

**PROGETTO PILOTA RADON NELLA PROVINCIA DI LECCE**

**2013 – 2014**

**RISULTATI DEL QUESTIONARIO**

**ARPA PUGLIA**

Ottobre 2015



Unità Ambiente e Salute - Direzione Generale

*Progetto pilota radon nella provincia di Lecce 2013 – 2014: i risultati del questionario*

Rapporto a cura dell'Unità Ambiente e Salute (UAS)- Direzione Generale ARPA PUGLIA

Referenti: Maria Serinelli, Ida Galise

## INDICE

<b>1 - Introduzione e obiettivo dell'indagine .....</b>	<b>4</b>
<b>2 - Scelta del campione .....</b>	<b>4</b>
2.1 Estrazione delle famiglie .....	6
<b>3 - Questionario .....</b>	<b>7</b>
<b>4 - Analisi statistiche .....</b>	<b>7</b>
<b>5 - Risultati .....</b>	<b>9</b>
<b>6 - Conclusioni .....</b>	<b>25</b>

## 1 - Introduzione e obiettivo dell'indagine

Nell'ambito del progetto pilota relativo allo studio di un campione ristretto di abitazioni in alcuni comuni della Provincia di Lecce, selezionati sulla base dei dati di mortalità per tumore polmonare, sono stati somministrati dei questionari al fine di conoscere le caratteristiche delle persone residenti nell'abitazione in cui sono state effettuate le misurazioni e le caratteristiche dell'edificio, dell'abitazione e del locale in cui è stato posizionato il dosimetro.

Il presente rapporto descrive i risultati derivanti dall'elaborazione dei dati riportati nei questionari.

## 2 - Scelta del campione

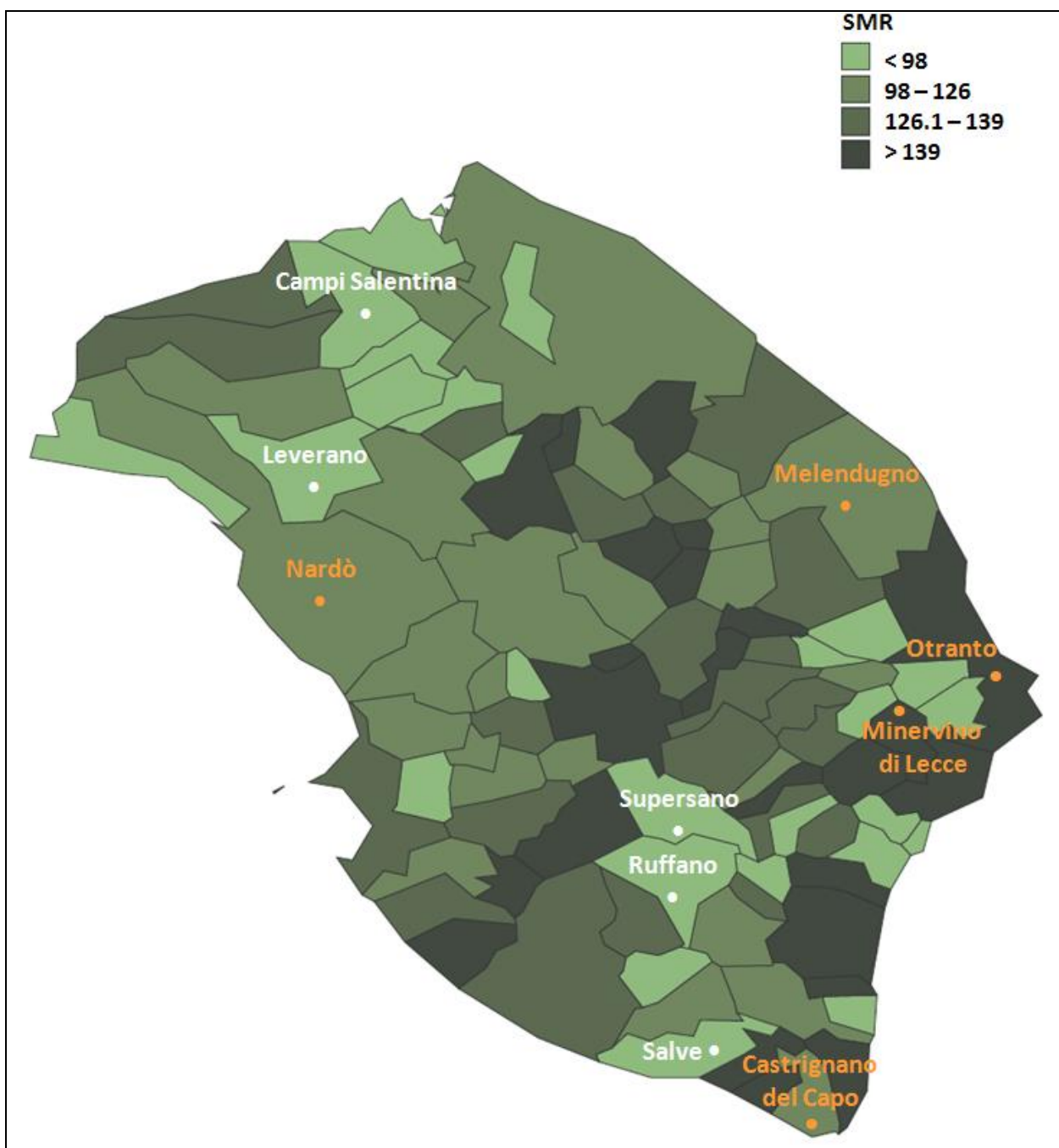
Negli anni 2012-2013 lo studio ha interessato un campione di 200 abitazioni in 10 comuni della Provincia di Lecce (20 abitazioni per ogni comune), selezionati in base ai dati di mortalità per tumore polmonare. I dati relativi alla mortalità per tumore al polmone, per gli anni 2000-2005, sono stati estratti dall'Atlante delle Cause di Morte dei Comuni della Regione Puglia, elaborato a cura dell'Osservatorio Epidemiologico della Regione Puglia (OER - Puglia) e dei referenti delle Unità Operative Statistico Epidemiologiche (UOSE) delle ASL pugliesi.

Il criterio utilizzato per la selezione dei comuni oggetto di studio è basato sul valore del rapporto standardizzato di mortalità (SMR) che esprime il rapporto fra decessi osservati e decessi attesi nella popolazione di riferimento regionale per 100, considerando insieme il genere maschile e quello femminile. Se il valore di tale indicatore è pari a 100, la mortalità relativa a un determinato comune è paragonabile a quella dell'intera regione. Se è maggiore o minore di 100 in quel comune vi è, rispettivamente, un'eccesso di mortalità o riduzione del rischio di mortalità rispetto alla popolazione. Gli SMR calcolati per i comuni della provincia di Lecce sono stati ordinati allo scopo di ottenere una graduatoria in cui sono stati distinti i comuni con un valore di SMR superiore a 100 (Gruppo 1) e quelli con SMR inferiore a 100 (Gruppo 2). Da ciascun gruppo sono stati selezionati i comuni oggetto d'indagine sia in base alle caratteristiche di mortalità sia in base alla distribuzione geografica, secondo l'elenco che segue:

- **I gruppo (comuni con eccesso di mortalità per tumori polmonari):**
  - Minervino di Lecce
  - Otranto
  - Melendugno
  - Castrignano del capo
  - Nardò
- **II gruppo (comuni senza evidenza di eccesso di mortalità per tumori polmonari):**
  - Ruffano
  - Campi Salentina
  - Salve
  - Leverano
  - Supersano

Nella Figura 1 relativa ai valori di SMR per tumore del polmone a livello comunale nella provincia di Lecce, sono indicati i comuni selezionati per i due gruppi (I gruppo indicati in arancio, Il gruppo in bianco).

