

# GEOLOGI e TERRITORIO

Periodico di Scienze della Terra dell'Ordine dei Geologi della Puglia

ISSN: 1974-1189



## **INTERVENTI DI BONIFICA DA RADON: L'ESPERIENZA DEGLI EDIFICI SCOLASTICI NEL SALENTO**

**Tiziana Tunno, Anna Paola Caricato, Manuel Fernández, Federica Leonardi,  
Sabrina Tonnarini, Miriam Veschetti, Rosabianca Trevisi, Giovanni Zannoni**

## **IL FENOMENO DEL CONSUMO DI SUOLO IN PUGLIA**

**Vito La Ghezza**



Poste Italiane s.p.a. - Spedizione in abbonamento postale - D.L. 353/2003 (conv. in L. 27/02/2004 n° 46) art. 1 comma 1, DCB BA

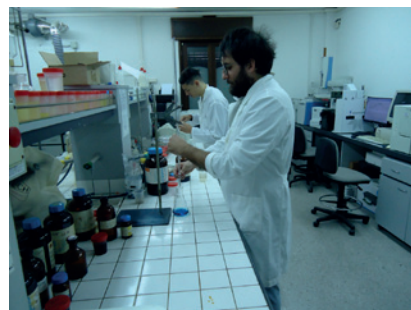
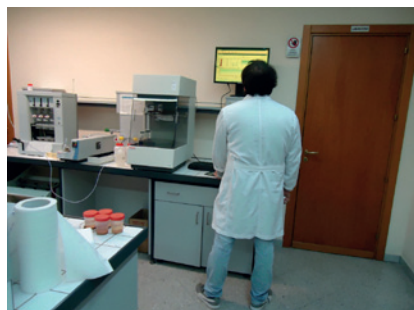
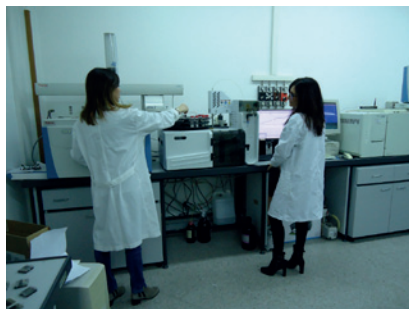


# Centro Analisi Ambientali s.r.l.



Laboratorio di Ricerca e Analisi Chimiche  
Fisiche e BATTERIOLOGICHE - Acqua - Aria - Terreni  
Rifiuti - Fanghi - Amianto - Radon - Rumori

**20 anni di attività professionale effettuata con impegno  
nella ricerca, controllo ed analisi ambientali**



**Centro Analisi Ambientali è inoltre Società di consulenza su varie tematiche ambientali:**

- Siti inquinati: piani di caratterizzazione, monitoraggio, analisi del suolo; in Atmosfera;
- Valutazione di impatto delle Emissioni in Atmosfera;
- Studio di Dispersione degli Inquinanti con modello tridimensionale tipo CALPUFF;
- Valutazione Previsionale di Impatto Acustico, definizione della mappa di rumorosità secondo le norme ISO 1996/1, 1996/2, 9613/2;
- Piani di Monitoraggio ambientale sulle matrici acqua, aria e suolo;
- Valutazioni ambientali: VIA - VAS - AUA - AIA;
- Campionamenti ambientali ed in condotto.



**Preventivi gratuiti e personalizzati  
Sconti particolari ai geologi.**



## Centro Analisi Ambientali S.r.l.

Via F.lli Bandiera ang. G. Tell - 73042 Casarano (LE) - tel/fax 0833 513525  
www.centroanalisiambientali.com e-mail: amministrazione@centroanalisiambientali.com  
Cod. Fisc. e P.I. 03208850754

## **GEOLOGI e TERRITORIO**

Periodico dell'Ordine Regionale  
dei Geologi - Puglia  
Anno XV - n. 2/2018

*Direttore editoriale:*  
Valletta Salvatore

*Direttore responsabile:*  
Alfarano Espedito

*Comitato di redazione:*  
Amedei Giovanna, Dibenedetto Michele,  
De Razza Tiziana, Bonora Davide,  
d'Amico Nicola A., Ieva Maria Costantina,  
Quarta Giovanni, Tanzarella Vincenzo,  
Valletta Salvatore

*Comitato scientifico:*  
Baldassarre Giuseppe, Borri Dino,  
Bruno Giovanni, Capolongo Domenico,  
Cotecchia Federica, Del Gaudio Vincenzo,  
Dellino Pierfrancesco, Di Fazio Antonio,  
Fornelli Annamaria, Gallicchio Salvatore,  
Leucci Giovanni, Monterisi Luigi,  
Negri Sergio, Pagliarulo Rosa,  
Paglionico Antonio, Polemio Maurizio,  
Ricchetti Giustino, Sabato Luisa, Sansò Paolo,  
Santaloia Francesca, Simeone Vincenzo,  
Spilotro Giuseppe, Walsh Nicola

*Coordinamento scientifico:*  
Quarta Giovanni, Valletta Salvatore

*Segreteria di redazione:*  
Ieva Maria Costantina, Spizzico Silvio

*Redazione, Amministrazione e Pubblicità:*  
Ordine dei Geologi - Puglia  
Via Junipero Serra, 19 - 70125 Bari  
www.geologipuglia.it - info@geologipuglia.it

*Stampa:*  
Sagraf Srl - Z.I. Capurso (BA)

Autorizzazione del Tribunale di Bari:  
n. 29 del 16.06.2004

*Chiuso in tipografia il 21 dicembre 2018*

# SOMMARIO

2

**Editoriale del Presidente dell'ORG - Puglia**  
*Salvatore Valletta*

3

**INTERVENTI DI BONIFICA DA RADON:  
L'ESPERIENZA DEGLI EDIFICI SCOLASTICI  
NEL SALENTO**

*Tiziana Tunno, Anna Paola Caricato, Manuel Fernández,  
Federica Leonardi, Sabrina Tonnarini, Miriam Veschetti,  
Rosabianca Trevisi, Giovanni Zannoni*

9

**IL FENOMENO DEL CONSUMO DI SUOLO  
IN PUGLIA**

*Vito La Ghezza*



Foto di copertina:  
"Striature murgiane", Poggiorsini (Ba)  
(foto M. Volpe).

*Si chiude un anno di intenso lavoro del Consiglio dell'Ordine che, confermando le quote degli anni precedenti, non ha fatto mancare la costanza nelle azioni finalizzate alla tutela della professione del geologo, volte alla sensibilizzazione degli enti locali nel mantenere distinte le competenze professionali da quelle imprenditoriali, e nel definire correttamente le tariffe da porre a base di gara negli appalti dei servizi di progettazione.*

*Si rende sempre più necessaria la collaborazione degli iscritti per qualificare l'attività professionale e per far riconoscere compensi equi. È recente il contributo dell'Ordine all'audizione presso la 5<sup>a</sup> commissione del Consiglio della Regione Puglia in tema di "Norme in materia di tutela delle prestazioni professionali per attività espletata per conto dei committenti privati e di contrasto all'evasione fiscale" auspicando nel superamento di alcune difficoltà dei professionisti.*

*L'Ordine non ha fatto mancare l'attenzione ai temi della cultura geologica come dimostrano le iniziative, presso le scuole pugliesi, svolte nell'ambito della 6<sup>a</sup> edizione della "Settimana del Pianeta Terra" e della 2<sup>a</sup> edizione "La Terra vista da un professionista: a scuola con il Geologo".*

*Con il 2019 si chiude il triennio di Aggiornamento Professionale Continuo e sono in programma eventi formativi a partire dalle Norme Tecniche per le Costruzioni e al sistema di previdenza e assistenza.*

*Spiace constatare, dopo anni di sensibilizzazione svolta dal nostro ordine con Architetti, Ingegneri, Biologi, Dottori Agronomi e Dottori Forestali, che non sia stata ancora modificata la Legge regionale n. 28/2016 in merito alla composizione delle Commissioni locali per il Paesaggio che obbliga di "includere una figura professionale priva di titolo universitario" nelle commissioni composte da più di tre membri. Un imperdonabile ritardo quello del Consiglio Regionale della Puglia nel recepire le osservazioni formulate con nota prot. n. 34761 del 7/12/2016 dell'Ufficio Legislativo del Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo. Infatti l'art. 148, comma 2, D. Lgs. n. 42/2004, prevede che le Commissioni siano composte da soggetti dotati di "particolare, pluriennale e qualificata esperienza nella tutela del paesaggio": ai sensi di tale norma il Ministero rilevava che la Regione Puglia non aveva tenuto in debita considerazione l'elevata complessità che connota le attività attribuite alla Commissione, complessità tale da presupporre una notevole competenza dei componenti e, dunque, tale da rendere illogico ed irragionevole l'inserimento di figure professionali prive di titolo di studio universitario. Si invita pertanto la Regione Puglia ad approvare al più presto il Disegno di Legge 28.12.2016, n. 296, "Modifica all'art.8 della L.R. n. 20/2009 così come modificata dalla L.R. n. 28/2016 in materia di Paesaggio".*

*Nell'augurare a tutti un ottimo 2019, troverete allegato alla rivista il tradizionale calendario con le foto vincitrici della nona edizione del concorso fotografico "Passeggiando tra i paesaggi geologici della Puglia".*

Bari, dicembre 2018

Salvatore Valletta

## INTERVENTI DI BONIFICA DA RADON: L'ESPERIENZA DEGLI EDIFICI SCOLASTICI NEL SALENTO

Tiziana Tunno<sup>1</sup>, Anna Paola Caricato<sup>1</sup>, Manuel Fernández<sup>1</sup>, Federica Leonardi<sup>2</sup>,  
Sabrina Tonnarini<sup>2</sup>, Miriam Veschetti<sup>2</sup>, Rosabianca Trevisi<sup>2</sup>, Giovanni Zannoni<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Matematica e Fisica, Università del Salento, Via Arnesano 73100 Lecce  
tiziana.tunno@gmail.com, annapaola.caricato@unisalento.it

<sup>2</sup>Dipartimento di Igiene del lavoro, INAIL Settore Ricerca, Via Fontana Candida 1, 00040 Monteporzio Catone (Rm)  
r.trevisi@inail.it

<sup>3</sup>Dipartimento di Architettura, Università di Ferrara, via Quartieri 8, 44121 Ferrara  
giovanni.zannoni@unife.it

### RIASSUNTO

Il monitoraggio di 438 edifici scolastici della Provincia di Lecce, effettuato nell'ambito di una campagna di misure tra il 2005/2006, ha evidenziato una concentrazione media di radon pari a  $209 \pm 9$  Bq/m<sup>3</sup>, valore di gran lunga superiore a quella stimata per la Puglia  $52 \pm 2$  Bq/m<sup>3</sup>. L'analisi dei dati ha mostrato che il 7% delle scuole necessitava di azioni di bonifica e a tal fine è stato predisposto un dettagliato protocollo di intervento sottoponendo a bonifica inizialmente sedici edifici scolastici. La totalità degli interventi realizzati ha riguardato prevalentemente la depressurizzazione del suolo o del vespaio mediante sistemi di aspirazione con tubazioni in verticale e/o orizzontale. Nella maggior parte dei casi si sono ottenute buone percentuali di abbattimento tuttavia comprese tra 20 - 90%, attestate con misure di monitoraggio annuo.

