

IL PROGETTO RADON PRONE AREAS IN FRIULI VENEZIA GIULIA

Giovani C.[°], Garavaglia M.[°], Montanari F.[#], Villalta R.[#]

[°] ARPA Friuli Venezia Giulia Dipartimento di Udine - Servizio Tematico-Analitico - Sezione di Fisica Ambientale, Via Tavagnacco 91, 33100, Udine

[#] ARPA Friuli Venezia Giulia, Tutela Qualità dell'Aria, Prevenzione dell'Inquinamento Acustico e delle Radiazioni Ionizzanti e non Ionizzanti, P.zza Grande 1, 33057, Palmanova (UD)

INTRODUZIONE

Il D.Lgs. 241/2000, recependo la direttiva comunitaria 29/96, prevede che le regioni, entro 5 anni dalla data di pubblicazione, quindi entro il 31 agosto 2005 (art. 10-sexies e art.37, comma 5), definiscano le radon prone areas all'interno del proprio territorio e che l'elenco di tali aree venga pubblicato nella Gazzetta Ufficiale. All'interno delle radon prone areas lo stesso decreto prevede l'obbligatorietà delle misure, e delle eventuali azioni di rimedio, in tutti i luoghi di lavoro. Sarebbe altresì auspicabile che i piani regolatori dei comuni con aree a "rischio radon" sul proprio territorio ne tengano conto all'interno dei propri piani regolatori, in modo tale che possano essere prevenute o quanto meno contenute eventuali alte concentrazioni di radon anche all'interno degli edifici adibiti ad abitazione civile.

Il D.Lgs. 241/2000 prevede che un'apposita commissione tecnica definisca criteri e modalità di definizione di tali radon prone areas oltreché le modalità di misura della concentrazione di radon indoor. In assenza non solo delle indicazione di tale commissione, ma anche dell'insediamento della commissione stessa, a tutt'oggi non ancora avvenuto, gli unici documenti al momento pubblicati sono: una bozza del piano nazionale radon (ultima versione aprile 2003) e "le linee guida per le misure di concentrazione di radon in aria nei luoghi di lavoro sotterranei" approvate dalla Conferenza dei Presidenti delle Regioni e delle Province Autonome di Trento e Bolzano il 6 febbraio 2003.

Con riferimento ai citati documenti oltreché allo stato dell'arte delle conoscenze tecniche in campo di misura di radon indoor e di definizione di radon prone areas in Italia ed all'estero (Veneto, Alto Adige, Gran Bretagna ecc.), è stato predisposto un progetto allo scopo di ottenere una prima indicazione della distribuzione della concentrazione del radon indoor sul territorio regionale entro il 2006 e di definire le radon prone areas in Friuli Venezia Giulia entro il 2007.

PROGETTO

Il progetto, avviato nei primi mesi del 2005, può essere suddiviso essenzialmente in tre fasi:

1. studio preliminare per la scelta delle modalità di definizione delle radon prone areas, di misura delle concentrazioni del radon indoor e dell'analisi dei risultati (durata prevista 12 mesi circa);
2. misura della concentrazione di radon indoor (durata prevista 16 mesi circa);
3. analisi dei risultati e definizione delle radon prone areas (durata prevista 12 mesi circa).

Le tre fasi, pur essendo una conseguente all'altra avranno dei momenti comuni e, con l'avvio della campagna di misura nel settembre del 2005, sarà possibile la definizione delle radon prone areas per la regione Friuli Venezia Giulia a partire da giugno 2007.

Fase 1

In accordo con quanto già fatto dai colleghi italiani e stranieri, si è ritenuto di effettuare la definizione delle radon prone areas attraverso la misura della concentrazione radon indoor in

abitazioni scelte con criteri statistici all'interno di una griglia. E' stato anche previsto un breve studio preliminare per la valutazione di eventuali correlazioni della concentrazione di radon indoor con la presenza di alcune strutture geologiche importanti. Sulla base delle informazioni note (vedi indagini precedenti svolte da ARPA FVG su tutte le strutture scolastiche della regione e campagne nazionali e regionali svolte dal Centro di Riferimento Regionale per il controllo della radioattività ambientale del Friuli Venezia Giulia (oggi ARPA FVG)) e di quelle ottenute nello studio preliminare, verrà definito il numero di maglie in cui suddividere il territorio, la loro dimensione ed il numero di misure da effettuare all'interno di ogni maglia. La dimensione delle maglie ed il numero di misure all'interno delle maglie stesse dipenderà, quindi, dalle caratteristiche geologiche e dalla concentrazione di radon nelle diverse zone del territorio del Friuli Venezia Giulia.

La scelta del piano, o dei piani, dell'edificio e del locale, o dei locali, in cui effettuare la misura viene definita in questa fase.

In via del tutto indicativa è stato previsto che vengano posizionati circa 10000 dosimetri passivi a tracce. Con questo numero di dosimetri è indicativamente possibile effettuare 10 punti di misura per ogni maglia di circa 50 km².

