

Realizzazione di geodatabase ambientali per la valutazione dell'esposizione della popolazione ad agenti di rischio

Sofia Costanzini (*), Sara Fabbi (*), Sergio Teggi (*), Marco Vinceti (**), Carlotta Malagoli (**)

(*), Università di Modena e Reggio Emilia, Dipartimento di Ingegneria Enzo Ferrari, Via Vignolese 905 Modena, Italia, tel: 059 205629, sofia.costanzini@unimore.it

(**) Università di Modena e Reggio Emilia, Centro di Ricerca in Epidemiologia Ambientale, Genetica e Nutrizionale, Dipartimento di Medicina Diagnostica, Clinica e Sanità Pubblica, Modena, Italia

Riassunto

La valutazione dell'esposizione della popolazione ad agenti di rischio, naturali e antropici, è un passaggio fondamentale in molti studi epidemiologici. Questa fase si avvale sempre più spesso di dati territoriali di diversa natura (demografia, distribuzione spaziale delle concentrazioni di contaminanti, localizzazione delle sorgenti di rischio, ...) e, di pari passo, di tecniche di elaborazione, gestione, e rappresentazione dei dati in ambiente GIS.

Presso il Dipartimento di Ingegneria "Enzo Ferrari" (DIEF) e il Centro di Ricerca in Epidemiologia Ambientale, Genetica e Nutrizionale (CREAGEN) del Dipartimento di Medicina Diagnostica, Clinica e Sanità Pubblica di Modena, sono stati effettuati diversi studi di carattere epidemiologico incentrati sull'esposizione a diverse sorgenti, come campi elettromagnetici ad alta tensione, emissioni di benzene da traffico veicolare, emissioni da termovalorizzatori, pesticidi impiegati nelle pratiche agricole.

Negli anni, queste attività hanno generato una notevole mole di dati territoriali che costituiscono un insieme di informazioni molto utili sia per la diffusione dei risultati ottenuti che per le analisi ambientali.

Le potenzialità di questi database sono pienamente sfruttabili solo se le informazioni in essi contenute sono organizzate e definite secondo degli standard in modo da promuovere l'accesso e l'interscambio dei dati tra i vari soggetti interessati.

Per questo motivo le informazioni sono state organizzate in geodatabase ambientali il più possibile in conformità con i più recenti standard normativi nazionali (Decreto Ministeriale del 10 novembre 2011) ed internazionali (Direttiva 2007/2/CE INSPIRE), in materia di diffusione del dato.

In questo lavoro viene presentata la progettazione e la realizzazione di questi geodatabase. Fra i vari aspetti interessanti emersi durante questa attività e qui presentati, vi sono alcune criticità. Ad esempio, sono state evidenziate alcune differenze tra quanto previsto dalla normativa italiana nell'Allegato 1 al Decreto 10/2011 e quanto previsto nelle Data Specifications relative all'Annex 1 della Direttiva 2007/2/CE.

Abstract

The exposure assessment to natural and anthropic agents is a key step in many epidemiological studies. This type of analysis relies on several spatial data (i.e. demography, spatial distribution of contaminant concentration, hazard sources localization), appropriate processing and on management techniques in a GIS environment.

Several epidemiological studies have been carried out at the Department of Engineering "Enzo Ferrari" (DIEF) and at the Environmental, Genetic and Nutritional Epidemiology Research Center (CREAGEN) of the Department of Public Health Sciences (University of Modena and Reggio Emilia), so far.

These studies focused on the exposure to different hazard sources, like electromagnetic fields, benzene emissions from vehicular traffic, incinerators emissions, pesticides used in farming practices. These activities have led to a large amount of spatial data over the years. Information derived from these data are very useful both for environmental analysis and for the communication of the results of the studies.

These databases are fully exploitable only if their information is organized and defined according to standards in order to promote data access and interchange between the various stakeholders.