### INTRODUZIONE

Il radon è un elemento chimico naturale, radioattivo, appartenente alla famiglia dei gas nobili ed è incolore, inodore e insapore. Il radon non reagisce con altri elementi chimici ed è classificato come il più pesante dei gas

(densità 9.72 g/l a 0°C), deriva dal decadimento di tre nuclidi capostipiti che danno luogo a tre diverse famiglie radioattive: il Thorio-232, l'Uranio-235 e l'Uranio-238. Nella Fig. 1 è riportata la sequenza di decadimento del nuclide più abbondante in natura, l'Uranio 238, responsabile della produzione dell'isotopo radon 222. Anche il radon, essendo a sua volta instabile, si trasforma in altri elementi definiti "prodotti di decadimento" o "figli" del radon. Il processo di decadimento continua sino a giungere al piombo-206, elemento non radioattivo e stabile.

L'Organizzazione Mondiale della Sanità (WHO), attraverso l'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC), ha classificato fin dal 1988 il radon nel Gruppo 1, nel quale sono elencate le 95 sostanze dichiarate cancerogene per l'uomo. Il radon risulta essere il secondo agente di rischio di sviluppo di tumore al polmone, dopo il fumo da tabacco. I rischi attribuibili all'esposizione al radon indoor sono da ascrivere, prevalentemente, ai prodotti di decadimento (figli) del radon che, in quanto ioni positivi di atomi di metalli pesanti, tendono a legarsi ai corpuscoli aerei: il particolato può essere inalato fissandosi alle superfici dei tessuti dell'apparato respiratorio.

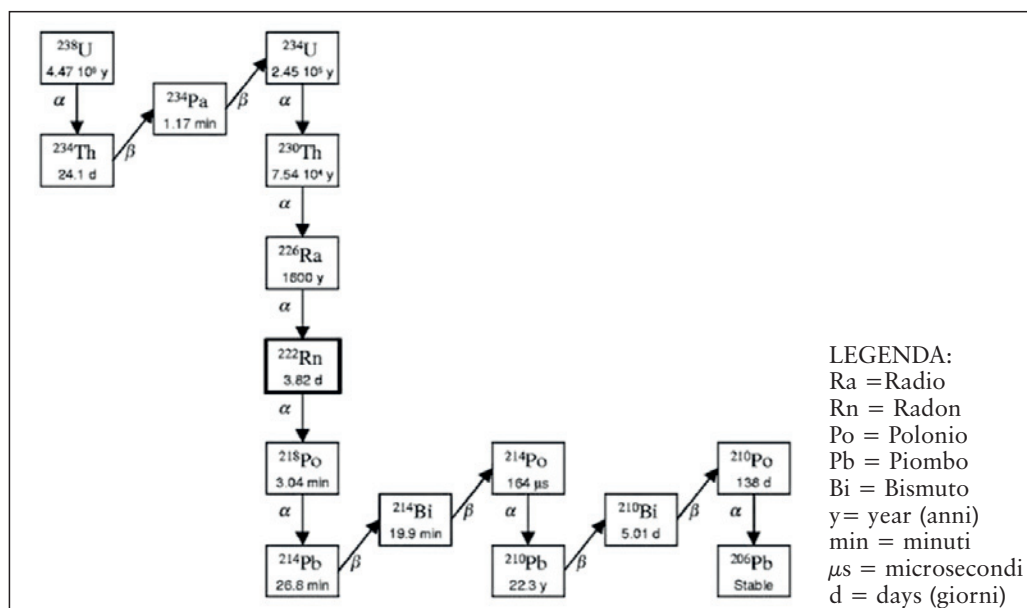


Figura 1 - Principali prodotti del decadimento dell'Uranio-238.

Gli atomi radioattivi (in particolare i due isotopi del polonio Po-218 e Po-214), così depositati, emettono radiazioni alfa che possono danneggiare le cellule innescando processi cancerogeni.

Il radon rappresenta pertanto un rischio per la salute e tende ad accumularsi negli ambienti chiusi risalendo dal sottosuolo. Il Decreto Legislativo n. 241/2000 ha introdotto in Italia una regolamentazione dell'esposizione lavorativa al radon, fissando un "livello di azione" nei luoghi di lavoro pari a 500 Bq/m<sup>3</sup>, inteso come concentrazione media annua: il Becquerel (Bq) è l'unità di misura ed esprime il numero di trasformazioni (decadimenti) di una sostanza radioattiva in un secondo; in Bq/m<sup>3</sup> si misura la concentrazione di una sostanza radioattiva in un volume. La Legge Regionale della Puglia n.30/2016 e s.m.i. ha recepito in anticipo rispetto allo Stato Italiano, la Direttiva Euratom/59/2013 introducendo così un "livello di riferimento" pari a 300 Bq/m<sup>3</sup> ed ampliando il campo di applicazione per le misurazioni obbligatorie ai piani terra e interrati degli edifici aperti al pubblico e alle abitazioni private di nuova costruzione, nonché a tutti gli ambienti degli edifici ritenuti "strategici" ai sensi del D.M. 14/01/2008.

#### SCOPO DEL LAVORO

Il presente lavoro parte da una indagine sistematica condotta nelle scuole pubbliche della provincia di Lecce. Tale indagine ha evidenziato una concentrazione media di radon in questi edifici pari a 209±9 Bq/m<sup>3</sup>, di gran lunga superiore rispetto a quella stimata per la Puglia (52±2 Bq/m<sup>3</sup>) (Bochicchio *et al.*, 2005).

Il campione di scuole (438 istituti pari all'87% del totale) è risultato composto per oltre il 60% da scuole dell'infanzia e primarie. Il protocollo dell'indagine ha previsto il monitoraggio di 3 locali posti al piano terra, di tutti i locali seminterrati e/o sotterranei laddove presenti e di una piccola percentuale di locali posti al primo piano.

Una sintesi dei risultati dell'indagine è riportata nella Tab. 1, mentre per ulteriori informazioni si rimanda ai lavori di Trevisi *et al.* (Trevisi *et al.*, 2008; Trevisi *et al.*, 2009).

Dall'indagine è emerso che il 12% delle scuole del territorio presenta livelli medi di radon superiori a 400 Bq/m<sup>3</sup> ed il 7% delle scuole supera il livello di azione di 500 Bq/m<sup>3</sup>. Di quest'ultimo gruppo il 33% sono scuole dell'infanzia (Trevisi *et al.*, 2009).

Il gruppo di lavoro costituito da esperti del Dipartimento di Matematica e Fisica dell'Università del Salento, del Dipartimento di Medicina, Epidemiologia, Igiene del lavoro e ambientale (DiMEILA) di INAIL - Settore Ricerca Monteporzio Catone (RM) e del Dipartimento di Architettura dell'Università di Ferrara ha coordinato l'adozione di interventi di risanamento dal radon in diversi edifici scolastici.

Il progetto di risanamento, adeguato ad ogni edificio, ha incluso oltre alla identificazione della tipologia di intervento più idonea, una serie di altre azioni quali l'ado-

Tabella 1 - Analisi della distribuzione delle concentrazioni medie annue di radon misurate nelle scuole della provincia di Lecce in funzione dei livelli di riferimento (D. Lgs. 241/2000).

N. Scuole	438
N. Paesi	122
Range (Bq/m <sup>3</sup> )	21-1608
Media±ES (Bq/m <sup>3</sup> )	209±9
Mediana (Bq/m <sup>3</sup> )	146
Media Geom. (Bq/m <sup>3</sup> )	157
Dev. Std. (Bq/m <sup>3</sup> )	190
200 (Bq/m <sup>3</sup> )	66%
200-400 (Bq/m <sup>3</sup> )	22%
401-500 (Bq/m <sup>3</sup> )	5%
>500 (Bq/m <sup>3</sup> )	7%

zione di un protocollo per il controllo radiometrico pre- e post- bonifica, la predisposizione di documentazione informativa per il personale dell'ufficio tecnico che ha realizzato i lavori, con indicazioni operative da seguire nelle fasi di realizzazione dell'intervento, ecc.

Nel presente lavoro vengono forniti i principali elementi relativi al risanamento dal radon di 16 edifici scolastici. Le informazioni di base degli edifici scolastici sono sinteticamente riassunte in Tab. 2, nella quale per semplicità a ciascun edificio è stato associato un numero identificativo (ID).

Il progetto di risanamento ha previsto una preliminare attività di misurazione della concentrazione di radon, per caratterizzare le zone di risalita del gas ed individuare i punti sui quali intervenire, quindi a supporto dell'intervento stesso e della sua ottimizzazione. Il protocollo sperimentale ha tenuto conto dell'esperienza maturata dai colleghi sia a livello nazionale che internazionale (Bertolo e Bigliotto, 2007; Vaupotic e Kobal, 2005, Llerena *et al.*, 2010).

#### MATERIALI E METODI

##### CONTROLLO RADIOMETRICO

Il protocollo relativo alle misure di concentrazione di radon è stato suddiviso in diverse fasi:

**Fase 1:** monitoraggio integrato di durata semestrale con dosimetri passivi NRPS/SSI e rivelatore plastico di CR-39 in tutti i locali della scuola situati al pianoterra.

**Fase 2:** monitoraggio con dosimetri passivi ad elettret nei 15 gg precedenti l'intervento di bonifica.

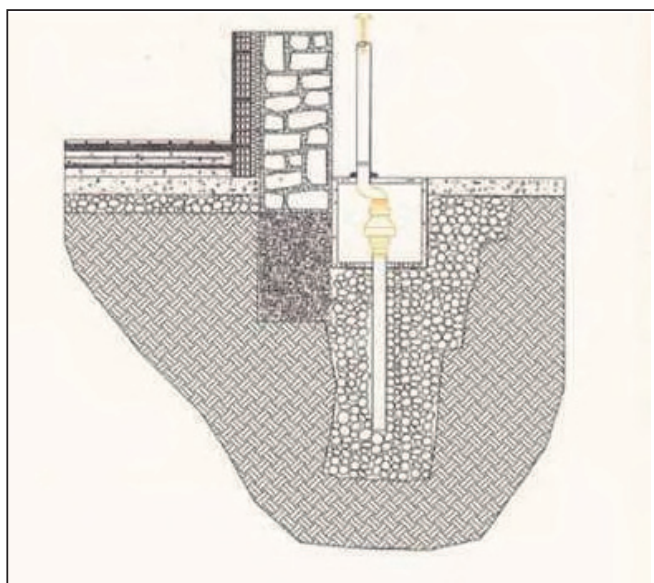
**Fase 3:** monitoraggio con dosimetri passivi ad elettret nei 15 gg successivi l'intervento di bonifica.

**Fase 4:** monitoraggio in continuo con camera a ionizzazione (Alphaguard, Genitron-Germania) in un ambiente "di riferimento".

**Fase 5:** dopo la realizzazione della bonifica, ripetizione della misura annua con dosimetri NRPB/SSI e rivelatore plastico di CR-39 in tutti i locali della scuola al pianoterra.

Tabella 2 - Descrizione del campione di scuole.

Tipo di scuola - Comune	ID scuola	Attacco a terra	Anno di costruzione
Scuola dell'infanzia - Ugento	1	A platea	1981
Scuola dell'infanzia - Matino	2	A platea	1980
Scuola dell'infanzia - Surbo	3	Vespaio	1985
Scuola dell'infanzia - Giorgilorio	4	Vespaio	2004
Scuola dell'infanzia - Poggiardo	5	Vespaio	1980
Scuola dell'infanzia - Galugnano	6	Vespaio	1980
Scuola dell'infanzia - Castro	7	Vespaio	1970
Scuola Primaria - Lecce	8	Vespaio	1920
Scuola dell'infanzia - San Donato	9	Vespaio	1980
Scuola dell'infanzia - Racale	10	Vespaio	1980
Scuola Primaria - Casarano	11	Vespaio	1962
Scuola Secondaria - San Donato	12	Vespaio	1940
Scuola Primaria - Lecce	13	Vespaio	1857
Scuola dell'infanzia - Vitigliano	14	Vespaio	1900
Scuola Primaria - Cavallino	15	Vespaio	1920
Scuola Secondaria - Carmiano	16	Vespaio	1965

Figura 2 - Schematizzazione del punto di aspirazione, tratto da (Arrigoni *et al.*, 2011).

