

## Allegato B

# INTEGRAZIONI AL REGOLAMENTO EDILIZIO

*Con inserimento di criteri di sostenibilità, di efficienza energetica delle costruzioni e di risparmio energetico favorevoli alla riduzione delle emissioni climalteranti in atmosfera.*

Adottata con delibera del C.C.	n. 13	del 22.04.2009
Approvata con delibera di C.C.	n. 36	del 28.09.2009
Pubblicazione sul B.U.R.L.	n. 45	del 11.11.2009

**Aggiornamenti:**

dcc n. 15 del 23.03.2011 – “Aggiornamento art. 2 del Regolamento Edilizio con inserimento di criteri di sostenibilità, di efficienza energetica delle costruzioni e di risparmio energetico favorevoli alla riduzione delle emissioni climalteranti in atmosfera – Approvazione definitiva” – pubblicato il 15.06.2010 BURL [corsivo]

dcc n. 5 del 11.02.2013 – “Aggiornamento art. 13 del Regolamento Edilizio con inserimento di criteri di sostenibilità, di efficienza energetica delle costruzioni e di risparmio energetico favorevoli alla riduzione delle emissioni climalteranti in atmosfera – Approvazione definitiva” – vigente dal 06.03.2013 BURL [barrato doppio + nuovo articolo sul radon e linee guida regionali]

*Elaborazione:  
Grassobbio li 9 aprile 2009*

**DOTT. ARCH. ROBERTO SACCHI**  
24123 BERGAMO – Via F. Baracca,4 – Tel. e Fax n° 035.238776  
Cod. Fisc. n° SCCRRT58T06A794S – Partita IVA n° 01769820166

**INTEGRAZIONI AL REGOLAMENTO EDILIZIO**  
*Con inserimento di criteri di sostenibilità, di efficienza energetica  
delle costruzioni e di risparmio energetico favorevoli alla riduzione  
delle emissioni climalteranti in atmosfera.*

**PREMESSE**

**Art. 1 Finalità e obiettivi**

Il presente regolamento definisce le procedure di applicazione in ambito comunale delle disposizioni di cui all'art.11 del D.Lgs n° 192 del 19.8.2005 aggiornato con il Decreto n° 311 del 29.12.2006 e s.m. e i. e recepito con la Deliberazione della G.R.L. n° 8/5018 del 26 giugno 2007, modificata dalla deliberazione G.R.L. n° VIII/5773 del 31.10.2007 e s.m.e.i., con particolare riferimento ai requisiti minimi delle prestazioni energetiche finalizzate alla certificazione energetica del patrimonio immobiliare, introducendo concetti e criteri di sostenibilità.

Le disposizioni contenute sono soggette al medesimo regime transitorio delle norme nazionali. Con ciò si intende perseguire l'obiettivo di migliorare le condizioni abitative con la costruzione di edifici energeticamente efficienti e con l'applicazione di sistemi e tecnologie favorevoli al risparmio energetico, al fine di perseguire una maggiore qualità ambientale riducendo le emissioni inquinanti e climalteranti in atmosfera.

Alcuni dei requisiti contenuti hanno natura cogente e altri sono definiti raccomandazioni. Mentre l'applicazione dei primi costituisce un obbligo, l'applicazione delle raccomandazioni costituisce un ulteriore contributo alla sostenibilità dell'ambiente, che consente l'accesso agli incentivi previsti

Per quanto concerne le disposizioni inerenti le procedure per la certificazione energetica degli edifici, la metodologia di calcolo, l'attestazione della certificazione energetica ed i soggetti certificatori, si rimanda agli Allegati B-C-D-E e all'art.7 e seguenti della Deliberazione G.R.L. n° 8/5018 del 26 giugno 2007, modificata dalla deliberazione G.R.L. n° VIII/5773 del 31.10.2007 . e s.m.e.i..

**Art. 2 Ambiti di applicazione del regolamento**

Il patrimonio immobiliare è distinto in :

- edifici di nuova costruzione (con permesso di costruire o denuncia di inizio attività presentata dopo la data di entrata in vigore del D. Lgs n° 311/2006.
- edifici esistenti

Il livello di applicazione delle disposizioni, integrale o limitata, è stabilito in conformità alle disposizioni di cui all'art. 3 del D-Lgs n° 192/2005, così come modificato dal Decreto n° 311/06 e s.m. e i. e recepito dalla Deliberazione della G.R.L. n° 8/5018 del 26 giugno 2007, modificata dalla deliberazione G.R.L. n° VIII/5773 del 31.10.2007 e s.m.e.i..

*Al fine di perseguire una maggiore qualità ambientale riducendo le emissioni inquinanti e climalteranti in atmosfera e solo per migliorare le condizioni abitative con la costruzione di edifici energeticamente efficienti e con l'applicazione di sistemi e tecnologie favorevoli al risparmio energetico, è consentito superare, previa presentazione di specifica relazione dettagliata e dimostrativa delle finalità indicate, specifiche norme di settore quali quelle dei piani attuativi.*

**Art. 3 Contenuti del regolamento**

**COMUNE di GRASSOBBIO**  
**Provincia di Bergamo**

Il presente regolamento individua e disciplina le seguenti tematiche:

- efficienza energetica della struttura edilizia
- efficienza energetica degli impianti
- sistemi bioclimatici passivi
- fonti energetiche rinnovabili
- elementi di sostenibilità
- disposizioni per i piani attuativi
- incentivi

