientifico della ricerca oggetto del presente paper e la prof.ssa Corinna Morandi direttrice del Laboratorio URB&COM del Politecnico di Milano. Si ringrazia inoltre la Direzione Centrale Attività Produttive e Marketing Territoriale, Settore Commercio, Suap e Attività Produttive del Comune di Milano in particolare il direttore dott. Roberto Munarin, la dott.ssa Sara Cornegliani e Paolo Carelli.
Un ringraziamento speciale a Atsu Okabe, Kei-ichi Okunuki e a tutto il team SANET.

[15] *http://noisetube.net*

Riferimenti

Adolphson, M. (2010). Kernel densities and mixed functionality in a multicentred urban region, *Environment and Planning B: Planning and Design*, 37: 550-566.

Borruso, G. (2004). Network density and the delimitation of urban areas, *Transactions in GIS*, 7: 177-191.

Borruso, G. (2005). Network Density Estimation: Analysis of Point Patterns over a Network, in Gervasi, O., a cura di, *Computational Science And Its Applications* - Iccsa 2005 (Part III), Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Dai, D., et al. (2010). The impact of built environment on pedestrian crashes and the identification of crash clusters on an urban university campus, *Western Journal of Emergency Medicine*, 11: 294-301.

Limonta, G. (2012), Representation and analysis of retail phenomena to support urban planning policies. Some applications of the Kernel Density Estimation method in the Milan area, in *Planning Support Tools: Policy Analysis, Implementation and Evaluation*, Franco Angeli, Milano.

Okabe, A., Satoh, T. and Sugihara, K. (2009). A kernel density estimation method for networks, its computational method and a GIS-based tool, *International Journal of Geographical Information Science*, 23: 7-32.

Okabe, A. (2009). A theme issue on spatial analysis and GIScience in honor of Atsuyuki Okabe Preface, *Journal of Geographical Systems*, 11: 107-112.

Okabe, A., Okunuki, K., Shiode, S. (2006). SANET: A toolbox for spatial analysis on a network, *Geographical Analysis,* 38: 57-66.

Okabe, A. and Yamada, I. (2001). The K-function method on a network and its computational implementation, *Geographical Analysis*, 33: 271-290.

Porta, S. et al (2007). Correlating densities of centrality and activities in cities: the cases of Bologna (IT) and Barcelona (ES), in *Planning, Complexity and New ICT*, Alinea Editrice, Firenze.

Silverman, B. W. (1986). Density Estimation for Statistics and Data Analysis, *Monographs on Statistics and Applied Probability*, Chapman and Hall, London, 26.

SANET Team (2013), *SANET: Spatial Analysis along Networks. The manual for SANET V4.1 Beta runs on ArcGIS10 & ArcGIS10.1.pdf*, (*http://sanet.csis.u-tokyo.ac.jp/*).

Tamini, L. (2011). *Il progetto di centralità. La regolazione urbanistica degli aggregati commerciali*, Rimini, Maggioli.

Tobler, W. (1970). A computer movie simulating urban growth in the Detroit region, *Economic Geography*, 46: 234-240.

Yamada, I. and Thill, J-C. (2004). Comparison of planar and network K-function in traffic accident analysis, *Journal of Transport Geography*, 12: 149-158.

Una metodologia GIS per la sostenibilità delle energie rinnovabili

AUTORI

Emanuela Caiaffa – ENEA – emanuela.caiaffa@enea.it
Maurizio Pollino – ENEA – maurizio.pollino@enea.it
Alessandro Marucci – Abbruzzo Ambiente s.r.l. – marucci79@hotmail.it

Parole chiave: energie rinnovabili; GIS; sviluppo sostenibile; radiazione solare; energia eolica

ABSTRACT

Viene presentata una metodologia GIS pensata per fornire uno strumento a supporto dei piani decisionali per l'approvvigionamento energetico da fonti rinnovabili (FER), attraverso due specifici casi di studio: fotovoltaico ed eolico. Per decidere quale tipo di FER è la scelta migliore per un determinato territorio, è importante conoscere la situazione energetica e ambientale locale, esplorando le potenziali fonti energetiche rinnovabili disponibili in quella determinata area, individuando, laddove possibile, il territorio con le migliori caratteristiche di compatibilità e sostenibilità. La metodologia è in gran parte orientata verso lo sviluppo di uno strumento di supporto alle decisioni per l'ubicazione degli impianti stessi.

1. Introduzione e obiettivi del lavoro

La ricerca degli impatti potenziali e reali, dovuti alla realizzazione degli impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili, in una moderna gestione del territorio, deve privilegiare la valutazione della *landscape ecolgy* (Benson & Roe, 2000). L'obiettivo principale della ricerca è di individuare una metodologia in grado di affiancare e integrare i processi decisionali che riguardano il territorio per ciò che concerne le scelte per l'approvvigionamento energetico da fonti rinnovabili.
Il presente articolo descrive le metodologie GIS utilizzate per valutare l'impatto che produrrebbe il posizionamento di impianti da FER in zone potenzialmente adatte ad ospitarli. Vengono presentati due casi di studio: il primo riguardante l'analisi di siti idonei per la produzione di PV (Case-studio-1); il secondo per quanto riguarda la valutazione della compatibilità di un parco eolico (Case-studio-2). Entrambi si trovano nella Regione Abruzzo, in Italia centrale.

2. Caso di studio 1: produzione da fotovoltaico

La metodologia ideata per l'analisi della radiazione solare mediante approccio GIS è riassunta nello schema di fig. 1 (per approfondimenti si veda: Caiaffa E., et al. 2012). Nella presente ricerca, vengono forniti i dati mensili sulle radiazioni in Italia e valori giornalieri medi mensili per i comuni abruzzesi. La spazializzazione dei dati di radiazione solare al suolo (Suri et al, 2005; Hofierka e Suri, 2002) è stato un passo necessario per implementare la metodologia.

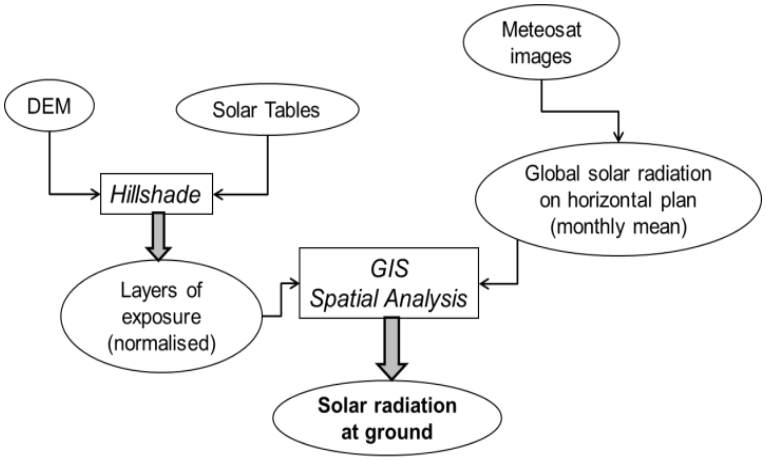


Figura 1 – Caso studio per la produzione da fotovoltaico: schema metodologico.

I dati di base utilizzati per la costruzione delle mappe tematiche della radiazione solare sono:

- DEM (Digital Elevation Model), con risoluzione spaziale di 20 mx 20 m.
- Livelli geografici di base: basi di dati vettoriali, come le aree urbane, rete stradale, rete idrografia, confini comunali, confini regionali, ecc.
- Tavole solari e grafici: raccolta dati dei parametri di base dell'angolo di azimut solare e dell'angolo di altitudine solare, necessarie per sviluppare la base di esposizione (1994-1999).
- La radiazione solare: dati e risultati provenienti dall'attività svolta da ENEA per la stima della radiazione solare globale su un piano orizzontale in Italia attraverso lo sviluppo di immagini secondarie trasmesse via satellite nella banda visibile Meteosat (1994-1999).

Per stimare il potenziale di produzione di energia solare E [kWh], dalla configurazione FV, è stata utilizzata la seguente formula:

$$E = INS \cdot SUP \cdot \mu \cdot v \cdot K \quad [kWh] \qquad (1)$$

Questa formula, derivata da quella proposta da Suri et al. (2007), è stata personalizzata per i nostri scopi di ricerca e con l'intenzione di convergere ad una reale situazione locale (Caiaffa E., et al. 2012).. I seguenti parametri sono stati resi espliciti :
INS [$kWh \cdot m^{-2}$] è il valore della insolazione giornaliera, mensile o annuale, (calcolato in ore, h);
SUP è la superficie in [m^2], ripresa dal modulo solare (i valori sono derivati dalle dimensioni dichiarate dal costruttore);
μ è il rendimento medio della cella fotovoltaica (tipicamente valore medio: il 16 %, a seconda del materiale delle celle e della tipologia);
v è il rendimento del sistema fotovoltaico (definito come un insieme di pannelli, inverter e pannelli elettrici), generalmente compresa fra 0,70 e 0,86;
K è il coefficiente di riduzione, definito per tener conto di possibili effetti di ombreggiatura (approssimativamente vanno da 0,95 e 0,97) (Liu et al., 1963).
Tutte le informazioni ottenute in base alla procedura sopra descritta sono state sintetizzate in un'unica mappa tematica, riportando i valori di radiazione solare a terra per un anno intero. Una volta ottenuti i valori di radiazione solare a terra, è stato possibile stimare la produzione potenziale da PV, applicando la formula (1).

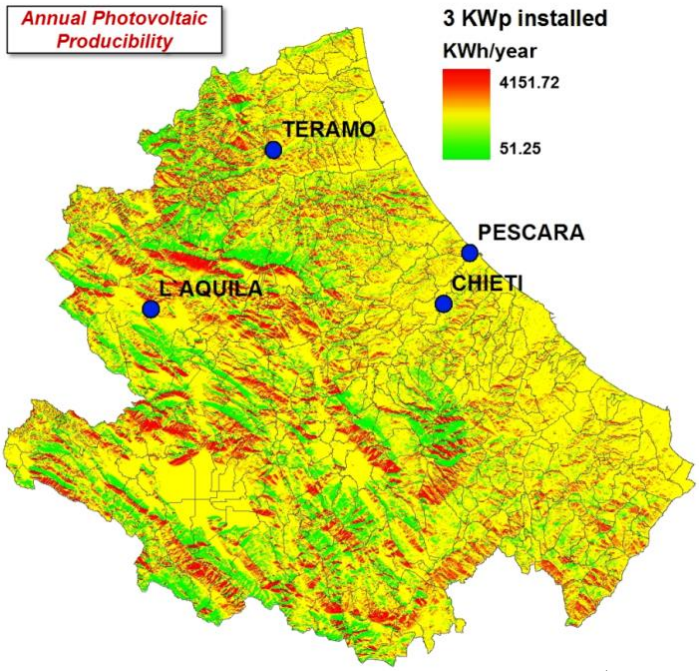


Figura 2 – Mappa della produzione annuale potenziale da PV [kWh·year^{-1}] con istallazioni di potenza di picco installata di 3 kWp.

La mappa riportata in figura 2 rappresenta la produzione potenziale annuale da PV [kWh·anno-1], assumendo impianti di 3 kWp di potenza di picco istallata. Questa è la potenza media tipicamente prodotta da impianti di base, principalmente considerando la connessione e l'integrazione con la rete elettrica. Pertanto, da questa mappa, è possibile individuare le aree potenzialmente idonee a ospitare un impianto di produzione di energia da fotovoltaico, tenendo conto, se e quanto è possibile sfruttare questa fonte di energia, senza costrizioni dovute a uso del suolo e normative locali.

3. Caso di studio 2: produzione da eolico

Per valutare gli impatti causati da una istallazione di un impianto eolico, sono state condotte delle analisi per definire indici di qualità ecologica sulla base di classi di copertura del suolo, come definito dalla legenda di Corine Land Cover 2006 (CLC). In particolare, sono state considerate le caratteristiche distintive delle infrastrutture tipiche di parchi eolici, come ad esempio i percorsi e le aree degnate per il posizionamento delle torri eoliche. Particolare attenzione è stata dedicata agli aspetti legati alla vegetazione e alle strutture eco-sistemiche. Pertanto, i dati utilizzati sono:
un DEM (con risoluzione spaziale di 20 mx 20 m), ortofoto digitali, CLC (2006), Cartografia 1:10.000 e 1:25.000, livelli geografici di base (rete stradale, confini comunali, ecc.);
i dati provenienti da indagini sul campo come: vegetazione, habitat, caratteristiche significative naturali, descrizione del paesaggio, ecc.
L'area considerata per il parco eolico si trova in prossimità del sito di importanza comunitaria (SIC) denominato "Monte Calvo e Colle Macchialunga" (identificatore SCI: IT7110208).
La metodologia seguita è stata articolata in tre diverse fasi:

- FASE 1 - l'analisi dei dati geografici / territoriali e mappe tematiche: CLC, DEM, pendenza e viewshed (fase di pianificazione);

- FASE 2 - analisi dei tipi di vegetazione, habitat e caratteristiche ambientali significative;

- FASE 3 - analisi dei dati e confronto, attraverso l'utilizzo di strumenti GIS, tra i risultati derivanti dalla fase di pianificazione e le condizioni reali.

Il progetto di impianto eolico in esame è stato valutato tenendo conto della sua compatibilità con l'ambiente circostante e, più in particolare, si sono studiati i tracciati delle strade che collegano le torri per le turbine eoliche, che costituiscono elementi perturbativi del sistema ecologico. A tal fine, per fornire una misura qualitativa della perturbazione potenzialmente subita da habitat e specie vegetali, è stata prodotta una mappa di compatibilità. In altre parole, il livello di criticità è stato correlato agli impatti sugli habitat naturali. In questo modo, la compatibilità di ogni elemento della infrastruttura (tracce e turbine eoliche) può essere considerata per definire la compatibilità generale del progetto e, se necessario, modificare e migliorare il progetto originale.
In particolare, le analisi sul rapporto tra vegetazione e installazione hanno evidenziato come l'intera area di interesse può essere suddivisa principalmente in due zone:

- Zona 1 (Nord): tracce e postazioni delle turbine eoliche dal n°1 al n°6, il percorso che collega la torre n°9 alla n°8 (comprese le relative postazioni);
- Zona 2 (Sud): tracce e postazioni di turbine eoliche da n°7 al n°11.

Nella prima zona, a dispetto di un alto grado di naturalezza, non sono state trovate specie di particolare interesse lungo le tracce o nell'ambito delle postazioni, tali da determinare la non compatibilità con il progetto. La Zona 2 rappresenta invece un habitat naturale rilevante, dovuto alla presenza di fioriture abbondanti di diverse specie di orchidea e ginepri. Quindi l'installazione di tracce e torri del vento che rientrano in questa zona può essere considerata a bassissimo grado di compatibilità.
Le analisi e le indagini compiute hanno permesso di produrre una mappa "ragionata" della centrale eolica progettata, in grado di mostrare e mettere in evidenza possibili perturbazioni all'ecosistema naturale. Fig. 3 mostra il risultato finale.

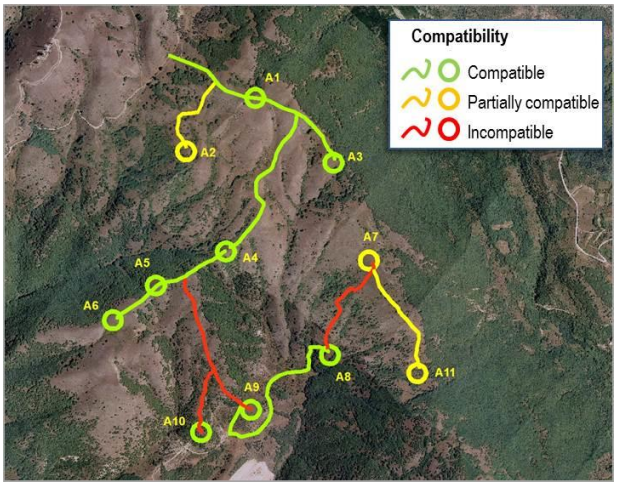


Figura 3 – Mappa del grado di compatibilità ambientale delle installazioni di centrali eoliche.