### PRINCIPALI ELEMENTI DI PROGETTAZIONE DELL'INTERVENTO DI BONIFICA

Nel caso di edifici scolastici con diretto attacco a terra, e laddove sussistevano vincoli architettonici, la maggior parte degli interventi realizzati è consistita nella depressurizzazione del suolo sottostante l'edificio, in alcuni casi si è proceduto invece con la depressurizzazione del vespaio.

La dimensione media delle scuole, e di quelle dell'infanzia in particolare, in questo territorio è piuttosto modesta: questo ha fatto sì che mediamente siano stati realizzati 2 - 3 punti di aspirazione per edificio tenendo conto che ogni punto di aspirazione ha un raggio di azione di 6 - 8 metri circa.

Trattandosi di edifici esistenti e data la destinazione d'uso dei locali, in genere si è scelto di intervenire solo nell'immediato perimetro esterno dell'edificio, pur sa-

pendo che questo avrebbe ridotto l'efficacia finale della bonifica e avrebbe probabilmente incrementato il numero di punti di aspirazione, "pozzetto radon" (Schema in Fig. 2).

Ai tubi di aspirazione del gas sono stati applicati ventilatori elico-centrifughi connessi a temporizzatori: la tecnica appena descritta è collaudata e di facile adozione ma, soprattutto, particolarmente idonea alle stratificazioni geologiche tipiche dell'area in oggetto, costituite in buona parte da roccia calcarea con una permeabilità superiore alla media e nella quale l'effetto aspirante dell'impianto riesce ad agire su di un'area sufficientemente ampia (Trevisi *et al.*, 2008). Nella fase di messa a punto sono state studiate diverse modalità di temporizzazione del funzionamento dell'impianto al fine di trovare un compromesso tra efficacia del sistema di aspirazione, costi di funzionamento e usura.

vare un compromesso tra efficacia del sistema di aspirazione, costi di funzionamento e usura.

### RISULTATI

#### GRADO DI CONCORDANZA TRA LE MISURE SEMESTRALI E I DATI DELLA PRIMA CAMPAGNA DI MONITORAGGIO ANNUA PRECEDENTE

Una prima analisi è relativa alla concordanza tra i dati acquisiti con la prima indagine, realizzata precedentemente misurando in ogni edificio scolastico **solo 3 locali campione** a piano terra, ed il successivo monitoraggio semestrale (per i soli edifici scolastici che hanno presentato un superamento del livello di azione ai sensi del D. Lgs. 241/2000 pari a  $500 \text{ Bq/m}^3$ ) esteso a **tutti i locali posti** al piano terra (Fase 1 del progetto di bonifica).

Una sintesi è presentata in Tab. 3, nella quale è riportata la concentrazione media annua relativa alla prima indagine, la concentrazione media valutata nel semestre come media aritmetica dei valori relativi a tutti i locali al pianoterra. In tutte le scuole si è riconfermata la necessità di adottare interventi di bonifica a causa del superamento del livello di azione di  $500 \text{ Bq/m}^3$ : in alcuni casi negli edifici, tra i diversi locali, si è evidenziata una situazione abbastanza omogenea, mentre in altri una forte disomogeneità.

Complessivamente i valori medi annui e quelli stimati su base semestrale risultano in ottimo accordo, spesso sovrapponibili tenuto conto della relativa incertezza. Laddove si osserva una scarsa sovrapposizione, la maggiore estensione del monitoraggio ha portato spesso a riscontrare valori medi di concentrazione radon più elevati (vedi scuole ID 2, 5, 7, 13, 16), solo in alcune situazioni si è riscontrato un valore inferiore (vedi scuole ID 9, 14).

#### ANALISI DEI RISULTATI DEI MONITORAGGI SETTIMANALI

Una sintesi dei valori **settimanali** acquisiti utilizzando dosimetri passivi ad elettrodi di concentrazione radon pre- e post- bonifica nelle sedici scuole è riportata in Tab.

Tabella 3 - Confronto dei dati relativi alle due indagini.

ID Scuola	Concentrazione media annua Prima campagna di misure (3 locali monitorati) (Bq/m <sup>3</sup> )	Concentrazione semestrale pre-bonifica (tutti i locali) (Bq/m <sup>3</sup> )
1	653±70	651±67
2	648±19	938±96
3	576±31	541±56
4	625±60	622±64
5	595±103	906±93
6	979±100	1067±109
7	635±114	1639±166
8	522±71	538±56
9	719±10	578±60
10	732±52	735±75
11	1608±10	1672±162
12	870±10	708±73
13	431±19	601±63
14	499±10	478±50
15	485±45	560±58
16	522±120	1063±108

Tabella 4 - Confronti risultati della concentrazione di radon settimanale prima e dopo l'intervento di bonifica.

	Misura pre-bonifica Concentrazione media ± DS (Bq/m <sup>3</sup> )	Misura post-bonifica Concentrazione media ± DS (Bq/m <sup>3</sup> )	Abbattimento %
1	646±160	97±24	85 %
2	836±52	366±41	56 %
3	337±75	140±105	61 %
4	995±141	157±55	84 %
5	1163±55	348±16	70 %
6	628±194	203±62	68 %
7	819±134	294±71	64 %
8	703±371	362±122	48 %
9	984±144	246±116	75 %
10	560±120	132±10	76 %
11	2049±1151	237±178	88 %
12	375±198	214±31	43 %
13	1285±265	644±128	50 %
14	419±265	150±17	64 %
15	731±453	306±58	58 %
16	829±392	299±39	64 %

Tabella 5 - Confronti risultati della concentrazione di radon annua prima e dopo l'intervento di bonifica.

	Misura pre-bonifica ANNUA-3 locali Concentrazione media ± DS (Bq/m <sup>3</sup> )	Misura post-bonifica ANNUA-tutti i locali Concentrazione media ± DS (Bq/m <sup>3</sup> )	Abbattimento %
1	653±70	122±14	81%
2*	648±19	477±50	26%*
3	576±31	103±14	82%
4	625±60	62±8	90%
5	595±103	76±9	87%
6*	979±10	544±57	44%*
7	635±114	311±33	51%
8	522±71	<i>misura in corso</i>	-
9	719±10	144±15	80%
10	732±52	128±17	82%
11	1608±100	339±35	79%
12	870±10	294±25	66%
13	431±19	<i>misura in corso</i>	-
14	499±10	291±55	42%
15	485±45	388±117	20%
16	512±12	311±11	39%

4. Le percentuali di abbattimento sono state calcolate nel modo seguente:

$$\% \text{ ABBATTIMENTO} = \frac{C_{\text{PRE}} - C_{\text{POST}}}{C_{\text{PRE}}}$$

$C_{\text{PRE}}$ : concentrazione radon misurata prima dell'intervento di bonifica

$C_{\text{POST}}$ : concentrazione radon misurata dopo l'intervento di bonifica

Analizzando i dati medi per edificio si osserva che l'abbattimento valutato a breve termine (settimana) è compreso tra il 43% e l'85%. Questi risultati sono in ottimo accordo in altre regioni italiane, ad esempio nelle scuole di Bergamo (Arrigoni *et al.*, 2011).

In alcuni edifici tuttavia rimane ancora qualche locale con concentrazione di radon prossima a 500 Bq/m<sup>3</sup>, per i quali è stata suggerita una ottimizzazione dell'intervento di risanamento.

#### ANALISI DEI RISULTATI DEI MONITORAGGI ANNUI PRE- E POST- INTERVENTO DI BONIFICA

Una sintesi dei valori medi **annui** (acquisiti utilizzando dosimetri passivi NRPS/SSI e rivelatore plastico di CR-39) pre- e post- bonifica nelle sedici scuole è riportata in Tab. 5. Si evidenzia che il dato pre-bonifica riguarda un monitoraggio solo su 3 locali del piano terra mentre quello post-bonifica interessa **tutti i locali** del piano terra.

Analizzando i dati medi per edificio si osserva che l'abbattimento è compreso tra il 20% e il 90%. In due edifici, in particolare ID 8 e ID 13, le misurazioni annue risultano ancora in corso.

Inoltre si evidenzia che laddove gli abbattimenti si mantengono sotto il 50% (\* ID 2 e ID



6) sono intervenute delle problematiche connesse alla gestione degli impianti installati, ottimizzate in corso, che hanno influenzato l'esito della valutazione annua post bonifica.

#### EFFICACIA DEL RISANAMENTO E IL "FENOMENO CARSICO"

Il successo di un intervento di risanamento dal radon è influenzato da molti fattori: la natura del suolo sottostante, le dimensioni, la forma e l'orientamento degli edifici, il numero di punti di aspirazione, la posizione dei tubi di aspirazione o dei fori in caso di sistemi attivi o passivi rispettivamente, ecc. Nella maggior parte dei casi le riduzioni sono state nell'ordine del 60-80%, con alcune scuole in cui le concentrazioni annuali di radon post bonifica superano ancora  $300 \text{ Bq/m}^3$ : un risultato non ottimale di bonifica può essere attribuibile principalmente alla permeabilità del terreno sotto gli edifici.

L'area considerata (la provincia di Lecce), è caratterizzata da un complesso paesaggio carsico associato alla presenza di vaste coperture plio-pleistoceniche (calcareniti e depositi di argilla): il "fenomeno carsico" può spiegare una concentrazione media di radon indoor nelle scuole ( $209 \pm 9 \text{ Bq/m}^3$ ) molto più alta di quella stimata per l'intera regione ( $52 \pm 2 \text{ Bq/m}^3$ ) (Bochicchio *et al.*, 2005) nel senso che il carsismo innesca fenomeni dissolutivi all'interno di ammassi rocciosi carbonatici, generando fessure e vuoti significativi. Conclusioni simili sono state tratte in occasione di un'indagine radon realizzata in Lituania tra il 1995 e il 1998 su un campione di 400 case, dove sono stati rilevati livelli di radon indoor più elevati nelle case della regione carsica di Birzai (Morkunas e Akerblom 1999); precedenti indagini su questa area geografica così come studi in altre regioni carsiche (Taroni *et al.*, 2010, Hughes *et al.*, 1998, Long *et al.*, 2016) indicano come probabile una significativa influenza dei fattori geologici e ambientali sul movimento del gas del suolo specie con-

siderando grandi distanze in verticale e/o in orizzontale, e come la presenza di cavità faciliti fortemente lo spostamento del radon. La variabilità in termini di ampiezza e direzione del movimento del radon potrebbe determinare fluttuazioni drastiche e rapide nelle concentrazioni di radon sia nel gas sotterraneo del sottosuolo che all'interno degli edifici. Ulteriori dettagli sono reperibili in (Tunno *et al.*, 2017).

La natura carsica del sito e le grandi variazioni nel flusso di radon dal suolo rappresentano i fattori che influenzano in maniera critica i livelli di radon indoor riscontrati, dato che le rocce caratterizzanti il territorio sono classificate tra quelle con una medio/bassa presenza di radionuclidi. Questa peculiarità rende l'individuazione di interventi di risanamento ad elevata efficacia più impegnativa sia in termini di identificazione dei potenziali punti di ingresso e delle forze motrici, sia in termini di previsione delle caratteristiche prestazionali del sistema.

#### OTTIMIZZAZIONE DELL'INTERVENTO E CONSIDERAZIONI DI CARATTERE ECONOMICO

Nella maggior parte dei casi, le percentuali di abbattimento sono dell'ordine del 40% - 80%.