**Figura 1 – SMR relativi alla mortalità del tumore al polmone nei comuni della provincia di Lecce (entrambi i sessi), anni 2000-2005.**



## **2.1 ESTRAZIONE DELLE FAMIGLIE**

Ai fini dell'indagine, il campione di 20 famiglie residenti in ciascun comune selezionato è stato scelto secondo un'estrazione casuale fra tutte le famiglie abitanti in edifici che presentano le seguenti caratteristiche:

1. destinazione d'uso abitativa;
2. localizzazione misure piano terra;
3. caratteristiche costruttive precedenti l'anno 1950;
4. ubicazione dell'edificio nel centro storico.

L'estrazione delle famiglie campione ha previsto le seguenti fasi:

### **1. Individuazione delle abitazioni ubicate nel centro storico nelle quali effettuare le misure.**

Ciascun Comune ha individuato tutti gli edifici ubicati nelle vie del centro storico.

### **2. Predisposizione di un elenco di famiglie collegato alle abitazioni**

Individuate le abitazioni è stato predisposto un elenco di famiglie ad esse collegate.

Tale elenco è stato estrapolato dalla lista anagrafica presente negli archivi amministrativi del Comune in studio. La lista doveva possedere le seguenti caratteristiche:

- **completezza**: incluse tutte e solo le famiglie residenti nel centro storico;
- **ordinamento** alfabetico del nominativo dell'intestatario della Scheda di Famiglia Anagrafica (SFA) e quindi numerico da 1 a N degli stessi.

### **3. Estrazione del campione di famiglie e individuazione di famiglie sostitute**

La lista relativa alle famiglie è stata popolata con campionamento casuale semplice senza reimmissione (ossia ciascun "elemento" una volta selezionato non viene rimesso nella popolazione e non può più essere scelto).

In particolare dall'elenco numerato da 1 a N degli elementi della popolazione sono stati estratti quelli con numeri corrispondenti ad una successione di  $n$  numeri casuali compresi tra 1 ed N estratta mediante un generatore di numeri casuali.

Al fine di superare problemi relativi al rifiuto del proprietario dell'abitazione selezionata a partecipare alla campagna di misura o di mancanza dei requisiti specifici delle abitazioni (punti da 1 a 3)  $n$  è stato posto pari a 60.

**Esempio.** Se nel centro storico di un comune vi sono 500 famiglie, nel generatore dei numeri casuali si inserisce il numero minimo e massimo all'interno del quale scegliere i numeri da estrarre. Ad esempio se si inserisce come minimo 1 e massimo 500 e come numeri da estrarre 60, il risultato dell'elaborazione potrebbe essere il seguente:

1. 10	6. 57	11. 91	16. 126	21. 155	...
2. 11	7. 72	12. 95	17. 139	22. 159	...
3. 22	8. 76	13. 113	18. 141	23. 163	58. 458
4. 26	9. 82	14. 116	19. 148	24. 167	59. 464
5. 34	10. 90	15. 120	20. 153	25. 174	60. 473

Le prime 20 famiglie entreranno a far parte del campione. Se però tra le prime 20 ci sono uno o più famiglie che si rifiutano di partecipare o non hanno il requisito richiesto per partecipare, le sostitute saranno individuate in maniera progressiva a partire dalla 21-esima posizione.

### 3 - Questionario

A ciascuna famiglia campionata è stato somministrato un questionario relativo alle caratteristiche delle persone residenti nell'abitazione in cui sono state effettuate le misurazioni e alle caratteristiche dell'edificio, dell'abitazione e del locale in cui è stato posizionato il dosimetro.

### 4 – Analisi statistiche

Sono state calcolate le **statistiche descrittive** delle variabili raccolte tramite questionario.

Allo scopo di valutare l'eventuale presenza di correlazione tra le variabili quantitative (es. superficie in m<sup>2</sup>) e la concentrazione media di radon, è stata calcolata una misura di correlazione non parametrica basata sui ranghi, che non richiede che sia verificata l'ipotesi di normalità della popolazione da cui è estratto il campione, ovvero l'**indice di cograduazione di Spearman**, dato da:

$$r_s = 1 - \frac{2 \sum_{h=1}^n d_h^2}{\text{Max} \sum_{h=1}^n d_h^2} = 1 - \frac{6 \sum_{h=1}^n d_h^2}{n (n^2 - 1)}$$

dove  $d_h$  rappresenta la differenza fra i numeri d'ordine occupati dalla h-esima unità nelle due graduatorie crescenti relative a X e Y (essendoci informazioni mancanti per alcune osservazioni, il coefficiente è stato calcolato considerando solo le coppie di valori di valori non *missing*); esso varia tra +1 e -1 (valori per i quali la correlazione è massima, rispettivamente diretta o indiretta) ed è vicino a 0 quando non esiste correlazione.

L'eventuale differenza tra le concentrazioni medie di radon in estate/inverno o durante tutto l'anno tra diversi gruppi di dati è stata valutata tramite i seguenti test:

- nel caso di confronti tra 2 gruppi (variabili qualitative con 2 modalità - es. abitazioni unifamiliari vs plurifamiliari), è stato calcolato il **test U di Wilcoxon Mann-Whitney** (equivalente non parametrico del test t di Student per campioni indipendenti) per verificare che i due gruppi provengano da popolazioni omogenee rispetto alla tendenza centrale. Dopo aver attribuito i ranghi a tutte le osservazioni, comprendendo nello stesso ordinamento i due gruppi di dati, il test è dato da:

$$U = \min(U_1, U_2) \quad \text{dove} \quad U_i = R_i - \frac{n_i(n_i + 1)}{2} \quad \text{con } i = 1, 2$$

e  $R_i$  è la somma dei ranghi assegnati al gruppo i-esimo composto da  $n_i$  elementi;

- nel caso di confronti tra 3 o più gruppi (variabili qualitative con 3 o più modalità - es. materiale di costruzione), è stato calcolato il **test H di Kruskal-Wallis**, metodo non parametrico per verificare l'uguaglianza delle mediane di diversi gruppi, cioè per verificare che tali gruppi provengano da da

popolazioni omogenee rispetto alla tendenza centrale. Dopo aver attribuito i ranghi R a tutte le osservazioni, indipendentemente dal gruppo di appartenenza, il test è dato da:

$$H = \frac{12}{n(n+1)} \sum_{i=1}^l \frac{R_i^2}{n_i} - 3(n+1)$$

dove  $n_i$  è la numerosità relativa al gruppo i-esimo e  $n = \sum n_i$  la numerosità totale,  $R_i$  la somma dei ranghi relativa al gruppo i-esimo.

Nel paragrafo successivo sono riportati i risultati relativi a tali indicatori solo in caso di presenza di correlazione statisticamente significativa. La significatività è stata valutata a un livello di fiducia del 95% ( $\alpha=0,05$ ).



## 5 - Risultati

Sono stati raccolti 199 questionari (causa decesso di un soggetto, non sono disponibili i dati relativi ad una abitazione).

**Tab. 1 - Distribuzione delle abitazioni secondo il numero di residenti**

	totale campione		gruppo 1		gruppo 2	
	n	%	n	%	n	%
<b>Numero abitanti</b>						
1	53	27,2%	22	22,2%	31	32,3%
2	72	36,9%	38	38,4%	34	35,4%
3	30	15,4%	19	19,2%	11	11,5%
4 e più	40	20,5%	20	20,2%	20	20,8%

Non emerge correlazione tra il numero di abitanti e la concentrazione media annuale/invernale/estiva di radon misurata.

Nelle Tabelle 2-6 sono sintetizzate le caratteristiche demografiche dei soggetti residenti nelle abitazioni selezionate.