Bibliografia

Šúri, M., Huld, T.A., Dunlop, E.D.: PV-GIS: A web-based solar radiation database for the calculation of PV potential in Europe. In: International Journal of Sustainable Energy, 24 (2), pp. 55--67 (2005)

Pearce, J.M.: Photovoltaics: a path to sustainable futures. Futures, 34(7), 663—674 (2002)

Benson, J. F. & Roe, M. H: Landscape and sustainability. Spon Press-Taylor & Francis Group, London, pp. 423 (2000)

Caiaffa, E.: Geographic Information Science in Planning and in Forecasting. In: Institute for Prospective Technological Studies (eds.) in cooperation with the European S&T Ob-servatory Network. The IPTS Report, vol. 76, pp.36--41, European Commission JRC-Seville (2003)

Caiaffa, E., Marucci, A., Pollino, M.: Study of sustainability of renewable energy sources through GIS analysis techniques. Lecture Notes in Computer Science, Vol. 7334 - Part II, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, pp. 532--547 (2012)

European Union: Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30

Modica, G., Vizzari, M., Pollino, M., Fichera, C. R., Zoccali, P., Di Fazio, S.: Spatio-temporal analysis of the urban-rural gradient structure: an application in a Mediterranean mountainous landscape (Serra San Bruno, Italy). Earth System Dynamics, 3, 263--279 (2012)

Borfecchia F., Caiaffa E., Marucci A., Pollino M., “Geomatica: rischio di consumo del suolo degli impianti di energia da rinnovabili”. 6° Workshop Tematico: Telerilevamento nell’analisi dei rischi naturali ed antropici, Bologna, 14-15 Giugno 2012

Borfecchia, F., Pollino, M., De Cecco, L., Martini, S., La Porta, L., Marucci, A., Caiaffa, E.: Integrated GIS and Remote Sensing Techniques to Support PV Potential Assessment of Roofs. Lecture Notes in Computer Science, ICCSA 2013, Part III, Vol. 7973, Part. III. Eds: B. Murgante et al., Springer Berlin Heidelberg, pp. 422-437 (2013)

Stima del potenziale fotovoltaico dei tetti mediante Telerilevamento e GIS

AUTORI

Flavio Borfecchia - ENEA UTMEA - flavio.borfecchia@enea.it
Maurizio Pollino - ENEA UTMEA - maurizio.pollino@enea.it
Emanuela Caiaffa - ENEA UTMEA - emanuela.caiaffa@enea.it
Luigi De Cecco - ENEA UTMEA - luigi.dececco@enea.it
Sandro Martini - ENEA UTMEA - sandro.martini@enea.it
Luigi La Porta - ENEA UTMEA - luigi.laporta@enea.it
Alessandro Marucci - Abruzzo Ambiente Srl - marucci79@hotmail.com

Parole chiave: GIS; Telerilevamento; Fotovoltaico; Radiazione Solare; LIDAR

ABSTRACT

Le recenti linee guida atte a sostenere finanziariamente la produzione di energia da fotovoltaico (PV), al fine di limitare il consumo di suolo in aree agricole o naturali, rendono più vantaggiosa l'installazione sulle coperture di edifici. Per una adeguata pianificazione, è utile disporre di una mappatura estensiva delle superfici a disposizione, con un'accurata valutazione del loro potenziale. A tal fine, è stata sviluppata una metodologia, basata su Telerilevamento e GIS, per valutare e mappare la radiazione solare globale su tutti i tetti presenti nel territorio del Comune di Avellino, scelto come area test. Da dati di tipo LIDAR è stata prodotto un modello 3D degli edifici; la trasparenza atmosferica e la percentuale di radiazione solare sui tetti sono state ricavate dal sito web PVGIS (JRC) e da immagini satellitari multispettrali. Come risultato finale, sono state ottenute le mappe di radianza solare e di potenziale PV per tutti i tetti presenti nell'area di studio.

1. Introduzione

Le ultime linee guida approvate dal Governo Italiano per sostenere finanziariamente il fotovoltaico (PV) e lo sviluppo della produzione di energia solare, al fine di evitare il consumo di suolo in aree agricole o naturali, comprendono indicazioni specifiche che rendono più vantaggiosa l'installazione d'impianti su tetti o superfici di copertura di edifici. In questo contesto diventa importante, per una adeguata attività di pianificazione e monitoraggio del PV, la mappatura estensiva delle superfici a disposizione, coincidenti con i tetti, e l'accurata valutazione del loro potenziale fotovoltaico (Caiaffa et al., 2012).
In aree urbane o industriali, fattori come eterogeneità tridimensionale, riflettanza, torbidità atmosferica ed ombreggiamenti reciproci influenzano in modo significativo l'irraggiamento solare locale, per cui è necessario tenerne adeguatamente conto mediante una mappatura 3D ed avanzati strumenti di modellazione, per stimare efficacemente la radianza solare disponibile a livello dei singoli tetti.
A tal fine, è ormai consolidato l'uso di strumenti GIS: sono state sviluppate metodologie basate sul calcolo della radianza solare, utilizzando i parametri di orientamento ed esposizione derivati dai modelli

digitali delle elevazioni (Ŝúri & Hofierka, 2004). Nel caso in cui, invece, si voglia scendere a livello di singolo di edificio (Cebecauer et al., 2007; Izquierdo et al., 2011), per ottenere una stima più realistica occorre tener conto in modo più dettagliato delle coperture e dei relativi parametri geometrici (superficie ed assetto) e radiometrici (riflettanza ambientale).
Tenendo conto di queste esigenze, l'approccio seguito nel corso delle attività di ricerca qui descritte si basa su metodologie e strumenti innovativi incentrati su dati aerospaziali, al fine di ottenere la stima estensiva dei parametri geometrici e tipologici degli edifici nell'area urbana del Comune di Avellino, in modo da supportare una valutazione più accurata del potenziale PV locale.

2. Materiali e metodi

La metodologia implementata (Borfecchia et al., 2013), basata su Telerilevamento e GIS, ha permesso di valutare e mappare la radiazione solare globale su tutti i tetti presenti nel territorio del Comune di Avellino (Fig.1).
Partendo da dati di tipo LIDAR, è stato ottenuto in primo luogo il DSM di tutta l'area di interesse (~42 km^2), quindi il modello 3D di ogni edificio da cui sono stati derivati i parametri geometrici delle coperture. In particolare, ai fini della massimizzazione dell'energia solare intercettata, si è ottenuta una misura delle pendenze e - soprattutto - dell'orientamento delle coperture potenzialmente sfruttabili, tenendo anche conto che tali parametri sono variabili per le diverse falde che compongono i tetti.

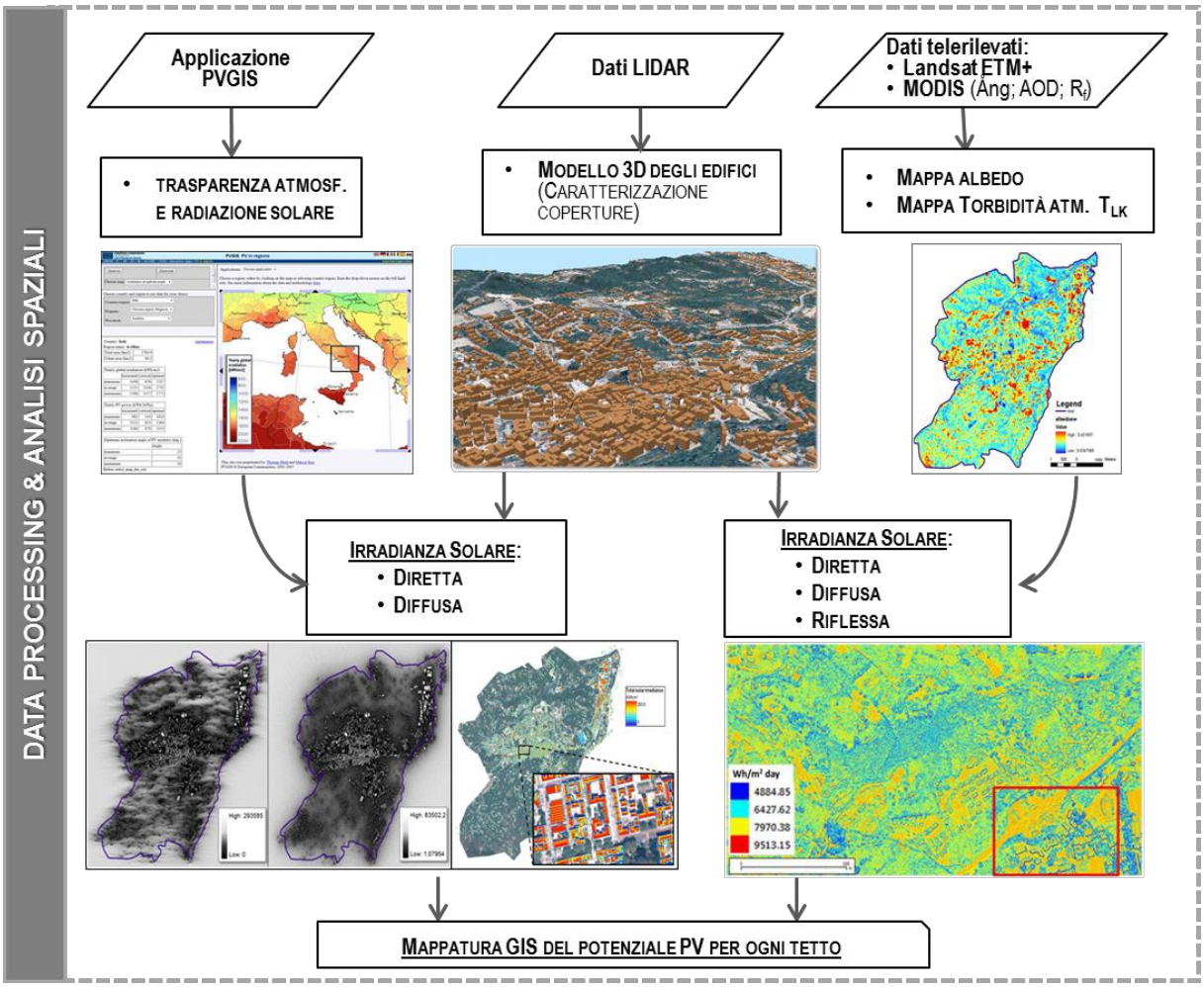


Figura 1 – Schema dell'approccio metodologico, con relativi dati, elaborazioni e prodotti.

Oltre alla struttura tridimensionale dell'ambiente urbano, occorre anche tenere conto della sua eterogeneità in termini di potere riflettente delle superfici ed ombreggiature reciproche. Tali fattori influenzano notevolmente l'irradianza solare locale (Zaksek et al., 2005), quale fonte primaria per la produzione PV. Pertanto, è stato adeguatamente valutato l'effetto attenuativo dell'atmosfera, insieme a fattori quali l'albedo (riflettanza emisferica spettralmente integrata) e la torbidità atmosferica (dovuta alla presenza di aerosol). Per la stima di quest'ultima sono disponibili serie storiche sotto forma di mappe tematiche (ricavate da misure a terra o aerospaziali).Inoltre, per tener conto della trasparenza atmosferica e della percentuale di radiazione solare (diffusa/diretta) sulle superfici di interesse, inclusa la copertura nuvolosa, ci si è avvalsi delle funzionalità messi a disposizione dall'applicazione web PVGIS, sviluppata dal JRC-IET (http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis).
Per la stima della radiazione solare sulle coperture degli edifici, si è partiti dalla ricostruzione 3D derivante dal suddetto DSM LIDAR, utilizzando l'apposito modulo "Solar radiation tool" di ArcGIS. Dapprima, è stata valutata l'irradianza cumulata in Wh/m^2 relativa ai mesi di giugno e luglio, i quali forniscono normalmente il maggior contributo nell'arco dell'anno. In tal modo, sono state calcolate sia la componente diretta sia la diffusa, sulla base dei dati derivati dal PVGIS.
Per raffinare ulteriormente l'approccio, si è valutata l'irradianza solare cumulata, stimando anche il contributo derivante dalla radiazione riflessa dalle superfici circostanti. A tal fine, è stata stimata la torbidità atmosferica (fattore di torbidità atmosferica di Linke, T_{LK}) per ciascun mese di riferimento. Tali valori sono stati spazializzati sotto forma di mappe aventi risoluzione 1 km, ricavate a partire dall'atlante globale implementato da Remund et al. (2003), integrato e aggiornato con i dati raccolti dalle piattaforme satellitari (in genere su orbita geostazionaria) e da misurazioni terrestri acquisite da stazioni meteorologiche. Per derivare le proprietà di riflettanza degli oggetti presenti nell'area di studio è stata, quindi, prodotta una mappa di albedo da dati satellitari Landsat ETM+, corretti atmosfericamente, utilizzando i canali di riflettanza nel visibile, nel vicino infrarosso (NIR) e nel primo infrarosso medio (SWIR).

3. Risultati e conclusioni

Sulla base dei dati prodotti mediante le elaborazioni sopra descritte, è stata calcolata l'irradianza solare cumulata (espressa in $Wh/m^2 \cdot day$) disponibile sulle varie coperture presenti nell'intero territorio del Comune di Avellino. La stima (relativa al 14/07/2012) è stata effettuata per ciascuna delle 3 componenti: diretta, diffusa e riflessa. Quest'ultima è risultata significativa e pari circa ad 1/3 della diffusa.
La Figura 2 mostra un esempio di prodotto finale, sotto forma di mappa tematica. In esso tutte le superfici di copertura sono classificate in termini di irradianza solare totale disponibile. Tale mappa tematica può essere utilizzata, per esempio, nell'ambito di una specifica applicazione WebGIS, congiuntamente con i dati catastali dell'area urbana di interesse, quale efficace supporto alle attività di censimento e pianificazione degli impianti PV su tetti, nonché per il monitoraggio della produzione esistente.

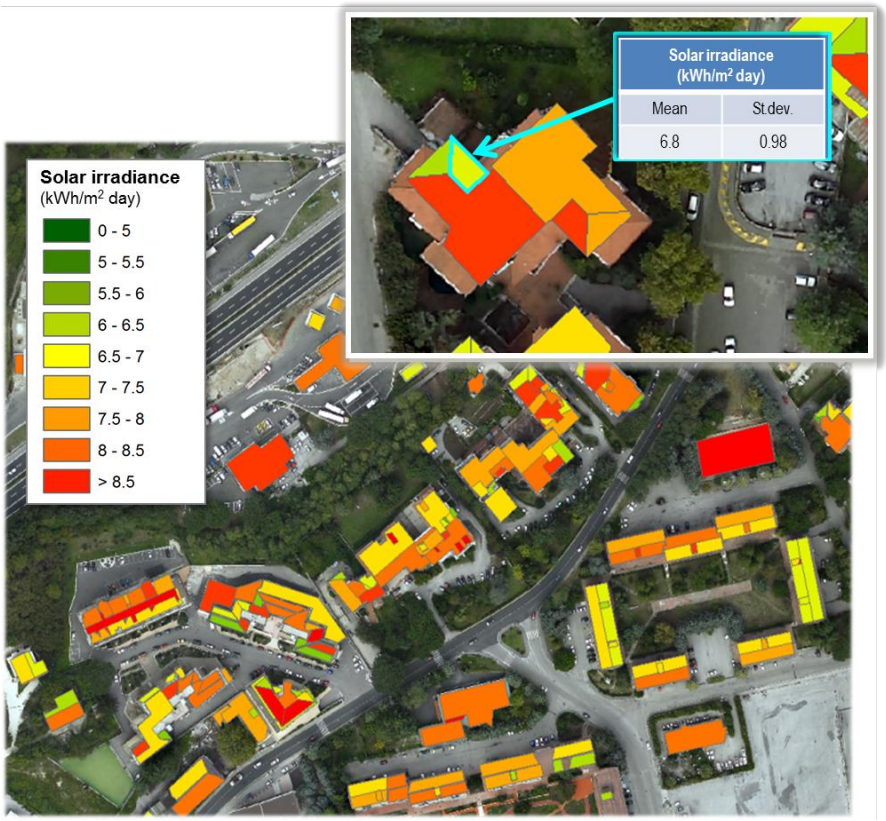


Figura 2 - Mappa dettagliata riportante il valore cumulato di irradianza solare specifica per un giorno di luglio (valori in Wh/m^2·day) per ogni tetto estratto dal DSM e caratterizzato in ambiente GIS.

Ambito del lavoro

Sviluppo di metodologie integrate, basate su GIS e Telerilevamento, per la stima del potenziale da energie rinnovabili e a supporto della pianificazione urbana e territoriale sostenibile.

Bibliografia

Borfecchia, F., Pollino, M., De Cecco, L., Martini, S., La Porta, L., Marucci, A., Caiaffa, E., Integrated GIS and Remote Sensing Techniques to Support PV Potential Assessment of Roofs. Lecture Notes in Computer Science, LNCS, Part III, Vol. 7973: 422-437, 2013

Caiaffa, E., Marucci, A., Pollino, M., Study of sustainability of renewable energy sources through GIS analysis techniques. Lecture Notes in Computer Science, LNCS, Vol. 7334 - Part II: 532-547, 2012

Cebecauer, T., Huld T., Šúri M., Using high-resolution digital elevation model for improved PV yield estimates. Proceedings of the 22. European Photovoltaic Solar Energy Conference, Italy, pp. 3553-355, 2007

Izquierdo, S., Montanes, C., Dopazo, C., Fueyo, N., Roof-top solar energy potential under performance-based building energy codes: the case of Spain. Solar Energy 85:208-213, 2011

Remund, J., Wald, L., Lefèvre, M., Ranchin ,T., Page, J., Worldwide Linke turbidity information. Proceedings of the ISES solar world congress 2003, Göteborg, Sweden, 2003

Šúri, M., Hofierka, J., A new GIS-based solar radiation model and its application to photo-voltaic assessments. Transactions in GIS, 8(2):175-190, 2004

Zaksek, K., Podobnikar, T., Ostir, K., Solar radiation modelling. Computers & Geosciences, 31(2):233-240, 2005

La diffusione dell'edificato, aspetti metodologici e nuove metriche di indagine

AUTORI

Salvucci Gianluigi – ISTAT – gianluigi.salvucci@istat.it.
Luigi Marcone – ISTAT - lmarcone@istat.it

Parole chiave: edificato; censimenti; bacini idrografici

ABSTRACT

L'evoluzione della diffusione della popolazione è oggetto di studio di vari ambiti disciplinari, in particolare la geografia umana (Gentileschi, 1991). Recentemente si assiste ad un ritorno al paradigma deterministico (Kummu & Varis, 2011)degli elementi naturali quali fattori esplicativi della distribuzione dell'ecumene iniziati con gli studi di Hambloch (in Gentileschi, 1991)a livello di scala mondiale o continentale dimostrando comunque il ruolo dell'influenza della costa e dell'altitudine. Dal momento che la popolazione è strettamente correlata all'edificato residenziale, si propone di spostare l'analisi sull'edificato per comprendere meglio quali siano gli impatti in termini di consumo di suolo in un'analisi diacronica che utilizza i dati censuari. La proposta metodologica parte dunque dall'analisi di un bacino idrografico, quale regione naturalmente delimitata dall'orografia (Vallega, 1984)all'interno della quale la società ha creato e diffuso le sue infrastrutture e distribuito la popolazione sulla base degli spazi disponibili ma con diverse velocità mostrando in questo modo delle preferenze rispetto la distanza dal fiume piuttosto che dalla foce.