For this reason, the information has been organized into three geodatabases as much as possible in accordance with the latest national and international standards (Ministerial Decree of November 10, 2011 and INSPIRE Directive).

Here we present the design and implementation of these geodatabases.

During this activity some interesting aspects and some critical issues appeared. For example, we have found few differences between the guidelines of the Italian standard (Ministerial Decree 10/2011, Annex 1) and the European standard (Directive INSPIRE, Data Specifications, Annex 1).

Introduzione

Il laboratorio LARMA (Laboratorio di Analisi, Rilevamento e Monitoraggio Ambientale) del Dipartimento di Ingegneria “Enzo Ferrari” di Modena dispone di un ampio spettro di dati ambientali relativi a proprie elaborazioni, forniti da amministrazioni ed enti locali (Comune di Modena, ARPA, la Regione Emilia Romagna) e nati dalla collaborazione con altri gruppi di ricerca. Negli ultimi anni assieme al CREAGEN sono stati effettuati diversi studi di carattere epidemiologico incentrati sull’incidenza di varie patologie associate all’esposizione di individui (casi-controlli) a diverse tipologie di sorgenti, come campi elettromagnetici ad alta tensione (Malagoli et. al, 2012), emissioni di benzene da traffico veicolare (Malagoli et. al, 2011) (Vinceti et. Al, 2012 e 2011) ed emissioni da termovalorizzatori (Teggi et.al, 2010).

Parallelamente a queste attività si è manifestata la necessità di provvedere l’organizzazione e alla catalogazione delle informazioni ambientali in possesso e di disporre di strumenti per l’elaborazione e la visualizzazione dei dati stessi.

Scopo del presente elaborato è la realizzazione di geodatabase ambientali per il riordino delle informazioni territoriali possedute all’interno del laboratorio. Tali database saranno poi costantemente aggiornati in modo da consentire la fruibilità dei dati tra i vari soggetti interessati nelle diverse attività di ricerca. Per promuovere l’interscambio e l’interoperabilità dei dati si è scelto di rendere i geodatabase quanto più conformi alle vigenti direttive comunitarie e nazionali in materia di diffusione del dato.

A livello europeo, l’adozione direttiva 2007/2/CE INSPIRE promuove l’ottenimento di uno standard omogeneo per l’interscambio e la collettivizzazione dell’informazione territoriale.

A livello nazionale il Decreto Ministeriale del 10 novembre 2011 riporta le regole tecniche per la definizione delle specifiche di contenuto dei database geotopografici.

Pertanto, sono stati realizzati tre distinti geodatabase suddividendo le in formazioni ambientali in base delle categorie tematiche proposte negli Annex 1, 2, 3 INSPIRE e nell’Allegato 1 al Decreto 10/ 2011 (in generale accordo con l’Annex 1 INSPIRE).

In conformità con quanto previsto dal Decreto 10/2011, i dati appartenenti alle categorie tematiche dell’Allegato 1 sono stati strutturati in strati, temi e classi e poi codificati all’interno di un unico geodatabase. Le informazioni ambientali afferenti agli Annex 2 e 3 INSPIRE sono state organizzate in due distinti geodatabase e, in mancanza di un riferimento normativo nazionale, sono stati strutturati e codificati in analogia a quanto previsto per le categorie tematiche dell’Allegato 1 al Decreto 10/2011.

I metadati relativi a tutte le categorie di dato sono stati compilati in accordo a quanto previsto dalla normativa INSPIRE (Drafting Team Metadata and European Commission Joint Research Centre, 2007).

La realizzazione dei geodatabase è stata effettuata in ambiente GIS. Essi sono strumenti molto utili per le analisi di dati ambientali (Egenhofer e Colledge, 1998) e si configurano come un sistema complesso costituito da hardware, software e procedure in grado di gestire, elaborare, analizzare e rappresentare dati georiferiti (Caiaffa e Frattarelli, 2003).