In questa fase è previsto che venga valutata la possibilità di effettuare alcuni progetti collaterali e complementari allo studio che possano completare il quadro della distribuzione della concentrazione del radon nel Friuli Venezia Giulia. In particolare verrà valutata la possibilità di effettuare:

1. una campagna per la misura della distribuzione della concentrazione di radon nel suolo del Friuli Venezia Giulia;
2. un piccolo progetto per la valutazione di eventuali effetti dei caratteri geomorfologici sulla distribuzione locale di radon indoor;
3. uno studio dedicato alla misura di radon indoor all'interno di abitazioni multipiano allo scopo di definire eventuali fattori di correzione per piano da applicare ai risultati della campagna regionale per una valutazione della dose da esposizione al radon alla popolazione del Friuli Venezia Giulia.

Fase 2

Le misure verranno effettuate per mezzo di rivelatori passivi a tracce CR-39 in configurazione Radosys, che resteranno esposti, due per ogni abitazione, per un periodo di 6 mesi, dopodiché verranno sostituiti da altri 2 rivelatori per i successivi 6 mesi, in modo da poter considerare, per la definizione delle radon prone areas e come previsto dalla normativa, la media annua della concentrazione radon indoor. Al momento del posizionamento dovranno essere compilate apposite schede riguardanti gli edifici ed i singoli locali dove verranno posizionati i dosimetri, oltre alle modalità di occupazione dei locali stessi da parte degli abitanti. Poiché sia il posizionamento, che il cambio ed il ritiro dei dosimetri, dovrebbero essere effettuati in contemporanea su tutta la regione e nel più breve tempo possibile, si prevede che tali azioni vengano effettuate localmente da unità afferenti ad ogni comune debitamente istruite. Le stesse unità dovranno definire le eventuali abitazioni "riserve", nelle quali posizionare i dosimetri, secondo i criteri statistici definiti nella fase precedente. La determinazione della concentrazione in laboratorio sarà effettuata subito dopo il ritiro dei dosimetri e richiederà un tempo di circa tre mesi per ciascun semestre di misura.

Fase 3

La banca dati che verrà utilizzata come base per l'analisi dei risultati delle misure, ai fini della definizione delle radon prone areas, verrà costruita prima della misura della prima serie dei dosimetri, in modo tale che i dati provenienti dalle misure del primo semestre possano essere subito inseriti nel data base ed immediatamente analizzati. Naturalmente tutti i siti di misura verranno georeferenziati, e quindi, entro agosto 2006, sarà possibile avere una prima indicazione della situazione in regione e entro giugno 2007, dati sufficienti per la definizione delle radon prone areas. Nel caso in cui la commissione di cui al decreto già citato, nel frattempo, emanasse indicazioni

precise per la misura e la definizione delle radon prone areas, si cercherà, per quanto possibile a progetto già avviato, di rispettare tali indicazioni. In considerazione delle basi su cui lo studio è stato progettato, è assai probabile che non ci sarà alcun problema nell'adeguamento alle eventuali indicazioni della commissione.

I dati saranno disponibili su supporto informatico, anche su base cartografica, ed eventualmente su sito web dell'ARPA FVG. In questa fase è inoltre prevista la presentazione dei risultati a tutte le strutture interessate (comuni, aziende sanitarie, province, regione, ecc.) oltrechè al pubblico.

Infine saranno inoltre elaborati i dati provenienti dall'eventuale effettuazione degli studi complementari che andranno a completare il quadro della situazione radon nel Friuli Venezia Giulia.

Programma di esecuzione del progetto

La durata complessiva prevista del progetto e' di 28 mesi suddivisi come segue:

Mesi⇒ Fase ↓	4	8	12	16	20	24	28
1	*****	*****	*****				
2			*****	*****	*****	*****	
3				*****	*****	*****	*****

L'ATTUAZIONE DEL PROGETTO

Il progetto, avviato nei primi mesi del 2005, vedrà l'avvio del primo semestre di misura nei mesi di settembre-ottobre 2005. Di seguito vengono descritte nel dettaglio le scelte e le azioni già effettuate.

Dimensioni delle maglie, numero di edifici e locali oggetto d'indagine

La base cartografica scelta per il progetto è stata la carta tecnica regionale. Ciò permette di utilizzare gli strumenti informatici e cartografici già esistenti e di essere coerenti con il data base cartografico dell'ARPA Friuli Venezia Giulia in tutti i settori di competenza dell'agenzia.

I 219 comuni della regione Friuli Venezia Giulia sono coperti da 983 fogli 1:5000 della carta tecnica regionale (vedi figura 1). Ogni foglio 1:5000 individua esattamente una delle maglie (circa 3.2x2.8 km²) in cui viene suddiviso il territorio regionale per il progetto radon prone areas.