1. La distribuzione spaziale della popolazione

L'analisi della distribuzione spaziale della popolazione è uno dei temi principali della geografia, che analizza a diversi fattori di scala la distribuzione dell'ecumene. È chiaro che diminuendo la scala geografica si abbassa ulteriormente la risoluzione dei dati statistici utilizzati. Le analisi condotte in letteratura hanno dimostrato come i fattori geografici, in particolare latitudine, distanza dal mare, altitudine abbiano una innegabile influenza sulla distribuzione, creando quel processo di regionalizzazione che parte dal determinismo ambientale e attraversa il possibilismo vidaliano in cui l'uomo si adatta a quella zonazione orizzontale (distanza dal mare) e verticale (altitudine).
Passare ad una scala più elevata può suggerire un diverso percorso a livello locale, dove il fiume ha sicuramente svolto un ruolo essendo stato a lungo il principale fattore energetico a disposizione dell'uomo agevolando i trasporti e fornendo energia cinetica.

1.1 Il bacino idrografico regione di naturale sviluppo dell'ecumene

La regione naturale è l'insieme dei luoghi che detengono un elemento naturale comune, idealmente individuata fin dal XVIII secolo nel bacino idrografico dal Buache(in Vallega, 1984) che pur partendo da un presupposto di appartenenza ad un elemento naturale non risponde alla classificazione comptiana

della superficie terrestre. Si tratta infatti del presupposto della regione possibilista vidaliana come precisa Claval (Vallega, 1984) all'interno della quale l'uomo ha iniziato un percorso di adattamento.

2. Aspetti metodologici: uso del gis

L'elaborazione dei dati appare abbastanza semplice rispetto la loro preparazione, si rende infatti necessario superare alcune difficoltà dal punto di vista dell'analisi geografica. Il dato sull'edificato deve essere inquadrato rispetto le variabili spaziali di distanza dalla foce e dall'asse principale, mentre per la prima il calcolo risulta agevole per la distanza dall'asse occorre fare una precisazione. La distanza si calcola tra due punti e quindi bisogna esplicitare da quale punto e verso punto della linea viene effettuato il calcolo. Attraverso gli strumenti gis è possibile invertire il problema, infatti è possibile calcolare un "buffer" rispetto una determinata linea, di conseguenza tutti i punti che si trovino all'interno della nuova zona delimitata si trovano ad una distanza minore uguale di quella utilizzata per la creazione del "buffer".
La procedura è stata in python in maniera da poter effettuare un ciclo, si parte dal buffer del reticolo principale Ispra, cui si aggiunge un buffer esterno di 1km. Ad ogni ciclo si effettua l'append in un altro shape che costituisce il risultato finale. La procedura si itera 30 volte e copre l'intero territorio del bacino idrografico del Po.
Per quanto concerne la distanza dalla foce, come noto trattandosi di un delta, reticolo principale interseca la linea di costa in tre punti. La procedura in python è analoga a quella effettuata per la distanza dall'asse.
Ottenuti i due shape con le fasce di distanze si è proceduto ad effettuare un join spaziale con i centroidi interni delle sezioni di censimento del 2001, ritenuti i punti geograficamente più rappresentativi della sezione.

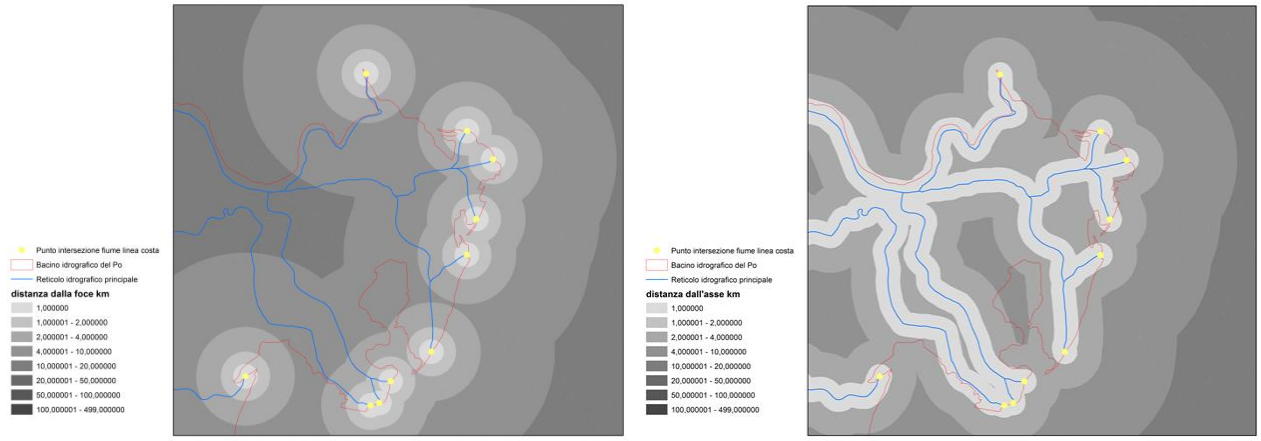


Figura 1 Particolare della costruzione della matrice delle distanze, elaborazione su dati Istat, Ispra

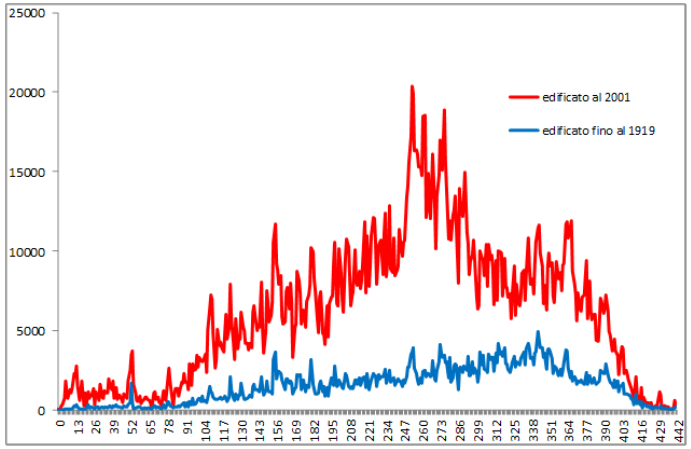
3. Distribuzione edificato

Per quanto una carta offra un livello informativo immenso, si tratta pur sempre della riduzione su piano bidimensionale di almeno tre dimensioni in questo caso addirittura quattro. E' difficile riuscire a comprendere l'evoluzione di un fenomeno rispetto alle dimensioni fisiche dello spazio in esame (distanza dalla foce, asse del fiume, altimetria) e sintetizzarne un'evoluzione spaziale. Ricorrendo ai ben noti metodi statistici l'andamento dei baricentri dell'edificato esistente alle diverse epoche di costruzione ci offre un andamento verso il mare (a destra del nostro spazio raffigurato in Figura 2.d) ancora più veloce risulta lo spostamento nella stessa direzione presentato dal nuovo edificato. Un andamento complessivo che si evince anche dal confronto tra la distribuzione dell'edificato iniziale e finale rispetto alla distanza

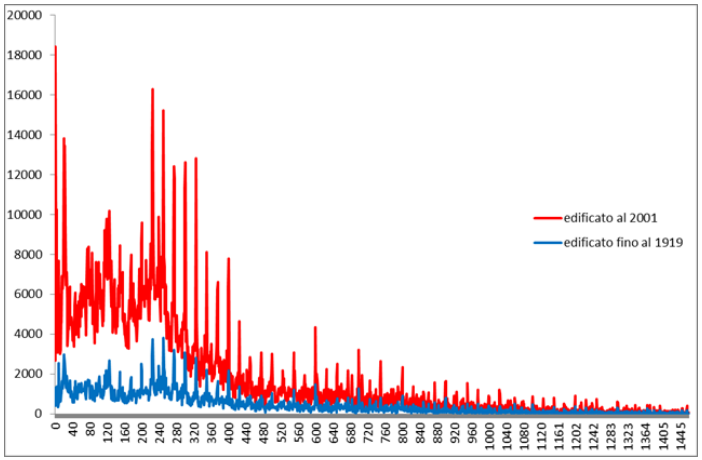
dalla costa: se la distanza modale dalla foce si colloca all'incirca a 340km, quella del nuovo edificato invece si posiziona a circa 250km (Figura 2. a)).
Conferma di questa lettura è che lo spostamento verso la costa è associato ad un nuovo edificato (Figura 2. b) più frequente a basse altimetrie. Quando si passa a verificare la distribuzione rispetto l'asse del fiume(Figura 2.c) il discorso diventa più complesso in base alla disponibilità di spazio per il nuovo edificato.

4. Conclusioni e sviluppi futuri

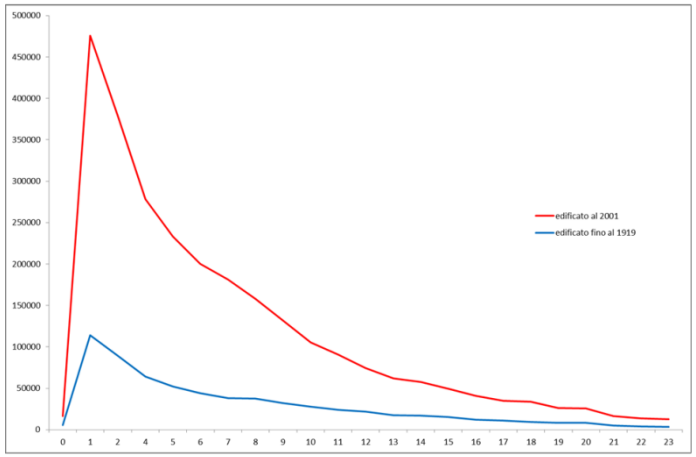
Per quanto concerne l'edificato si sono rilevati degli andamenti concordi con la teoria geografica. In primo luogo lo spostamento verso il mare riconferma la consolidata lettura di Hamblock. Questa è naturalmente legata all'altimetria, perchè scendere verso il mare significa andare verso il basso. In questo studio si è rilevato ad un fattore di scala più elevato un movimento locale di avvicinamento verso l'asse che cambia direzione nelle diverse epoche, un processo in cui la saturazione degli spazi induce ad allontanarsi per poi riavvicinarsi magari in una zona più distante dal centro urbano. Il tentativo di regionalizzazione non ha dato risultati chiari per quanto riguarda il contenuto informativo, ma resta chiaro invece il contributo deterministico nello sviluppo territoriale.
Facciamo ora qualche considerazione sul piano delle analisi sinora svolte e delle prospettive future. L'universo oggetto di analisi è costituito dalle oltre 100.000 sezioni di censimento comprese nell'area in questione. Un'analisi descrittiva delle relazioni che intercorrono a livello di sezione tra l'edificato ad uso abitativo per epoca e variabili indipendenti come le distanze dalla foce e dall'asse del fiume e l'altimetria, mostra che le migliori funzioni interpolanti sono dei polinomi di grado elevato. Una prima analisi è stata condotta ricorrendo alle funzioni *spline* implementate con il software R che permettono di individuare l'ordine del polinomio garantendo il miglior adattamento ai dati individuati da una serie di nodi, dati dalle coordinate di ciascuna sezione nel sistema x,y di riferimento. Dove y sta per l'edificato nelle 7 epoche (fino al 1919, dal 1919 al 1945, dal 1946 al 1961, dal 1962 al 1971, dal 1972 al 1981, dal 1982 al 1991, dal 1992 fino al 2001) e x per le variabili "distanza dall'asse", "distanza dalla foce" e "altimetria". Tentativi di una categorizzazione delle variabili indipendenti in opportune modalità che possano consentire di cogliere la relazione lineare con il numero di edifici non ha tuttavia trovato riscontro nell'analisi dei dati. Il *fitting* dei modelli di regressione lineare multipla applicati ai dati strutturati in formato *panel* (ovvero considerando come singola osservazione ciascuna sezione di censimento in ciascuna delle sette epoche) è risultata infatti non soddisfacente. Questa tipologia di analisi può tuttavia dar luogo ad ulteriori approfondimenti. Un altro tentativo di analisi sinora condotto ha riguardato le opportunità di classificazione delle sezioni per composizione dell'edificato in base all'epoca di costruzione. Visto l'elevato numero di unità elementari l'applicazione più opportuna è quella di una



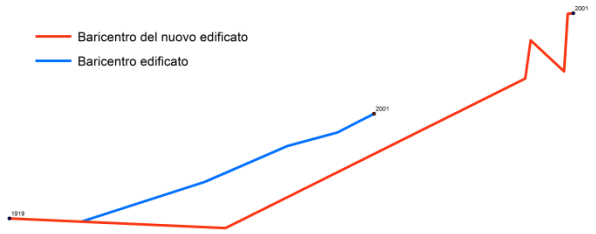
a) distribuzione dell'edificato per distanza dalla costa



b) altimetria ed epoca di costruzione



c) distanza dall'asse del reticolo fluviale



d) andamento dei baricentri dell'edificato esistente e nuovo

Figura 2 Principali spostamenti dell'edificato

strategia mista di *cluster analysis* con tecnica *k-means* non gerarchica e successivamente una tecnica gerarchica. Gli esiti forniscono al momento risultati di non immediata interpretazione e comunque suscettibili di ulteriori approfondimenti.

Riferimenti

Gentileschi, M. (1991). *Geografia della popolazione*. Roma: NIS.

Kummu, M., & Varis, O. (2011). The world by latitudes: A global analysis of human population, development level and environment across the north–south axis over the past half century. *Applied Geography*, *31*(2), 495–507. doi:10.1016/j.apgeog.2010.10.009

Maindonald, J. (2010) *Smoothing Terms in GAM Models* Reference manual: Package 'gam' in http://cran.r-project.org/

Vallega, A. (1984). *Geografia regionale: avviamento metodologico* (1a ed.). Bologna: Pàtron.

Note

Frutto di un lavoro comune sono da attribuire a G. Salvucci i paragrafi 1,2 , L. Marcone il paragrafo 3 e 4

Analisi multimporale delle trasformazioni del paesaggio lombardo

AUTORI

Giovanni Lombardo – Istat - Lombardo@istat.it
Gianluigi Salvucci – Istat - salvucci@istat.it

Parole chiave: Ipercubo geografico; Uso del suolo; Regione Lombardia

ABSTRACT

Scopo del presente lavoro è quello di sintetizzare in chiave quantitativa le trasformazioni intercorse nel territorio della regione Lombardia attraverso le analisi delle carte di copertura di uso del suolo. Per raggiungere questo obiettivo dopo aver costruito un geodatabase contenente le informazioni geografiche si è proceduto ad elaborare le matrici di transizione tra i diversi periodi di riferimento. L'analisi e la restituzione dei risultati viene effettuata a diverse scale geografiche offrendo una visione completa dell'antropizzazione intercorsa nel territorio. In particolare si è evidenzia l'analisi diacronica del consumo di suolo naturale in favore dell'urbanizzato, distinguendo al suo interno la diffusione e trasformazione dell'urban-sprawl.

1. Le matrici di transizioni

L'interpretrazione della cartografia risulta un fattore sempre più complesso soprattutto per le applicazioni nell'ambito della pianificazione territoriale che richiede sempre più spesso l'analisi di indicatori territoriali e la loro misurazione. In questo ambito risulta fondamentale un ritorno ad un'analisi quantitativa capace di misurare le caratteristiche del paesaggio. Tutto questo non è sufficiente a poter giudicare gli interventi da porre in essere e poter giudicare gli effetti delle azioni intraprese. Il pregio di un'analisi di tipo geografico è indubbiamente quello di essere in grado di misurare le variazioni di uso del suolo intercorse a prescindere dalle ripartizioni amministrative esistenti. La letteratura propone innumerevoli lavori che utilizzano una metodologia consolidata con la matrice di transizione dell'uso del suolo. La matrice si costruisce per sovrapposizione degli usi nelle diverse epoche e riportata nelle celle le superfici comuni. Le analisi dell'evoluzione dell'uso del suolo trovano applicazioni sia descrittive che predittive (López, Bocco, Mendoza, & Duhau, 2001) e naturalmente dipendono della risoluzione spaziale con la quale sono costruiti i dati geografici che si andranno ad esaminare.
Nel caso in esame il confronto intertemporale dell'uso del suolo 1954-1980-2007 risente di metodologie differenti. Dalla cartografia risulta evidente come la risoluzione del dato sia via aumentata nel tempo e quindi difficilmente esauriente se si scende troppo nel dettaglio. Tuttavia si ritiene che data l'estensione della scala d'analisi, l'intera regione amministrativa della Lombardia, e il lunghissimo intervallo sulla scala temporale 1954-2007 i risultati ottenuti sono molto apprezzabili la descrizione evolutiva dell'area.