Infine, nell'ambito della collaborazione tra il CREAGEN e il DIEF si sta studiando la correlazione tra l'esposizione a diverse tipologie di inquinanti e l'insorgenza di alcune patologie. In questo contesto sarà presentata una applicazione relativa l'utilizzo del GIS per la valutazione dell'esposizione delle persone ai pesticidi.

Contesto geografico e dataset

I geodatabase ambientali realizzati hanno come estensione territoriale le provincie di Modena, Reggio Emilia e Parma. La scelta della scala di riferimento è funzione alla tipologia degli studi effettuati, in particolare per le analisi ambientali si è deciso di operare in un range compreso da un valore minimo 1:10.000 e massimo di 1:50.000 (Teggi et.al, 2012).

Il dominio di calcolo scelto dipende fortemente dalle singole applicazioni GIS (da scala locale a mesoscala). In particolare per lo studio dell'esposizione della popolazione ai pesticidi è stato scelto un dominio di 150 x 150 km², in modo tale da comprendere per intero le tre provincie.

Come vincolo per i geodatabase e per la rappresentazione dei dati, è stato scelto di utilizzare il sistema di riferimento ETRF 2000 (sistema di riferimento europeo per i dati territoriali), come previsto dalla normativa italiana nel Decreto 10/2011.

I dati ambientali attualmente inseriti nei geodatabase sono riportati in Tabella 1.

Categoria di appartenenza	Nome	Produttore
<i>Cartografia</i>	CTR	Comune di Modena
	Limiti amministrativi	Comune di Modena
	Linee elettriche	Comune di Modena
	Rete stradale e ferroviaria	Comune di Modena
	Dominio di calcolo	LARMA ⁽²⁾
	Ortofoto (2006) 1:10.000	NG-WMS ⁽⁵⁾
	Carta di uso del suolo	EEA ⁽⁶⁾
	(Corine Land Cover CLC 2003 ed. 2008)	
	Idrografia 1:10.000	NG-WMS ⁽⁵⁾
	Area di circolazione veicolare	Regione Emilia-Romagna
	Area stradale	Regione Emilia-Romagna
	Elemento stradale	Regione Emilia-Romagna
	Giunzione stradale	Regione Emilia-Romagna
	Area di viabilità mista secondaria	Regione Emilia-Romagna
	Giunzione della viabilità mista secondaria	Regione Emilia-Romagna
	Strada (Estesa amministrativa)	Regione Emilia-Romagna
	Edifici	Regione Emilia-Romagna
	Unità volumetrica	Regione Emilia-Romagna
	Manufatti industriali	Regione Emilia-Romagna
	Manufatti d'impianto sportivo-ricreativo	Regione Emilia-Romagna
Manufatti d'infrastruttura di trasporto	Regione Emilia-Romagna	
Toponimi stradali	Regione Emilia-Romagna	
Numeri civici	Regione Emilia-Romagna	
Paesaggio geologico	Archivio Cartografico ER	
<i>Fonti di pericolo</i>	Campi elettromagnetici (bande di esposizione) emessi da linee elettriche ad alta tensione (Software CAMPI)	IFA ⁽⁴⁾
	Sorgenti di campi elettromagnetici	ARPA-ER ⁽³⁾
	Flussi di traffico	ARPA-ER ⁽³⁾
	Localizzazione dell'impianto di termovalorizzazione di Modena	LARMA ⁽²⁾
	Localizzazione dei distributori di carburante della provincia di Modena	LARMA ⁽²⁾
<i>Modelli di dispersione</i>	Mappa di concentrazione (Spray) di	LARMA ⁽²⁾