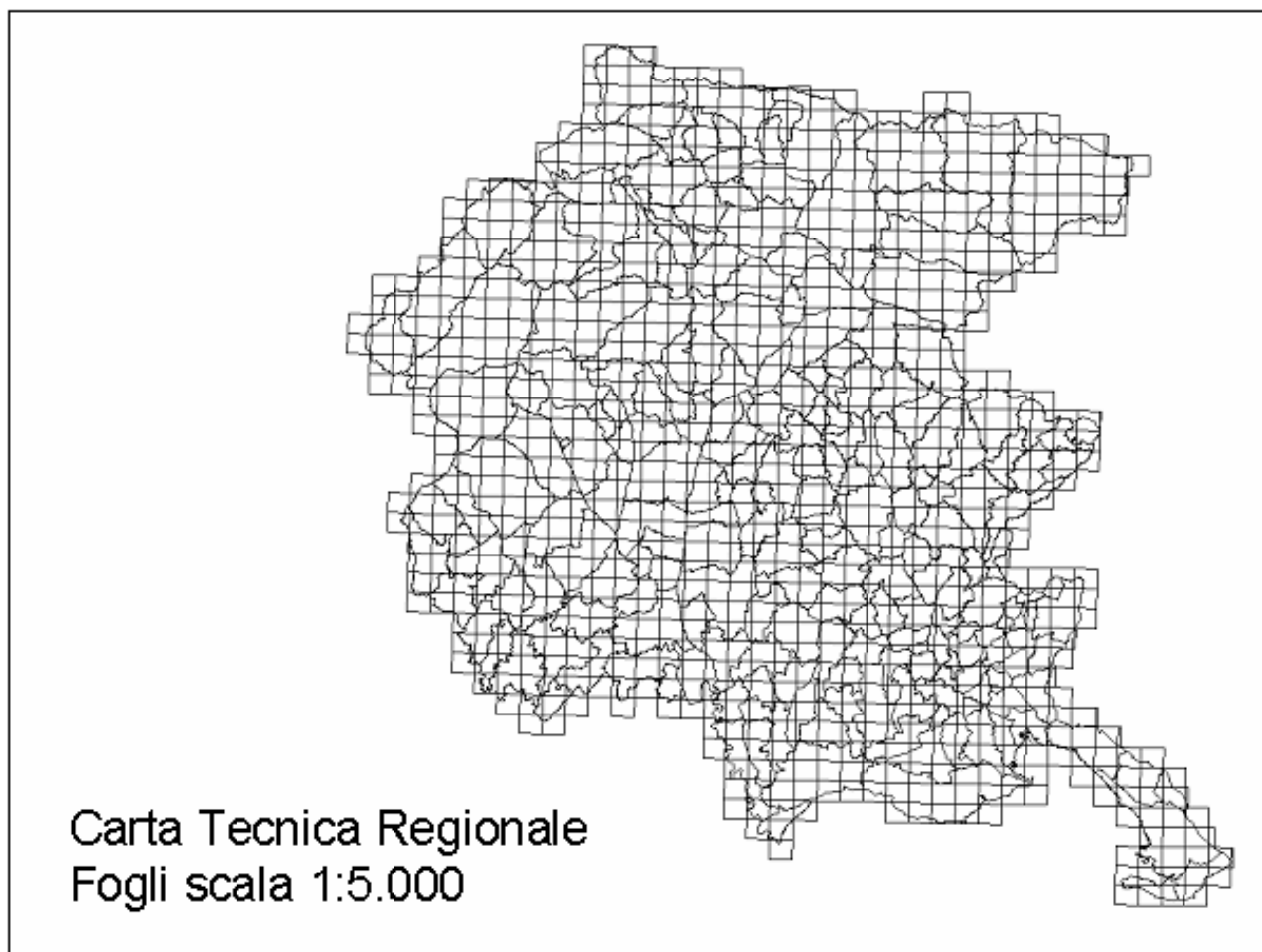


Figura 1. Maglie in cui è stata suddivisa la regione Friuli Venezia Giulia

In considerazione del fatto che nella regione sono presenti zone in cui è scarsa o addirittura nulla la presenza di edifici, è stata fatta, sempre sulla base della carta tecnica regionale, una prima ricognizione per valutare il numero di edifici presenti in ogni maglia, all'interno della quale sarebbe poi stato possibile estrarre il numero desiderato di edifici in cui effettuare le misure di radon. Il risultato della ricognizione è riportato nella figura 2: in essa sono chiaramente evidenti le zone completamente disabitate corrispondenti alla montagna ed alla laguna.

Sulla base della ricognizione descritta si è scelto di considerare, per la successiva estrazione degli edifici da indagare, soltanto le maglie con più di 15 edifici. Sono state così individuate 734 maglie.

Allo scopo di poter eseguire in seguito indagini più approfondite nelle aree a più alta concentrazione di radon indoor e di studiare le eventuali correlazioni tra tali concentrazioni ed i parametri geomorfologici, geologici ed idrogeologici della regione, si è scelto di effettuare un numero di misure maggiore nelle maglie che, dalle informazioni già in possesso dell'agenzia, era presumibile avrebbero mostrato concentrazioni più elevate delle altre.

Si è scelto, quindi, di suddividere il territorio regionale in maglie rispettivamente chiamate standard e di attenzione. L'individuazione delle maglie di attenzione è stata effettuata sulla base dei dati di concentrazione di radon indoor in possesso dell'ARPA FVG e sulla base di alcuni dati geologici di carattere generale.