In questo studio si parte dalla costruzione di un ipercubo geografico ottenuto dall'integrazione delle diverse matrici di transizioni tra le diverse epoche. Il database ottenuto è una fonte inesauribile di informazioni che vengono presentate in questo lavoro preliminare al mero scopo esemplificativo.

2. Dati e metodi

Grazie al geoportale della Regione Lombardia è possibile reperire i dati in formato vettoriale relativi all'uso del suolo 1954/80/07 secondo la classificazione Corine. Tra le operazioni preliminari da effettuare la verifica dell'utilizzo dello stesso sistema geografico di riferimento, ed in particolare l'eventuale riproiezione in un sistema di coordinate proiettate sul piano per poter effettuare le operazioni di analisi spaziale, in questo caso si è scelto WGS UTM 32 nord trattandosi della Lombardia.
Le informazioni dell'uso del suolo contenute fino al quarto livello Corine sono state dapprima aggregate per agevolare l'analisi in particolare l'ipercubo desiderato vorrà esplicitare l'evoluzione del tessuto urbano pertanto si è scelto di utilizzare il quarto livello per individuare il tessuto continuo e differenziarlo da quello discontinuo. Per la parte non antropizzata si è scelto di lasciare aggregato principalmente al primo livello. La natura della scelta è del tutto arbitraria, pertanto si è costruito utilizzando un model builder uno strumento che possa automatizzare il processo scegliendo parametri differenti. Il processo parte dalla scelta dei tre elementi vettoriali che rappresentano i diversi usi del suolo cui viene aggiunto un campo per effettuare l'aggregazione. È infatti grazie a questo campo che viene effettuato il dissolve ottenendo il grado di accuratezza desiderato. A questo punto si intersecano spazialmente il primo e il secondo uso del suolo per poi intersecarlo successivamente con il terzo. la necessità di effettuare un ulteriore dissolve serve a semplificare in un unico record la tripla dei tre diversi usi del suolo alle diverse epoche. La procedura si conclude con il calcolo delle aree nell'unità di misura desiderata.
Si proceduto ad un'armonizzazione dei tre contenuti in maniera da renderli confrontabili e successivamente si proceduto ad una semplificazione accorpando a livelli superiori per facilitare l'analisi rispetto il tessuto urbano.

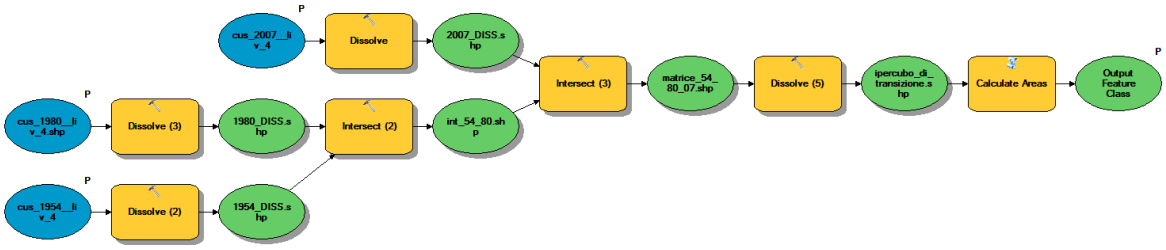


Figura 1 Diagramma del processo di costruzione dell'ipercubo di transizione geografica

3. Risultati

Dalla sovrapposizione dei livelli dell'uso del suolo nelle tre epoche si evince immediatamente un enorme sviluppo delle superfici artificiali. La contrapposizione dei tassi di variazione rispetto il 1954 e successivamente rispetto il 1980 mostra due velocità nei diversi periodi. L'espasione urbana è avvenuta per tappe successive a danno delle superfici non antropizzate con una velocità iniziale notevolmente superiore al periodo successivo

Tabella 1 - Distribuzione della composizione dell'uso del suolo e sue variazioni

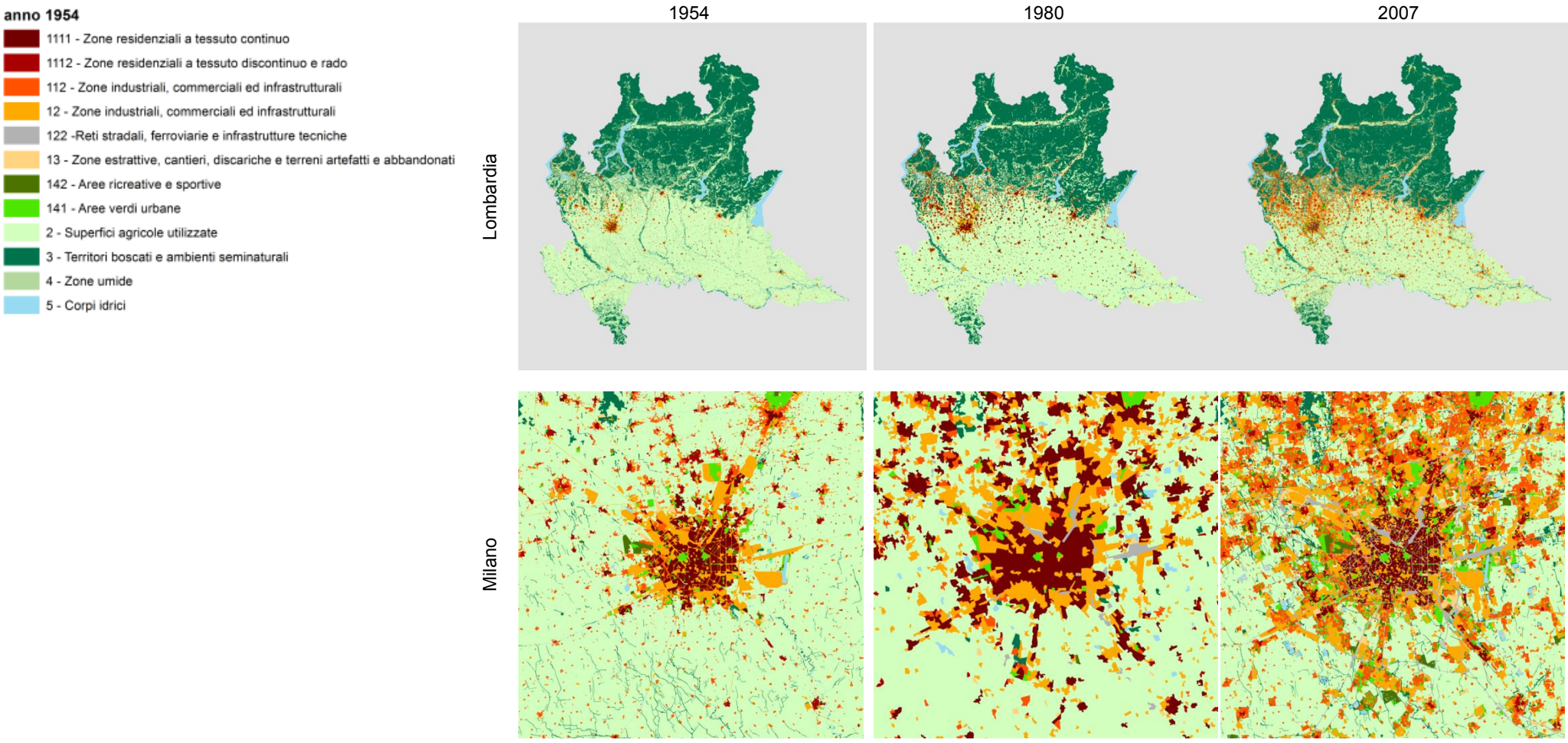
uso del suolo		1954	1980	2007	var 54-80	var 80-07
1	Superfici artificiali	4,19%	8,14%	14,08%	94,06%	72,97%
2	Superifici agricole utilizzate	55,39%	52,88%	43,71%	-4,54%	-17,34%
3	Territori boscati e ambienti semi naturali	37,04%	35,78%	38,82%	-3,40%	8,49%

4	Zone umide	0,21%	0,19%	0,13%	-6,96%	-29,81%
5	Corpi idrici	3,17%	3,01%	3,26%	-4,90%	8,17%
		100,00%	100,00%	100,00%		

invariata (somma delle superfici lungo la diagonale evidenziata in grigio) pari al 83%. In particolare il tessuto antropizzato è aumentato del 10.13% della superficie totale passando dal 4.19% (1954) al 14.08 (2007). Seguendo il modello di Sinclair (in Lloyd, 1986) la maggior trasformazione è avvenuta a danno dell'agricoltra che è passata dal 55.39 (1954) al 43.71% (2007). Questa trasformazione in particolare implica un cambiamento notevole del paesaggio che toglie il tessuto rurale in favore dell'antropizzato. Dalla visione comparata della cartografia regionale, qui riportata si evince bene l'espansione del tessuto urbano intorno alla zona di Milano.

Tabella 2 - matrice di transizione totale 1954-2007, kmq

Uso del suolo	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**totale 1954**
1		943,80	33,17	22,48	0,05	1,68	1.001,19
2	0,23	2.239,49	9.949,08	969,93	10,21	52,21	13.221,15
3	0,24	170,40	410,98	8.206,81	2,04	50,69	8.841,15
4		0,98	18,50	4,53	18,80	6,33	49,15
5		5,88	20,66	61,63	0,99	667,13	756,29
totale 2007	0,46	3.360,55	10.432,38	9.265,39	32,10	778,04	23.868,92



Supplemento al n° 2-2014 di GEOmedia - ISSN 1128-8132

Figura 2 - Carte dell'uso del suolo utilizzate nella costruzione dell'ipercubo di transizione geografica.

Supplemento al n° 2-2014 di GEOmedia - ISSN 1128-8132

4. Analisi delle trasformazioni del tessuto urbano

Entrando nel dettaglio del tessuto urbano nelle sue principali suddivisioni continuo e discontinuo l'ipercubo offre una visione diacronica della sua trasfromazione. La Tabella 3 esprime la composizione percentuale del tessuto urbano per sovrapposizione all'uso del suolo del 1954, dal suo esame si evince che sono il 64% della superficie del 2007 ha questo uso fin dall'epoca precedente. Maggiore la quota della città consolidata 75% contro il 60% di quella continua, il che dimostra l'esistenza del proliferarsi del fenomeno dell'urban sprawl. Si vede che il tessuto discontinuo se il maggiore attore della trasformazione delle superfici agricole utilizzandone l'11% per incrementare la sua superficie. Bisogna prendere atto che la superficie di tessuto continuo ha trasformato una quota importante di tessuto industriale ben il suo 16% era destinato a questo uso nel 1954.

Tabella 3 - matrice di provenienza del tessuto urbano del 2007 rispetto il 1954

		Zone residenziali a		Zone residenziali nel 2007
uso suolo		tessuto continuo	discontinuo e rado	
2	Superifici agricole utilizzate	3%	11%	9%
3	Territori boscati e ambienti semi naturali	0%	2%	1%
4	Zone umide	0%	0%	0%
5	Corpi idrici	0%	0%	0%
12	Zone industriali, commerciali ed infrastrutturali	16%	7%	9%
13	Zone estrattive, cantieri, discariche e terreni artefatti e abbandonati	0%	0%	0%
112	Zone residenziali a tessuto discontinuo e rado	2%	9%	8%
122	Reti stradali, ferroviarie e infrastrutture tecniche	0%	0%	0%
141	Aree verdi urbane	0%	1%	1%
142	Aree ricreative e sportive	0%	0%	0%
1111	Zone residenziali a tessuto continuo	75%	60%	64%
1112	Zone residenziali a tessuto discontinuo e rado	2%	9%	8%
	Totale	100%	100%	100%

5. Conclusioni e sviluppi futuri

L'ipercubo di transizione geografico è una fonte innumerevole di potenziali analisi sull'argomento, come si è detto in questo lavoro preliminare si è volute saggiare una metodologia per poterla ampliare nel future inserendo dati socio economici al fine di poter entrare nel merito delle cause che hanno portato alle trasformazioni in atto.
Risultata sempre più evidente a giudizio degli autori, la necessità di un utilizzo sempre più intense di tecniche di sintesi di analisi spaziale per agevolare la pianificazione territoriale.

Riferimenti

Corine (1993) - *Land Cover*. Guide tecnique. CECA-CEE-CEEA. Bruxelles

Lloyd, P. (1986). *Spazio e localizzazione : un'interpretazione geografica dell'economia* ([5ª ed.].). Milano: Franco Angeli.

López, E., Bocco, G., Mendoza, M., & Duhau, E. (2001). Predicting land-cover and land-use change in the urban fringe. *Landscape and Urban Planning*, *55*(4), 271–285. doi:10.1016/S0169-2046(01)00160-8

Note

Frutto di un lavoro comune sono da attribuire a G. Lombardo i paragrafi 1 e 2 e G. Salvucci i paragrafi 3 - 4 le conclusioni in comune ai due autori

Classificare il territorio lombardo. Il periurbano: tra città e campagna

AUTORI

Matteo Colleoni - Università degli Studi di Milano-Bicocca - matteo.colleoni@unimib.it
Simone Caiello - Università degli Studi di Milano-Bicocca - s.caiello@campus.unimib.it

Parole chiave: periurbano; accessibilità; area metropolitana; indicatore ecologico; kernel density

ABSTRACT

Collocato attorno piuttosto che ai confini delle città, il periurbano è normalmente considerato un territorio ibrido di cui è difficile dare una definizione nonchè indicare la precisa collocazione geografica, composto da insediamenti che, sebbene posti in aree ex rurali, riproducono alcuni caratteri della città (importante presenza di territorio edificato, di occupazione nei settori secondario e terziario e presenza di stili di vita urbani). Il paper propone una lettura analitica del peri-urbano che supera i limiti dei tentativi tradizionali di classificazione del territorio, vincolati alla scala comunale, troppo grande, e mostra i risultati della sua applicazione empirica alla regione Lombardia. Nello specifico utilizzando le tecniche GIS si sono analizzati i dati socio-demografici forniti dal Censimento 2001 in un'ottica spazialista, concretizzatasi nello studio della distribuzione di un indice morfologico di metropolitanità ed urbanità appositamente costruito, basato sulla misurazione dell'accessibilità pedonale ai servizi di vicinato e la loro densità, nonché della densità di popolazione e di funzioni metropolitane presenti nel territorio, che ha permesso di differenziare il territorio lombardo in otto diverse zone e di intercettare in particolare quelle definite periurbane.

1. Introduzione

Tra i fenomeni di maggior interesse nel campo delle trasformazioni territoriali si colloca legittimamente quello dello sviluppo e dell'espansione del peri-urbano. Con tale termine ci riferiamo al territorio in cui trovano luogo insediamenti che sebbene posti in aree ex rurali posseggono i caratteri della città in termini

di elevata consistenza di territorio edificato, di occupazione nel settore terziario e, soprattutto, di presenza negli abitanti di modi di vivere urbani. Molti lavori hanno recentemente indagato tali territori, nella prospettiva di identificarli, individuarli e di studiarne gli effetti sull'ambiente o più in generale i costi (progetto PLUREL, 2007-2010; PURPLE, per citare solo alcuni dei più recenti e di livello europeo), dando luogo ad una discussione ricca, ma che sostanzialmente ha fatto molta fatica ad individuare criteri operativi per la loro localizzazione, affidandosi a indicatori tradizionali quali la percentuale di superficie urbanizzata, di occupati nei settori secondario e terziario, la dimensione demografica proprie dei diversi comuni analizzati. Il lavoro qui introdotto vuole proporre una modalità innovativa nello studio delle aree peri-urbane adottando un approccio spazialista e non tanto o solo statistico, per superare la forte rigidità di cui quest'ultimo spesso soffre, non essendo in grado di rappresentare l'aspetto spaziale dei fenomeni in quanto vincolato agli ambiti territoriali (siano essi amministrativi o statistici) ai quali le informazioni ed i dati si riferiscono per loro natura. Come ricordava il prof. Martinotti in uno dei suoi ultimi contributi: (Arcipelago Milano , 2013)[1] "[...]La dominanza metropolitana, come molti altri fenomeni insediativi è relativamente indipendente dalle gabbie amministrative che disegnano il territorio istituzionale", dunque il modo migliore per studiarli è quello di superare questi vincoli, e riconoscere la rilevanza spaziale dei fenomeni, utilizzando di conseguenza strumenti che la possano rilevare.