Le efficienze minori si sono verificate laddove gli interventi di depressurizzazione del suolo sono stati realizzati mediante l'inserimento di tubazioni verticali in posizione non baricentrica rispetto all'edificio. Questo limite è spesso legato al "fattore salvaguardia" per cui gli interventi su edifici di pregio storico architettonico sono ostacolati da problematiche relative all'invasività del percorso di uscita dell'impianto, che in certi casi può interessare ampie porzioni della costruzione: questo è quanto avvenuto, ad esempio, nella bonifica dell'edificio ID 8.

Nell'ottimizzazione della bonifica particolare attenzione è stata posta alle modalità di gestione del sistema di aspirazione avendo ben presente la necessità di ridurre quanto possibile i livelli di radon indoor, considerando anche fattori di carattere economico (costi di gestione).

La scelta della modalità di funzionamento dell'impianto deve essere correlata allo specifico andamento della concentrazione di radon che va acquisita mediante monitori attivi nell'edificio oggetto di bonifica.

La Fig. 3 mostra l'andamento degli effetti del sistema aspirante su un locale campione dell'edificio ID 1 rilevati con monitor attivo: da un abbattimento del 90% ottenuto con una aspirazione continua si passa al 89% con cicli ON/OFF di 120/30 min.

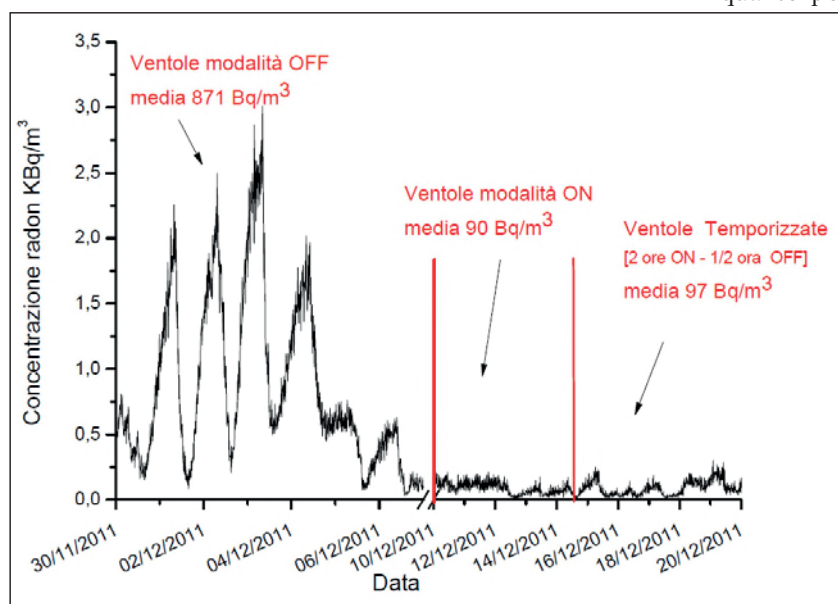


Figura 3 - Rappresentazione degli effetti dell'impianto di bonifica nell'edificio ID 1.

## CONCLUSIONI

Il ciclo di misure semestrali effettuate in tutti i locali degli edifici scolastici, propedeutiche alle attività di bonifica, ha confermato i dati della precedente campagna di misure annue di radon e la necessità di intervenire nelle scuole considerate.

L'esperienza maturata ha ulteriormente dato conferma al fatto che il risanamento dal radon richiede la predisposizione sia di un protocollo relativo alle misurazioni che di un protocollo operativo di intervento da condividere con la proprietà dell'immobile e nel caso specifico con gli uffici tecnici dei rispettivi comuni. La stretta collaborazione e supervisione garantisce risultati più che soddisfacenti.

Nelle sedici scuole, le tecniche di intervento prevalentemente adottate sono la depressurizzazione del suolo o del vespaio mediante la realizzazione di più punti di aspirazione: sono stati studiati gli effetti dei diversi fattori in gioco, quali la posizione verticale o orizzontale delle tubazioni, la percentuale di foratura della loro superficie, le modalità di temporizzazione del funzionamento dell'impianto di aspirazione.

Le percentuali di abbattimento ottenute su base annua variano dal 20% al 90% come media dei valori acquisiti su tutti i locali/aule dell'intero edificio scolastico. Grande attenzione va riposta nelle fasi di controllo degli impianti installati, se malfunzionanti non garantiscono l'abbattimento riscontrato a breve termine inficiando il risultato del monitoraggio annuo con dosimetri passivi che attesta la validità dell'abbattimento ottenuto ai sensi di Legge.

## BIBLIOGRAFIA

ARRIGONI S., ANTONIOLI L., CAPETTA C., CUGINI A., D'ALOJA G., DI TORO M., DE BARTOLO D., IMBROGNO P., PEZZERA G., RATTI A., ROMANELLI M., ZANNONI G. (2011) - *Risanamenti da radon in edifici scolastici in provincia di Bergamo*. 12 - 14 Ottobre 2011, atti di AIRP - Convegno Nazionale Di Radioprotezione. CODICE AGENAS 1031-15033.

BERTOLO A. & BIGLIOTTO C. (2007) - *Sperimentazione delle azioni di rimedio sugli edifici con alta concentrazione di gas radon nel Veneto*. Rapporto conclusivo Padova, <http://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/agenti-fisici/radiazionionizzanti/file-e-allegati/Rapportobonifiche2007.pdf>.

BOCHICCHIO F., CAMPOS-VENUTI G., PIERMATTEI S., NUCETELLI C., RISICA S., TOMMASINO L., TORRI G., MAGNONI M., AGNESOD G., SGOBATI G., BONOMI M., MINACH L., TROTTI F., MALISAN M.R., GAIDOLFI L., GIANNARDI C., RONGONI A., LOMBARDI M., CHERUBINI G., D'OSTILIO S., CRISTOFARO C., PUGLIESE M., MARTUCCI V., CRISPINO A., CUZZOCREA P., SANSONE SANTAMARIA A., CAPPAL M. (2005) - *Annual average and seasonal variations of residential radon concentration for all the Italian Regions*. Rad. Meas 40, pag. 686 - 694.

CARESANA M., CAMPI F., FERRARINI M., GARLATI L., PORTA A. (2005) - *Uncertainties Evaluation for Electrets Based Devices Used in Radon Detection* - Radiation Protection Dosimetry 113 1 pag 64 - 69

D'ALESSANDRO M., LEONARDI F., TONNARINI S., TREVISI R. & VESCHETTI M. (2010) - *Development of a framework*

*of quality assurance practices for radon passive dosemeter service*. J. Radiol. Prot. 30 pag.149-159. Kotrappa P., Depmsey J.C., Hickey J.R., Stieff L.R., *An electret passive environmental <sup>222</sup>Rn monitor based on ionization measurement*. 1988, Health Physics 54 pag. 47-56.

KOTRAPPA P., DEPMSEY J.C., RAMSAY R.W., STIEFF L.R. (1990) - *A practical E-PERM (Electret Passive Environmental Radon Monitor) system for indoor <sup>222</sup>Rn measurement*. Health Physics 58 pag. 461-467.

LLERENA JJ., CORTINA D., DURÁN I., SORRIBAS R. (2010) - *An approach to the subslab depressurization remedial action in a high (<sup>222</sup>Rn) concentration dwelling*. J Environ Radioact. 101(3): 219-25.

MISHRA R., ORLANDO C., TOMMASINO L., TONNARINI S., TREVISI R. (2005) - *A better understanding of the background of CR-39 detectors*. Rad. Meas. 40, 325-328.

TREVISI R., CARICATO A., FERNÁNDEZ M., LEONARDI F., LUCHES A., TONNARINI S., VESCHETTI M. (2008) - *A survey on natural radioactivity in Schools of South-East Italy*. 19-24 October 2008, Proceedings of the 12<sup>th</sup> International Congress of the International Radiation Protection Association - IRPA 12 Buenos Aires (Argentina)www.irpa12.org.ar. (CD-ROM).

TREVISI R., D'ALESSANDRO M., LEONARDI F., SIMEONI C., TONNARINI S., VESCHETTI M. (2009) - *Campagna di misura sulla radioattività naturale nelle strutture scolastiche della provincia di Lecce: risultati delle misure di radon indoor*. 28 - 30 ottobre 2009, AIRP - Atti del XXXIV Congresso Nazionale di Radioprotezione, Frascati ISBN 978-88-88648-10-1 (CD-ROM).

TREVISI R., LEONARDI F., TONNARINI S., VESCHETTI M. (2011) - *Il programma di assicurazione di qualità del laboratorio radioattività naturale: un primo passo verso l'accreditamento ISO/IEC 17025*. 12 - 14 Ottobre 2011, Atti di AIRP - Convegno Nazionale Di Radioprotezione CODICE AGENAS 1031-15033, vol.1, p.348 - 360. ISBN 978-88-88-648-29-3.

TREVISI R., LEONARDI F., SIMEONI C., TONNARINI S., VESCHETTI M. (2012) - *Indoor radon levels in schools of South-East Italy*. Journal of Environmental Radioactivity 112:160-164.

UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2008-10. *Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura*.

VAUPOTI J., KOBAL I. (2005) - *Radon exposure in Slovenian kindergartens and schools*. Proceedings of the 6<sup>th</sup> International Conference on High Levels of Natural Radiation and Radon Areas: Radiation Dose and Health Effects. International Congress Series, 1276, 375-376.

MORKUNAS, G. AND AKERBLUM, G. (1999) - *The results of the Lithuanian Radon Survey*. Proceedings of the Conference "Radon in the Living Environment", 19-23 April 1999, Athens, Greece, 61-70.

TUNNO T., CARICATO A., FERNANDEZ M., LEONARDI F., TONNARINI S., VESCHETTI M., ZANNONI G., TREVISI R. (2017) - *Critical aspects of radon remediation in karst limestone areas: some experiences in schools of South Italy*. J. Radiol. Prot. 37: 160-175.

## IL FENOMENO DEL CONSUMO DI SUOLO IN PUGLIA

Vito La Ghezza

Servizio Ambienti Naturali, Direzione Scientifica - ARPA Puglia - v.laghezza@arpa.puglia.it  
Iscritto ORG Puglia, n 178 ES

### 1. INTRODUZIONE

Il suolo, rappresentato dalla parte superiore della crosta terrestre e costituito da componenti minerali, materia organica, acqua, aria e organismi viventi, è una risorsa fondamentale per l'uomo e sostanzialmente non rinnovabile. Il suolo svolge molteplici servizi ecosistemici, come, a titolo di esempio, l'approvvigionamento di prodotti alimentari e materie prime, la regolazione del clima, il controllo dell'erosione, la regolazione delle acque, la protezione dai dissesti idrogeologici, la conservazione della biodiversità, il patrimonio culturale e paesaggistico, servizi ricreativi e molti altri.

Sebbene l'importanza del suolo, e dei servizi ecosistemici che è in grado di fornire, sia ormai globalmente riconosciuta, le politiche, soprattutto a livello europeo, rimangono ancora oggi piuttosto lacunose e non si intravedono per i prossimi anni grossi spiragli di cambiamento.

Come in Europa pesa l'assenza di una Direttiva quadro sul suolo, anche in Italia il Parlamento non ha ad oggi approvato una legge che abbia l'obiettivo di proteggere il suolo dalla sua progressiva copertura artificiale. All'inizio di questa legislatura sono state presentate alcune proposte di legge, fra le quali una proposta d'iniziativa popolare ("Disposizioni per il contenimento del consumo di suolo e per il riuso dei suoli edificati"), presentata il 31 gennaio 2018 dal Forum nazionale dei Movimenti per la Terra e il Paesaggio "Salviamo il Paesaggio - Difendiamo i Territori", che si prefigge di arrestare da subito il consumo di suolo tutelando i suoli liberi, compresi quelli all'interno delle aree già urbanizzate, e riutilizzando il patrimonio edilizio esistente.