In particolare è stata considerata la campagna di misura del radon indoor che ARPA FVG ha condotto in tutte le scuole, pubbliche e private, e gli asili nido del Friuli Venezia Giulia (oltre 5000 misure in oltre 1300 scuole). I risultati di questa campagna di misura sono riassunti nella figura 3. Nella figura 4 sono invece riportati i principali lineamenti tettonici della regione che sono stati opportunamente digitalizzati (vedi figura 4). Sono state considerate maglie di attenzione tutte le

maglie attraversate da un lineamento tettonico o comprese, anche parzialmente, all'interno del territorio di un comune in cui siano state misurate concentrazioni superiori a 200 Bq/m^3 in almeno un locale in almeno una struttura scolastica. In questo modo sono state individuate 512 maglie di attenzione e 222 maglie standard.

Sulla base del numero di maglie standard e di attenzione si è giunti alla definizione del numero di edifici da estrarre per singola maglia standard, che è risultato pari a 2, e per maglia di attenzione, che è risultato pari a 4.

La maglia rappresenta l'unità base per l'estrazione, mentre l'analisi dei dati verrà presumibilmente effettuata, per motivi di rappresentatività statistica, sull'insieme di almeno 4 maglie contigue.

Il numero totale di edifici da indagare è così risultato pari a 2492. In ognuno di essi verranno posizionati 2 dosimetri per ogni semestre di misura.

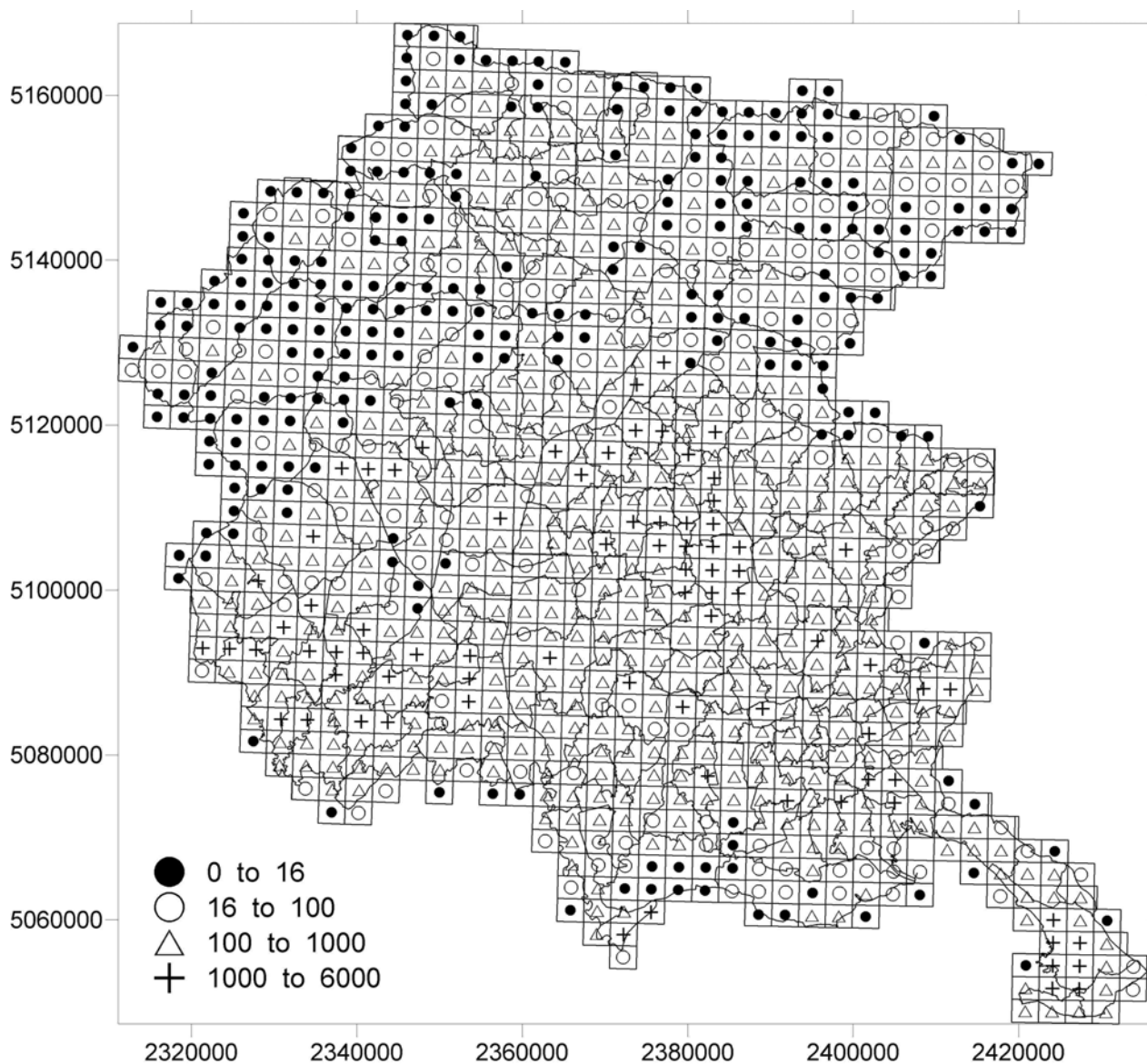


Figura 2. Numero di edifici per maglia: dati provenienti dalla carta tecnica regionale

Allo scopo di rendere il più omogeneo possibile l'insieme di dati dalla cui analisi definire le radon prone areas, si è scelto di posizionare i dosimetri in abitazioni che abbiano almeno un locale normalmente utilizzato a piano terra e di posizionare tutti i dosimetri a piano terra. Le abitazioni

devono inoltre essere abitate normalmente (non devono essere seconde case o abitazioni periodicamente disabitate).