**Art.4 *Categorie degli edifici in funzione delle destinazioni d'uso***

Con riferimento all'art. 3 del D.P.R. n° 412/1993 gli edifici sono classificati in relazione alla loro destinazione d'uso e distinti secondo le categorie seguenti:

- E1 *Edifici adibiti a residenza e assimilabili*  
E1(1) Abitazioni adibite a residenza con carattere continuativo, quali abitazioni civili e rurali, collegi, conventi, case di pena, caserme.  
E1(2) Abitazioni adibite a residenza con occupazione saltuaria, quali case per vacanze, fine settimana e simili  
E1(3) Edifici adibiti ad albergo, pensione ed attività similari.
- E2 *Edifici adibiti ad uffici e assimilabili*  
Edifici pubblici o privati, indipendenti o contigui a costruzioni adibite anche ad attività industriali o artigianali, purchè siano da tali costruzioni scorporabili agli effetti dell'isolamento termico.
- E3 *Edifici adibiti ad ospedali, cliniche o case di cura e assimilabili*  
ivi compresi quelli adibiti al ricovero o cura di minori o anziani, nonché le strutture protette per l'assistenza ed il recupero dei tossicodipendenti e di altri soggetti affidati a servizi sociali pubblici.
- E4 *Edifici adibiti ad attività ricreative, associative o di culto e assimilabili*  
E4(1) quali cinema e teatri, sale di riunione per congressi  
E4(2) quali mostre, musei e biblioteche, luoghi di culto  
E4(3) quali bar, ristoranti, sale da ballo
- E5 *Edifici adibiti ad attività commerciale e assimilabili*  
quali: negozi, magazzini di vendita all'ingrosso o al minuto, supermercati, esposizioni
- E6 *Edifici adibiti ad attività sportive*  
E6(1) piscine, saune e assimilabili  
E6(2) palestre e assimilabili  
E6(3) servizi di supporto alle attività sportive
- E7 *Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili*
- E8 *Edifici adibiti ad attività industriali ed artigianali e assimilabili*
- E9 *Qualsiasi edificio pubblico superiore a mq 250*

<b>EFFICIENZA ENERGETICA DELLA STRUTTURA EDILIZIA</b>
---

**Art. 5 *Fabbisogno energetico cogente***

I valori limite massimi dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale secondo la zona climatica e i gradi giorno di riferimento devono essere non maggiori di:

*Per edifici della classe E.1*

**COMUNE di GRASSOBBIO**  
**Provincia di Bergamo**

*(esclusi collegi, conventi, case di pena e caserme)*                      **65 kwh/m<sup>2</sup>/anno**  
*Per tutti gli altri edifici:*    **15 kwh/m<sup>3</sup>/anno**

I limiti corrispondenti alla classe di edifici E1 (con esclusione di collegi, conventi, case di pena e caserme), sono espressi in chilowattora per metro quadrato di superficie utile dell'edificio per anno (Kwh/m<sup>2</sup>/anno). I limiti di tutte le altre classi di edifici sono espressi in chilowattora per metro cubo di volume lordo delle parti di edificio riscaldate, per anno (Kwh/m<sup>3</sup>/anno).

Tali valori limite rientrano nella Classe energetica C, come indicato nelle Tabelle A4 e A5 (Zona climatica E) della Deliberazione della G.R.L. n° 8/5018 del 26 giugno 2007, modificata dalla deliberazione G.R.L. n° 3773 del 31.10.2007 e s.m. e i., qui interamente richiamate.

**Sul territorio comunale di Grassobbio sono pertanto vietate** nuove costruzioni o ristrutturazioni di edifici con valori limite del fabbisogno specifico annuo di energia primaria degli edifici per la climatizzazione invernale superiori a 65 kwh/m<sup>2</sup>/anno o a 15 kwh/m<sup>3</sup>/anno.

I requisiti di cui sopra si applicano a tutte le categorie di edifici, così come classificati in base alla destinazione d'uso indicata all'articolo 3 del D.P.R. 26 agosto 1993, n. 412, secondo le modalità indicate all'art.4 della Deliberazione della G.R.L. n° 8/5018 del 26 giugno 2007, modificata dalla deliberazione G.R.L. n° VIII/5773 del 31.10.2007 e s.m.e.i.. nei casi di:

- 1 progettazione e realizzazione di edifici di nuova costruzione e degli impianti in essi installati;
- 2 opere di ristrutturazione degli edifici e degli impianti esistenti, ampliamenti volumetrici e installazione di nuovi impianti in edifici esistenti;
- 3 edifici soggetti a certificazione energetica, come indicati all'art.6 della Deliberazione G.R.L. n° 8/5018 del 26 giugno 2007 e s.m. e i., di seguito integralmente richiamato:

*6.1 Gli edifici per i quali, a decorrere dal 1° settembre 2007, verrà presentata la denuncia di inizio attività o la domanda finalizzata ad ottenere il permesso di costruire per interventi di nuova costruzione, demolizione e ricostruzione in manutenzione straordinaria o in ristrutturazione, ristrutturazione edilizia che coinvolgono più del 25% della superficie disperdente dell'edificio cui l'impianto di riscaldamento è asservito, dovranno essere dotati, al termine dei lavori, dell'attestato di certificazione energetica, redatto secondo lo schema definito dall'Allegato C. Con la stessa decorrenza, con onere a carico del proprietario o chi ne ha titolo, gli edifici sottoposti ad ampliamenti volumetrici, sempre che il volume a temperatura controllata della nuova porzione dell'edificio risulti superiore al 20% di quello esistente, devono essere dotati di attestato di certificazione energetica:*