2. La struttura insediativa del periurbano

In molta letteratura è oggi condivisa la convinzione che il territorio peri-urbano si differenzi da quello sub-urbano, assimilabile alle periferie e ai sobborghi urbani, per il fatto di avere una più contenuta densità di abitazioni, servizi e luoghi di lavoro e una maggiore marginalità geografica e funzionale. Questi elementi danno al peri-urbano un carattere di insularità, ovvero di discontinuità residenziale e di separazione dai centri abitati maggiori, (Bauer G., Roux J.M., 1976) molto simile a quello che è possibile trovare nelle aree rurali, dove le aree edificate sono intervallate da ampi e frequenti spazi naturali o coltivati. Da quest'ultime però il peri-urbano si discosta per la marcata vocazione manifatturiera e terziaria, per la maggiore interconnessione e dipendenza dai centri urbani e per la presenza, tra i suoi abitanti, di modi di vita urbani. Questi ultimi sono una conseguenza diretta della forte interconnessione funzionale esistente tra questi ambienti e quelli urbani, verso i quali la popolazione peri-urbana si trova a trasferirsi quotidianamente per raggiungere il posto di lavoro o di studio. Accanto all'insieme dei caratteri riconosciuti dalla letteratura sulle aree metropolitane come tipici delle corone metropolitane (alta percentuale di occupati nei settori non agricoli, dipendenza funzionale da una o più città centrali), una grande importanza per la natura dei territori peri-urbani, prodotto della discontinuità morfologica rispetto ai grandi agglomerati urbani, è ricoperta dalla grande mobilità, generata per motivi non solo lavorativi, che rende possibile la forte interazione tra le diverse parti del territorio. Non è un caso che il peri-urbano sia da più parti riconosciuto come il regno dell'automobile (Bergamaschi, 2002), essendo le abitazioni disperse e distanti dai luoghi attrattori. Ne deriva perciò una bassissima accessibilità di tipo pedonale ai servizi, che invece raggiunge valori elevati nelle zone a maggior livello di urbanità, dove la densità di

[1] Reperibile all'indirizzo http://www.arcipelagomilano.org/archives/26632 (ultima consultazione 18-03-2014)

abitanti genera una maggiore densità anche di offerta di servizi, ovvero di opportunità più facilmente raggiungibili anche senza l'uso di un mezzo di trasporto.
Adeguatamente operativizzata ed utilizzata nel processo di analisi dunque, tale proprietà può fungere da chiave di lettura del territorio e da strumento di individuazione dei diversi gradi di urbanità e delle diverse tipologie di aree che lo compongono.

3. Una proposta analitica: la zonizzazione metropolitana

3.1 L'accessibilità quale indicatore di urbanità

L'accessibilità è stata dunque tradotta operativamente rapportando tra loro due elementi: gli ambiti di vicinato, che costituiscono lo spazio nel quale una data popolazione, utenza potenziale, si trova a risiedere e i bacini di accessibilità pedonale ai servizi, ambiti all'interno dei quali un servizio è pedonalmente fruibile per chi vi risiede (Guagliardo, 2004). Questi sono stati operativizzati tramite due indicatori: la densità demografica e la densità dei servizi di vicinato consistenti, il primo, nel numero di residenti e, il secondo, nel numero di addetti nelle scuole primarie, nei bar e nei negozi al dettaglio[2]. Ricostruita la loro distribuzione nel territorio tramite l'applicazione di un modello di analisi spaziale *kernel* secondo la logica dell'analisi gravitazionale (Hansen, 1959; Ingram, 1971), si è potuto in questo modo rappresentare la porzione di spazio costitutiva delle aree di vicinato e di accessibilità ai servizi, assunte come una fascia di territorio di 400 m di raggio posta attorno alla localizzazione delle residenze o dei punti di servizio[3] (Castrignanò, 2012), all'interno delle quali si registravano diversi valori di densità di popolazione e servizi a seconda della loro consistenza. Il modello infatti, consente di rappresentare la densità di una proprietà come una funzione continua che si distribuisce radialmente a partire da ciascuno dei punti-sezioni in cui è stato suddiviso il territorio lombardo, fornendo come prodotto una superficie di densità (Boffi, 2012). Dal rapporto tra le superfici dei due indicatori si è ottenuto così un indice sintetico, morfologico, di urbanità. È stata dunque ricostruita l'impronta di urbanità presente nella regione, basata non tanto, come negli studi tradizionali, sulla distribuzione della superficie edificata, ma sulla localizzazione dei diversi gradi di accessibilità ai servizi per una data densità di popolazione presente sul territorio.
Esprimibile nella densità di servizi di vicinato per abitante, l'indice di urbanità assume un valore basso quando la densità dei residenti e dei servizi sono inferiori, rispettivamente, a 800 abitanti e a 20 addetti per Km^2, alto quando gli stessi sono superiori a 5.617 abitanti e a 4.860 addetti per Km^2 e medio nei casi compresi tra i valori intermedi. Assumendo il fatto che i valori bassi siano caratteristici delle aree rurali e quelli alti di quelle urbane, la presenza di valori intermedi ha fornito una prima indicazione sulla localizzazione del peri-urbano. Questo, caratterizzato da valori intermedi di urbanità si trova distribuito in buona parte della regione (figura1), arrivando a costituire anche le periferie dei grandi centri e i sobborghi.

[2] con riferimento al Censimento della popolazione e delle abitazioni e alla classificazione Ateco del Censimento dell'industria e dei servizi del 2001
[3] Per ragioni operative si è approssimata la localizzazione di entrambe al centroide della sezione di censimento cui si riferivano i dati.

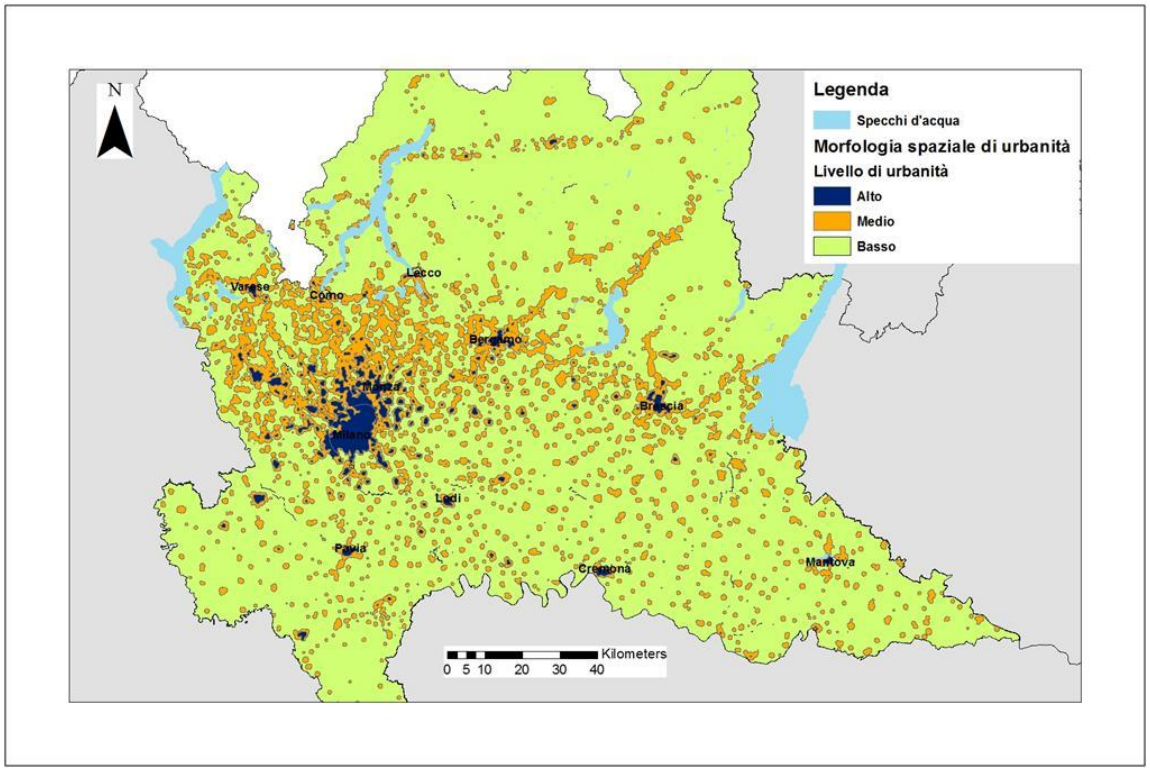


Figura 1 – Morfologia spaziale di urbanità. Fonte: Nostra elaborazione su dati Istat 2001.

3.2 Il grado di metropolitanità

Il fatto che le aree peri-urbane coincidano spesso con quelle sub-urbane ricorda che non tutte possano essere considerate tali, difettando l'analisi finora condotta della considerazione di due altri importanti aspetti, quello della contiguità territoriale e della densità degli spostamenti in entrata e in uscita degli abitanti. La contiguità territoriale e la densità dei flussi, unitamente a quella dei servizi, rappresentano gli indicatori costitutivi di un indice sintetico di metropolitanità, già utilizzato in passato per identificare e localizzare le aree metropolitane in Italia (Boffi, e Palvarini, 2011). Questo permette di classificare il territorio lombardo in 4 zone: *core* metropolitano, sub-poli metropolitani, frangia o corona e territorio non metropolitano (figura2).

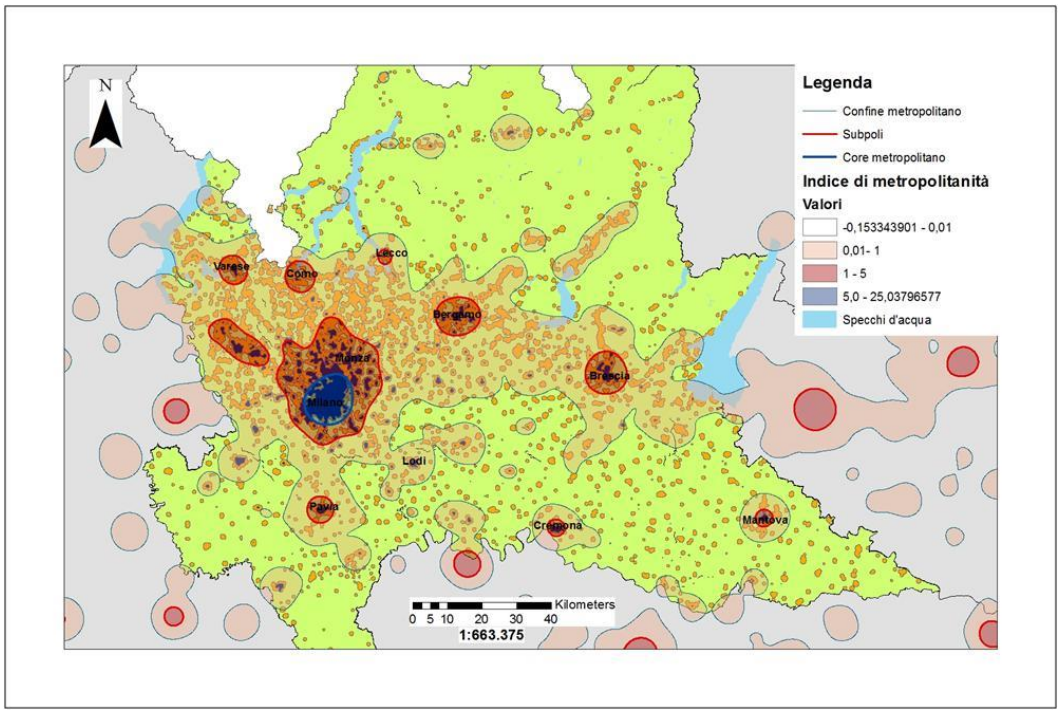


Figura 2 – Indice di metropolitanità. Fonte: Nostra elaborazione su dati Istat 2001.

Come assodato in letteratura il peri-urbano è una tipologia di insediamento che trova collocazione nelle zone di corona metropolitana (Martinotti, 1999), perciò tale ulteriore suddivisione del territorio secondo il grado di metropolitanità permette di differenziare ulteriormente le aree dal livello intermedio di urbanità, evidenziando quali di queste siano collocate all'interno delle zone di fascia metropolitana potendo così essere definite correttamente peri-urbane.
Dall'incrocio dei due indici (urbanità e metropolitanità) emergono infine 8 diverse zone (tabella 1 e figura 3):

Tabella 1 - Zonizzazione del territorio lombardo

		Indice di urbanità		
		Alta urbanità	Media urbanità	Bassa o nulla urbanità
Indice di metropolitanità	Core	Nuclei centrali del core	Periferia	Residuale
	Subpoli metropolitani	Nuclei dei subpoli	Periferie/Sub-urbano	Residuale
	Frange	Centri in transizione	Peri-urbano	Residuale
	Territorio non metropolitano	*	Rurale	Residuale

* non si registra un numero significativo di casi in questa zona

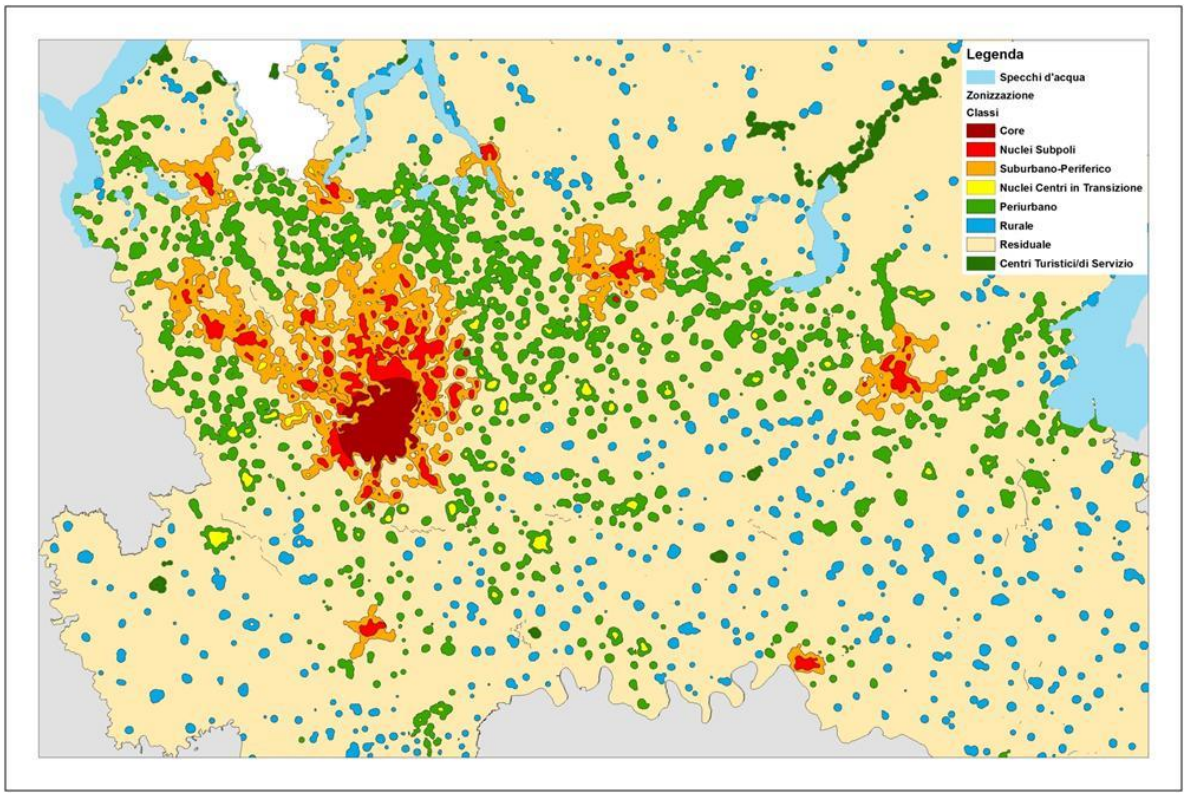


Figura 3 – Zonizzazione metropolitana Fonte: Nostra elaborazione su dati Istat 2001.

4. Le zone in breve

Muovendosi dalle aree a maggior grado di metropolitanità ed urbanità verso quelle a minor livello dell'una e dell'altra, leggendo dunque la tabella 1 dall'alto a sinistra, si incontrano nell'ordine:

1- Il Nucleo centrale del core, costituito dal cuore dell'area metropolitana caratterizzato dalla presenza di alta urbanità (e quindi elevata densità di popolazione e servizi) e dal livello massimo di metropolitanità registrabile. In Lombardia esso è rappresentato dal centro del comune capoluogo, Milano (figura 1).
2- I Nuclei dei sub-poli. Questi sono i punti connotati da elevata urbanità e metropolitanità, posti però nella fascia metropolitana. Corrispondono ad alcune città di confine (ex periferiche) del *core* metropolitano, quali Monza, Paderno Dugnano e Rho, e alle città capoluogo di provincia.
3- Le Periferie. Sebbene poste nel *core* metropolitano presentano un grado medio di urbanità. Esse si trovano unicamente ai margini dell'abitato della città di Milano, presentano un livello più basso di densità di funzioni ma un'elevata continuità con il territorio del comune capoluogo. Dal punto di vista analitico possono essere approssimate alla categoria in seguito denominata Periferie/sub-urbano.
4- Le Periferie/sub-urbano rappresentano dunque le periferie del polo metropolitano e dei nuclei dei sub-poli connotate da media urbanità ed elevata contiguità territoriale rispetto ai poli. Sono visibili nell'estesa area a nord di Milano caratterizzata dalla presenza di comuni di dimensioni medio-grandi e dall'elevata urbanizzazione del territorio che difatti produce una superficie quasi ininterrotta di abitazioni la quale connette fisicamente il *core* ai centri minori ormai compresi in un'estesa conurbazione che tende a rarefarsi e ad assumere una struttura morfologicamente più frammentata man mano che cresce la distanza con il *core* e i sub-poli metropolitani, tramutandosi quindi in periurbano (cfr. Peri-urbano).
5- I Centri in transizione sono i nuclei ad elevata urbanità collocati nelle frange metropolitane. Rispetto alle aree peri-urbane, in cui sono posti, essi presentano una maggiore densità insediativa. Sono visibili in città come Treviglio (BG) ma anche in altri centri di medie dimensioni distribuiti nel territorio peri-urbano a sud-est del *core* metropolitano, probabilmente centri il cui grado di metropolitanità ed urbanità è in crescita, tale da comportarne la migrazione verso i livelli superiori della gerarchia territoriale.