Nelle precedenti campagne di misura della concentrazione di radon indoor, ARPA FVG ha effettuato migliaia di misure con i rivelatori CR39 in configurazione RADOSYS. In tutte le campagne precedenti il risultato della concentrazione di radon all'interno di un singolo locale è sempre derivato dalla media della concentrazione misurata in due dosimetri esposti esattamente nella stessa posizione. Lo scarto tra i valori di concentrazioni misurati dall'analisi dei due rilevatori è risultato quasi sempre inferiore al 5% e soltanto in rari casi (meno dell'1%) lo scarto è risultato superiore al 20%. In considerazione di ciò si è deciso di posizionare due dosimetri al piano terra di ogni abitazione, in locali diversi (indicativamente camera da letto e soggiorno), riservandosi di posizionare, per controllo, i dosimetri in coppia in circa 50 abitazioni.

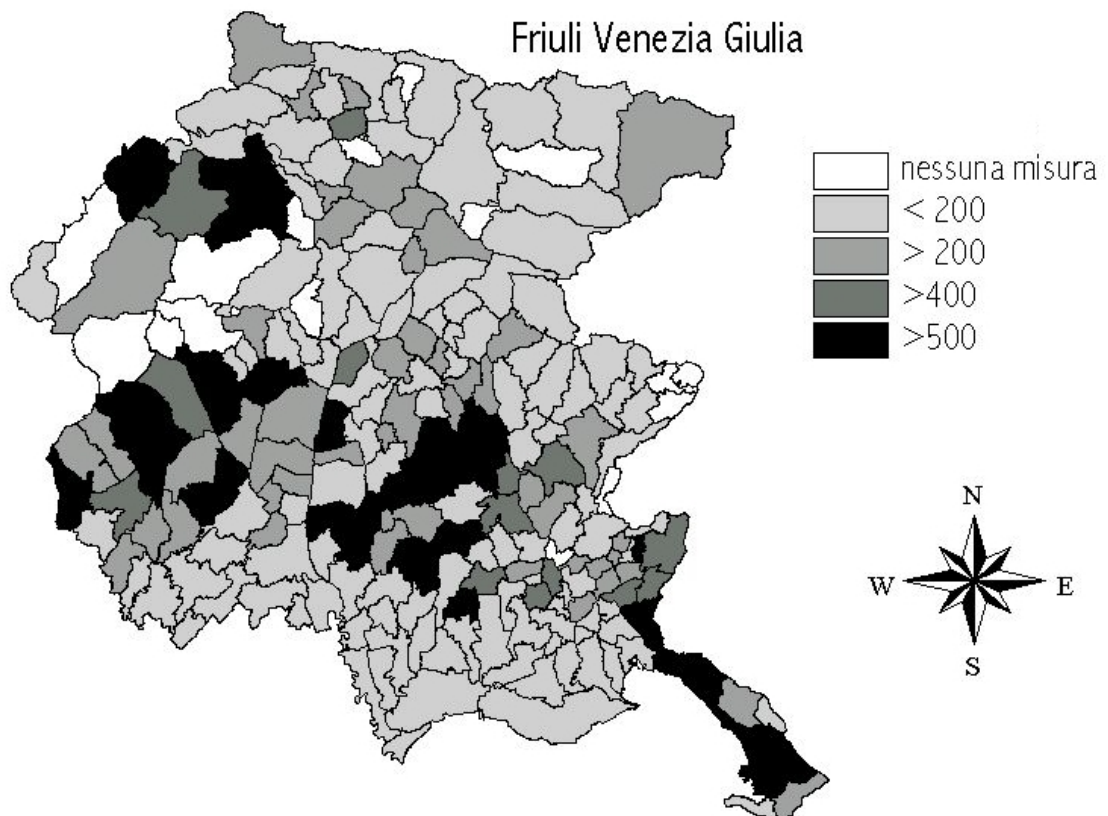


Figura 3. Comuni del Friuli Venezia Giulia in cui la concentrazione di radon misurata in almeno un locale in almeno una scuola è risultata superiore rispettivamente a 200, 400 e 500 Bq/m³