In assenza di una norma nazionale, il quadro della normativa regionale risulta pertanto molto disomogeneo. La Regione Puglia non si è dotata di norme specifiche sul consumo di suolo, inserendo il principio del contenimento del consumo di suolo in norme relative alla riqualificazione o alla rigenerazione urbana, intesa spesso come alternativa al nuovo consumo di suolo. Difatti la Legge regionale 13/2008 recita che gli strumenti di governo del territorio devono contenere le indicazioni necessarie a promuovere gli obiettivi di sostenibilità delle trasformazioni territoriali e urbane, tra cui la riduzione del consumo di nuovo territorio, evitando l'occupazione di suoli ad alto valore agricolo e/o naturalistico, privilegiando il risanamento e recupero di aree degradate. La Legge regionale 15/2017 (che modifica la LR 26/2014) definisce il consumo di suolo

come la riduzione di superficie agricola per effetto di interventi che ne determinano l'impermeabilizzazione, l'urbanizzazione, l'edificazione e la cementificazione, e la superficie agricola rappresentata dai terreni qualificati tali dagli strumenti urbanistici, nonché le aree di fatto utilizzate a scopi agricoli indipendentemente dalla destinazione urbanistica e quelle, comunque libere da edificazioni e infrastrutture, suscettibili di utilizzazione agricola. Infine la Legge regionale 12/2018 (che modifica la LR 24/2015) è volta a favorire una pianificazione del territorio nel rispetto dei criteri di sostenibilità e di risparmio del consumo di suolo, preferendo le aree già urbanizzate, degradate o dismesse.

In tale contesto, dove le norme sono poco o per nulla efficaci alla salvaguardia del suolo, risulta quantomeno importante avere degli strumenti di misurazione della perdita della risorsa nel tempo.

ARPA (Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale) Puglia è attiva da qualche anno a livello nazionale nella misurazione del consumo di suolo regionale all'interno del Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA). Tra le funzioni del SNPA, elencate dall'art. 3 della legge istitutiva (L. 132/2016), infatti, è espressamente richiamato il "*monitoraggio dello stato dell'ambiente, del consumo di suolo, delle risorse ambientali e della loro evoluzione in termini quantitativi e qualitativi, eseguito avvalendosi di reti di osservazione e strumenti modellistici*".

In particolare ARPA Puglia, attraverso una metodologia proposta dalla Rete Nazionale dei Referenti coordinata da ISPRA, produce annualmente la Carta Regionale del consumo di suolo e delle sue variazioni annuali, contribuendo alla elaborazione della "Carta Nazionale del consumo di suolo" che è la base conoscitiva per il "Rapporto sul Consumo di Suolo" e/o base conoscitiva per il calcolo di indicatori specifici utili a comprendere meglio il fenomeno e la sua possibile evoluzione.

### 2. LA CARTA DEL CONSUMO DI SUOLO

La Carta del consumo di Suolo (già disponibile per gli anni 2012, 2015, 2016 e 2017) per l'intero territorio nazionale è rappresentata da un raster (griglia regolare) di 10x10m prodotto secondo un sistema di classificazione che sino al 2016 prevedeva una classificazione di tipo out-out: suolo consumato (valore 1) e suolo non consumato (valore 0). Dal 2017 si è avviato un nuovo sistema di classificazione che prevede 3 livelli di classificazione:

Valori	Descrizione I° livello	Valori	Descrizione II° livello
1	Suolo consumato (built-up)	1.1	Suolo consumato (permanente)
2	Suolo non consumato	1.2	Suolo consumato (reversibile)
		2.0	Suolo non consumato
Valori	Descrizione III° livello		
1.1.x	edifici, fabbricati; strade asfaltate; sede ferroviaria; aeroporti (piste e aree di movimentazione impermeabili/pavimentate); porti (banchine e aree di movimentazione impermeabili/pavimentate); altre aree impermeabili/pavimentate non edificate (piazzali, parcheggi, cortili, campi sportivi); serre permanenti pavimentate; discariche		
1.2.x	strade sterrate; cantieri e altre aree in terra battuta (piazzali, parcheggi, cortili, campi sportivi, depositi permanenti di materiale); aree estrattive non rinaturalizzate; cave in falda; campi fotovoltaici a terra; altre coperture artificiali la cui rimozione ripristina le condizioni iniziali del suolo		
2.0.x	Oltre qualsiasi area naturale sono state classificate con un diverso codice: rotonde stradali inerbite, serre con struttura temporanea, zone sterrate prodotte dal calpestio di animali, laghi e canali artificiali, saline		

Tabella 1 - Sistema di classificazione della Carta Nazionale del consumo di suolo.

La procedura, univoca per tutta l'Italia, utilizza fondamentalmente le immagini provenienti dai Sentinel 1 e 2 (oltre ad altre immagini satellitari o ortofoto eventualmente disponibili e dati ancillari). La risoluzione geometrica dei dati è allineata, anche al fine di assicurare la sostenibilità futura del monitoraggio su base annuale, ai dati disponibili in ambito Copernicus e, in particolare, alla missione Sentinel-2, che, lanciata a giugno 2015, fornisce dati multispettrali con una risoluzione di 10 metri, adatti quindi sia per processi di fotointerpretazione sia di classificazione semi-automatica.

I dati completi del consumo del suolo, dello stato di artificializzazione del territorio e delle diverse forme insediative presenti sono rilasciati in formato aperto e liberamente accessibili sul sito dell'ISPRA<sup>1</sup> e rappresentano uno strumento che l'Istituto mette a disposizione dell'intera comunità istituzionale e scientifica nazionale. Da alcuni anni, il Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA), redige il Rapporto "Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici", la cui valenza è ormai riconosciuta come base conoscitiva trasversale alle diverse politiche e attività sul territorio. Il Rapporto analizza l'evoluzione del consumo di suolo all'interno di un più ampio quadro delle trasformazioni territoriali ai diversi livelli, attraverso indicatori utili a valutare le caratteristiche e le tendenze del consumo e fornisce valutazioni sull'impatto della crescita della copertura artificiale del suolo, con particolare attenzione alle funzioni naturali perse o minacciate.

La Fig. 1 mostra la Carta Regionale del Consumo di Suolo aggiornata al 2017, dalla quale sono evidenti le aree consumate (colorate in nero) che risultano pari

a circa 1.620 kmq su una superficie totale regionale di 19.345, equivalenti al 8,4% del suo territorio. Quest'ultimo dato, leggermente superiore alla media nazionale che si attesta al 7,65%, posiziona la Puglia al secondo posto fra le regioni del Sud Italia che ha consumato di più, dopo la regione Campania.

I comuni salentini, unitamente a quelli costieri che da Barletta arrivano a Fasano, presentano criticità molto elevate. La provincia di Lecce si ritrova con quasi il 15 % del suo territorio cementificato, seguito dalle provincie di Brindisi (10,6 %), Bari (10%), Taranto (9,6 %), BAT (7,3 %) e Foggia (4,2 %). Tuttavia spetta a Bari e Modugno il primato dei comuni con più aree edificate, rispettivamente pari al 42,3 % e al 41,5 %. Di contro sono i comuni ricadenti sul Subappennino Dauno, Gargano e Alta Murgia che presentano aree consumate mediamente inferiori al 5 % della loro superficie amministrativa.

### 3. GLI INDICATORI SUL CONSUMO DI SUOLO

ARPA Puglia pubblica annualmente<sup>2</sup> specifici indicatori regionali rielaborando i dati provenienti dalla carta del consumo di suolo:

- Intensità del consumo di suolo
- Consumo di suolo costiero
- Consumo di suolo in Aree Naturali Protette
- Anomalia del consumo di suolo

#### 3.1 Intensità del consumo di suolo

L'indicatore ICS (Intensità del Consumo di Suolo) rappresenta l'incremento/decremento del consumo di suolo nel tempo in una certa superficie territoriale di riferimento (superficie comunale) ed è calcolato come per-

<sup>1</sup>Sito internet: <http://www.isprambiente.gov.it/publicazioni/rapporti/consumo-di-suolo-dinamiche-territoriali-e-servizi-ecosistemici.-edizione-2018>

<sup>2</sup>Per maggiori dettagli sulla descrizione degli indicatori si visiti il sito internet: <https://rsaonweb.weebly.com/>

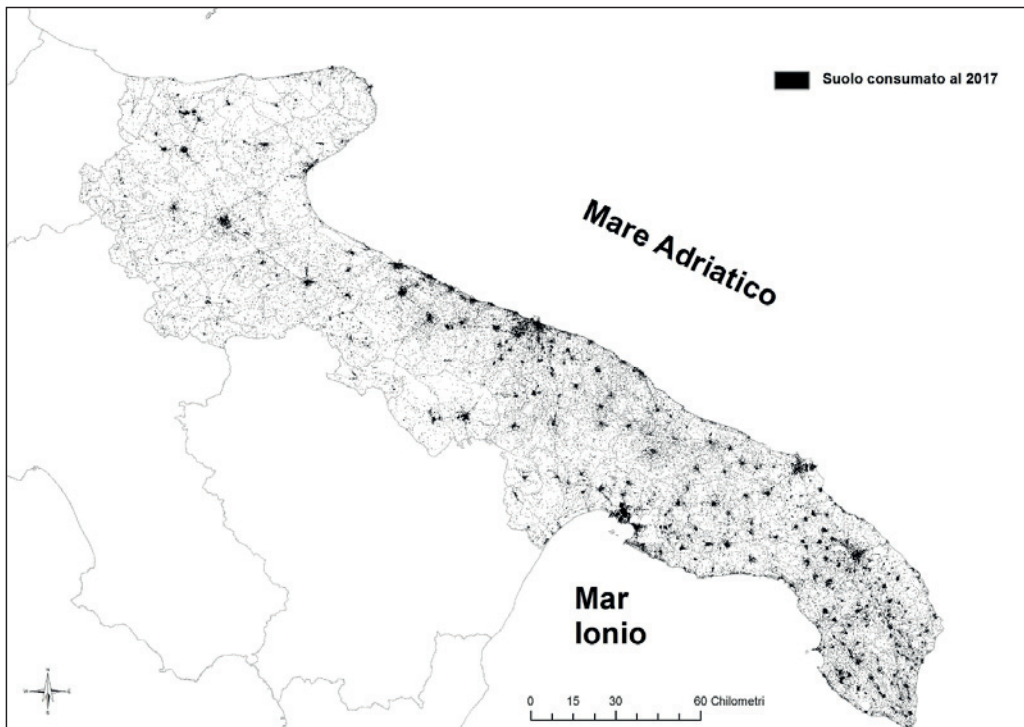


Figura 1 - Carta Regionale del Consumo di Suolo.