**Tab. 2 - Distribuzione dei residenti secondo il sesso**

Sesso	n	%
F	187	41,8%
M	260	58,2%
<b>Totale</b>	<b>447</b>	<b>100%</b>

**Tab. 3 - Distribuzione dei residenti secondo la classe di età**

Classe età	n	%
0-5	14	3,2%
6-19	49	11,1%
20-29	36	8,2%
30-49	88	20,0%
50-65	106	24,1%
66 e oltre	147	33,4%
<b>Totale</b>	<b>440</b>	<b>100,0%</b>

**Tab. 4 - Distribuzione dei residenti secondo sesso e classe di età**

Classe età	sesso		Total
	M	F	
0-5	8	6	14
6-19	21	28	49
20-29	19	17	36
30-49	36	52	88
50-65	49	57	106
66 e oltre	52	95	147
<b>Totale</b>	<b>185</b>	<b>255</b>	<b>440*</b>

\* per 7 soggetti non è nota l'età

**Tab. 5 - Distribuzione dei residenti secondo la condizione professionale**

Condizione professionale	n	%
Età < 6 anni	9	2,0%
Studente	71	15,9%
Casalinga	40	8,9%
Disoccupato/a	26	5,8%
Inabile al lavoro	1	0,2%
Occupato/a	126	28,2%
Pensionato/a	174	38,9%
<b>Totale</b>	<b>447</b>	<b>100%</b>

**Tab. 6 - Distribuzione dei residenti occupati secondo il tipo di lavoro**

Tipo di lavoro	n	% sul totale degli occupati	% sul totale campione
Imprenditore	3	2,4%	0,7%
Lavoratore dipendente - Impiegato	69	54,8%	15,4%
Lavoratore in proprio	20	15,9%	4,5%
Lavoro dipendente - Dirigente	1	0,8%	0,2%
Lavoro dipendente - Operaio	6	4,8%	1,3%
Libero Professionista	27	21,4%	6,0%
<b>Totale</b>	<b>126</b>	<b>100%</b>	<b>28%</b>

**Tab. 7 – Statistiche descrittive delle ore trascorse in casa/all'aperto/al chiuso dai soggetti residenti nelle abitazioni selezionate**

Statistiche descrittive	Ore trascorse		
	in casa	all'aperto	al chiuso altrove
n	434	434	433
media	14,1	4,5	5,4
mediana	13,5	4	6
min	3	0	0
max	24	12	12
dev.standard	3,84	2,147	2,9

Distinguendo le abitazioni con diverso numero di residenti, non emerge correlazione tra le ore trascorse in casa/all'aperto/al chiuso altrove e la concentrazione media annuale/estiva/invernale di radon misurata.

**Tab. 8 - Caratteristiche degli edifici in cui sono ubicate le abitazioni campionate**

DATI EDIFICIO	totale campione		gruppo 1		gruppo 2	
	n	%	n	%	n	%
<b>Tipologia edificio</b>						
<i>Unifamiliare</i>	159	79,9%	76	76,0%	83	83,8%
<i>Plurifamiliare</i>	40	20,1%	24	24,0%	16	16,2%
<b>Posizione, rispetto al terreno, del piano più basso dell'edificio</b>						
<i>Sopra il terreno</i>	144	72,4%	68	68,0%	76	76,8%
<i>Sotterraneo</i>	21	10,6%	14	14,0%	7	7,1%
<i>Sotterraneo o seminterrato*</i>	17	8,5%	13	13,0%	4	4,0%
<i>Seminterrato</i>	15	7,5%	3	3,0%	12	12,1%
<i>Su pilastri</i>	2	1,0%	2	2,0%	0	0,0%
<b>Pareti a diretto contatto col terreno</b>						
<i>Sì</i>	190	95,5%	93	93,0%	97	98,0%
<i>No</i>	9	4,5%	7	7,0%	2	2,0%
<b>Utilizzo del seminterraneo o sotterraneo</b>						
<i>abitazione</i>	6	11,5%	3	10,3%	3	13,0%
<i>negozio/ufficio</i>	3	5,8%	3	10,3%	0	0,0%
<i>cantina/deposito</i>	42	80,8%	23	79,3%	19	82,6%
<i>garage</i>	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
<i>altro</i>	1	1,9%	0	0,0%	1	4,3%

\* Nel caso di abitazioni in cui non era specificato se avessero un seminterrato o sotterraneo, ma di cui ne era specificato l'uso (es. cantina/deposito), abbiamo indicato il valore: "2 o 3"

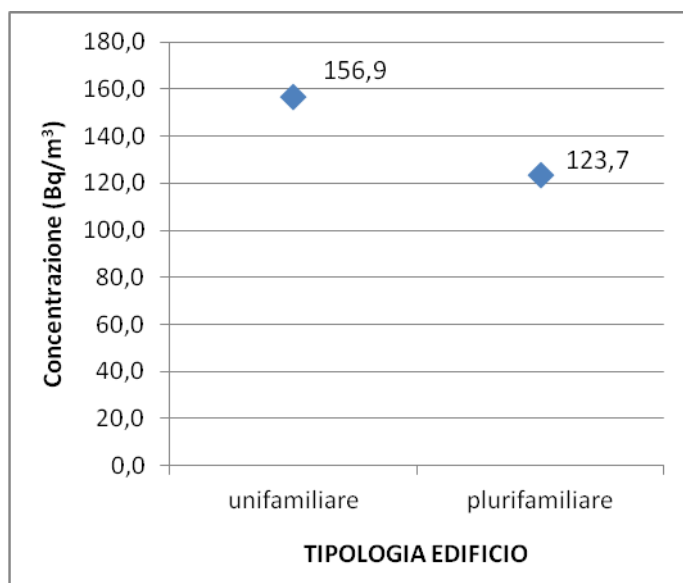
(segue) Tab. 8 - Caratteristiche degli edifici in cui sono ubicate le abitazioni campionate

DATI EDIFICIO	totale campione		gruppo 1		gruppo 2	
	n	%	n	%	n	%
<b>Numero piani edificio</b>						
1	94	47,5%	45	45,0%	49	50,0%
2	97	49,0%	50	50,0%	47	48,0%
3 e più	7	3,5%	5	5,0%	2	2,0%
<b>Anno di costruzione</b>						
prima del 1919	130	65,7%	59	59,6%	71	71,7%
1919 – 1945	22	11,1%	14	14,1%	8	8,1%
1946 – 1969	21	10,6%	13	13,1%	8	8,1%
dopo 1960	25	12,6%	13	13,1%	12	12,1%
<b>Materiale di costruzione delle strutture portanti</b>						
cemento	3	1,5%	3	3,0%	0	0,0%
cemento+pietre	3	1,5%	2	2,0%	1	1,0%
cemento+tufo	12	6,1%	6	6,1%	6	6,1%
cemento+altro	1	0,5%	1	1,0%	0	0,0%
pietre	17	8,6%	12	12,1%	5	5,1%
pietre+tufo	87	43,9%	39	39,4%	48	48,5%
pietre+tufo+altro	1	0,5%	1	1,0%	0	0,0%
pietre+altro	1	0,5%	1	1,0%	0	0,0%
tufo	72	36,4%	33	33,3%	39	39,4%
altro	1	0,5%	1	1,0%	0	0,0%

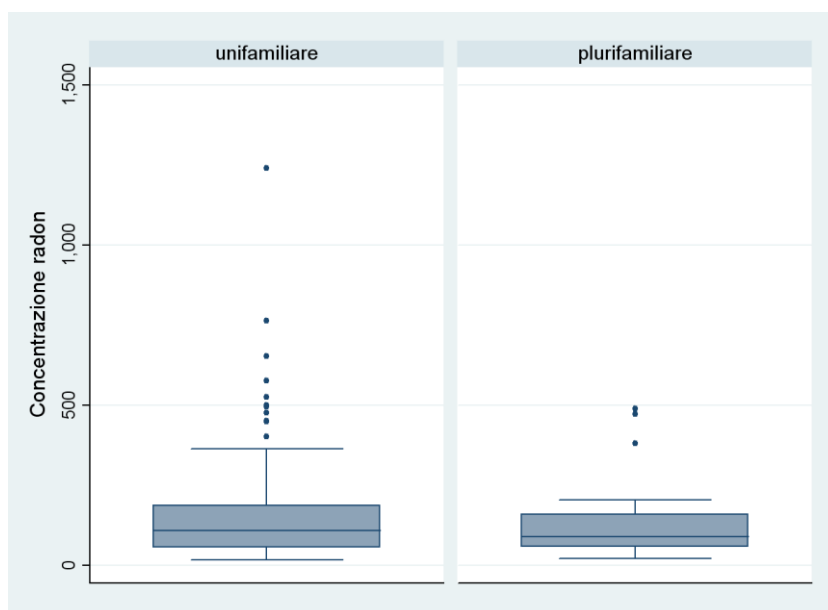
Nel gruppo 1 vi è una differenza statisticamente significativa tra la concentrazioni misurate nelle abitazioni unifamiliari e quelle plurifamiliari (test U: p-value < 0,05 – Figura 2b).