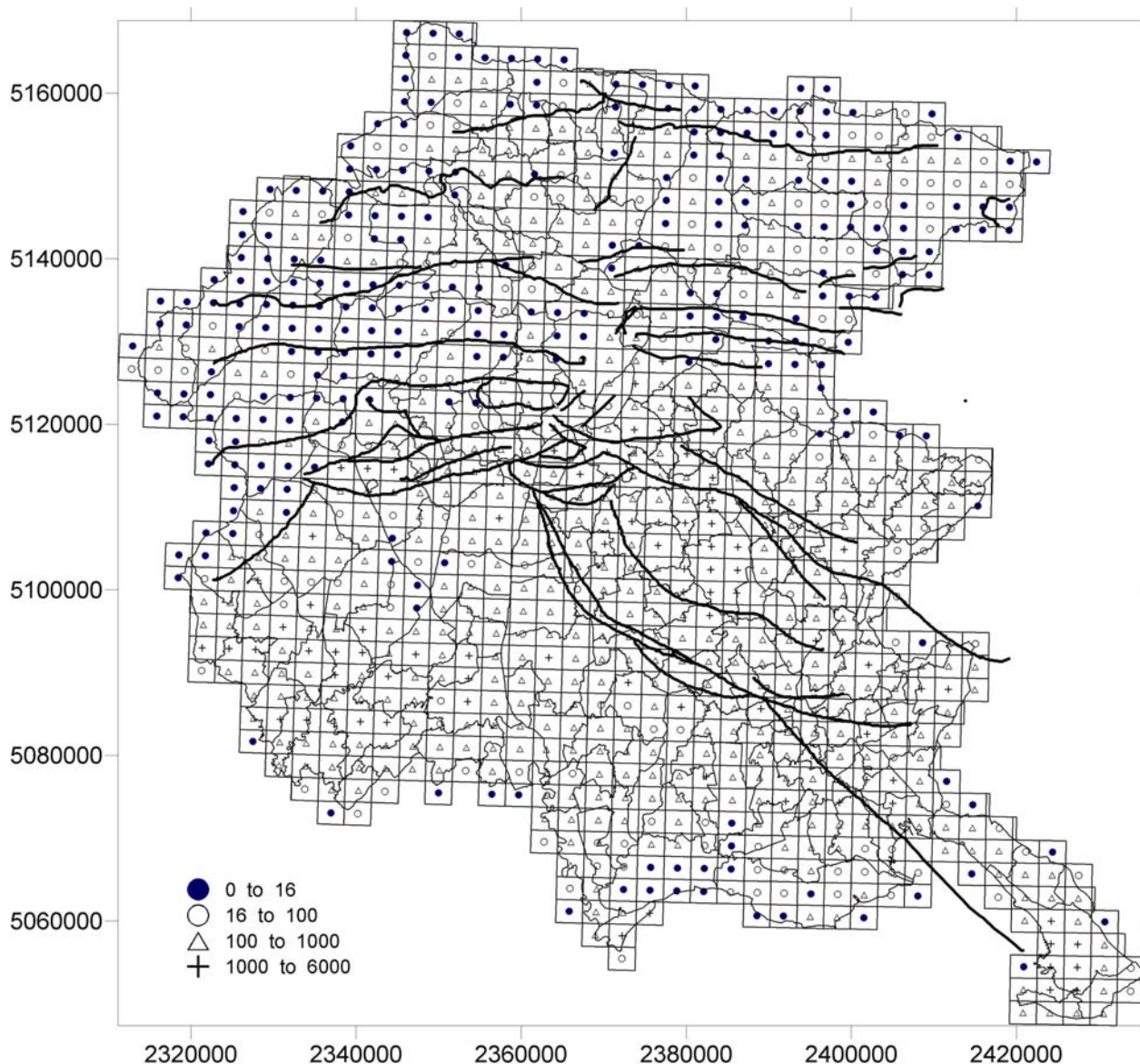


Figura 4. Numero di edifici per maglia e lineamenti tettonici principali

Estrazione degli edifici, posizionamento, cambio e ritiro dei dosimetri

Una volta stabilito il numero di edifici per maglia, si è proceduto all'estrazione degli edifici, con apposite modalità statistiche, direttamente dal formato digitalizzato della carta tecnica regionale. Dall'estrazione sono stati esclusi gli edifici con superficie inferiore a 50 m². In figura 5 è riportato il risultato dell'estrazione effettuata all'interno di un comune ed in figura 6 il dettaglio dell'estrazione di un edificio.

L'edificio estratto potrebbe non essere un'abitazione o non avere le altre caratteristiche richieste per il posizionamento dei dosimetri. In questo caso verrà scelta, al momento del posizionamento del dosimetro, l'abitazione con le caratteristiche necessarie più vicina a quella estratta, nell'ambito della stessa maglia e dello stesso comune.

Sulla base di un accordo tra ARPA ed assessorato regionale all'ambiente, lavori pubblici e protezione civile, il posizionamento dei dosimetri verrà effettuato in contemporanea su tutta la regione da personale volontario appartenente alle squadre comunali della protezione civile, opportunamente addestrato. L'inizio del posizionamento è previsto nella seconda metà di settembre e dovrà essere completato entro 15 giorni. Lo stesso personale, all'atto del posizionamento, compilerà le apposite schede di caratterizzazione dell'abitazione, dei locali in cui vengono

posizionati i dosimetri e dei tempi di occupazione degli abitanti. In seguito, con le stesse modalità, verrà effettuato il cambio dei dosimetri ed il ritiro alla fine del periodo di misura.