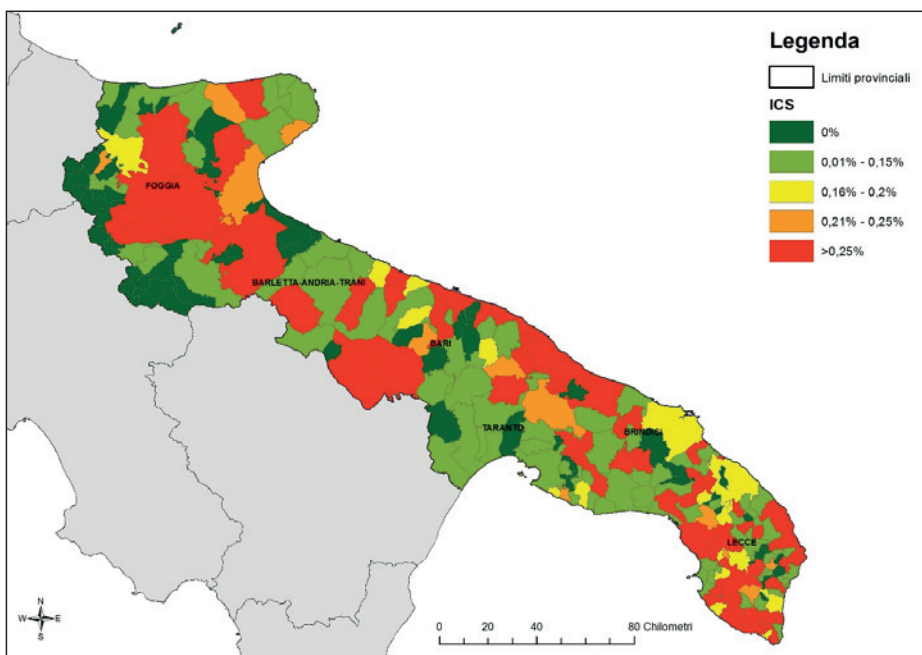


Figura 2 - Rappresentazione comunale dell'Intensità del Consumo di Suolo.

centuale risultante dal rapporto tra la variazione del suolo consumato in un determinato periodo temporale (nel caso specifico 2016-2017) e il suolo consumato al tempo iniziale ( $T_0 = 2016$ ). I dati aggiornati al 2017 provenienti dalla Carta Nazionale del Consumo di Suolo sono stati rielaborati al fine di calcolare l'indicatore a livello comunale. I comuni che hanno ottenuto "consumo di suolo zero" sono 62 su 258, mentre quelli con percentuali di incremento superiore a 0,25% è pari a 81 (3 di questi hanno superato l'1 %).

La mappa (Fig. 2) mostra in verde scuro i comuni vir-

tuosi e in rosso quelli che continuano a consumare suolo con una intensità sostenuta.

I dati mostrano un incremento del consumo di suolo tra gli anni 2016 e 2017 pari a circa 411 ha (circa 1 mq di terreno ogni 5 secondi), circa lo 0,02 % della superficie della regione Puglia. L'ICS risulta a livello regionale pari allo 0,25 %, in linea con l'incremento ottenuto negli anni 2015-2016 (0,26 %).

Uno scenario che mantenga costante la velocità del consumo di suolo registrata nell'ultimo anno, porterebbe, dal 2017 al 2050, ad una perdita totale di terreno

di circa 19.000 ha (pari alla intera superficie di Ginosa o, in altri termini, 60 volte l'estensione delle Isole Tremiti!).

### 3.2 Indice di consumo di suolo costiero (ICSC)

Una delle peculiarità del territorio pugliese è senza dubbio l'ambito costiero, sia come estensione (circa 1000 km di costa), sia come caratteristiche geomorfologiche e geologiche, suddiviso fra lunghe spiagge sabbiose, falesie più o meno ripide e zone rocciose intervallate da piccole calette sabbiose. Il delicato equilibrio dell'ambiente costiero è sottoposto a notevole pressione da parte delle attività antropiche che mettono a rischio la disponibilità e

la qualità delle risorse presenti. La carta del consumo di suolo della regione Puglia e ancor più l'indicatore ICSC fotografa bene questo fenomeno. Suddividendo la fascia costiera in tre "zone" definite dalla distanza dalla linea di costa (A: fascia 0-300 m. B: fascia 300-1000 m e C: fascia 1000-10000 m) si è potuto per ogni comune stimare il consumo di suolo presente nella fascia costiera.

I valori, espressi in percentuale e suddivisi per Provincia, sono visibili nelle mappe seguenti (Figg. 3, 4 e 5), mentre nelle tabelle (Tabb. n. 2, 3, 4, 5 e 6) sono riportati i primi tre Comuni costieri con maggiore incremento di consumo di suolo (espresso in ha) fra il 2016 e il 2017

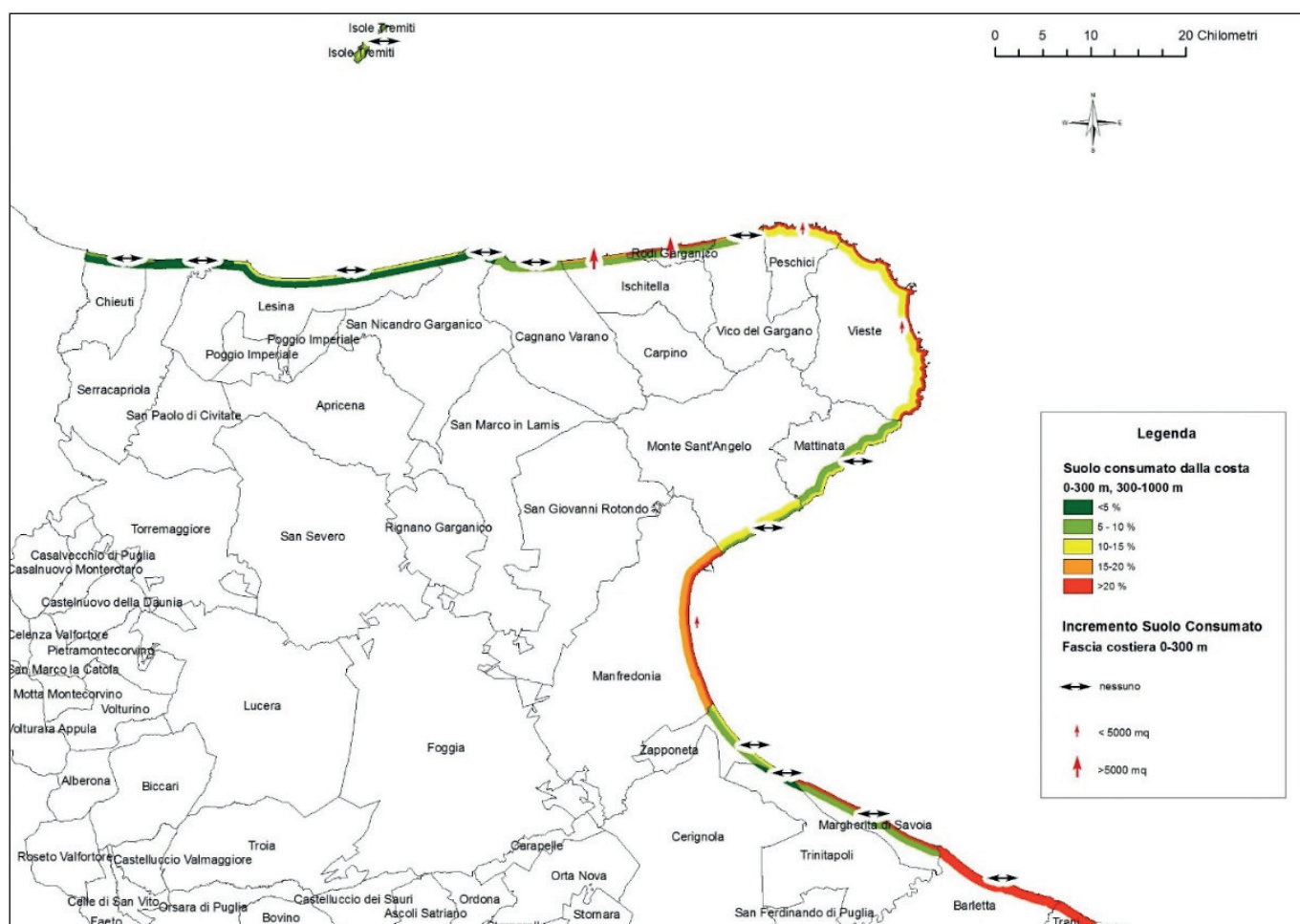


Figura 3 - Mappa dell'Indice di Consumo di Suolo Costiero. Provincia di Foggia.

PROVINCIA DI FOGGIA	
COMUNE	INCREMENTO 2016-2017 (ha)
Rodi Garganico	0,57
Ischitella	0,56
Vieste	0,33

Tabella 2 - Comuni costieri in provincia di Foggia con maggiore incremento di suolo consumato nella fascia costiera 0-300 metri.

riferito all'area compresa nei primi 300 metri dalla linea di costa.

I valori percentuali del suolo consumato tendono ad aumentare avvicinandosi alla linea di costa, raggiungendo i massimi proprio all'interno della porzione di territorio che possiede le maggiori tutele dal punto di vista normativo. Il fenomeno, come si può osservare dalle tabelle e dalle mappe, non sembra arrestarsi. L'indicatore, così come calcolato, non può far altro che fotografare uno stato ormai spesso compromesso e difficilmente ripristinabile dal punto di vista ambientale.

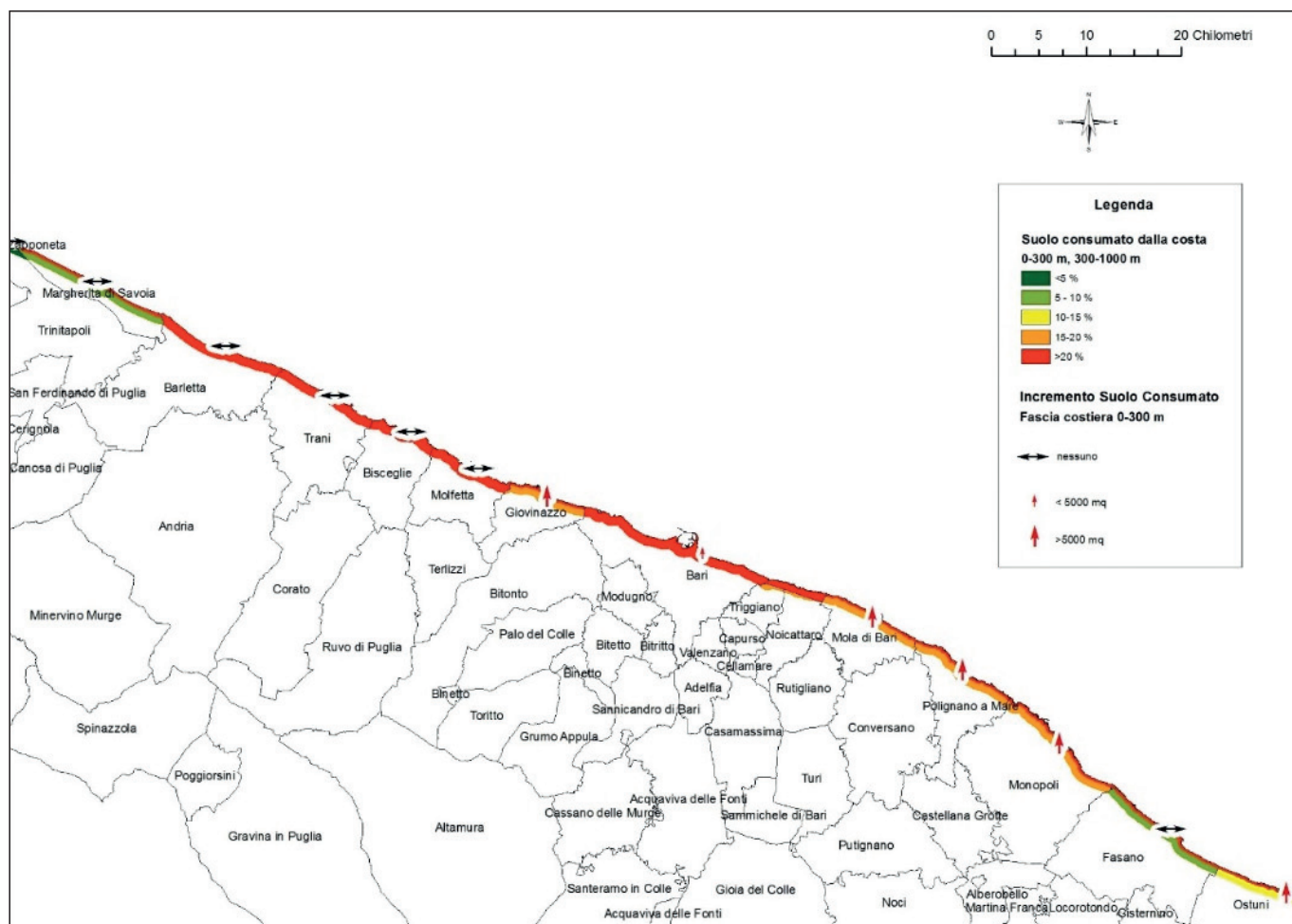


Figura 4 - Mappa dell'Indice di Consumo di Suolo Costiero. Provincia di Bari e BAT.