	PCCD/PCDF e di TSP emessi dal termovalorizzatore di Modena (Ottobre 2006-Settembre 2007)	
	Mappa di concentrazione (Spray) degli NO _x emessi dall'impianto di tri-generazione del Policlinico (2010)	LARMA ⁽²⁾
	Mappa di concentrazione (ISC3) di PCCD/PCDF e di TSP emessi dal termovalorizzatore di Modena (Ottobre 2006-Settembre 2007)	LARMA ⁽²⁾
	Mappa di concentrazione (WinDimula) di PCCD/PCDF e di TSP emessi dal termovalorizzatore di Modena (Ottobre 2006-Settembre 2007)	LARMA ⁽²⁾
<i>Stazioni di misura e dati a terra</i>	Stazioni di monitoraggio meteorologico e della qualità dell'aria	ARPA-ER ⁽³⁾
	Stazioni meteorologiche	LARMA ⁽²⁾
	Profili CALMET	LARMA ⁽²⁾
<i>Analisi spaziale</i>	Centroidi degli edifici	Comune di Modena
	Fasce di distanza dall'impianto di termovalorizzazione di Modena (esposizione della popolazione)	LARMA ⁽²⁾
	Buffer della larghezza della rete stradale	LARMA ⁽²⁾

⁽¹⁾CREAGEN: Centro di Ricerca Dipartimentale in Epidemiologia Ambientale, Genetica e Nutrizionale, Università di Modena e Reggio Emilia. ⁽²⁾LARMA: Lab. di Analisi Rilevamento e Monitoraggio Ambientale, Università di Modena e Reggio Emilia. ⁽³⁾ARPA-ER: ARPA Emilia-Romagna, ⁽⁴⁾IFA: Istituto di Fisica Applicata, CNR. ⁽⁵⁾NG-WMS: Geoportale Nazionale –WMS Server. ⁽⁶⁾EEA: European Environmental Agency.

Tabella 1. Dati territoriali inseriti nei geodatabase ambientali.

Realizzazione dei geodatabase ambientali

Si è deciso di organizzare i dati ambientali riportati in Tabella 1 in tre geodatabase distinti.

In particolare, il primo database, denominato “database geotopografico” contiene i dati territoriali afferenti alle categorie tematiche dell’Allegato I al Decreto 10/2011 e, pertanto, è stato realizzato seguendo le regole tecniche riportate nello specifico documento.

Gli altri due geodatabase contengono invece dati territoriali afferenti alle categorie tematiche degli Annex II e III della direttiva INSPIRE. Per queste particolari categorie, infatti, la normativa italiana non dispone ancora di specifici decreti attuativi.

Per quanto riguarda la realizzazione del “database geotopografico” i dati ambientali afferenti alle categorie tematiche dell’Allegato 1 al Decreto 10/2011 sono stati strutturati secondo la suddivisione in strati, temi e classi. Inoltre, classi e attributi sono stati codificati in modalità numerica ed alfanumerica secondo quanto previsto dalla normativa.

Per le categorie tematiche relative agli Annex II e III INSPIRE non esiste al momento uno standard nazionale, ma solamente regole tecniche definite a livello europeo. Pertanto, i dati ambientali (Tabella 1) che rientrano negli Annex 2 e 3 sono stati inclusi in due distinti geodatabase e organizzati in strati, temi e classi sulla base delle linee guida europee. Inoltre, è stata effettuata una proposta di codifica numerica e alfanumerica per gli elementi del geodatabase in analogia con quanto previsto per la realizzazione del “database geotopografico”.

In figura 1 è riportata la struttura dei geodatabase realizzati.

Dopo aver strutturato e popolato i geodatabase, per tutte le classi sono stati compilati i metadati in accordo con quanto stabilito dalla direttiva INSPIRE nello specifico documento (Drafting Team Metadata and European Commission Joint Research Centre, 2007).