*a) limitatamente alla nuova porzione di edificio, se questa è servita da uno o più impianti ad essa dedicati;*  
*b) all'intero edificio (esistente più ampliamento), se la nuova porzione è allacciata all'impianto termico dell'edificio esistente.*

*6.2 - Gli edifici esistenti che non rientrano nel campo di applicazione richiamato al precedente punto 6.1, sono soggetti all'obbligo della certificazione energetica, secondo la seguente gradualità temporale:*

*a) a decorrere dal 1° settembre 2007, per tutti gli edifici, nel caso di trasferimento a titolo oneroso dell'intero immobile. Qualora l'intero edificio oggetto di compravendita sia costituito da più unità abitative servite da impianti termici autonomi, è previsto l'obbligo della certificazione energetica di ciascuna unità;*

*b) a decorrere dal 1° settembre 2007 ed entro il 1° luglio 2009, nel caso di edifici di proprietà pubblica o adibiti ad uso pubblico, la cui superficie utile superi i 1000 m<sup>2</sup>;*

*c) a decorrere dal 1° settembre 2007, l'attestato di certificazione energetica dell'edificio o dell'unità immobiliare interessata è necessario per accedere agli incentivi ed alle agevolazioni di qualsiasi natura, sia come sgravi fiscali o contributi a carico di fondi pubblici o della generalità degli utenti, finalizzati al miglioramento delle prestazioni energetiche dell'unità immobiliare, dell'edificio o degli impianti. Sono in ogni caso fatti salvi i diritti acquisiti ed il legittimo affidamento in relazione ad iniziative già formalmente avviate a realizzazione o notificate all'Amministrazione competente, per le quali non necessita il preventivo assenso o concessione da parte medesima;*

**COMUNE di GRASSOBBIO**  
**Provincia di Bergamo**

*d) a decorrere dal 1° gennaio 2008, nel caso di contratti “servizio energia”, nuovi o rinnovati, relativi ad edifici pubblici o privati;*

*e) a decorrere dal 1° luglio 2009, nel caso di trasferimento a titolo oneroso delle singole unità immobiliari;*

*f) a decorrere dal 1° luglio 2010, nel caso di locazione dell'intero edificio o della singola unità immobiliare.*

*6.3 - Nel caso di trasferimento a titolo oneroso di interi immobili o singole unità immobiliari, l'attestato di certificazione energetica deve essere allegato, in originale o in copia autenticata, all'atto di trasferimento a titolo oneroso nei casi per i quali è posto l'obbligo di dotazione a partire dalle date di cui ai precedenti commi. L'obbligo di cui al presente comma si applica anche nel caso di vendite giudiziali conseguenti a procedure esecutive individuali e di vendite conseguenti a procedure concorsuali purchè le stesse si siano aperte rispettivamente, con pignoramenti trascritti ovvero con provvedimenti pronunciati a decorrere dal 1° gennaio 2008.*

*6.4 - Nel caso di locazione di interi immobili o singole unità immobiliari già dotati di attestato di certificazione energetica, l'attestato stesso deve essere consegnato dal proprietario al conduttore, in copia dichiarata conforme all'originale in suo possesso. A partire dal 1° luglio 2010, nel caso di locazione di interi immobili o singole unità immobiliari, l'attestato di certificazione energetica deve essere obbligatoriamente consegnato dal proprietario al conduttore, in copia dichiarata conforme all'originale in suo possesso.*

*6.5 - Ai fini dell'applicazione del presente punto 6, anche in deroga alla definizione di cui al precedente articolo 2, lettera “ i”), non si considera, in ogni caso, “intero edificio” l'ente edilizio a qualsiasi uso destinato, quando esso faccia parte di un più ampio organismo edilizio contraddistinto dalla condivisione di strutture edilizie portanti e portate(a tal fine essendo del tutto irrilevanti eventuali elementi decorativi) edificato sulla base di uno o più provvedimenti edilizi abilitativi che lo riguardino esclusivamente.*

*6.6 - L'applicazione degli obblighi di dotazione e di allegazione agli atti di trasferimento a titolo oneroso dell'attestato di certificazione energetica, di cui al presente punto 6, è esclusa quando l'edificio, o la singola unità immobiliare, in caso di autonomia rilevanza di questa, sia privo dell'impianto termico o di uno dei suoi sottosistemi necessari alla climatizzazione degli ambienti interni dell'edificio.*

*6.7 - Nel caso in cui uno o tutti i dati, riferiti ai diversi sottosistemi dell'impianto termico, non fossero più disponibili, l'attestato di certificazione dell'edificio è comunque richiesto. In tal caso il soggetto certificatore dell'attestazione della prestazione energetica dell'edificio dovrà attenersi a quanto indicato nell'allegato E della deliberazione G.R.L. n° 8/5018 del 26.6.2007 e successive modifiche e integrazioni.*

*6.8 - L'applicazione degli obblighi di dotazione e allegazione agli atti di trasferimento a titolo oneroso dell'attestato di certificazione energetica, di cui al presente punto 6, è altresì esclusa per tutte le ipotesi di trasferimento a titolo oneroso di quote immobiliari indivise, nonché di autonomo trasferimento del diritto di nuda proprietà o di diritti reali parziali.*

*6.9. - L'attestato di certificazione energetica della singola unità immobiliare dotata di impianto termico autonomo, deve fondarsi sulla valutazione delle prestazioni energetiche dell'unità interessata.*