**Figura 2 – Concentrazioni annuali di radon secondo la tipologia di edificio: a) media nel totale del campione, b) boxplot per il totale del campione, c) media nei due gruppi di comuni**

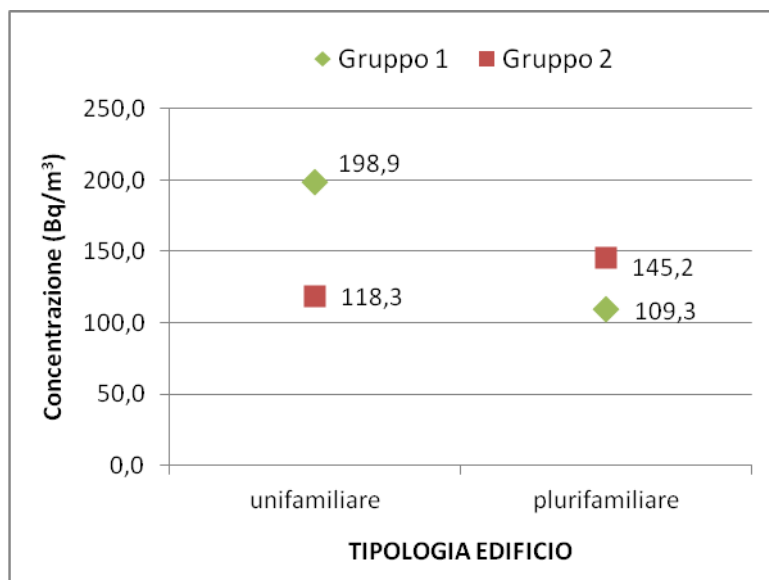
a) media nel totale del campione



b) boxplot per il totale del campione



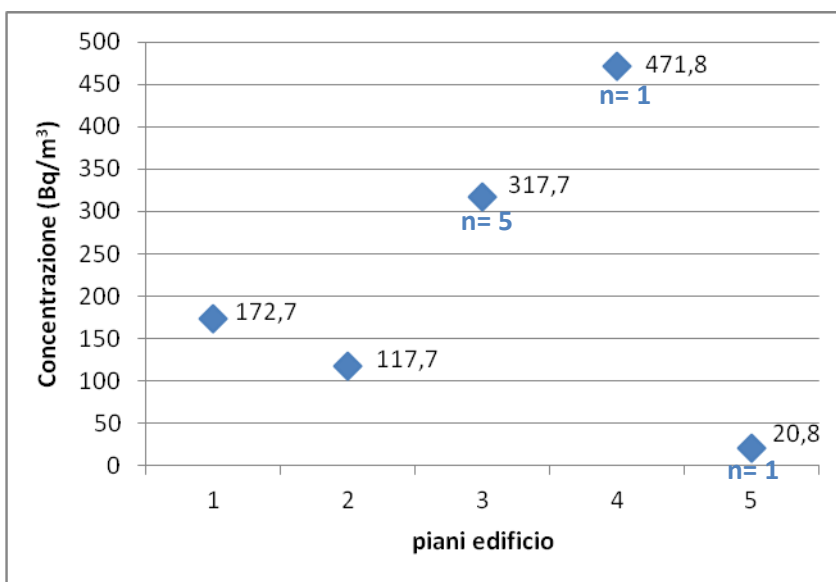
c) media nei due gruppi di comuni



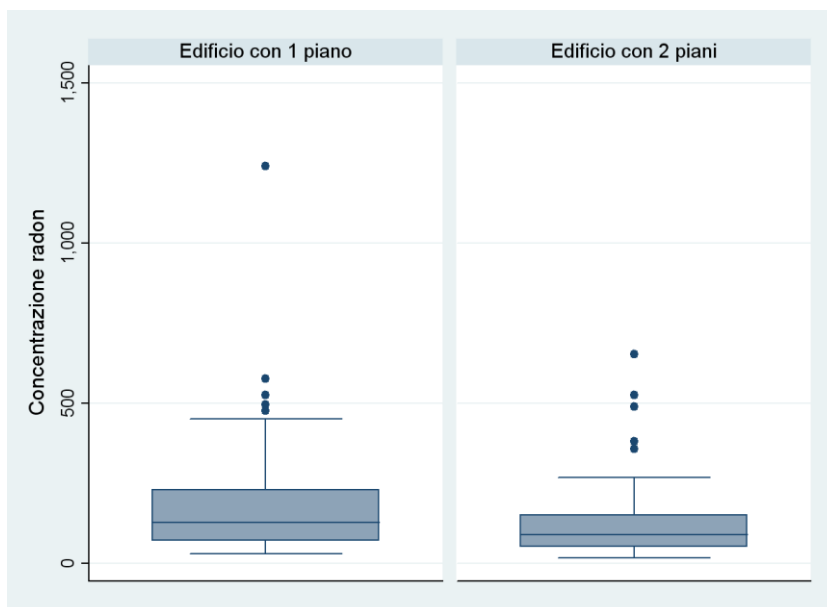
Nel campione totale si osserva una debole correlazione negativa ( $r_s = -0,2$ ) tra la concentrazione media annuale/estiva/invernale e il numero di piani dell'edificio (Figura 3). Gli edifici con 3 o più piani, compreso il piano terra, sono stati esclusi dall'analisi a causa della bassa numerosità. Nel gruppo 1 si osserva una debole correlazione negativa tra la media annuale ( $r_s = -0,2$ ) ed estiva ( $r_s = -0,3$ ) e il numero di piani dell'edificio; nel gruppo 2 è significativa considerando la media annuale e quella invernale ( $r_s = -0,3$ ).

**Figura 3 – Concentrazioni annuali di radon nel totale del campione secondo il numero di piani dell'edificio (compreso il piano terra): a) concentrazioni medie, b) boxplot per gli edifici con 1 o 2 piani**

a) concentrazioni medie



b) boxplot per gli edifici con 1 o 2 piani



Tab. 9 - Caratteristiche delle abitazioni campionate

DATI ABITAZIONE	totale campione		gruppo 1		gruppo 2	
	n	%	n	%	n	%
<b>Numero di piani dell'abitazione (compreso il piano terra)</b>						
1	123	61,8%	64	64,0%	59	59,6%
2	74	37,2%	35	35,0%	39	39,4%
3	2	1,0%	1	1,0%	1	1,0%
<b>Impianto di riscaldamento</b>						
<i>Non presente</i>	25	12,6%	4	4,0%	21	21,4%
<i>Sì, centralizzato</i>	4	2,0%	1	1,0%	3	3,1%
<i>Sì, autonomo</i>	169	85,4%	95	95,0%	74	75,5%
<b>L'impianto autonomo è a:</b>						
<i>legna</i>	24	14,2%	9	9,5%	15	20,3%
<i>gas di città</i>	7	4,1%	0	0,0%	7	9,5%
<i>metano</i>	85	50,3%	58	61,1%	27	36,5%
<i>gasolio</i>	29	17,2%	14	14,7%	15	20,3%
<i>altro</i>	24	14,2%	14	14,7%	10	13,5%
<b>Impianto di condizionamento</b>						
<i>No</i>	127	64,1%	54	54,0%	73	74,5%
<i>Sì, autonomo</i>	71	35,9%	46	46,0%	25	25,5%
<b>Impianto cucina</b>						
<i>Non presente</i>	1	0,5%	0	0,0%	1	1,0%
<i>Sì, gas di città</i>	10	5,1%	1	1,0%	9	9,2%
<i>Sì, gas metano</i>	87	43,9%	58	58,0%	29	29,6%
<i>Sì, gas in bombole</i>	99	50,0%	41	41,0%	58	59,2%
<i>altro</i>	1	0,5%	0	0,0%	1	1,0%
<b>Impianto idrico</b>						
<i>acquedotto</i>	196	99,0%	98	98,0%	98	100,0%
<i>pozzo</i>	1	0,5%	1	1,0%	0	0,0%
<i>altro</i>	1	0,5%	1	1,0%	0	0,0%