PROVINCE DI BARI E BAT	
COMUNE	INCREMENTO 2016-2017 (ha)
Mola di Bari	1,1
Giovinazzo	0,95
Monopoli	0,91

Tabella 3 - Comuni costieri in provincia di Bari e BAT con maggiore incremento di suolo consumato nella fascia costiera 0-300 metri

### 3.3 Intensità del Consumo di Suolo in Aree Naturali Protette (ICS<sub>ANP</sub>)

Le Aree Naturali Protette della Puglia si estendono in totale per circa 245.154 ha, di cui il 75,8 % rappresentato da Parchi Nazionali (Parco Nazionale del Gargano e Parco Nazionale dell'Alta Murgia) e l'8,3 % da Parchi Naturali Regionali e Riserve Naturali.

Per il calcolo dell'Indicatore sono state prese in considerazione le seguenti aree<sup>3</sup>:

- **PARCHI NAZIONALI:** Parco Nazionale del Gargano (istituito con l'articolo 34 della Legge 6 dicembre

1991 n. 394) e il Parco Nazionale dell'Alta Murgia (istituito dal DPR 152/2004);

- **PARCHI NATURALI REGIONALI**, costituiti da aree terrestri, fluviali, lacuali, da tratti di mare prospicienti la costa che costituiscono un sistema omogeneo individuato dagli assetti naturali dei luoghi, dai valori paesaggistici e artistici, e dalle tradizioni culturali delle popolazioni locali (Istituiti mediante Legge Regionale);
- **RISERVE NATURALI REGIONALI ORIENTATE**, aree naturali protette in cui sono consentiti interventi culturali, agricoli e silvo-pastorali purché non in contrasto con la conservazione degli ambienti naturali (Istituiti mediante Legge regionale);
- **RISERVE NATURALI STATALI**, costituite da aree terrestri, fluviali, lacustri o marine dove sono presenti una o più specie rilevanti della fauna e della flora, e sono caratterizzate dalla presenza di uno o più ecosistemi importanti per la conservazione della biodiversità e delle risorse genetiche. La conservazione dei territori naturali che ancora mantengono inalterate le matrici ecosistemiche rappresenta il punto focale dell'attività della Direzione per la Conservazione della Natura.

<sup>3</sup><http://www.paesaggiopuglia.it/aree-protette-in-puglia-footer.html>

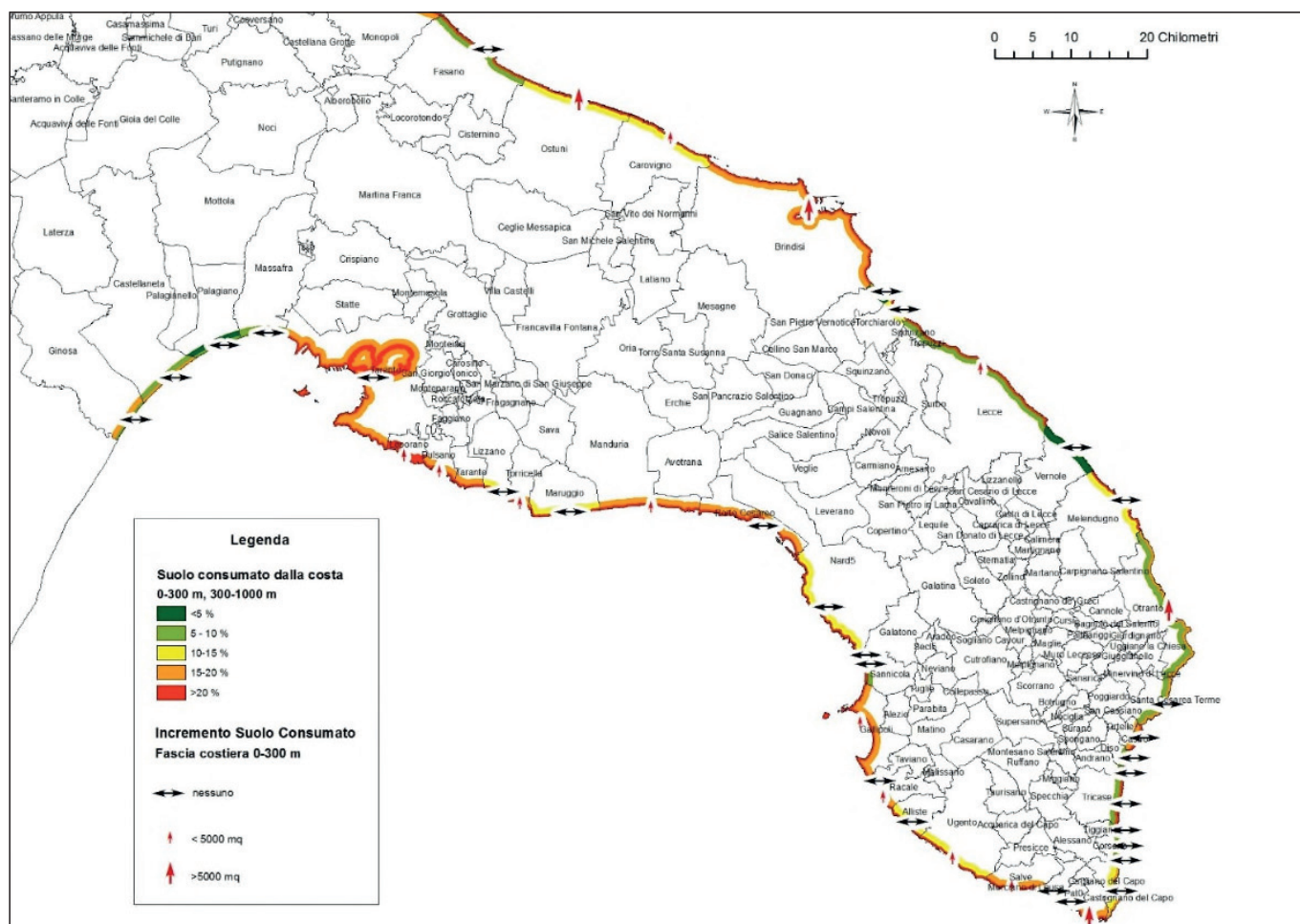


Figura 5 - Mappa dell'Indice di Consumo di Suolo Costiero. Provincia di Brindisi, Taranto e Lecce.

PROVINCIA DI BRINDISI	
COMUNE	INCREMENTO 2016-2017 (ha)
Brindisi	0,77
Ostuni	0,67
Carovigno	0,15

Tabella 4 - Comuni costieri in provincia di Brindisi con maggiore incremento di suolo consumato nella fascia costiera 0-300 metri

PROVINCIA DI LECCE	
COMUNE	INCREMENTO 2016-2017 (ha)
Otranto	1,16
Castrignano del Capo	0,61
Salve	0,47

Tabella 5 - Comuni costieri in provincia di Lecce con maggiore incremento di suolo consumato nella fascia costiera 0-300 metri

PROVINCIA DI TARANTO	
COMUNE	INCREMENTO 2016-2017 (ha)
Pulsano	0,43
Manduria	0,17
Leporano	0,11

Tabella 6 - Comuni costieri in provincia di Taranto con maggiore incremento di suolo consumato nella fascia costiera 0-300 metri

Attraverso la tutela e la valorizzazione delle aree naturali possono essere avviate concrete iniziative a salvaguardia della natura in modo da razionalizzare la gestione del

territorio e delle sue risorse.

Il mantenimento delle identità dei diversi ecosistemi, la conservazione degli habitat e la protezione delle specie



vegetali e animali concorrono a realizzare gli obiettivi che l'umanità si è posta per il futuro prossimo.<sup>4</sup>

L'indicatore ICS<sub>ANP</sub> (Intensità del Consumo di Suolo in Aree Naturali Protette) rappresenta l'incremento/decremento del consumo di suolo nel tempo all'interno delle Aree Naturali Protette presenti in Puglia, ed è calcolato come percentuale risultante dal rapporto tra la variazione del suolo consumato in un determinato periodo temporale (nel caso specifico 2016-2017) e il suolo consumato al tempo iniziale ( $T_0 = 2016$ ). Il valore è associato alle diverse tipologie di Area Naturale Protetta è riportato nella tabella 7.

La percentuale di consumo di suolo all'interno delle Aree Naturali Protette si limita a valori relativamente bassi (circa il 3 %), evidenziando mediamente una maggiore propensione alla naturalità di questi territori. Tuttavia l'indicatore, che descrive l'incremento dal 2016 al 2017, mostra valori diversi da zero, pertanto non in linea con gli obiettivi di massima salvaguardia proposti in queste aree.

### 3.4 Anomalia del consumo di suolo

L'indicatore ACS (Anomalia Consumo Suolo) correla l'incremento/decremento del consumo di suolo nel tempo in una certa superficie territoriale di riferimento con il trend di consumo/recupero del suolo che ci si attende considerando l'andamento demografico.

La formula per il calcolo dell'indicatore è la seguente:

$$ACS = CSN - (SCP * ab)$$

dove:

ACS è il valore dell'indicatore espresso in ettari e calcolato per singolo comune;

CSN è il consumo di suolo netto fra il 2017 e il 2016 (in ha);

SCP è il suolo consumato procapite medio della regione Puglia riferito al 2017 (pari a 399 mq/ab);

ab rappresenta la crescita/decrecita demografica avvenuta fra il 2017 e il 2016.

In Fig. 6 è riportata la distribuzione per comune dell'indicatore ACS.

Si può notare come solo 50 comuni su 258 totali si possono ritenere senza "anomalia", ossia comuni che sebbene abbiano registrato un aumento del consumo di suolo, quest'ultimo rimanga giustificato dall'aumento de-

mografico e nei limiti del suolo procapite medio regionale. La maggior parte dei comuni pugliesi (208) non ha crescita demografica, ma continua a consumare invece di "recuperare terreno" come sarebbe, invece, lecito aspettarsi. A livello regionale si registra una diminuzione di popolazione di circa 13.000 persone, mentre il consumo di suolo dal 2016 al 2017 è aumentato di ulteriori 409 ettari, come se ci fosse stata una crescita demografica di oltre 10.000 residenti.