*6.10 - L'attestato di certificazione energetica per le singole unità immobiliari facenti parte di un edificio dotato di impianto termico centralizzato, può fondarsi o sulla valutazione delle prestazioni energetiche dell'unità interessata oppure su una certificazione comune dell'edificio comprensivo di tutte le unità immobiliari che lo compongono. Quest'ultima possibilità è consentita solo nel momento in cui tutte le unità immobiliari che costituiscono l'edificio abbiano la medesima destinazione d'uso.*

*6.11 - Nel caso in cui sia stato predisposto l'attestato di certificazione energetica in conformità alle presenti disposizioni, lo stesso potrà essere utilizzato in sostituzione dell'attestato di qualificazione energetica di cui all'art. 11 del D.Lgs n° 192/2005, così come modificato con D. Lgs n° 311/2006, per gli edifici ricadenti nel territorio della Regione Lombardia per i quali non ricorrono gli obblighi di dotazione (e di allegazione ai relativi atti di trasferimento a titolo oneroso) dell'attestato di certificazione energetica secondo le presenti disposizioni.*

*6.12 - L'attestato di certificazione energetica può essere richiesto per qualsiasi tipologia di edificio anche nei casi non previsti dal presente provvedimento.*

Sono escluse dall'applicazione del presente provvedimento le seguenti categorie di edifici e di impianti:

- 4 gli immobili ricadenti nell'ambito della disciplina della parte seconda e dell'articolo 136, comma 1, lettere b) e c) del Decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42, recante il codice dei beni culturali e del paesaggio nei casi in cui il rispetto delle prescrizioni implicherebbe una alterazione inaccettabile del loro carattere o aspetto, con particolare riferimento ai caratteri storici o artistici;
- 5 i fabbricati industriali, artigianali e agricoli non residenziali quando gli ambienti sono mantenuti a temperatura controllata per esigenze del processo produttivo o utilizzando reflui

**COMUNE di GRASSOBBIO**  
**Provincia di Bergamo**

energetici del processo produttivo non altrimenti utilizzabili;

- 6 i fabbricati isolati con una superficie utile totale inferiore a 50 m<sup>2</sup> ;
- 7 gli impianti installati ai fini del processo produttivo realizzato nell'edificio, anche se utilizzati, in parte non preponderante, per gli usi tipici del settore civile.

**5.1 Fabbisogno energetico (Raccomandazione)**

Per favorire la sostenibilità ambientale, perseguendo un maggior grado di efficienza energetica nell'involucro edilizio l'indice del fabbisogno energetico della costruzione potrà essere migliorato attuando riduzioni del valore indicato al precedente art. 5 e beneficiando degli appositi incentivi previsti ai successivi articoli 30.2.1 e 30.2.2. .

**5.2 Valori di trasmittanza (Norma Cogente e raccomandazione)**

Ferme restando le disposizioni di cui ai Decreti Lgs n° 192/2005 e n° 311/2006 e s.m. e i., le strutture edilizie devono essere costruite nel rispetto dei valori di trasmittanza termica U indicati nella tabella A2 dell'Allegato A della Deliberazione della G.R.L. n° 8/5018 del 26 giugno 2007, modificata dalla deliberazione G.R.L. n° VIII/5773 del 31.10.2007 e s.m.e.i. .

Si raccomandano valori inferiori di trasmittanza termica sia per le strutture opache verticali e orizzontali o inclinate, così come per pavimenti e chiusure trasparenti.

**Art. 6 Calcolo del fabbisogno energetico annuo dell'involucro edilizio per il riscaldamento (Norma Cogente)**

Il fabbisogno energetico annuo deve essere calcolato con riferimento ai dati climatici e alle condizioni d'uso convenzionali stabiliti dalle norme, considerando l'energia termica richiesta durante la stagione invernale per mantenere il riscaldamento all'interno degli ambienti, tenuto conto delle dispersioni termiche dovute alla trasmissione del calore attraverso l'involucro, alla ventilazione e ai ponti termici, sottraendo i contributi dovuti agli apporti gratuiti e ai benefici derivanti dall'adozione di eventuali sistemi energetici passivi di approvvigionamento energetico .

Per il calcolo del fabbisogno annuo di energia primaria nell'ambito degli interventi eseguiti sul territorio comunale, (con riferimento all'allegato "C" del D-Lgs n° 311/06 e s.m. e i., recepito con la Deliberazione della G.R.L. n° 8/5018 del 26 giugno 2007, modificata dalla deliberazione G.R.L. n° VIII/5773 del 31.10.2007 e s.m.e.i. , nell'allegato E, i valori limite sono identificati in funzione dei gradi giorno (GG) del Comune di Grassobbio, che corrispondono a 2516, nella zona climatica di riferimento corrispondente alla lettera E così come individuata all'art. 2 del D.P.R. n° 412 del 26.8.1993.