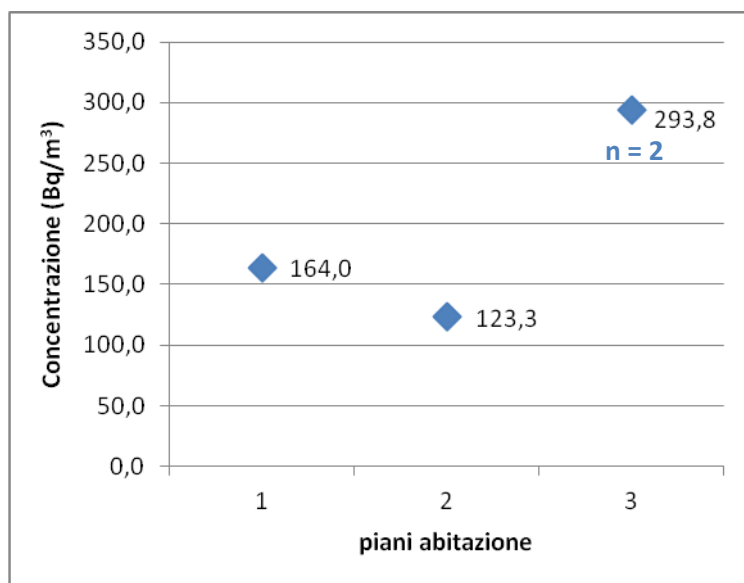
**Tab. 10 – Media e deviazione standard di superficie coperta (m<sup>2</sup>) e altezza (metri) delle abitazioni campionate**

	totale campione		gruppo 1		gruppo 2	
	media	ds	media	ds	media	ds
<b>Superficie coperta (m<sup>2</sup>)</b>	120,1	59,2	131	64,7	109,2	51,1
<b>Altezza (metri)</b>	4,3	1,0	4,2	1,0	4,4	0,95

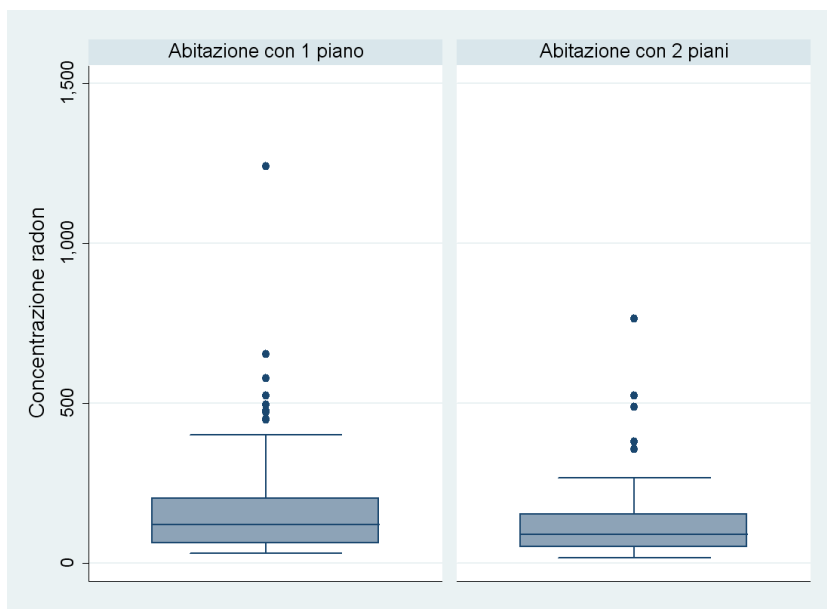
Nel campione totale si registra una debole correlazione negativa ( $r_s = -0,2$ ) tra la concentrazione media annuale/estiva/invernale e il numero di piani dell'abitazione (Figura 4). Le abitazioni di 3 piani, compreso il piano terra, sono state escluse dall'analisi a causa della bassa numerosità ( $n=2$ ). Gli stessi risultati si osservano per il gruppo 2 ( $r_s = -0,3$ ).

**Figura 4 - Concentrazioni annuali di radon nel totale del campione secondo il numero di piani dell'abitazione (compreso il piano terra): a) concentrazioni medie, b) boxplot**

a) concentrazioni medie

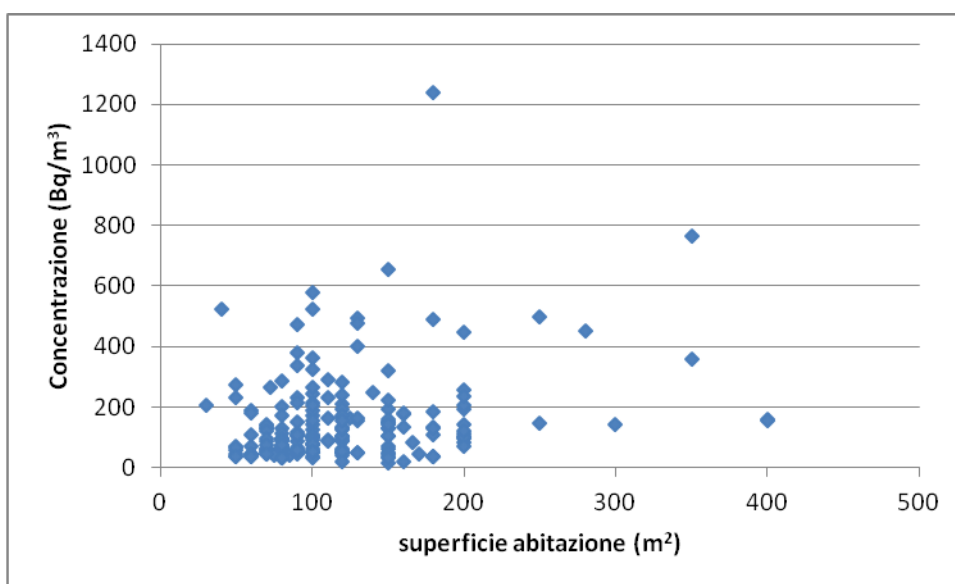


b) *boxplot*



La concentrazione media annuale/estiva/invernale di radon aumenta all'aumentare della superficie dell'abitazione in modo significativo ( $r_s$  compreso tra 0,2 e 0,3) sia nel totale del campione (Fig. 5) che nei due gruppi.