- Geodatabase_MOREPR
 - Dati_geotopografici_Allegato1
 - STRATO_01_Viabilità_mobilità_trasporto_TEMA_strade_0101
 - AC_VEI_010101
 - AR_STR_010104
 - AR_VMS_010105
 - EL_STR_010107
 - EL_VMS_010106
 - GZ_STR_010108
 - GZ_VMS_010117
 - Strato_02_Immobili_antropizzazioni_TEMA_Edificato_0201
 - EDIFC_020102
 - UN_VOL_020101
 - STRATO_02_Immobili_e_antropizzazioni_TEMA_Manufatti_0202
 - ATTR_SP_020204
 - MAN_TR_020205
 - MN_IND_020201
 - STRATO_03_Gestione_viabilità_indirizzi_TEMA_Ammministrazione_viabilità_0303
 - ES_AMM_030301
 - Strato_03_Gestione_viabilità_indirizzi_TEMA_Toponimi_numeri_civici_0301
 - CIVICO_030102
 - TP_STR_030101
 - Strato_07_Reti_di_sottoservizi_TEMA_Rete_elettrica_0703
 - TR_ELE_070301
 - Strato_09_Ambiti_amministrativi_TEMA_Ambiti_amministrativi_enti_locali_0901
 - COMUNE_090101
 - Dati_territoriali_Allegato2
 - Strato_04_Geologia_TEMA_Geomorfologia_0401
 - PS_GLG_040101
 - Dati_territoriali_Allegato3
 - STRATO_04_Utilizzo_del_suolo_TEMA_Cartografia_di_uso_del_suolo_0401
 - US_TER_040101
 - STRATO_06_Servizi_di_pubblica_utilità_e_servizi_amministrativi_TEMA_Impianti_di_trattamento_rifiuti_0601
 - LC_INC_060101
 - STRATO_07 Strutture_di_monitoraggio_ambientale_TEMA_Localizzazione_strutture_di_monitoraggio_ambientale_0701
 - SZ_MIS_070101
 - STRATO_11_Zone_sottoposte_gestione_limitazioni_regolamentazione_con_obbligo_di_comunicare_dati_TEMA_Aree_influenza_inceneritore_1101
 - BF_INC_110101
 - STRATO_11_Zone_sottoposte_gestione_limitazioni_regolamentazione_e_unità_con_obbligo_di_comunicare_dati_TEMA_Campi_elettromagnetici_1102
 - LC_CEM_110201
 - STRATO_11_Zone_sottoposte_gestione_limitazioni_regolamentazione_e_unità_con_obbligo_di_comunicare_dati_TEMA_Traffico_veicolare_1103
 - BF_STR_110301
 - FL_TRA_110302
 - STRATO_13_Condizioni_atmosferiche_TEMA_Modelli_di_dispersione_1301
 - MC_NOx_SP_POL_130105
 - MC_PCDD_F_SP_INC_130101
 - MC_TSP_IS_INC_130102
 - MC_TSP_SP_INC_130103
 - MC_TSP_WN_INC_130104
 - STRATO_14_Caratteristiche_meteorologiche_TEMA_Misurazioni_1401
 - PR_CAL_140102
 - SZ_MET_140101
 - STRATO_20_Risorse_energetiche_TEMA_Distributori_di_carburante
 - LC_DIS_200101

Figura 1. Organizzazione delle informazioni territoriali nei tre geodatabase ambientali strutturati secondo la suddivisione in strati, temi e classi e relativa codifica.

Esempio di applicazione

Sarà di seguito riportata una applicazione in ambiente GIS relativa allo studio dell'esposizione degli individui a particolari pesticidi. In particolare, è stata effettuata un'analisi di vicinato al fine di valutare un'eventuale correlazione tra l'insorgenza di alcune patologie e la presenza di alcune coltivazioni soggette all'uso di pesticidi.

Il dominio di calcolo di questo studio è esteso per le provincie di Modena, Reggio Emilia e Parma e, pertanto, copre un estensione di circa 150 x 150 km². Nelle pagine seguenti è mostrata l'applicazione della metodologia ad un'area test di dimensioni ridotte (circa 8 x 8 km²), situata a sud-est della città di Modena (Figura 3-a). I ricettori, ovvero i casi - controlli di malattia sono stati

scelti nel dominio a titolo puramente indicativo, secondo un criterio di selezione casuale basato sui numeri civici.