**Art.7 Orientamento delle costruzioni (Norma Cogente)**

Tutti gli edifici di nuova costruzione, indipendentemente dalla loro destinazione d'uso, devono rispettare le seguenti disposizioni:

- 1 entro il lotto di terreno l'edificio deve essere posizionato con l'asse longitudinale principale lungo la direttrice est-ovest, con una tolleranza di 30° pari all'asse eliotermico, salvo impedimenti orografici o fisici.
- 2 la distanza tra edifici sia nei casi di singoli edifici contigui nella stessa proprietà, sia nei casi di edifici confinanti su lotti distinti di altra proprietà. deve garantire *il diritto al sole*, ovvero il minimo ombreggiamento possibile sulle facciate nelle peggiori condizioni stagionali;

**COMUNE di GRASSOBBIO**  
**Provincia di Bergamo**

Le disposizioni sopraindicate hanno valore cogente per le nuove costruzioni e per gli interventi di ristrutturazione nei casi di demolizione e ricostruzione così come indicati all'art.3 del D.Lgs n°311/2006 e s.m. e i. e all'art. 3 della Deliberazione della G.R.L. n° 8/5018 del 26 giugno 2007, modificata dalla deliberazione G.R.L. n° VIII/5773 del 31.10.2007 e s.m.e.i...

E' consentita la deroga ad esse purchè motivata da vincoli oggettivi adeguatamente dimostrati dal progettista e riconosciuti sussistenti dall'ufficio tecnico comunale; in questo caso il progettista specificherà le misure in deroga adottate nella relazione tecnica di accompagnamento al progetto.

Si raccomanda l'orientamento sud, sud-est e sud-ovest dei principali locali di abitazione, quali soggiorno, tinello, camere da letto. Il locale destinato ad angolo cottura o cucina, se non integrato nella superficie del soggiorno, i bagni, i locali accessori quali ripostigli, locali di sgombero, lavanderie, corridoi, ecc., devono preferibilmente essere orientati lungo il lato nord e/o servire da cuscinetto tra il fronte più freddo e i locali più utilizzati.

Le presenti disposizioni non si applicano nei casi in cui il sedime oggetto di edificazione presenti particolari vincoli di natura morfologica, ambientale, storico-artistica o urbanistica .

***Art. 8 Esposizione all'irraggiamento solare (Norma Cogente)***

Tutti gli edifici, ad eccezione di quelli con destinazione d'uso E.5 (attività commerciali e assimilabili) ed E.8 (attività industriali e artigianali e assimilabili) di cui al precedente art.4, per i quali si applica alla sola porzione con destinazione direzionale, ad uffici o alloggio residenziale, nei casi delle tipologie di intervento ammesse e indicate all'art.5, devono presentare opportuni ed efficaci elementi di schermatura delle superfici vetrate tali da ridurre l'apporto di calore per irraggiamento, soprattutto nel periodo estivo ed essere efficaci. L'efficacia di tali schermature può essere ottenuta a mezzo di sistemi costruttivi edilizi, strutture fisse o mobili (quali tende, veneziane, frangiluce fissi od orientabili, ecc.), ovvero da altri sistemi quali le vetrate-fotovoltaiche, dove l'elemento di conversione elettrica dell'energia solare è costituito da sottili celle fotovoltaiche (e non pannelli) inserite a sandwich negli strati di due vetri opportunamente dimensionati, oppure ad integrazione di sistemi solari passivi ed attivi, idonei a limitare l'irraggiamento solare sulle aperture dei fronti e a mitigare il surriscaldamento estivo degli ambienti interni, conservando i corretti rapporti aeroilluminanti.

Il rispetto del requisito dovrà essere dimostrato con una rappresentazione grafica delle ombre portate nelle peggiori condizioni invernali ed estive che sarà allegata quale parte integrante al progetto di cui al Permesso di costruire, o D.I.A. . Saranno ammesse eccezioni unicamente sulla base di situazioni oggettive, quali ad esempio l'orografia del terreno, le caratteristiche morfologiche del contesto, ivi comprese la posizione degli edifici attorno, ecc.

***Art. 8.1 Esposizione all'irraggiamento solare (Raccomandazione)***

Le misure raccomandate da adottare sono :

- 1 privilegiare le più ampie aperture aeroilluminanti sui fronti orientati a sud, sud-est o sud-ovest, integrando la costruzione con sistemi passivi di protezione e controllo dell'irraggiamento soprattutto per il periodo estivo;
- 2 limitare la dimensione delle aperture aeroilluminanti sui fronti meno esposti all'irraggiamento solare, consentendo il minimo rapporto aeroilluminante interno di Legge (1/8);
- 3 dotare eventuali locali ciechi (quali ripostigli, bagni e disimpegni) di sistemi passivi di ingresso della luce solare (quali sistemi tubolari a specchio).

***Art.9 Prestazioni di protezione acustica (Norma Cogente)***

**COMUNE di GRASSOBBIO**  
**Provincia di Bergamo**

Per gli edifici di nuova costruzione e nei casi di ristrutturazione integrale la conformità acustica è attestata da una relazione tecnica firmata da un professionista abilitato e trasmessa unitamente alla documentazione della domanda del Permesso di costruire o alla D.I.A. La protezione acustica dell'involucro edilizio è determinata di regola da sistemi isolanti continui formati di materiali compositi, anche di diversa natura, tipologia e densità. Per una migliore prestazione acustica è richiesta l'applicazione delle misure che seguono :

- 1 per i rumori provenienti dall'esterno e da altre unità abitative, oltre al rispetto dei valori di isolamento imposti dal D.P.C.M. 5.12.1997 e s.m. e i., deve essere garantito un isolamento acustico > del 5 %
- 2 per i rumori da calpestio e derivanti da sistemi impiantistici, si devono assumere limiti di rumore ammissibile < del 5% rispetto ai valori prescritti dal D.P.C.M. 5.12.1997 e s.m. e i. .