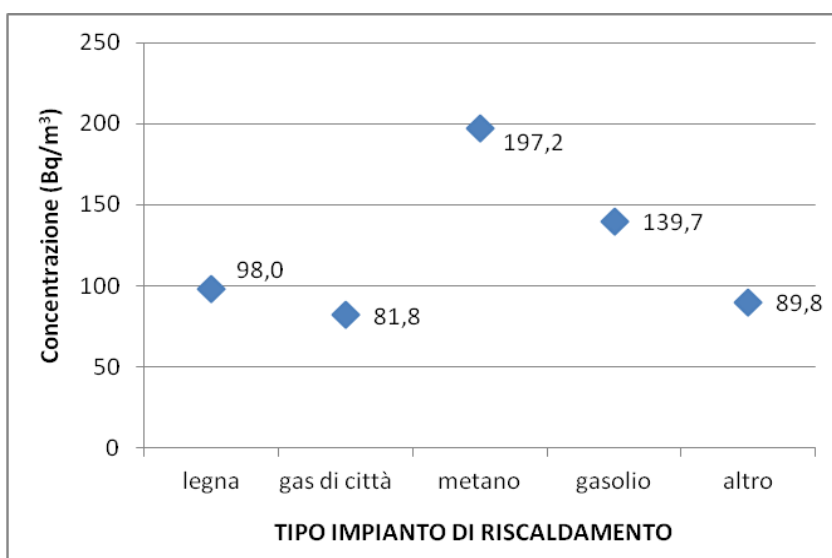
**Figura 5 – distribuzione delle concentrazione medie annuali di radon rispetto alla superficie media dell'abitazione**



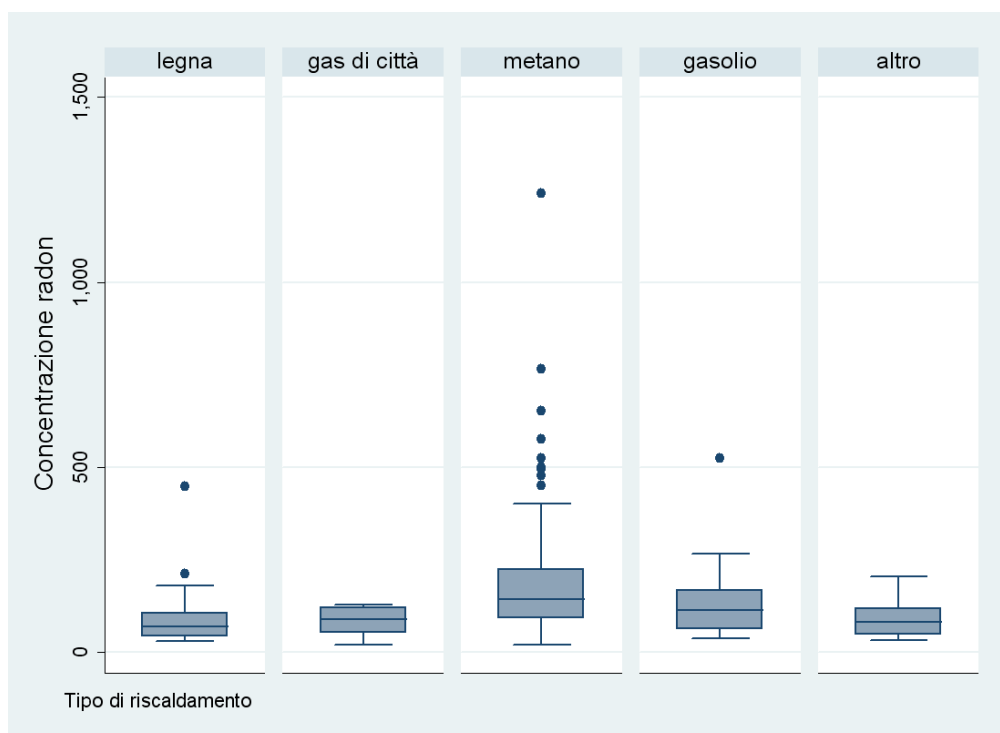
La concentrazione media annuale/estiva/invernale di radon varia in modo significativo al variare del tipo di impianto di riscaldamento nel totale del campione (Fig. 6) e nel gruppo 2.

**Figura 6 – concentrazioni annuali di radon nel totale del campione rispetto tipo di impianto di riscaldamento: a) concentrazioni medie, b) boxplot**

a) concentrazioni medie



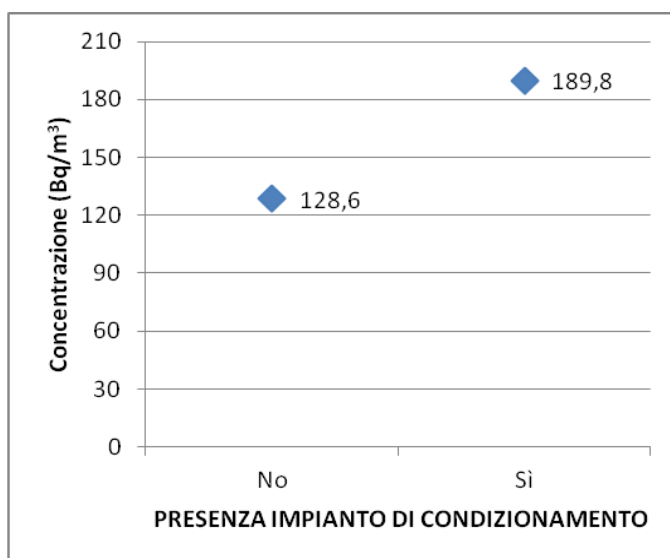
b) boxplot



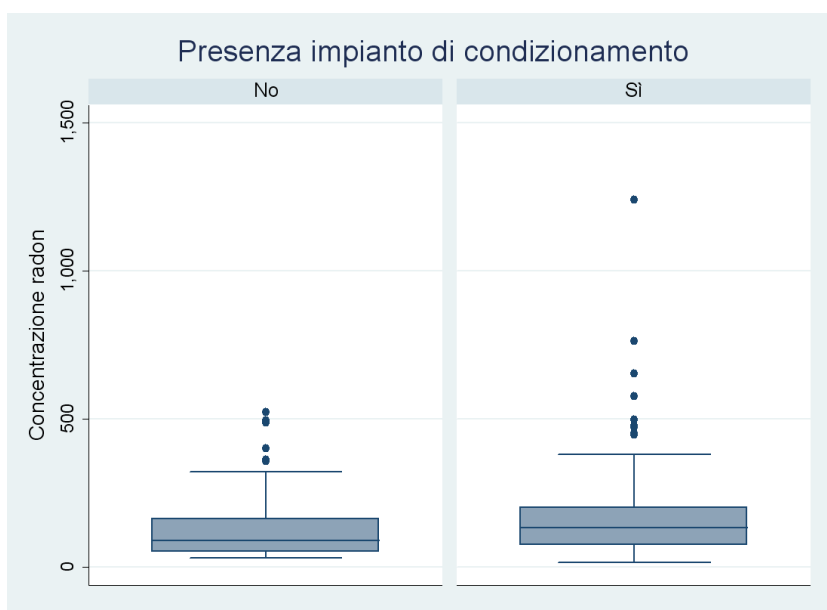
Si osserva una differenza significativa tra la concentrazione media annuale/estiva/invernale di radon e la presenza o meno dell'impianto di condizionamento nel totale del campione (Fig. 7). Nel gruppo 1 tale differenza è significativa per le concentrazioni medie annuale e invernale.