6- Il Peri-urbano, oggetto del presente contributo, è costituito dalle aree di media urbanità, poste nelle frange metropolitane e, quindi, contraddistinte da bassa contiguità con il centro metropolitano e, viceversa, da elevata prossimità alle zone rurali. Sebbene collocato per definizione nelle frange metropolitane, esso assume caratteristiche morfologiche differenti a seconda della porzione di queste in cui ha sede: mentre in prossimità dei grandi centri, in particolari nella zona a nord di Milano, presenta una struttura lineare in continuità con gli insediamenti suburbani, nel territorio a est e sud del *core* esso acquista il connotato di insularità che lo tipizza. Ciò è certamente dovuto alle caratteristiche specifiche di tali aree: le prime sperimentano una maggiore vicinanza (anche in termini funzionali) alla città di Milano e il suo hinterland, le seconde invece sono collocate o ai margini dell'area metropolitana (sud) o in uno spazio intermedio tra diversi sub-poli, subendo quindi l'influenza di varie località centrali rimanendone però morfologicamente indipendenti (est).
7- Il Rurale rappresenta il territorio a medio-bassa urbanità collocato, rispetto al peri-urbano, al di fuori dell'area metropolitana. La localizzazione esterna all'area metropolitana e la presenza di piccoli nuclei di insediamento lo differenzia dal territorio residuale che comprende le aree a bassa o nulla urbanità distribuite su tutto il territorio regionale e comprendente i parchi urbani, le aree naturali, quelle industriali e i centri rurali di piccole dimensioni.
8- I Centri turistici e di servizio, infine, sono aree di insediamento di media urbanità posti all'esterno dell'area metropolitana che, ospitano località turistiche o centri di servizio caratterizzati da un elevato livello di densità di funzioni e di flussi in entrata. Ne sono un esempio Sondrio, Mortara e i comuni della val Camonica, ad esempio Boario.

5. Osservazioni conclusive

Da una breve osservazione della distribuzione della popolazione si nota immediatamente quanto già affermato in letteratura, ovvero che la maggioranza di questa si trova nelle zone a livello di urbanità almeno medio (80% circa, ovvero poco più di 7 milioni di abitanti al 2001) le quali costituiscono poco più del 12% del territorio regionale (2.794 km^2). Il periurbano rappresenta nello specifico il 58% circa del totale della superficie ad urbanità almeno media, ovvero circa il 7% del totale regionale. In esso si concentra anche la maggioranza relativa della popolazione lombarda, circa il 24% del totale, una piccola proporzione se si considera che pur rappresentando un terzo circa della popolazione residente in aree di tipo urbano occupa più della metà del territorio da esse coperto. Il dato tuttavia non deve stupire, anzi, viene a confermare le indagini precedenti in tema di analisi territoriale che vedevano il periurbano definito come area dalla bassa densità di edificato e popolazione, in affinità con le aree dal carattere rurale.

Bibliografia

Bauer G., Roux J.M., 1976, *La rurbanisation ou la ville éparpillée*, Edition du Seuil, Paris.

Bergamaschi M., 2002, «Il periurbano: una specificità ormai riconosciuta. Il dibattito in Francia», in *Sociologia Urbana e Rurale,* n.69, pp.37-61.

Boffi M., Palvarini P., (2011), "Flussi di mobilità e definizione delle aree metropolitane", Sociologia Urbana e Rurale, 94, pp. 62-85.

Boffi M., 2012, «Metodo e misurazione dell'accessibilità urbana», in Castrignanò M., Colleoni M.,

Pronello C., *Muoversi in città. Accessibilità e mobilità nella metropoli contemporanea*, Franco Angeli, Milano.

Camagni R. 1994, «Processi di utilizzazione e difesa dei suoli nelle fasce periurbane: dal conflitto alla cooperazione», in Boscacci F., Camagni R., (a cura di), *Tra città e campagna*, Il Mulino, Bologna, pp.13-89.

Castrignanò M., Colleoni M., Pronello C., 2012, Muoversi in città. Accessibilità e mobilità nella metropoli contemporanea, Franco Angeli, Milano.

Guagliardo M. F., 2004, «Spatial accessibility of primary care: concepts, methods and challenges», in *International Journal of Health Geographics, 3.*

Hansen, W. G. (1959), "How Accessibility Shapes Land Use", Journal of the American Institute of Planners, Vol. 25, n.2.

Ingram, D.R. (1971), "The concept of accessibility: A search for an operational form", Regional Studies, Vol. 5, n.2.

Martinotti G. (a cura di) (1999), «La dimensione metropolitana», Il Mulino, Bologna.

Piorr A, Ravetz J, Tosics I., 2011, «Peri-urbanisation in Europe: Towards a European Policy to Sustain Urban-Rural Futures». University of Copenhagen /Academic Books Life Sciences. 144, in http://www.plurel.net/ (consultato il 18 Marzo 2014).

Sinergia dati ISTAT e LANDSAT 8[1] per una migliore lettura di copertura del suolo

AUTORI

Stefano Mugnoli - Istituto Nazionale di Statistica (ISTAT), Roma, Italy - mugnoli@istat.it
Raffaella Chiocchini - Istituto Nazionale di Statistica (ISTAT), Roma, Italy - rachiocc@istat.it

Parole chiave: ISTAT; Basi Territoriali; LANDSAT 8; NDVI; NDBI

ABSTRACT

Le Basi Territoriali ISTAT (BT)[2], aggiornate ad ottobre 2011, sono un utile mezzo per implementare la lettura derivata da elaborazioni di immagini da satellite LANDSAT 8; queste ultime, a loro volta, possono migliorare il dettaglio dei dati ISTAT. Infatti sia le informazioni legate alle BT che quelle ricavate da algoritmi ormai standardizzati per l'elaborazione di dati satellitari, possono essere integrate tra loro in una sorta di sinergia che migliora globalmente la lettura della copertura del suolo. In questo studio sperimentale su 5 province dell'Emilia Romagna, i dati satellitari sono stati elaborati sia per una classificazione speditiva della copertura del suolo che per il calcolo di indici NDVI e NDBI. Altri dati utilizzati sono: DEM a 20m e un indice di 'slope'. Il prodotto ottenuto, pur non essendo un prodotto cartografico 'stricto sensu', può essere un utile complemento alla cartografia digitale. I dati sono stati elaborati con algoritmi ARCGIS Desktop 10 e ERDAS/IMAGINE 2013.

1. Introduzione

La trasformazione del paesaggio italiano, dal dopoguerra ad oggi, ha subito più accelerazioni per il sovrapporsi di diverse spinte: ricostruzione post-bellica, boom demografico, grande infrastrutturazione del Paese, ondate immigratorie, crescita delle famiglie mononucleari, solo per citarne alcuni.
La sovrapposizione di questi fenomeni ha avuto un ruolo rilevante nell'aumentare la domanda di superfici atte a realizzarvi abitazioni, fabbriche, autostrade, parcheggi, fabbricati ad uso produttivo, terziario e commerciale. Anche la motorizzazione di massa ha giocato un ruolo determinante, ponendo le basi per l'inedito fenomeno di dispersione insediativa, legato alla possibilità di scegliere luoghi diversi e distanti dove risiedere rispetto ai luoghi di lavoro, di divertimento e di commercio (*European Environment Agency, Urban Sprawl in Europe - the ignored challenge, EEA report n. 10/2006* [1]).
Inoltre, lo svuotamento della funzione abitativa della città, con il suo allontanamento dai centri urbani, è stato l'esito di una spinta speculativa giocata sul differenziale di valore dei suoli. Negli ultimi decenni non solo le funzioni abitative, ma anche quelle produttive e terziarie hanno conosciuto un progressivo processo di espulsione, dai centri e dalle periferie cittadine verso fasce sempre più esterne, lasciando dietro di sé crescenti vuoti urbani e generando una domanda di mobilità che rende più problematico la razionalità di qualsiasi schema di trasporto pubblico di massa.
Quanto detto sopra ha suscitato la necessità di quantificare il 'suolo consumato' in Italia dovuto ai fenomeni citati; tale necessità deriva da una preoccupazione generale legata a molteplici fattori alcuni dei quali descritti sotto:

- frammentazione del paesaggio con conseguenze su flora/fauna, ecosistemi, assetto idrogeologico;
- danneggiamento in senso socio-culturale, poiché il paesaggio è anche percezione umana ed identità culturale;
- depauperamento della qualità sociale dal momento che questa forte frammentazione porta sovente alla creazione di aree isolate/emarginate;
- aumento dei costi di urbanizzazione e fornitura dei servizi. Secondo un recente studio americano volto a stimare i costi dell'*urban sprawl*, le aree a crescita incontrollata rispetto a quelle a crescita pianificata portano a costi economici di realizzazione, e di fornitura dei servizi significativamente maggiori.

Emerge inoltre, un rapporto molto stretto fra il tema del *consumo di suolo* e quello dell'urban sprawl. Infatti, non è sufficiente considerare solo la perdita di superfici naturali o agricole ma anche la distribuzione nella matrice paesaggistica delle costruzioni ovvero la sua componente spaziale. Ad oggi nelle grandi città così come nelle aree rurali, non di rado si evidenziano situazioni con una forte frammentazione dell'edificato, pertanto anche se il consumo fisico del suolo può non apparire in termini di superficie allarmante, è comunque la sua configurazione a determinare uno scadimento generale della connettività ecologica, della qualità paesaggistica (in senso culturale) e la generale compromissione delle funzionalità dei suoli.

[1] Le immagini LANDSAT possono essere scaricate dal sito http://earthexplorer.usgs.gov
[2] Le BT ISTAT sono liberamente scaricabili dal sito http://www.istat.it/it/archivio/104317

Da ciò, considerato che l'ISTAT sul tema di consumo di suolo è stato indicato più volte nel dibattito della comunità scientifica e in proposte legislative quale referente istituzionale deputato alla produzione di adeguate misurazioni statistiche del fenomeno e che nell'ambito dei lavori della 'Commissione scientifica per la misura del benessere' (Progetto BES – Benessere Equo e Sostenibile) per i domini "Paesaggio e patrimonio culturale" e "Ambiente" emerge la necessità di disporre di ulteriori misure per la quantificazione del consumo di suolo e della dispersione insediativa, nonché per la stima dell'abusivismo edilizio, quali fattori che compromettono sia la qualità dell'ambiente sia le valenze paesaggistiche.
In relazione a quanto detto sopra, il presente documento illustra alcune linee guida relative a metodologie che potrebbero essere utilizzate per la realizzazione di una cartografia idonea a stimare, in prima battuta e a media scala, il fenomeno del consumo di suolo.

2. I dati e le elaborazioni preliminari

2.1 La classificazione dell'immagine LANDSAT

La sperimentazione presentata in questo paper è stata condotta su un'area dell'Emilia Romagna che comprende 5 province. L'immagine LANDSAT 8 scelta per coprire l'intera area oggetto dello studio è la scena LC81920292013183LGN00; come dice il nome della stessa si comprende che essa risale al 18 marzo 2013
L'immagine è stata tagliata usando I limiti amministrativi ISTAT per estrarre esattamente l'area coperta dalle province di Modena, Bologna, Ferrara, Ravenna, Forlì-Cesena.
Sono state anche utilizzate le Basi territoriali ISTAT (BT), aggiornate al 2011, il modello digitale del terreno (DEM) a 20m e i dati ISTAT relativi alla popolazione raccolti durante le operazioni censuarie del 2010.
Come prima attività, l'immagine LANDSAT è stata classificata per mezzo di un algoritmo 'unsupervised'; questo per cercare di comprendere quante classi di copertura del suolo possono essere estratte in modo ottimale dall'immagine.

Dall'analisi dei cluster, basata sul metodo della 'transformed divergence', sono state identificate 8 classi di copertura del suolo (Tabella 1).

Tabella 1 - Classificazione unsupervised: riassunto delle classi identificate

Classe	N. pixels	Interpretazione
Classe 1	1371212	Aree vegetate umide; Latifoglie
Classe 2	1169507	Conifere
Classe 3	1280340	Vegetation in pianura
Classe 4	803152	Risaie; Conifere
Classe 5	371962	Conifere
Classe 7	302030	Acqua
Classe 10	970482	Infrastrutture e; servizi
Classe 11	1291884	Suolo nudo; aree non vegetate
Classe 12	1515620	Aree edificate; aree rurali eterogenee
Classe 13	1294236	Suolo nudo secco
Classe 14	369239	Dune, spiagge, copertura nuvolosa

Le altre classi sono risultate non significative.
Comunque sia l'accuratezza della classificazione dell'immagine LANDSAT non rappresenta il punto focale della sperimentazione, in quanto essa sarà 'corretta' dall'integrazione con i dati ISTAT e con le elaborazioni derivanti dal DEM.
Da quanto sopra è stato deciso di realizzare la classificazione 'supervised' prendendo in considerazione solo 8 classi: Rete stradale, Conifere, Latifoglie, Acqua, Urbanizzato continuo, Urbanizzato discontinuo, Infrastrutture e servizi, Suolo nudo.
Per meglio razionalizzare I passi successive è stato deciso di considerare le aree urbane e quelle extra-urbane in due modi completamente differenti dato che i limiti di queste derivano esclusivamente da dati ISTAT mentre la loro classificazione in termini copertura del suolo dalla sinergia di dati satellitari e ISTAT. Così, sono stati utilizzati i limiti di località ISTAT per tagliare l'immagine LANDSAT ed estrarre le aree urbane. In figura 1 l'immagine il risultato della classificazione 'supervised' per il Comune di Bologna.

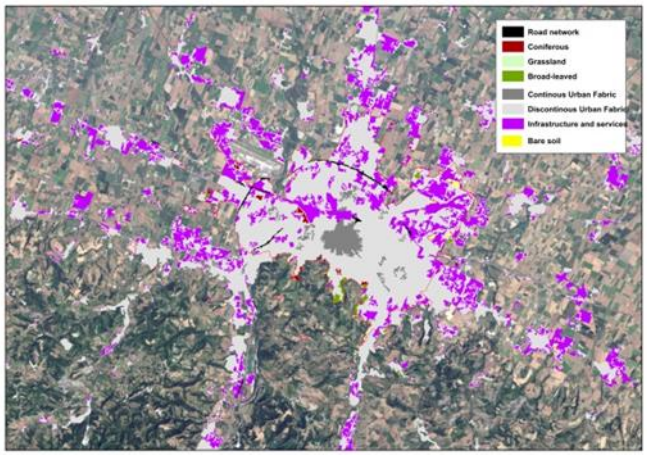


Figura 1 - Risultato della classificazione 'supervised' per il Comune di Bologna

2.2 Gli indici NDVI e NDBI [2]

Al fine di specificare al meglio la copertura del suolo nelle aree urbane sono stati calcolati alcuni indici radiometrici.
La scelta è ricaduta su NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) e NDBI (Normalized Diference Built-up Index) non solo perché sono I due forse più utilizzati, ma anche perché la loro sinergia fornisce informazioni puntuali sulle aree ricoperte da verde e su quelle prettamente edificate.
Infatti, l'NDBI che è calcolato secondo l'equazione mostrata sotto (Zha *et al.* 2003 [3])

$$\mathrm{NDBI} = \frac{\mathrm{MIR} - \mathrm{NIR}}{\mathrm{MIR} + \mathrm{NIR}}$$

Non può da sola essere rappresentativa delle aree edificate, e quindi dell'urbanizzato, perché, come molti studi hanno messo in evidenza, molte tipologie di vegetazione possono avere una risposta spettrale che si traduce in un valore di NDBI positivo (i.e Cibula et al., 1992 [4]; Gao, 1996 [5]).
Per contro, l'NDVI calcolato secondo la canonica equazione

$$\mathrm{NDVI} = \frac{\mathrm{NIR} - \mathrm{RED}}{\mathrm{NIR} + \mathrm{RED}}$$

può generare valori positivi per alcune tipologie di superfici artificiali in quanto in quanto queste possiedono una maggiore riflettanza nel vicino infrarosso rispetto a quanto la hanno nel rosso.
Da quanto appena detto si può comprendere come la combinazione di questi due indici fornisce risultati di gran lunga migliori. I due indici sono stati calcolati usando il SW ERDAS/IMAGINE [6]
Così dopo aver riclassificato le immagini derivate dai suddetti indici mantenendo il valore 0 come break point per entrambi, è stata prodotta un'immagine di sintesi usando l'algoritmo combine di ARCGIS 10.1 [7]. Il risultato di tale elaborazione è mostrato in figura 2

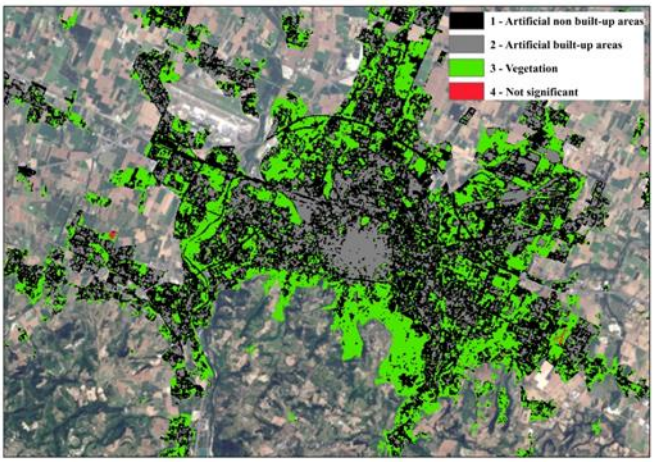


Figura 2 - Risultato del combine NDVI/NDBI per il Comune di Bologna

Per le aree urbane solamente 311 pixel su 1166535 sono risultati non significativi (0,026%).
Da puntualizzare comunque che anche altri indici possono essere utilizzati per estrarre altre tipologie di copertura del suolo { i.e. NDWI or MNDWI (McFeeters,1996 [8]) per l'acqua e il SAVI per la copertura vegetale (Huete, 1988 [9])}, ma in questo studio è stato deciso di calcolarne solamente due dal momento che i dati ISTAT possono complementare in maniera ottimale i risultati derivati dall'elaborazione dell'immagine LANDSAT.