**Art. 10 Disposizioni costruttive (Norma cogente e raccomandazioni )**

Le presenti disposizioni si applicano a tutte le tipologie di intervento ammesse e indicate all'art.5

a) Sull'isolamento

- Nei casi di isolamento termico delle strutture edilizie verticali, gli sguinci e i parapetti delle finestre dovranno avere le stesse prestazioni delle pareti esterne.
- Nei casi di manutenzione straordinaria dell'intera copertura con sostituzione totale del manto, si dovranno rispettare i valori di trasmittanza imposti per i tetti di nuova costruzione (Tabella A2 della Deliberazione della G.R.L. n° 8/5018 del 26 giugno 2007, modificata dalla deliberazione G.R.L. n° VIII/5773 del 31.10.2007. e s.m.e.i.).
- Nei casi di interventi diversi dalle nuove costruzioni, gli incrementi di spessore dovuti ad integrazione, con manti di isolamento perimetrali, verticali od orizzontali od obliqui necessari a soddisfare i requisiti specifici per l'isolamento termo-acustico o per la realizzazione di superfici di adeguata inerzia termica, devono essere considerati secondo quanto previsto dal D.Lgs. n° 115/2008 e dalla L.R. n° 26/1995 e s.m. e i., fatto salvo il rispetto delle distanze minime così come definite da Codice Civile, e dalle norme tecniche del Piano regolatore Generale e le deroghe di cui al citato D.Lgs. n° 115/2008, per la verifica delle quali si dovrà sempre far riferimento allo spessore reale delle pareti.

b) Sui serramenti

- Negli interventi interessanti il patrimonio edilizio esistente, nel caso di opere che comprendano la sostituzione dei serramenti, i valori delle trasmittanze termiche degli infissi e dei vetri dovranno essere gli stessi applicati alle nuove costruzioni.  
All'uopo si consiglia l'adozione di infissi che montino vetri selettivi basso emissivi che presentino valore di  $U_g$  non > di  $1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ , con fattore solare compreso tra 0,38 e 0,42.
- I cassonetti delle tapparelle e dei frangiluce dovranno essere isolati termicamente e alla tenuta all'aria nel caso di nuove realizzazioni o di interventi sull'esistente che comprendano la loro sostituzione.

c) Sull'inerzia termica della costruzione

- Le superfici perimetrali, verticali e orizzontali degli edifici abitabili devono mantenere condizioni di comfort negli ambienti durante il periodo estivo evitando il surriscaldamento dell'aria grazie alla capacità di accumulare il calore (inerzia termica) e di attenuare e ritardare gli effetti delle variazioni di temperatura esterna (tempo di sfasamento dell'onda termica). I coefficienti di sfasamento delle superfici opache (Dtf) e il coefficiente di

**COMUNE di GRASSOBBIO**  
**Provincia di Bergamo**

attenuazione (f.a) dovranno rispettare i valori limite delle norme UNI EN ISO :

- |   |   |      |          |     |         |
|---|---|------|----------|-----|---------|
| - | per pareti perimetrali opache             | Dt.f | >= 8 ore | f.a | <= 0,35 |
| - | solaio orizzontale ultimo piano abitabile | Dt.f | >= 9 ore | f.a | <= 0,30 |

d) Sulla ventilazione naturale

- Nelle nuove edificazioni tutti i vani di abitazione permanente, con esclusione di quelli accessori, dei disimpegni e dei bagni ad aerazione forzata, devono usufruire di aeroilluminazione naturale diretta attraverso aperture dotate di infissi prospettanti all'aperto su spazi liberi, o cortili o cavedi, nel rispetto dei rapporti aeroilluminanti e delle norme locali d'igiene.
- Nelle nuove edificazioni e altresì negli interventi sul patrimonio edilizio esistente, dove le condizioni costruttive lo consentano, le unità abitative dovranno possedere una ventilazione trasversale con riscontro d'aria su pareti opposte.

e) Sugli sporti di copertura

- Nelle nuove costruzioni e negli interventi sull'esistente, di cui alle tipologie di intervento ammesse e indicate all'art.5, nelle sole proprietà private, senza affaccio diretto su strada potranno essere realizzati sporti di gronda in aggetto, anche supportati da elementi statici di appoggio a terra, al solo scopo di determinare soluzioni di ombreggiatura delle facciate, in alternativa ad altri tipi di schermature. Tale soluzione costruttiva, per la quale il progettista dovrà dimostrare con calcoli termici l'utilità ai fini bioclimatici, non determinerà un manufatto conteggiabile ai fini volumetrici e della s.r.c., fermo restando il rispetto delle distanze dai confini e dagli altri corpi di fabbrica. Tale soluzione costruttiva potrà essere adottata unicamente a seguito della sottoscrizione di una dichiarazione da presentare unitamente alla formale richiesta del Permesso di Costruire o della D.I.A, nella quale sia specificato l'impegno al rispetto del manufatto nella sua integrità costruttiva e che in futuro non potrà mai essere delimitato da elementi di chiusura, né vetriati, né in muratura, o di altra natura, né per la costituzione di serre o simili.

f) Su intercapedini e cavedi per passaggio reti tecnologiche

- E' raccomandato l'inserimento di intercapedini vuote e/o cavedi chiusi e non aerati fuori terra, ispezionabili e non, per l'esclusivo transito di impianti elettrici e di climatizzazione e/o reti tecnologiche di risalita all'interno di edifici con altezza maggiore di un piano. Si raccomanda all'uopo il posizionamento di tali soluzioni in prossimità di spazi comuni ovvero vani scala. E' tassativamente vietato adottare soluzioni che comportino una riduzione degli spessori delle pareti perimetrali di tamponamento. La superficie netta interna occupata da tali cavedi o intercapedini sarà esclusa dal conteggio della s.r.c., e dalla determinazione degli oneri concessori, così come il volume risultante sarà escluso dal conteggio ai fini edilizi, così come indicato al successivo art. 30.1 .