Sono state innanzitutto definite le potenziali sorgenti della contaminazione, estraendo dal Corine Land Cover dell'area pilota (Tabella 1) le superfici agricole. Sotto la dicitura "altro", sono state raggruppate le rimanenti tipologie di uso del suolo presenti nell'area (vedi legenda Figura 3).

La metodologia implementata ha consentito una duplice valutazione. La prima, in termini di importanza relativa, ovvero la percentuale delle diverse tipologie di copertura del suolo nell'intorno dei ricettori, e la seconda in termini di intensità, ovvero i m² di coltivazione presenti all'interno di un determinato raggio di influenza dal ricettore.

L'analisi di vicinato è stata effettuata ipotizzando due diversi scenari di esposizione. Nello scenario 1 è stato considerato un raggio di influenza di 100 m attorno al bersaglio, distanza entro la quale viene ritenuto significativo il contributo dato dalla volatilizzazione del contaminante (Wittich e Siebers, 2002). Nello scenario 2, invece, il raggio di influenza è stato ampliato fino a una distanza di 1000 m. In questo ultimo caso, per la valutazione dei contributi in termini di intensità e di importanza relativa è stato considerato un peso inversamente proporzionale alla distanza della coltura dal ricettore. In Figura 2 è riportato il work flow della procedura.

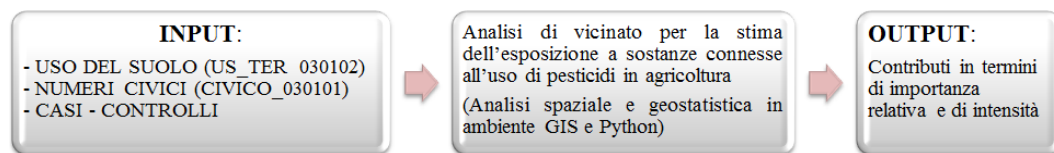


Figura 2. Work flow relativo alla procedura GIS implementata.

Come si può notare osservando Figura 3-b e 3c l'allargamento del raggio di influenza comporta, in termini di importanza relativa, l'inserimento di tipologie di coltivazioni che nello scenario 1 sarebbero state escluse dalla valutazione. Osservando Figura 3-d si può notare come l'aumento delle aree considerate, in termini di m², porti, nello scenario 2 ad un notevole incremento del contributo delle stesse, nonostante le aree più lontane apportino un contributo minore (in termini di peso), rispetto a quelle più prossime ai ricettori.

Risultati e considerazioni

In questo lavoro è stata descritta la realizzazione di geodatabase ambientali per il riordino della informazioni territoriali possedute all'interno del laboratorio LARMA di Modena. Per promuovere la standardizzazione dell'informazione e garantire la fruibilità delle informazioni, i database sono stati creati rendendoli il più possibile conformi alle recenti normative nazionali ed internazionali in materia di diffusione del dato.

In questo ambito, sono state riscontrate alcune difficoltà nella comprensione e nell'applicazione di quanto previsto dalla normativa. In particolare, i dati non appartenenti alle categorie tematiche dell'Allegato 1 al Decreto 10/2011, sono stati organizzati in due distinti database sulla base delle regole tecniche riportate negli Annex 2 e 3 INSPIRE, tuttora però in fase di revisione.

Nel prossimo futuro, questi ultimi database dovranno essere aggiornati in base alle ultime disposizioni vigenti in materia. Inoltre, tutti i database realizzati dovranno poi essere progressivamente integrati con nuove informazioni provenienti dalle attività in corso nel laboratorio.

I risultati relativi all'applicazione GIS, mostrati nel presente lavoro, costituiscono solo una parte dello studio epidemiologico in atto. Ad esempio, la stima effettuata in termini intensità (m² di coltivazioni all'interno di un raggio di influenza dal ricettore) nei due diversi scenari di esposizione sarà prossimamente utilizzata, assieme ad altri parametri (ad esempio la velocità e direzione del vento), all'interno di modelli per la valutazione del rischio.