**Figura 7 – Concentrazioni annuali di radon nel totale del campione rispetto la presenza o assenza dell'impianto di condizionamento: a) concentrazioni medie, b) boxplot**

a) concentrazioni medie



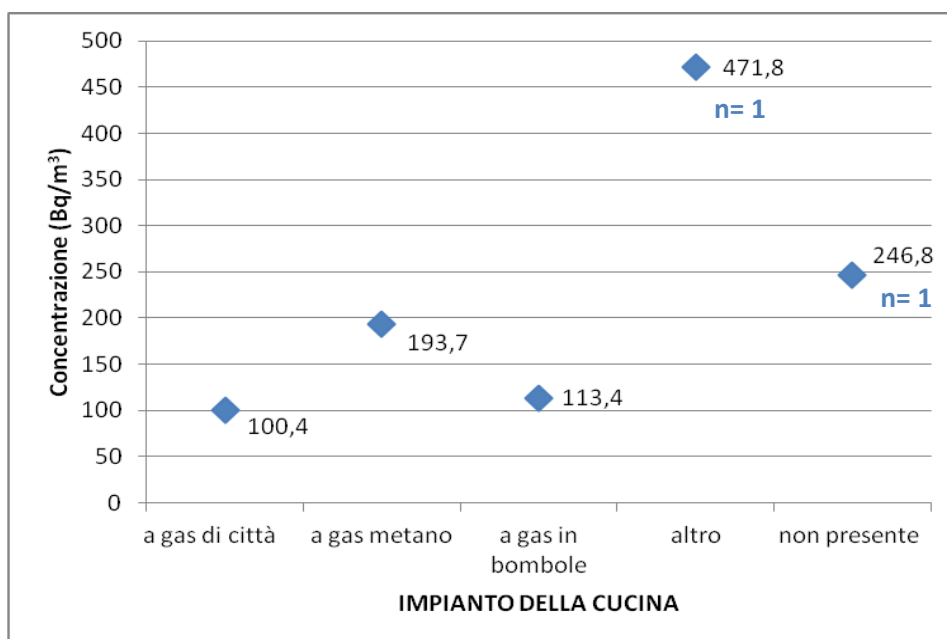
b) boxplot



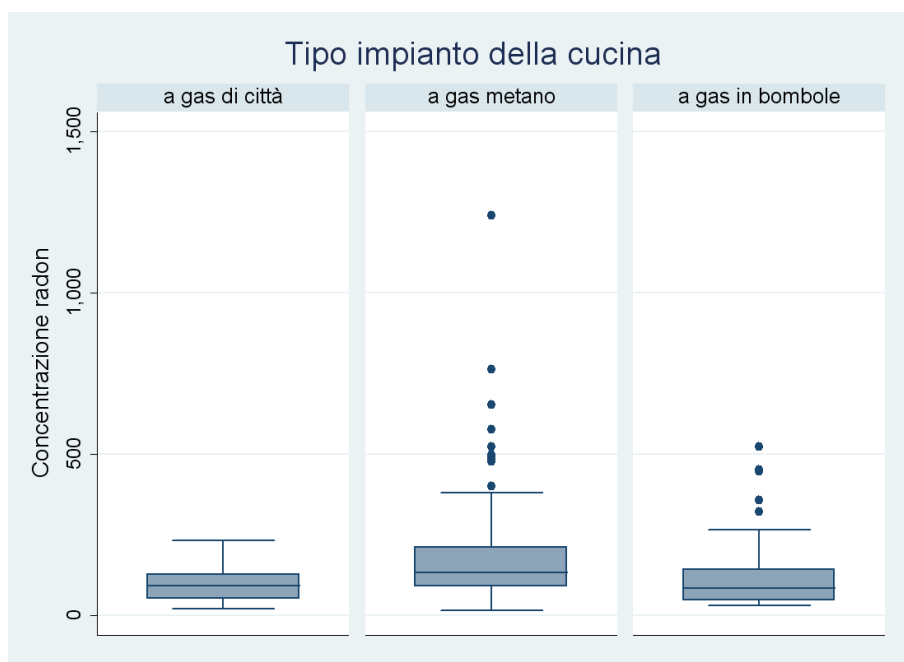
La concentrazione media annuale/estiva/invernale di radon varia in modo significativo al variare del tipo di impianto di cucina nel totale del campione (Fig. 8) e nel gruppo 2.

**Figura 8 – Concentrazioni annuali di radon nel totale del campione rispetto tipo di impianto di cucina: a) concentrazioni medie, b) boxplot**

a) concentrazioni medie



b) boxplot



Tab. 11 - Caratteristiche dei locali in cui è stato posizionato il dosimetro

LOCALE DOSIMETRO	totale campione		gruppo 1		gruppo 2	
	n	%	n	%	n	%
<b>Piano dell'edificio ove è situato il dosimetro</b>						
<i>Piano terra</i>	173	86,9%	83	83%	90	90,9%
<i>Primo piano</i>	23	11,6%	17	17%	6	6,1%
<i>Seminterrato</i>	3	1,5%	0	0%	3	3,0%
<b>Locale ove è situato il dosimetro</b>						
<i>camera letto</i>	182	91,5%	89	89%	93	94%
<i>multiuso</i>	6	3,0%	3	3%	3	3%
<i>altro</i>	11	5,5%	8	8%	3	3%
<b>Apertura verso l'esterno delle finestre</b>						
<i>nessuna</i>	71	35,9%	32	32%	39	39,8%
<i>una</i>	119	60,1%	62	62%	57	58,2%
<i>più d'una</i>	8	4,0%	6	6%	2	2,0%
<b>Apertura verso l'esterno delle porte</b>						
<i>nessuna</i>	114	57,9%	62	62%	52	53,6%
<i>una</i>	78	39,6%	35	35%	43	44,3%
<i>più d'una</i>	5	2,5%	3	3%	2	2,1%
<b>Stato di tenuta delle aperture verso l'esterno nel locale dosimetro</b>						
<i>mediocre</i>	17	8,7%	3	3%	14	14,7%
<i>medio</i>	109	55,9%	51	51%	58	61,1%
<i>buono</i>	69	35,4%	46	46%	23	24,2%
<b>Stato di tenuta delle aperture verso l'esterno nel resto dell'abitazione</b>						
<i>mediocre</i>	16	8,2%	3	3%	13	13,5%
<i>medio</i>	112	57,1%	51	51%	61	63,5%
<i>buono</i>	68	34,7%	46	46%	22	22,9%
<b>La porta di comunicazione con il resto dell'abitazione è abitualmente</b>						
<i>chiusa</i>	10	5,1%	4	4%	6	6,1%
<i>aperta</i>	187	94,9%	95	96%	92	93,9%
<b>Una o più pareti, oppure il pavimento, sono a diretto contatto col terreno</b>						
<i>No</i>	40	20,2%	32	32%	8	8,2%
<i>Si</i>	158	79,8%	68	68%	90	91,8%

 Tab. 12 – Media e deviazione standard di superficie coperta (m<sup>2</sup>) e altezza (metri) dei locali

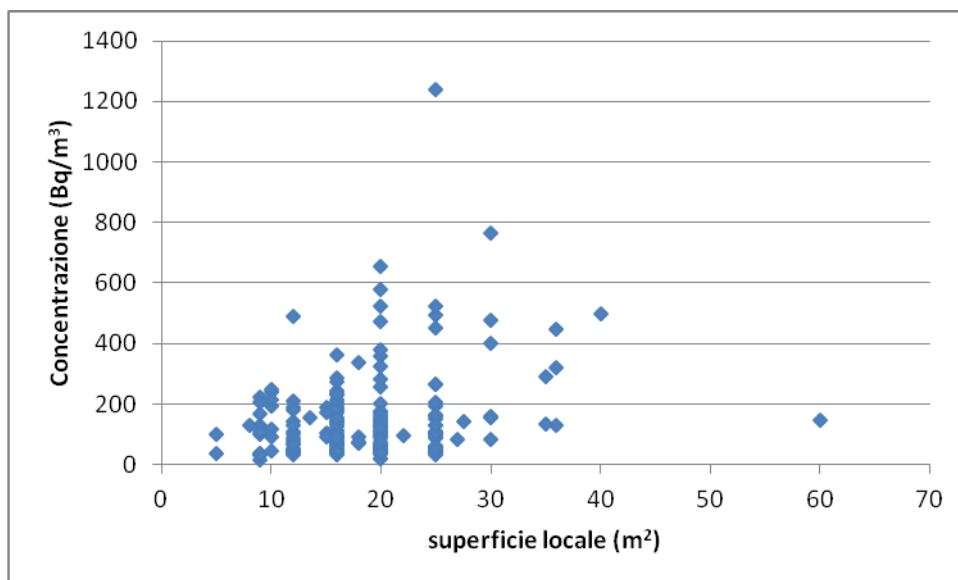
	Tot.campione		gruppo 1		gruppo 2	
	media	ds	media	ds	media	ds
<b>Superficie coperta (m<sup>2</sup>)</b>	18,8	7,0	19,1	8,2	18,6	5,5
<b>Altezza (metri)</b>	4,1	1,0	3,9	1,0	4,2	1,0