**Art. 11 Ponti termici (Norme cogenti e raccomandazioni)**

Nelle nuove edificazioni delle classi E1 (residenze e assimilabili), E2 (uffici e assimilabili) , E3 ospedali, cliniche e case di cura e assimilabili), E7 (attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili), è prescritto l'obbligo di effettuare un isolamento totale che racchiuda l'intero involucro, includendo le fondazioni e le murature contro terra nei casi in cui racchiudano vani riscaldati, il tetto, i tamponamenti verticali perimetrali. La presente regola non è prescrittiva per i fabbricati isolati al

**COMUNE di GRASSOBBIO**  
**Provincia di Bergamo**

servizio delle costruzioni principali, ubicati nella stessa area di proprietà, non aventi funzione abitativa, (quali i box interrati, seminterrati e fuoriterra, gli accessori, ecc.), qualora siano costruttivamente totalmente indipendenti e non fisicamente connessi a locali abitati o riscaldati.

Al fine di evitare la presenza di ponti termici si raccomandano soluzioni di continuità del manto isolante che sarà collocato, secondo le tipologie costruttive, con preferenza del sistema a cappotto o a parete ventilata. A questo proposito, per la posa dei serramenti, si raccomanda altresì di effettuare soluzioni di continuità con i manti isolanti, rimanendo prescrittivo l'inserimento dei cassonetti isolati nelle nuove costruzioni e negli interventi sull'esistente che prevedano la loro sostituzione, così come specificato al precedente art. 10/b.

Si raccomanda altresì di adottare soluzioni di taglio termico per i balconi in aggetto, che devono garantire una continuità con il sistema d'isolamento delle facciate, ovvero con soluzioni finalizzate a limitare al minimo la presenza di ponti termici e le conseguenti dispersioni di calore.

A tal proposito sono ritenute ammissibili, nelle sole proprietà private, soluzioni costruttive che prevedano il totale distacco dei balconi dalle facciate a mezzo di appoggi diretti a terra, da realizzarsi al solo fine di evitare la formazione di ponti termici, lasciando una disposizione di continuità dell'isolamento dell'involucro edilizio, ma solo nel caso di adozione della soluzione cosiddetta "a cappotto" o a "parete ventilata". Tale soluzione costruttiva determina la formazione di un manufatto che non costituisce volumetria ai fini edilizi e urbanistici e pertanto sarà escluso dai conteggi di cui all'art.30.1 e seguenti e della s.r.c., bensì sarà considerato solo ai fini del calcolo delle distanze di Legge. Tale soluzione costruttiva può essere adottata unicamente a seguito della sottoscrizione di una dichiarazione di impegno al rispetto delle condizioni di seguito descritte, da presentare unitamente alla formale richiesta del Permesso di Costruire o della D.I.A. .

Tale impegno prevede che successivamente all'avvenuta realizzazione :

- non si potrà utilizzare il manufatto con destinazioni diverse da quelle di balcone;
- il balcone non potrà essere delimitato da elementi di chiusura, né vetrati, né in muratura, o di altra natura, né per la successiva costituzione di serre o simili.

<b>EFFICIENZA ENERGETICA DEGLI IMPIANTI</b>
---

***Art.12 Impianto termico (Norma Cogente)***

Per tutte le categorie di edifici, così come classificati all'art.3 del D.P.R. n° 412/1993 , nei casi e secondo le modalità di cui all'art. 4 della Deliberazione della G.R.L. n° 8/5018 del 26 giugno 2007, modificata dalla deliberazione G.R.L. n° 3773 del 31.10.2007 e s.m. e i. e con particolare riferimento all'allegato A3, il rendimento globale medio stagionale dell'impianto termico deve risultare superiore al valore limite calcolato con la formula :

$$\eta_{gH.yr} = (75 + 3 \log P_n) \%$$

dove  $\log P_n$  è il logaritmo di base 10 della potenza utile nominale del generatore o dei generatori di calore al servizio del singolo impianto termico espresso in kW. Per valori di  $P_n$  superiori a 1000 kW la formula precedente non si applica e la soglia minima per il rendimento globale medio stagionale è pari a 84%.

L'impianto deve essere alimentato da un generatore di calore dotato di marcatura dal rendimento energetico pari a quattro stelle (così come definito dall'allegato II del D.P.R. 660/1996 e certificato conformemente), con contabilizzazione del calore e termoregolazione per singola unità abitativa. Sono fatti salvi gli obblighi di cui al D.Lgs. 192/2005, così come modificato dal D.Lgs n° 311/06 e

**COMUNE di GRASSOBBIO**  
**Provincia di Bergamo**

s.m. e i. e alle disposizioni contenute nella Deliberazione della G.R.L. n° 8/5018 del 26 giugno 2007, modificata dalla deliberazione G.R.L. n° VIII/5773 del 31.10.2007 e s.m.e.i. a carico di tutti gli edifici e gli impianti termici nuovi o ristrutturati relativamente all'installazione di dispositivi per la regolazione automatica della temperatura ambiente nei singoli locali o nelle singole zone aventi caratteristiche di uso ed esposizione uniformi, al fine di non determinare sovrariscaldamento per effetto degli apporti solari e degli apporti gratuiti interni. L'impianto di climatizzazione invernale non deve essere alimentato da combustibili di origine fossile, è pertanto ammesso il solo gas della rete pubblica, ad eccezione delle sole zone del territorio non ancora servite da reti di trasporto del gas, metanodotti, ecc., per le quali è raccomandata in alternativa l'installazione di sistemi a gas propano liquido (g.p.l.).