2.3 Integrazione con I dati ISTAT[10]

Le sezioni di censimento ISTAT sono state aggiornate durante la raccolta dati relativa all'ultimo Censimento della popolazione e delle abitazioni effettuato nel 2010. Nelle aree urbane queste presentano un dettaglio notevole e sono state delimitate non solo secondo parametri sociali e di popolazione ma anche per ciò che concerne la loro copertura del suolo.
Proprio per questa loro caratteristica, esse possono essere utilizzate, in combinazione con altri strati informativi, per descrivere la copertura e l'uso del suolo a media scala.
Nella sperimentazione descritta in questo paper per effettuare il combine tra le BT ISTAT e il risultato delle elaborazioni dell'immagine da satellite, le prime sono state necessariamente prima 'rasterizzate' in quanto il loro formato nativo è il vettoriale.
Quindi dalla sinergia tra BT e LANDSAT 8 è stato possibile codificare alcune aree urbane secondo a loro 'vocazione' di copertura del suolo.
Da precisare comunque che non tutte le sezioni sono state utilizzate; infatti si è deciso di isolare solo le sezioni che, in mancanza di popolazione residente (meno di 1 ab./Ha), presentato i codici di copertura al suolo descritti in tabella 2.

Tabella 2 - Codici delle sezioni utilizzate per il 'combine'

CODICE	N. pixels	Legenda
5	4694	Aree Verdi urbane
12	95969	Vocazione produttiva
9	1775	Ospedale
16	142	Impianti sportivi
2	203	Istituto religioso/ Chiesa
3	58	Monumento
6	1025	Porto
7	824	Aeroporto
11	824	Caserme

18	208	Istituto di ricerca /Università
24	204	Istituto penitenziario
50	235	Depuratore

Come si può notare molte classi sono rappresentate da un piccolo numero di pixel e sarebbero sicuramente eliminate se si considerasse la risoluzione di un prodotto cartografico derivante da immagini LANDSAT (scala 1:50.000); si deve precisare però che queste classi derivano da singole sezioni di censimento e quindi formano cluster molto ben identificabili nell'immagine risultante.
In questo modo combinando l'immagine derivante dal calcolo degli indici NDVI/NDBI, la classificazione LANDSAT e i dati ISTAT, si ottiene una nuova immagine che rappresenta una sorta di sintesi di questi tre layer. In figura 3 un particolare sul Comune di Bologna

- Toni di rosso: aree residenziali;
- Viola: Infrastrutture e servizi;
- Verde: Aree verdi urbane;
- Bianco: Impianti sportivi;
- Ocra: Ospedali

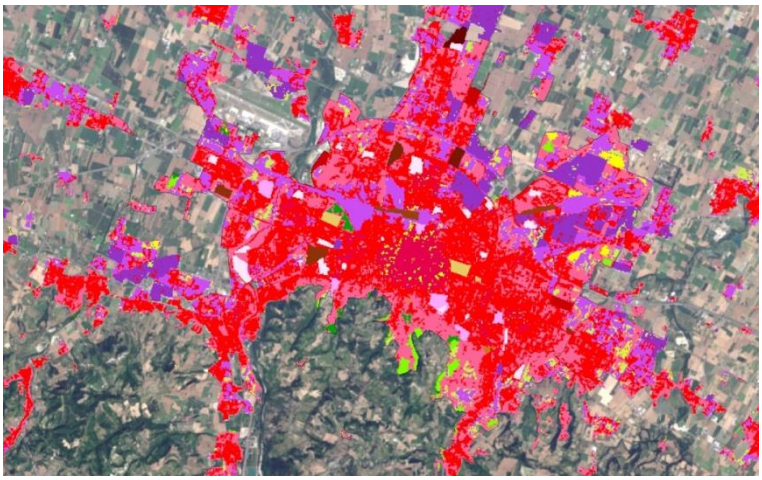


Figura 3 - Immagine di sintesi per il Comune di Bologna.

2.4 Integrazione dati per le aree extra-urbane

A questo punto della sperimentazione si è presentato il problema di definire al meglio la copertura/uso del suolo delle aree extra-urbane. Infatti pochissime sezioni di censimento possono essere utilizzate a tale scopo in quanto esse in tali zone sono disegnate soprattutto in relazione a dati statistici legati alla popolazione residente. Alcune però, soprattutto quelle che delimitano specchi e corsi d'acqua, possono essere un valido supporto per indicare l'uso di una determinata entità territoriale.
Un altro problema di non facile risoluzione è legato alla notevole eterogeneità delle aree agricole che non possono essere facilmente estratte con gli algoritmi di image processing. Detto questo un altro approccio deve essere attuato.
Sia il DEM (Digital E4levation Model) che una sua elaborazione (slope) possono essere un valido aiuto in tal senso per procedere ad una sorta di estrazione 'step by step'.
Per prima cosa sono state estratte le superfici coperte dall'acqua usando tutti i layer a disposizione; infatti l'acqua può essere facilmente dall'immagine LANDSAT (utilizzando principalmente la banda e quelle relative all'infrarosso). Oltre a ciò l'acqua assume valori negativi di NDVI.
Ma per poter meglio specificare l'uso dello specchio o del corso d'acqua gli attributi legati alle sezioni di censimento possono essere un ottimo complemento.

Infatti mediante dei codici univoci, si possono classificare gli specchi d'acqua secondo la loro tipologia di utilizzo. Un esempio di quanto appena detto è mostrato in figura 4.

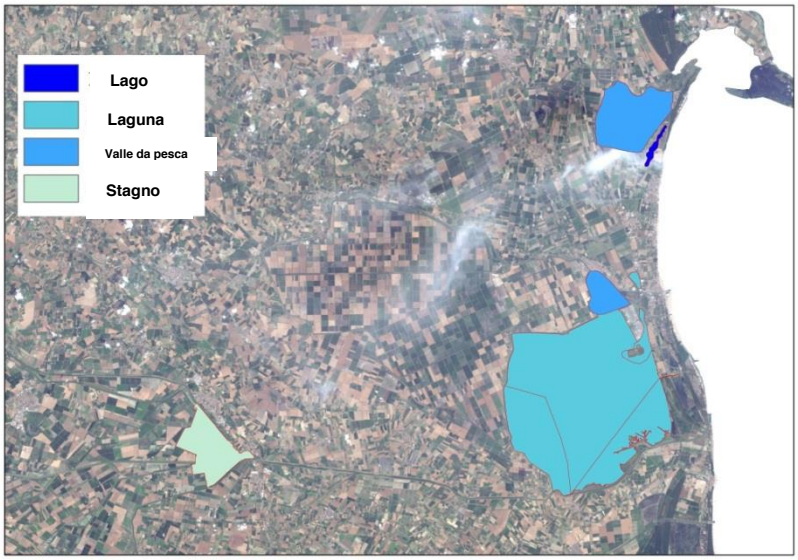


Figura 4 - Specchi d'acqua: estrazione della copertura e dell'uso.

2.5 DEM e Slope

L'area scelta per la sperimentazione non si può definire 'nervosa' dal punto di vista geomorfologico. Infatti se si analizza il DEM (Digital Elevation Model) realizzato da ISPRA con cella di 20*20 m, risulta chiaro come più del 50 % della superficie in considerazione ha un'altitudine minore di 50m.
Oltre a ciò, considerando i valori di pendenza (slope) si può vedere come oltre il 55% delle celle sono completamente piatte.
Brevemente, per ciascuna cella del DEM, il valore di slope viene calcolato come il maggior tasso di variazione di altitudine tra una cella e le sue vicine. Preticamente, la massima variazione tra il centro della cella e quello delle otto celle confinanti identifica la linea di maggior pendenza; quindi minore è il valore di slope, più pianeggiante è quella porzione di territorio; per contro maggiore è il valore di slope, più impervio è il terreno.
Oltre a quanto detto sopra, con il fine di prevenire fattori di criticità idrogeologica, i servizi tecnici regionali propongono una pianificazione delle attività legate all'agricoltura per quelle aree che hanno una pendenza maggiore del 30%. In questo studio è stato adottato proprio questo valore per l'identificazione delle aree-agroforestali.
Ricapitolando: il DEM è stato utilizzato sia per mascherare le aree al di sopra di 1700m, valore limite dei boschi per l'Appennino Tosco-Emiliano; lo slope per caratterizzare le aree che per vocazione sono più adatte all'agricoltura e per le aree agro-forestali. Al termine di questo step le aree extra-urbane sono state classificate secondo le seguenti classi: due classi di agricolo (aree agricole completamente pianeggianti e collinari); una classe agro-forestale; boschi di latifoglie; aree a vegetazione rada.

3. Risultati ottenuti

In figura 5 viene mostrata una mappa che rappresenta il risultato finale della rappresentazione. Inoltre in tabella 3 si riporta un sommario con l'estensione delle superfici delle macro-classi. Una breve precisazione si deve fare sulla copertura a conifere: l'algoritmo di classificazione riesce molto bene ad individuare i boschi planiziali nei pressi della costa, ma le conifere presentano una radiometria molto simile ad alcune tipologie di agricolo, soprattutto quelle molto umide. Così in tabella 4 la classe legata alle conifere è in rosso proprio per puntualizzare questo fatto.
Riguardo ai risultati ottenuti dobbiamo dire che questi hanno una buona qualità soprattutto nella aree urbane dove i dati ISTAT sono determinanti. Per le classi legate alle aree extra-urbane, le aree agro-forestali sono sovrastimate a discapito di quelle forestali e rurali.
In tabella 3 vengono paragonati i risultati ottenuti con il I livello del Corine Land Cover 2006 e della Carta di Uso del Suolo della Regione Emilia-Romagna ed. 2008, che rappresenta una sorta di verità al suolo. L'area è espressa in ettari

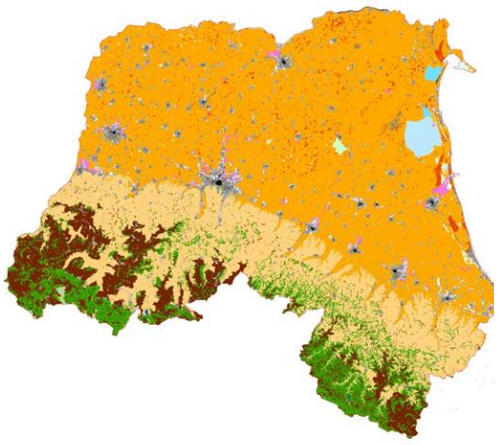


Figura 5 - Mappa sintetica dei risultati ottenuti.

Tabella 3 - Risultati ottenuti: paragone con CLC 2006 e CUS ER ed.2008.

Code I liv.	ISTAT/LANDAST	CLC 2006	LC ER
1	117534,7	67969,4	126460,8
2	1059996,8	957112,8	828397,3
3	127981,8	270308,4	313306,2
4	9746,1	6854,8	24889,5
5	11993,1	22825	29763
TOT	1327252,5	1325070,4	1322816,8

Tabella 4 - Tabella analitica dei risultati ottenuti.

COD	Legend	N. pixel	Area (Ha)	Annotation	Colour
1	Continuous urban fabric	33369	1334,7		Black
2	Discontinuous urban fabric	1212909	48517,1		Grey 50%
3	Discontinuous urban fabric (large green areas)	713194	28528,2		Grey 30%
4	Road networks	13817	552,6		Grey 10%
5	Infrastructures and services	553776	22151,4		White
6	Industrial or commercial units	236562	9462,6		Fucsia
7	Hospitals	33369	1334,8		Lemon
8	Sports facilities	8628	345,1		Cipria
9	Monuments	123	4,9		Beige
10	Port areas	3180	127,2		Lilac
11	Airports	14324	572,9		Coral
12	Barracks	2850	114		Dark violet
13	Railways stations	8628	345,1		Amethyst
14	Cemeteries	3220	128,8		Cabernet
15	Universities and research institutes	470	18,8		Lichen green
16	Prisons	463	18,5		Red
17	Green urban areas (Parks)	87501	3500,1		Dark green
18	Green urban areas (Tree)	11111	444,4		Olive green
19	Agricoltural 1	16613135	664536,2	0 < Alt.< 100m; $\vartheta=0°$	Orange
20	Agricoltural 2	6971422	278861,4	101m< Alt.<600m; 0°< $\vartheta=1°$	Mango
21	Lagoon	274808	10992,5		Very light blue
22	Farm fish	63434	2537,4		Light blue
23	Ponds	33367	1334,7		Light green
24	Very shallow waters	146848	5874,0		Blue/white
25	Rivers	12269	490,7		Blue
26	Lakes	12746	509,8		Dark blue
27	Agro-forestry areas	2914930	116599,1	Over 600m; 1°<ϑ <15°	Brown
28	Broad leaved forest	2656377	106256,8	Over 600m; ϑ >15°	Green
29	Coniferous forest	503307	20132,61	NDVI >0,3 AND NDVI <0,5	Flame red
30	Sparsely vegetated areas	39810	1592,43	Alt.>1700 m	Sage green
31	Water treatment plant	826	33,0		Light pink

Da ricordare comunque che il risultato di questa sperimentazione non è un prodotto cartografico 'sensu stricto', ma lo studio vuole mettere in evidenza come i dati ISTAT legati alle indagini statistiche possono essere un valido supporto per complementare le informazioni che si estraggono da altri strati informativi che generalmente si utilizzano per produrre cartografia. A tal riguardo l'ISTAT ha istituito un'attività per realizzare un layer integrato, chiamato Carta Statistica Sintetica, che possa comprendere in un unico prodotto cartografico non solo informazioni utili per la statistica ufficiale ma anche quelle legate ad aspetti amministrativi e di copertura/uso del suolo.

4. Sviluppi future e conclusioni

A tutt'oggi le attività del presente studio non sono del tutto terminate. E' necessario individuare strategie che possano migliorare la classificazione per le aree extra-urbane. Inoltre bisognerebbe validare in qualche modo il prodotto ottenuto con una procedura di validazione dell'accuratezza.
Per ciò che concerne in primo punto, i dati relativi alla popolazione residente e alle abitazioni che l'ISTAT ha raccolto durante l'ultimo censimento, possono essere la base per elaborazioni di tipo statistico per mettere in evidenza soprattutto l'edificato nelle zone rurali. Ciò contribuirebbe a valutare meglio l'impermeabilizzato anche in aree extra-urbane.
La realizzazione di una procedura di 'accuracy assessment' non è di facile attuazione, almeno in tempi brevi; infatti anche se si potrebbe prendere come verità al suolo la Carta di Uso del Suolo della Regione

Emilia-Romagna, bisogna precisare che questa deve essere in qualche modo adattata, sia per la legenda adottata che per la scala, al risultato della sperimentazione. La CUS dell'Emilia-Romagna è a scala 1:10.000 e presenta una legenda molto simile a CLC 2006 ma non del tutto sovrapponibile.
Si ricorda ancora una volta che tutti i prodotti che derivano da elaborazioni di immagini LANDSAT possono essere restituiti a scala 1:50.000 e la loro legenda deriva soprattutto sia da quella utilizzata in fase di classificazione sia, come nel nostro caso, dai layer associati per specificare meglio le classi stesse. Comunque sia, se i risultati delle ulteriori elaborazioni daranno risultati accettabili si potrebbe pensare di estendere la sperimentazione anche a porzioni di territorio con caratteristiche morfologiche più ostiche, per poi estenderla all'intero territorio nazionale.
Infine si potrebbe anche pianificare un'integrazione con ulteriori dataset geografici specifici per una determinata copertura del suolo al fine di migliorare il dettaglio della legenda.
Questo studio sperimentale rappresenta una proposta di integrazione di dataset geografici che generalmente sono utilizzati per scopi completamente differenti. C'è da dire comunque che i vantaggi legati alle immagini LANDSAT sono notevoli: queste sono completamente gratuite e inoltre coprono una vasta porzione di territorio; inoltre hanno una risoluzione temporale di 8 giorni.
Anche i dati ISTAT possono essere utilizzati anche per problematiche legate alla copertura ed uso del suolo, non solo in aree urbane ma anche per quelle rurali. Infatti la delimitazione dei nuclei abitati in zone extra-urbane possono essere un valido supporto per l'analisi dell'urban sprawl.