## 4. CONCLUSIONI

I dati provenienti dalla Carta del Consumo di Suolo e dagli indicatori appena descritti mostrano come il consumo di suolo, in Puglia come nel resto d'Italia, non si fermi. Le politiche sorde e disinteressate ad oggi non propongono soluzioni normative, strumenti di pianificazione o strumenti economici che possano portare ad un cambiamento di tipo culturale e sociale. Il suolo viene ancora, infatti, ritenuto (sia dagli enti locali che da molte categorie imprenditoriali) un giacimento sfruttabile economicamente senza considerarne le conseguenze per la collettività che ne perde, inesorabilmente, dei suoi benefici. La Puglia, a titolo di esempio, gode degli ultimi anni di una crescente domanda turistica spesso legata alle peculiarità territoriali, quasi sempre accostata alla costa e al mare. Negli ultimi decenni, alla dispersione insediativa che ha creato tessuti di "seconde case" nelle immediate vicinanze alla linea di costa, proprio la crescente domanda di turismo ha comportato la creazione di nuovi insediamenti turistici e relative infrastrutture di servizio (tra il 2015 e il 2016, nella fascia fra 0-300 metri dalla linea di costa, si è perso terreno per quasi 500 mq al giorno mentre tra il 2016 e il 2017 il valore è pari a 350 mq al giorno) che ha creato e continua a creare impatti evidenti su un ambiente che già di per sé risulta molto delicato. L'arresto di tale fenomeno non deve essere considerato come intralcio alla produttività, ma come momento di innovazione e cambiamento del "saper fare", conducendo le maestranze, i progettisti e gli amministratori pubblici verso la rigenerazione urbana, l'edilizia di qualità, la promozione del capitale naturale e paesaggistico, nonché al riuso delle aree abbandonate o dismesse (attraverso, per esempio, meccanismi di incentivazione economica con la individuazione dei comuni più o meno virtuosi).

Tipologia Area Naturale Protetta	Estensione (ha)	Suolo consumato al 2015	Suolo consumato (%)	ICS <sub>ANP</sub>
PARCHI NAZIONALI	188.586	4.885	2,6	0,20%
PARCHI REGIONALI	69.700	2.270	3,3	0,18%
RISERVE NATURALI STATALI	11.038	242	2,2	0,30%
RISERVE NATURALI ORIENTATE REGIONALI	4.827	165	3,4	0,61%

Tabella 7 - Intensità del consumo di suolo all'interno delle Aree Naturali Protette.

<sup>4</sup>Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del mare - <http://www.minambiente.it/pagina/aree-naturali-protette-terrestri>

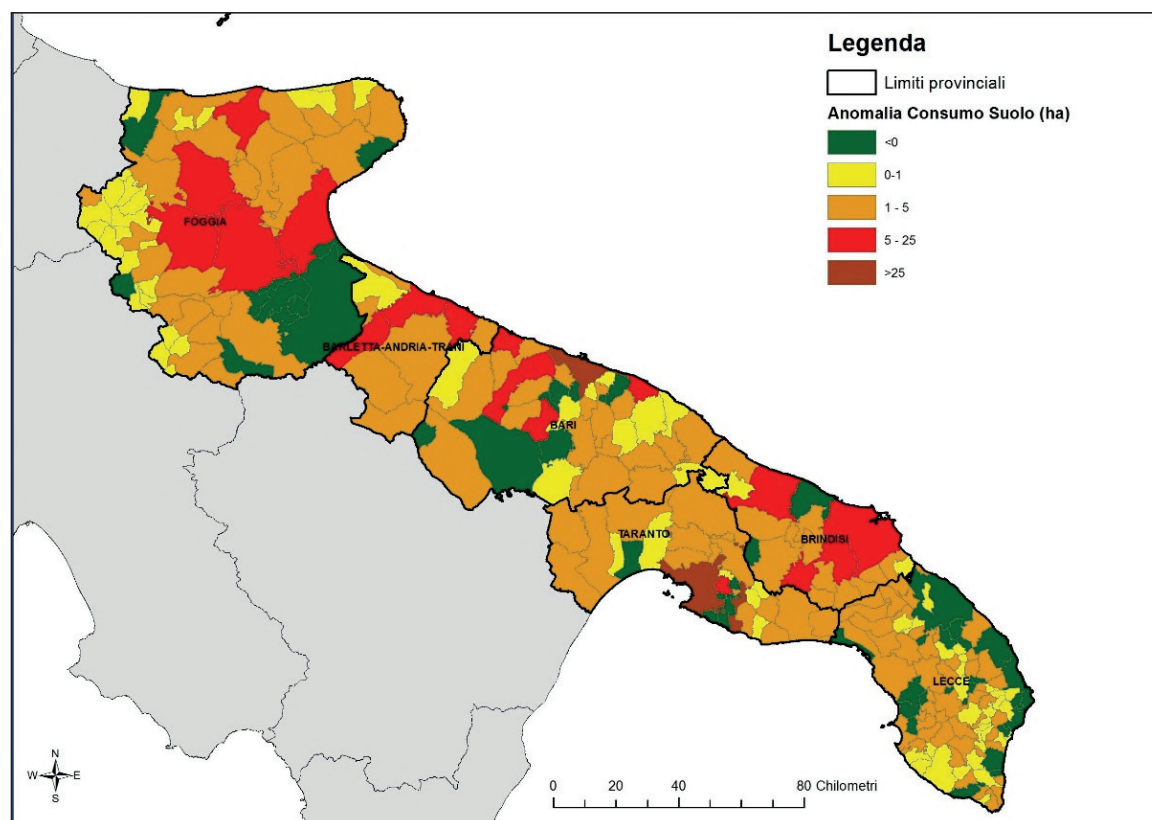


Figura 6 - Mappa dell'Anomalia Consumo di Suolo per comune.

In questo quadro lo sforzo delle Agenzie Regionali nel sistema SNPA è quello di creare un supporto conoscitivo autorevole, indispensabile sia per i Comuni che per le Regioni, utile a fornire indicazioni chiare e strumenti di monitoraggio utili per contrastare il consumo di suolo.

#### BIBLIOGRAFIA - SITOGRAFIA

FORUM NAZIONALE DEI MOVIMENTI PER LA TERRA E IL PAESAGGIO "Salviamo il Paesaggio - Difendiamo i Territori". Proposta di legge d'iniziativa popolare. Norme per l'arresto del consumo di suolo e per il riuso dei suoli urbanizzati, a cura del Gruppo di Lavoro Tecnico-Scientifico multidisciplinare del Forum nazionale Salviamo il Paesaggio. Gennaio 2018

COMMISSIONE EUROPEA (2006) - *Strategia tematica per la protezione del suolo*, COM(2006) 231. Bruxelles, 22.9.2006.

COMMISSIONE EUROPEA (2011) - *Tabella di marcia verso un'Europa efficiente nell'impiego delle risorse*, COM(2011) 571. Bruxelles, 20.9.2011.

COMMISSIONE EUROPEA (2012) - *Orientamenti in materia di buone pratiche per limitare, mitigare e compensare l'impermeabilizzazione del suolo*. Bruxelles, 15.5.2012, SWD (2012) 101.

COMMISSIONE EUROPEA (2013) - *Superfici impermeabili, costi nascosti. Alla ricerca di alternative all'occupazione e*

*all'impermeabilizzazione dei suoli*. Lussemburgo

ISPRA-SNPA (2018) - *Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici*. Edizione 2018

ISPRA-SNPA (2017) - *Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici*. Edizione 2017

ISTAT (2011) - *Edifici e abitazioni. Nuovi dati del 15° censimento generale della popolazione e delle abitazioni*.

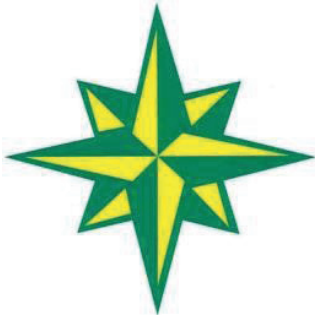
REGIONE PUGLIA, INNOVAPUGLIA (2014) - *Monitoraggio del sistema paesaggistico territoriale regionale: metodologie di analisi, sperimentazioni e applicazioni - Rischio di trasformazioni in senso urbanistico del territorio*, gennaio 2014

ARPA PUGLIA (2018) - *Indicatori Ambientali della Puglia*, <https://rsaonweb.weebly.com/suolo.html>

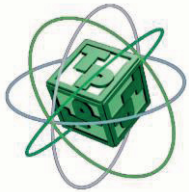
LA GHEZZA V., RADICCHIO B. (2017) - *Puglia: il fenomeno del consumo di suolo in fascia costiera*. Ambiente Informa, 27 giugno 2017. <https://ambienteinforma-snpa.it/puglia-il-fenomeno-del-consumo-di-suolo-in-fascia-costiera/>

TORRE C., BONIFAZI A., ARCIDIACONO A., RONCHI S., SALATA S. (2017) - *Rapporto 2017 sul Consumo di Suolo in Puglia*, INU Edizioni - Rapporti Regionali, Luglio 2017.

REGIONE PUGLIA (2017) - *Le Aree Naturali Protette della Puglia*, aggiornamento al 25/09/2017. <https://www.paesaggiopuglia.it/aree-protette-in-puglia-footer.html>



# GRUPPO PANARESE



TECNO PIEMONTE S.p.A.  
ORGANISMO EUROPEO  
NOTIFICATO N° 1372

**COSTRUZIONI GENERALI  
PRODUZIONE INERTI  
PRODUZIONE CONGLOMERATI BITUMINOSI  
PRODUZIONE CONGLOMERATI CEMENTIZI  
PRODUZIONE ASFALTO A FREDDO**



**Località Troali n. 1  
73010 VEGLIE (LE)**

**Tel. 0832.969317**

**Fax. 0832.969436**

**E-mail: [info@gruppopanarese.it](mailto:info@gruppopanarese.it)**

**LAVORI EDILI  
STRADALI  
IDRICI  
FOGNANTI**

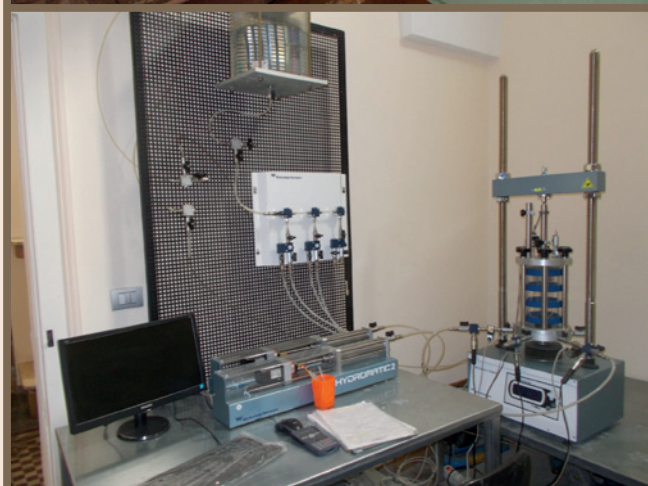
**soateam**  
società organismo di attestazione spa



# GEOPROVE

S.R.L.

LABORATORIO MATERIALI DA COSTRUZIONE • LABORATORIO TERRE E ROCCE  
INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE



Autorizzazione ministeriale ad effettuare e certificare prove su materiali da costruzione DM 275 del 12 giugno 2018.

Autorizzazione ministeriale ad effettuare e certificare prove su terre, rocce e prove in sito DM 278 del 14 giugno 2018.



Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti



Certificati N° 2540 ISO 14001  
2541 BS OHSAS 18001



SOA OS208 Il Livello



Organismo di Certificazione  
AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE CERTIFICATO  
UNI EN ISO 9001



**GEOPROVE S.R.L. P. IVA 03940580750** • Capitale Sociale € 500.000,00 • Iscrizione alla CCIAA 255978

Sede Legale e Laboratorio Terre e Rocce Via Il Giugno 2, 73049 Ruffano (LE) • Laboratorio Materiali Via Benedetto Falcone snc ZI 73049 Ruffano (LE) •

Unità Locale Via Olanda, Zona Industriale Surbo, 73010 Lecce (LE) • Telefono e Fax 0833 692992 • Cell. 329 359 9093 | [www.geoprove.eu](http://www.geoprove.eu) • [info@geoprove.eu](mailto:info@geoprove.eu)