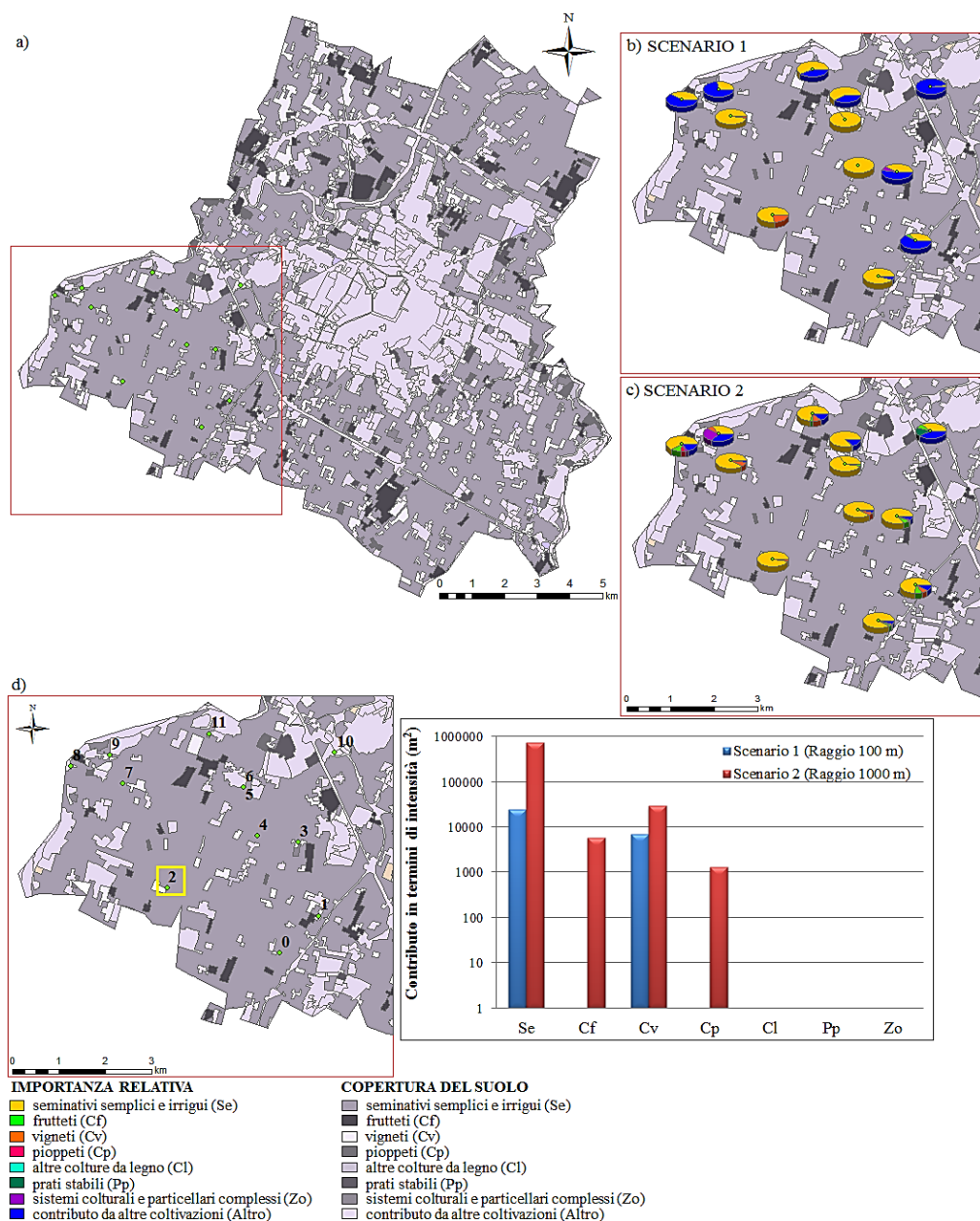


Figura 3. Localizzazione dell'area pilota a sud-est della città di Modena (figura a), pie chart relative alle diverse tipologie di coltivazioni prese in considerazione nel primo scenario (raggio di influenza di 100 m) e nel secondo scenario (raggio di influenza di 1000 m e assegnazione di un peso inversamente proporzionale alla distanza della coltivazione dal bersaglio) (figure b e c). Particolare del ricettore 2 relativo alla valutazione dei contributi in termini di intensità nei due diversi scenari ipotizzati (figura d).