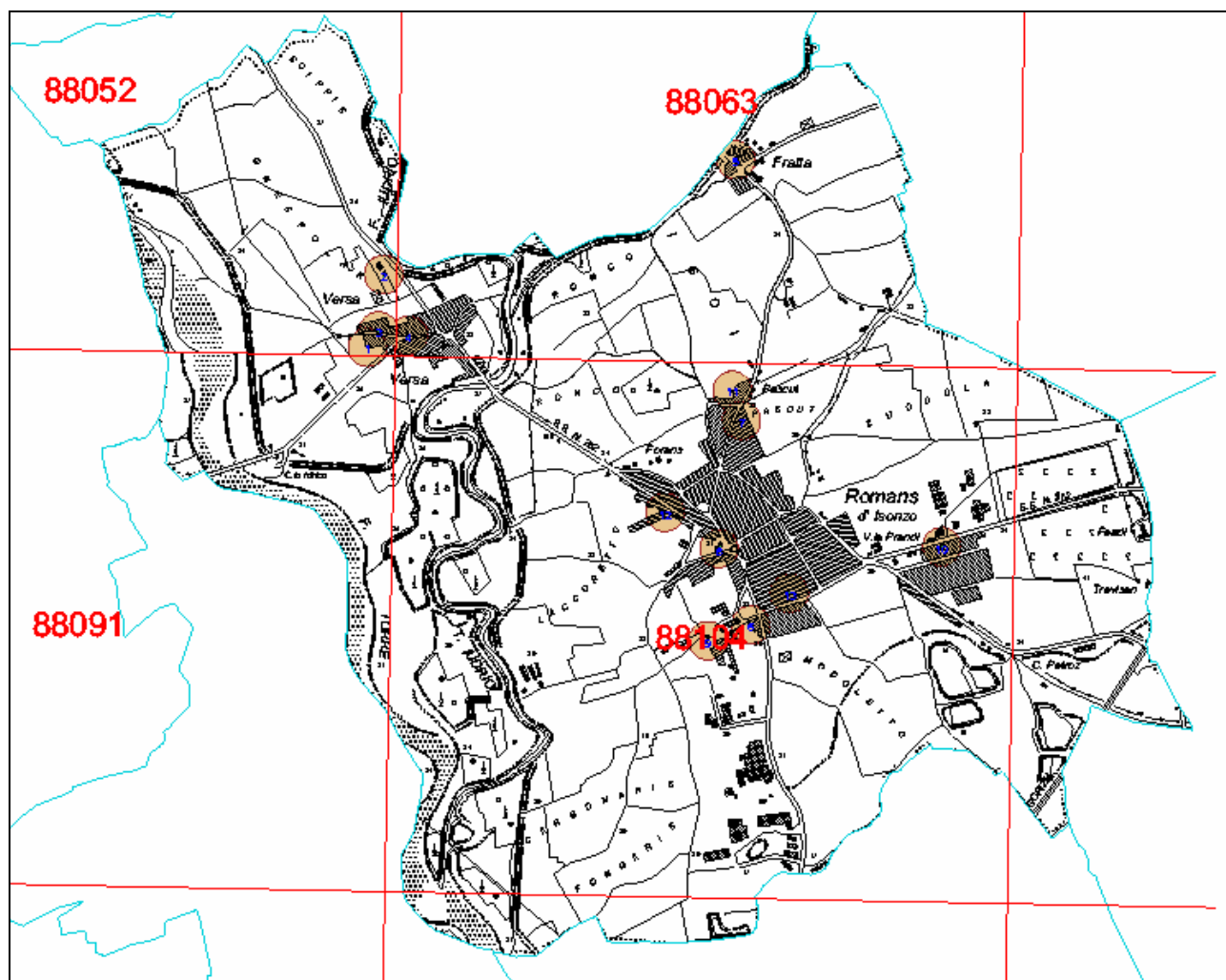


Figura 5. Esempio di estrazione di edifici all'interno di un comune

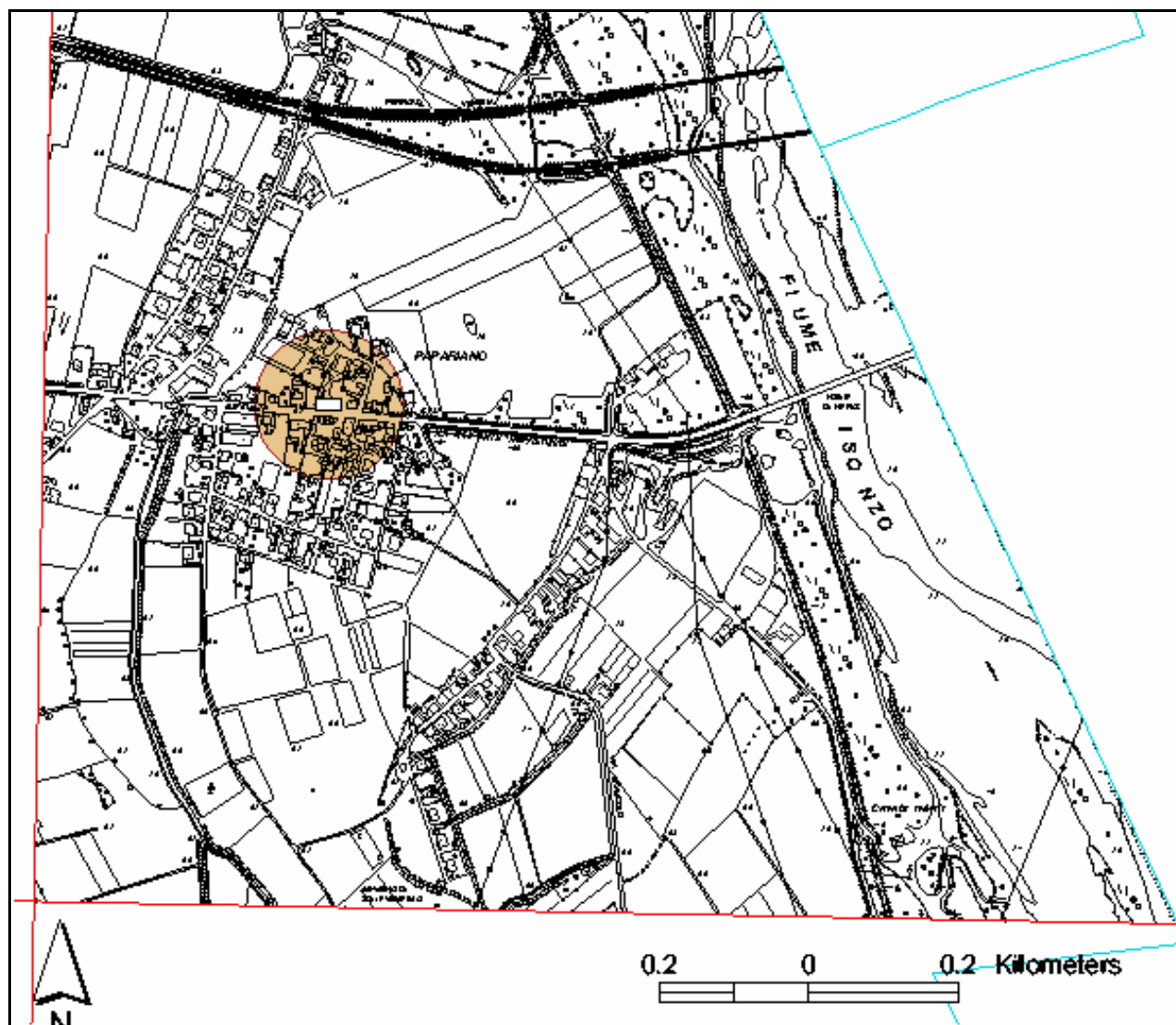


Figura 6. Dettaglio dell'estrazione di un edificio

Studi complementari: la campagna regionale di misura del radon nel suolo

Tra gli studi complementari previsti dal progetto, l'unico già avviato è quello che permetterà di valutare il potenziale di emanazione di radon dal suolo. Tale tipo di studio, in molti paesi della comunità europea è considerato fondamentale, o almeno complementare, alle misure di radon indoor, per una corretta definizione delle radon prone areas.

Allo scopo di integrare le misure di radon indoor, in analogia con quanto fatto da diversi colleghi europei, è partita una campagna di misura di radon nel suolo della regione Friuli Venezia Giulia.

Un lavoro preliminare per la definizione delle modalità di campionamento e delle tecniche di misura è stato svolto nei primi mesi del 2005. La scelta dei punti di misura sul territorio regionale è stata fatta utilizzando come base cartografica la carta tecnica regionale: sono stati raggruppati i fogli 1:5000 della carta tecnica a 4 alla volta, si è così venuta a creare una griglia con maglie di circa $6.4 \times 5.6 \text{ km}^2$ e si è scelto di effettuare un punto di misura all'interno della metà delle maglie così individuate. Il numero totale di punti di misura previsti è pari a circa 120, uno ogni circa 70 km^2 . Ad oggi sono state effettuate misure in una quindicina di punti nel territorio della provincia di Udine. Si prevede di ultimare la campagna nell'arco di due anni.

CONCLUSIONI

L'attuazione completa del progetto presentato, comprensiva degli studi complementari programmati, renderà possibile, oltre alla definizione delle radon prone areas, la rivalutazione della dose da esposizione a radon alla popolazione del Friuli Venezia Giulia, a quindici anni di distanza dalla prima valutazione effettuata nell'ambito della campagna nazionale radon.

Sarà inoltre possibile effettuare una serie di analisi statistiche, anche con analisi multivariate, che potranno permettere una maggiore conoscenza delle caratteristiche edilizie e d'uso degli edifici che influenzano maggiormente la concentrazione di radon indoor.

Inoltre, con la georeferenziazione precisa di ogni punto di misura e l'ausilio di alcuni studi di dettaglio, sarà possibile condurre raffinate indagini geostatistiche per l'individuazione dei parametri geomorfologici, geologici ed idrogeologici, che più influenzano il contenuto di radon nei suoli della regione e che regolano l'emanazione da essi e quindi la concentrazione di radon indoor.

Sulla base di questi risultati sarà possibile individuare precise indicazioni da inserire all'interno dei piani regolatori comunali per la prevenzione del rischio radon.