Riferimenti

1. European Environment Agency (EEA): Urban Sprawl in Europe - the ignored challenge, EEA report n. 10/2006. ISBN 92-9167-887-2 (2006)

2. Hanqiu Xu, 2007. Extraction of built-up land features from LANDSAT imagery using a thematic oriented index combination technique. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, Vol. 73, No. 12, December 2007, pp. 1381–1391

3. Zha, Y., J. Gao, and S. Ni, 2003. Use of normalized difference built-up index in automatically mapping urban areas from TM imagery, International Journal of Remote Sensing, 24(3):583–594

4. Cibula, W.G., E.F. Zetka, and D.L. Rickman, 1992. Response of thematic bands to plant water stress, International Journal of Remote Sensing, 13(10):1869–1880

5. Gao, B.C., 1996. NDWI–A normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space, Remote Sensing of Environment, 58(3):257–266

6. Intergraph ERDAS Imagine® 2013 - Version 13.00.0002.00598 ©1991-2013 Intergraph Corporation

7. ESRI® ArcMap ™ 10.1 – ArcGIS 10.1 SP1 for Desktop, License type: Advanced

8. McFeeters, S.K., 1996. The use of normalized difference water index (NDWI) in the delineation of open water features, International Journal of Remote Sensing, 17(7):1425–1432

9. Huete, A.R., 1988. A soil-adjusted vegetation index (SAVI), Remote Sensing of Environment, 25(3):295–309

10. ISTAT (Italian National Institute of Statistics) – DIQR – DCIQ – INT/C]

Nuove metodologie per le analisi di qualità dei dati geografici censuari[1]

AUTORI

Valerio Vitale - Istat – vitale@istat.it
Gianluigi Salvucci – Istat – salvucci@istat.it

Parole chiave: Censimento degli edifici e delle abitazioni; LiDAR; Telerilevamento; Cagliari

ABSTRACT

Nell'ambito delle operazioni censuarie l'Istat attraverso la Rilevazione dei Numeri Civici (Rnc) ha prodotto il primo censimento degli edifici a livello puntuale, attualmente in corso di validazione. È noto che per verificare il livello di qualità raggiunto nelle operazioni censuarie si ricorra normalmente ad indagini di copertura (Pes, Post Enumeration Survey), che pur esprimendo un indicatore di qualità, non sono in grado di localizzare gli errori di copertura e le aree di intervento per una eventuale correzione successiva. Nell'ultimo censimento per aumentare il grado di copertura si è fatto ricorso all'integrazione di dati di fonte amministrativa, durante tutto il processo della rilevazione, mentre per i dati geografici si è ancora legati alla necessità di interpretazione di ortofoto sempre più dettagliate (Di Pede & Lipizzi, 2009). I progressi delle tecniche di telerilevamento offrono con il LiDAR (Light Detection and Ranging) un enorme potenzialità nell'esecuzione di rilievi topografici ad alta risoluzione. In questo lavoro si presentano metodologie innovative per la validazione ed integrazione dei dati geografici su un'area pilota relativa alle località di centro abitato della provincia di Cagliari.

1. Rilevazione dei numeri civici, la prima esperienza di censimento puntuale

Nelle fasi precensuarie, l'Istat con la Rilevazione dei Numeri Civici (Rnc) ha censito l'esatta ubicazione degli edifici e le loro caratteristiche effettuando in anticipo il censimento degli stessi rispetto a quello della popolazione per le località di centro abitato dei comuni con più di 20 mila abitanti e per i capoluoghi di provincia. L'aumento della risoluzione del dato censuario implica una notevole innovazione della rilevazione e un conseguente aumento dei costi superabile solo grazie all'integrazione con dati di fonti amministrative (Calzaroni, 2008). Nella fase preparatoria sono state integrati dati amministrativi e catastali, al fine di ottenere la massima precisione nella rappresentazione cartografica dell'edificato. Nell'ambito della Rnc sono state rilevate caratteristiche dell'edificio relativamente al suo complesso (coordinate geografiche del centroide, epoca di costruzione, tipologia, materiale struttura portante, stato

[1] Frutto di un lavoro comune sono da attribuire a Valerio Vitale i paragrafi 1, 2, 4 e a Gianluigi Salvucci il paragrafo 3

di conservazione) oltre ad informazioni di dettaglio delle singole scale che lo compongono (numero di interni abitativi e non, numero di piani presenza di ascensore). Queste informazioni risultano utili per comprendere la capacità potenziale di un edificio ad essere idoneo a contenere un determinato numero di famiglie. Stante la condizione prevalente di abitazioni occupate da una singola famiglia risulta evidente che la somma delle abitazioni tende a coincidere con quella delle famiglie stesse.

2. Il processo di validazione dei dati, l'utilizzo di fonti di natura amministrativa, verso il confronto con i dati geografici?

L'utilizzo di dati di fonte amministrativa nella statistica ufficiale ha consentito un notevole risparmio ed un ingente miglioramento della qualità dei dati oltre ad una diminuzione consistente del disturbo statistico. Una delle principali novità dell'ultimo censimento della popolazione è stata quella di effettuare in tempo reale il confronto tra la lista amministrativa comunale della popolazione residente (LAC) e quella della popolazione censita, offrendo la possibilità di ridurre in modo consistente i casi di sovra-sottocopertura, rappresentando in tal modo un caso di "utilizzo indiretto dei dati da fonte amministrativa a supporto delle rilevazioni statistiche, sia censuarie che campionarie"(Calzaroni, 2008).
Gli archivi amministrativi potrebbero non essere esaustivi di tutta la popolazione statistica, e pertanto soffrire di sottocopertura che potrebbe essere recuperata analizzando in maniera semiautomatica i dati geografici (es. Carte Tecniche Regionali, LiDAR, ecc) che contengono indizi relativi all'esistenza di un potenziale edificio da censire.
In questo lavoro si espone una proposta metodologica di analisi che utilizza banche dati geografiche, prodotte da enti pubblici, in particolare il rilievo LiDAR della costa della Regione Sardegna, come dato di confronto al pari dei dati amministrativi, perché allo stesso modo possono supportare le rilevazioni della statistica pubblica offrendo conoscenza del territorio con un grado di accuratezza particolarmente elevato. Naturalmente tutti gli accorgimenti necessari all'utilizzo dei dati di natura amministrativa nell'ambito di supporto al censimento, valgono anche per i dati geografici, per cui occorre comprendere, ad esempio, se un determinato volume, come vedremo successivamente, è effettivamente un edificio, piuttosto che un'infrastruttura o ancora un elemento vegetativo, al fine di individuare la stessa popolazione di riferimento.

3. Dalla risoluzione areale a quella puntuale nuove possibilità di confronto, metodologie applicate

Attraverso le moderne tecniche di laser scanning è possibile acquisire modelli digitali di elevazione che rappresentano la distribuzione delle quote di un territorio, o di un'altra superficie, in formato raster a diverse risoluzioni. Generalmente si distinguono modelli del terreno (DTM, Digital Terrain Model) da quelli delle superfici (DSM, Digital Surface Model), intendendo con il primo la rappresentazione, opportunamente filtrata, del solo terreno, mentre con il secondo la rappresentazione delle quote della parte superiore del terreno comprensivo degli edifici, delle infrastrutture e della vegetazione senza le suddette procedure di filtraggio. In particolare la Regione Sardegna mette a disposizione modelli digitali di precisione del terreno e delle superfici con risoluzione ad 1 metro acquisiti attraverso il sistema Laser Scanning LiDAR (Regione Sardegna, 2008). I dati relativi al DTM e DSM sono stati mosaicati ed organizzati in Raster Dataset per essere successivamente elaborati con lo strumento Raster Calculator di Spatial Analyst che per sottrazione tra i due dataset ha generato un raster dove ogni pixel rappresenta l'altezza effettiva dell'edificio depurata dalla quota del suolo. Si ottengono in questo modo degli isolati, ovvero volumi contigui che sono stati depurati da tutti quelli non appartenenti al dominio spaziale della rilevazione (località di centro abitato). L'analisi è continuata con la sovrapposizione dei due strati informativi (poligonale Rnc di origine catastale e quello derivato da LiDAR) per calcolare l'intersezione dei due insiemi che costituisce i poligoni correttamente rilevati e posizionati. Restano i due insiemi complementari: poligoni di fonte Rnc che non trovano un corrispondente nel dataset LiDAR e poligoni LiDAR ai quali non corrispondono quelli derivanti da Rnc. L'origine del primo insieme è attribuibile ad errori di rilevazione o dall'errato posizionamento degli edifici aggiunti dal rilevatore (Corradi & Cimbelli, 2012) oltre a poligoni relativi ad edifici costruiti successivamente alla data di effettuazione del volo del

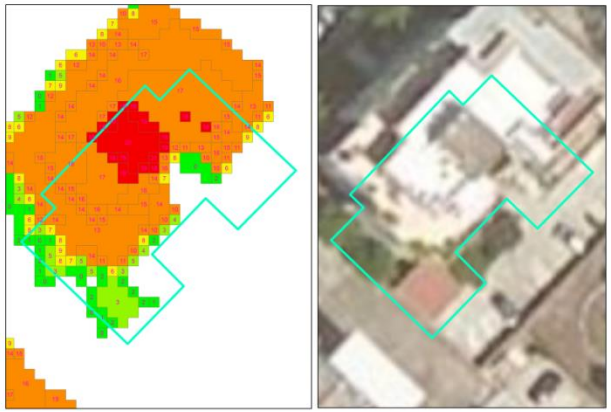
telerilevamento (2006-2008). Per quanto riguarda il secondo insieme si può trattare di casi di effettiva sottocopertura Rnc, oppure di poligoni relativi ad infrastrutture o vegetazione, od ancora di poligoni rilevati in Rnc che non sono stati correttamente abbinati.
Il processo di validazione prevede l'utilizzo delle informazioni ricavate dai poligoni LiDAR in merito all'altezza dell'isolato, quale valore più rappresentativo delle caratteristiche strutturali dell'edificio. Lo strumento di analisi spaziale idoneo a processare il raster delle altezze dell'edificato attraverso l'utilizzo di zone di analisi (edifici) è Zonal Statistic as Table, ma data la numerosità dei poligoni l'elaborazione non è stata possibile, per cui l'analisi è stata condotta optando per un modello dati vettoriale anche per il dataset LiDAR. Si è quindi discretizzato il dato DSM per poterlo trasformare in uno shapefile dal momento che come noto in questo formato si accettano solo dati discreti e non continui. Date le possibili irregolarità delle sagome degli edifici vengono considerate un'altezza massima ed una prevalente del corpo di fabbrica in modo da poter individuare quella più rappresentativa per ogni edificio censito. Effettuato il record linkage con i dati rilevati sono stati considerati validi quelli che hanno un altezza del piano media tra 2,4 e 4 metri. Si ottiene in questo modo la verifica di coerenza tra le informazioni rilevate e la realtà dei luoghi per il 75% circa degli edifici residenziali della provincia di Cagliari, oltre alla possibilità di verificare eventuali errati posizionamenti degli edifici se non ottengono un'altezza coerente con la realtà.

Tabella 1 - Ripartizione dei poligoni di Rnc rispetto ai poligoni LiDAR.

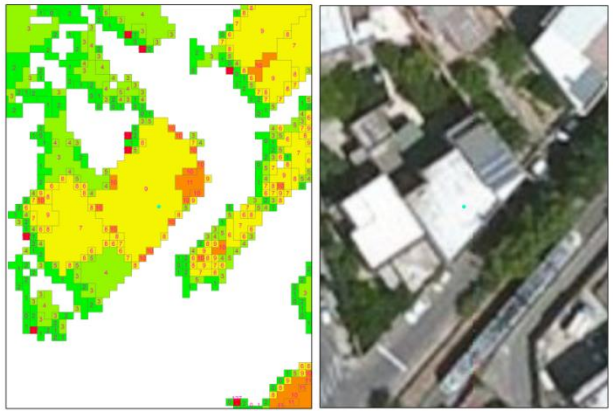
Situazioni	Poligoni Rnc			Poligoni LiDAR	Tipo
Edifici Rnc da validare	42.732	forniti aggiunti	32.318 10.414	54.850	A B
Edifici Rnc potenziale sovracopertura	9.308	forniti aggiunti	1.123 8.185		C D
Poligoni LiDAR di potenziale sottocopertura				9.357	E
Totale poligoni considerati	52.040		52.040	54.850	

In Figura 1 vengono proposti degli esempi di tipologie di overlay riportate nell'ultima colonna della Tabella 1; in azzurro viene rappresentato l'edificio in analisi di fonte Rnc, mentre gli isolati rielaborati da fonte LiDAR sono classificati in scala graduata da verde (basso) a rosso (alto) secondo l'altezza. Un esempio di anomalia della tipologia A è l'isolato LiDAR in cui ricade la sagoma dell'edificio in esame, caratterizzato da un'altezza media di m 13.59, massima di m 21.45 e prevalente m 17, la differenza può dipendere dalla vegetazione e dalla presenza di un super attico (6 piano) di dimensioni ridotte rispetto il prospetto principale (area rossa al centro dell'edificio). Dalla verifica della

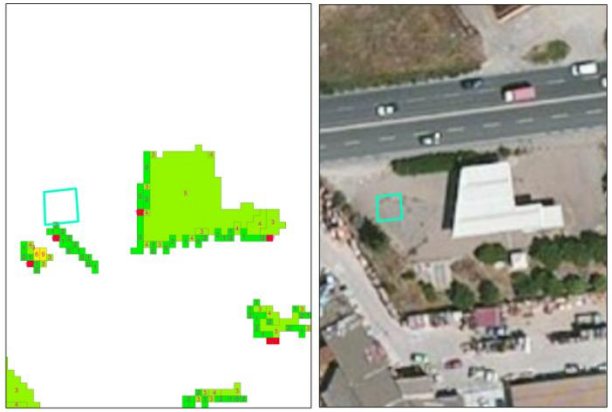
Tipo A



Tipo B



Tipo C



Tipo D

Supplemento al n° 2-2014 di GEOmedia - ISSN 1128-8132

Figura 1 - esemplificazione dei risultati ottenuti (Fonte elaborazione su dati provvisori Rnc).

superficie potenziale dell'isolato si ottiene una superficie media di 194 mq compatibile con le misure di un appartamento al lordo delle superfici comuni, anche l'altezza media del piano è plausibile.
Nella tipologia B viene esposto il caso di un edificio non presente nella cartografia iniziale ma aggiunto dal rilevatore L'edificio è stato correttamente censito ma la sagoma LiDAR presenta delle difformità legate alle diverse altezze delle pertinenze, tuttavia con un'altezza massima di 11.67 m si può validare il corretto posizionamento da parte del rilevatore. Nella situazione di tipo C la sagoma fornita nella cartografia preparatoria non era stata correttamente posizionata, tuttavia il rilevatore ha confermato l'ubicazione dell'edificio, di conseguenza l'overlay ha restituito l'anomalia visibile in figura. Per i poligoni di tipo D gli edifici rilevati sul campo potrebbero essere stati erroneamente posizionati, nel caso in esame il punto indicherebbe un edificio residenziale di 2 piani con un interno abitativo, le risultanze LiDAR confermano l'informazione, trattandosi di una superficie di 154 mq per un'altezza di 6.7, si tratterebbe quindi di un'abitazione di circa 300 mq ed un'altezza di poco più di 3m.

4. Nuove prospettive per la validazione del censimento popolazione, superare la PES

Alla luce dei risultati prodotti in questo lavoro preliminare è abbastanza evidente che conoscere l'esatta ubicazione degli edifici residenziali consente di individuare immediatamente la posizione potenziale delle famiglie. In un prossimo futuro si spera di potenziare le metodologie adottate includendo nell'analisi svolta, il volume degli isolati LiDAR per poter stimare anche in maniera approssimativa la superficie residenziale. Questa ulteriore informazione consentirebbe di validare il numero delle abitazioni censite e di conseguenza sarebbe un validissimo parametro da confrontare durante la rilevazione in quanto costituirebbe il numero atteso di famiglie per edificio.
A sostegno delle ipotesi prodotte in questo studio si annoverano gli ottimi risultati rilevati durante la Pes per le aree oggetto della Rnc, dove si è riscontrata una minor sottocopertura rispetto al resto del territorio censito, a testimonianza del fatto che investire nella conoscenza territoriale aiuta la rilevazione e ne aumenta la qualità dei dati prodotti.

Ringraziamenti

Si ringrazia il Dott. Di Pede per aver concesso l'utilizzo dei dati della Rilevazione dei numeri civici in corso di validazione al momento della stesura del presente lavoro.

Riferimenti

Calzaroni, M. (2008). Le fonti amministrative nei processi e nei prodotti della statistica ufficiale. In *Atti della Nona Conferenza Nazionale di Statistica* (pp. 15–16).

Corradi, J., & Cimbelli, A. (2012). Il Ruolo del GIS nell'Estrapolazione dell'Informazione Geografica da Immagini. In *13a Conferenza Italiana Utenti Esri*. Retrieved from

http://www.esriitalia.it/test/images/Atti_13aConfer/Sessioni_parallele_pdf/Generare/05_Generare.pdf

Di Pede, F., & Lipizzi, F. (2009). Nuovi strumenti territoriali per i censimenti del 2010-2011. *Geoforus Geography and technology network*. Retrieved September 18, 2013

Regione Sardegna. (2008). Geoportale Regione Sardegna.

MediaGEO soc. coop.
Via Palestro, 95 00185 Roma
Tel. 06.62279612Fax. 06.62209510
www.mediageo.it info@mediageo.it