In questo frangente, l'informazione derivante dall'importanza relativa della presenza di determinate coltivazioni nell'intorno dei ricettori, sarà utilizzata per assegnare un peso maggiore alle coltivazioni che richiedono l'utilizzo di pesticidi più dannosi per la salute.

Bibliografia

- Caiaffa E., Frattarelli F., (2003): *Contributo del GIS all'analisi ambientale territoriale*.
URL: http://www.provincia.vt.it/ambiente/Rel_Ambient_New_Life/AAI%20NT%20II.pdf
- Drafting Team Metadata and European Commission Joint Research Centre (2007), *INSPIRE Metadata Implementing Rules: Technical Guidelines based on EN ISO 19115 and EN ISO 19119*, European Commission Joint Research Centre,
URL: http://inspire.jrc.ec.europa.eu/reports/ImplementingRules/metadata/MD_IR_and_ISO_20090218.pdf
- Egenhofer M. J., Colledge R.G. (1998), *Spatial and Temporal Reasoning in Geographic Information Systems*, Oxford University Press
- Malagoli C., Crespi C.M., Rodolfi R., Signorelli C., Poli M., Zanichelli P., Fabbi S., Teggi S., Garavelli L., Astolfi G., Calzolari E., Lucenti C., Vinceti M. (2012), "Maternal exposure to magnetic fields from high-voltage power lines and the risk of birth defects", *Bioelectromagnetics*, 33: 405-409
- Malagoli C., Cherubini A., Maffeis G., Sterni A., Guerra L., Fabbi S., Teggi S., Ferretti E., Vinceti M. (2011), "Stima della esposizione a benzene da traffico veicolare nelle Province di Modena e Reggio Emilia", atti di convegno *Igiene e sanità pubblica*
- Teggi S., Ghermandi G., Fabbi S., Bigi A., Vinceti M., Malagoli C. (2012), "GIS methods for health and environmental monitoring and assessment", atti del convegno SIDISA 2012 "Sustainable Technology for Environmental Protection", ANDIS, Milano
- Teggi S., Ghermandi G., Fabbi S., Vinceti M., Malagoli C. (2010), "Atmospheric dispersion modelling for the assessment of population exposure to contaminants emitted by municipal waste incinerators", atti di convegno *X Simpósio Ítalo-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental Waste Management: Opportunities and Challenges*, ABES, Rio de Janeiro
- Vinceti M., Malagoli C., Sterni A., Guerra L., Cherubini A., Maffeis G., Ferretti E., Fabbi S., Teggi S., De Girolamo G., Palazzi G., Paolucci P. (2011), "Esposizione a benzene da traffico e leucemia infantile: influenza delle modellistiche di dispersione atmosferica sulla valutazione del rischio", atti di convegno *Igiene e sanità pubblica*
- Vinceti M., Rothman K.J., Crespi C.M., Sterni A., Cherubini A., Guerra L., Maffeis G., Ferretti E., Fabbi S., Teggi S., Consonni D., De Girolamo G., Meggiato A., Palazzi G., Paolucci P., Malagoli C. (2012), "Leukemia risk in children exposed to benzene and PM10 from vehicular traffic: a case-control study in an Italian population", *European journal of epidemiology*, 27: 781-790
- Wittich K. P., Siebers, J. (2002), "Aerial short-range dispersion of volatilized pesticides from an area source", *International Journal of Biometeorology*, 46(3): 126-135.