**Tab. 13 – Materiale e rivestimento delle pareti e materiale di rivestimento dei pavimenti del locale dosimetro**

	n	%	n	%	n	%
<b>Materiale pareti del locale dosimetro</b>						
<i>cemento</i>	2	1,0%	2	2,0%	0	0,0%
<i>cemento+pietre</i>	1	0,5%	0	0,0%	1	1,0%
<i>cemento+pietre+altro</i>	1	0,5%	0	0,0%	1	1,0%
<i>cemento+tufo</i>	10	5,0%	5	5,0%	5	5,1%
<i>laterizi+tufo</i>	2	1,0%	2	2,0%	0	0,0%
<i>pietre</i>	14	7,0%	10	10,0%	4	4,0%
<i>pietre+tufo</i>	26	13,1%	11	11,0%	15	15,2%
<i>tufo</i>	141	70,9%	69	69,0%	72	72,7%
<i>tufo+altro</i>	1	0,5%	0	0,0%	1	1,0%
<i>altro</i>	1	0,5%	1	1,0%	0	0,0%
<b>Rivestimento pareti</b>						
<i>intonaco</i>	185	93,0%	98	98,0%	87	87,9%
<i>mattonelle</i>	1	0,5%	1	1,0%	0	0,0%
<i>carta</i>	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
<i>altro</i>	13	6,5%	1	1,0%	12	12,1%
<b>Rivestimento pavimenti</b>						
<i>maioliche</i>	93	47,0%	43	43,0%	50	51,0%
<i>legno</i>	7	3,5%	5	5,0%	2	2,0%
<i>linoleum</i>	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
<i>moquette</i>	1	0,5%	1	1,0%	0	0,0%
<i>granito</i>	1	0,5%	1	1,0%	0	0,0%
<i>marmo</i>	17	8,6%	14	14,0%	3	3,1%
<i>altro</i>	79	39,9%	36	36,0%	43	43,9%

Si registra una debole correlazione tra la concentrazione media annuale/estiva/invernale di radon e la superficie del locale sia nel totale del campione ( $r_s = 0,15$ , Fig. 9) che nel gruppo 1 ( $r_s = 0,3$ ).

**Figura 9 – distribuzione delle concentrazioni medie annuali di radon rispetto alla superficie media del locale**



Non emergono differenze statisticamente significative tra le concentrazioni di radon misurate al primo piano rispetto a quelle misurate a piano terra/seminterrato.

Si osserva una differenza statisticamente significativa tra le concentrazioni media annuale/invernale misurate nei locali con pareti in sola pietra rispetto a quelli con pareti in solo tufo.

Ulteriori elaborazioni potranno essere effettuate a seguito di una riclassificazione del materiale di costruzione delle pareti.

Emerge una differenza significativa tra le concentrazioni medie estive in relazione al contatto diretto col terreno di una o più pareti o del pavimento del locale. Nel gruppo 2 tale risultato è significativo anche nell'intero periodo.



**Tab. 14 - Caratteristiche relative alla posizione del dosimetro**

DATI DOSIMETRO	totale campione		gruppo 1		gruppo 2	
	n	%	n	%	n	%
<b>Posizione dosimetro</b>						
<i>sull'armadio</i>	173	87,4%	89	89,0%	84	85,7%
<i>in altra posizione</i>	25	12,6%	11	11,0%	14	14,3%
	media	ds	media	ds	media	ds
<b>Altezza dal pavimento</b>	2,3	0,4	2,3	0,4	2,3	0,4
<b>Distanza dalle pareti più vicine</b>	0,7	3,0	1	4,2	0,5	1,0
<b>Distanza dal soffitto</b>	1,8	1,0	1,7	1,0	2	1,0

## 6 - Conclusioni

Nel 2012-2013 è stata progettata e realizzata una campagna di misure atta a valutare la radioattività naturale nel territorio leccese. Oggetto della campagna è stato un campione, estratto con criterio casuale, di 200 edifici residenziali, con caratteristiche costruttive precedenti l'anno 1950, ubicati nei centri storici di 10 comuni selezionati sulla base del corrispondente dato di mortalità per tumore del polmone relativo agli anni 2000-2005. Nelle abitazioni localizzate a piano terra (laddove non fosse stato possibile, nei locali seminterrati o nelle abitazioni al primo piano) sono state eseguite misure di concentrazione di radon indoor.

Le famiglie residenti nelle abitazioni in cui sono state effettuate le misurazioni sono state coinvolte direttamente nella raccolta, tramite questionario, delle informazioni relative sia le caratteristiche demografiche dei residenti sia le caratteristiche dell'edificio, dell'abitazione e del locale in cui è stato posizionato il dosimetro.

I primi risultati dell'indagine pilota hanno, infatti, evidenziato che:

- non emerge correlazione tra il numero di abitanti e la concentrazione media annuale/invernale/estiva di radon misurata;
- distinguendo le abitazioni con diverso numero di residenti, non emerge correlazione tra le ore trascorse "in casa"/ "all'aperto"/ "al chiuso altrove" e la concentrazione media annuale/estiva/invernale di radon;

- nel gruppo di comuni con eccesso di rischio di mortalità per tumore del polmone (gruppo 1) vi è una differenza statisticamente significativa tra la concentrazioni misurate nelle abitazioni unifamiliari e quelle plurifamiliari;
- totale si osserva una debole correlazione negativa:
  - nel campione tra la concentrazione media annuale/estiva/invernale e il numero di piani dell'edificio;
  - nel gruppo 1 tra la media annuale/ estiva e il numero di piani dell'edificio;
  - nel gruppo 2 tra la media annuale / invernale e il numero di piani dell'edificio;
- nell'intero campione e nel gruppo 2 si registra una debole correlazione indiretta tra la concentrazione media annuale/estiva/invernale e il numero di piani dell'abitazione ;
- la concentrazione media annuale/estiva/invernale di radon aumenta all'aumentare della superficie dell'abitazione in modo statisticamente significativo ma presentando una correlazione debole sia nel totale del campione che nei due gruppi;
- la concentrazione media annuale/estiva/invernale di radon varia in modo significativo al variare del tipo di impianto di riscaldamento nel totale del campione e nel gruppo 2;
- si osserva una differenza statisticamente significativa tra la concentrazione media annuale/estiva/invernale di radon e la presenza o meno dell'impianto di condizionamento nel totale del campione; nel gruppo 1 tale differenza è significativa per le concentrazioni medie annuale e invernale.
- la concentrazione media annuale/estiva/invernale di radon varia in modo significativo al variare del tipo di impianto di cucina nel totale del campione e nel gruppo 2;
- la concentrazione media annuale/estiva/invernale di radon aumenta all'aumentare della superficie del locale, sia nel totale del campione che nel gruppo 1;
- si registra una debole correlazione tra la concentrazione media annuale/estiva/invernale di radon e la superficie del locale sia nel totale del campione che nel gruppo 1;
- emerge una differenza statisticamente significativa tra la concentrazione media annuale/ invernale misurate nei locali con pareti in sola pietra rispetto a quelli con pareti in solo tufo;
- la concentrazione media estiva differisce in maniera significativa a seconda che una o più pareti o il pavimento del locale siano a contatto diretto col terreno o meno; tale differenza è significativa anche per la media annuale nel gruppo 2.

Questo studio pilota ha fornito una prima caratterizzazione dell'esposizione al radon all'interno degli edifici residenziali.

Dato il limite numerico del campione esaminato, si resta in attesa di elaborare anche i dati della seconda campagna di monitoraggio per una valutazione statistica più robusta dell'influenza di alcuni fattori ambientali e tipologici sull'accumulo del gas radioattivo all'interno degli edifici