***Art.13 Impianti di climatizzazione invernale (Norma Cogente)***

Le disposizioni cogenti che seguono, si applicano nei casi di intervento stabiliti alle tipologie ammesse e indicate al precedente art.5 alle costruzioni in condominio multipiano e/o che presentino ingressi, vani e disimpegni ~~e/o parti comuni~~, composti da minimo n° 6 unità immobiliari e con un volume totale abitabile fuori terra maggiore o pari a m<sup>3</sup> 1.800. oltre agli interventi consistenti nella redistribuzione interna degli spazi e delle destinazioni d'uso nell'edilizia terziaria e commerciale E' pertanto fatto obbligo :

- di predisporre impianti centralizzati per la produzione e la distribuzione dell'energia termica per il riscaldamento;
- di adozione di un sistema di gestione autonoma e indipendente e di contabilizzazione dell'energia termica prelevata individualmente da ogni unità immobiliare;
- dell'installazione di sistemi di regolazione locale della temperatura nell'ambiente che, agendo sui singoli terminali di diffusione del calore, garantiscano il mantenimento della temperatura entro i limiti stabiliti dalla Legge; sugli edifici esistenti l'obbligo sussiste in caso di interventi di manutenzione straordinaria dell'impianto di riscaldamento con la sostituzione dei singoli terminali scaldanti e nel caso del rifacimento della rete di distribuzione dell'energia termica.

***Art. 14 Impianti a bassa temperatura (Raccomandazione)***

Negli edifici di nuova costruzione od oggetto di ristrutturazione, con riferimento alle tipologie di intervento ammesse e indicate all'art.5, si raccomanda che i locali climatizzati per il riscaldamento invernale e per il raffrescamento estivo, siano dotati di un sistema impiantistico a bassa temperatura, funzionante ad una temperatura media tra mandata e ritorno uguale o inferiore a 40°C, quali i sistemi costituiti di pannelli radianti con distribuzione a pavimento, o a parete, o a soffitto. Tale sistema deve essere abbinato a generatori ad alto rendimento termico. L'impianto deve essere altresì predisposto all'agevole connessione con collettori solari termici. Sono ammessi anche sistemi con terminali diversi, purché dimensionati in base alle rese termiche con la temperatura di cui sopra.

***Art. 15 Ventilazione meccanica (Raccomandazione)***

I sistemi di ventilazione negli edifici devono essere concepiti e realizzati per soddisfare contemporaneamente le esigenze di controllo della qualità dell'aria e del comfort abitativo, nel rispetto dei requisiti di risparmio energetico. Allo scopo di mantenere una qualità dell'aria accettabile all'interno degli ambienti, con il minor utilizzo di risorse energetiche, si potranno adottare impianti a ventilazione meccanica controllata con recupero di calore, in alternativa o ad integrazione della ventilazione naturale, che garantisca:

- per ogni singola unità immobiliare residenziale un ricambio d'aria medio giornaliero pari

**COMUNE di GRASSOBBIO**  
**Provincia di Bergamo**

- alle indicazioni normative applicabili.
- per le destinazioni d'uso diverse da quella residenziale valori di ricambio d'aria secondo le norme UNI.

***Art. 16 Impianti di illuminazione artificiale (Norma Cogente)***

Le condizioni ambientali negli spazi per attività principale, per attività secondaria (spazi per attività comuni e simili) e delle pertinenze, devono assicurare un adeguato livello di benessere visivo in funzione delle attività previste. Per i valori di illuminamento da prevedere in funzione delle diverse attività è necessario fare riferimento alla normativa vigente.

L'illuminazione artificiale negli spazi di accesso, di circolazione e di collegamento deve assicurare condizioni di benessere visivo e garantire la sicurezza di circolazione degli utenti.

E' d'obbligo l'uso di dispositivi che permettano di controllare i consumi di energia dovuti all'illuminazione, quali interruttori locali, interruttori a tempo, controlli azionati da sensori di presenza, controlli azionati da sensori di illuminazione naturale.

Negli apparecchi per l'illuminazione è opportuna, ove possibile, la sostituzione delle comuni lampade a incandescenza con lampade a più alto rendimento (fluorescenti), o comunque a risparmio energetico, con alimentazione elettronica.

Sono vivamente raccomandate lampade di tipo full spectrum ad elevata biocompatibilità per gli ambienti di lavoro.

Le schermature antiabbagliamento devono adempiere la loro funzione senza indebite riduzioni di flusso luminoso. In particolare è sconsigliato l'uso dei vecchi tipi di schermatura realizzati con materiale plastico traslucido, responsabile di elevatissime perdite di flusso.

Nelle aree comuni (private, condominiali o pubbliche) i corpi illuminanti dovranno essere previsti di diversa altezza per le zone carrabili e per quelle ciclabili/pedonali, ma sempre con flusso luminoso orientato verso il basso, per ridurre al minimo le dispersioni verso la volta celeste e il riflesso sugli edifici.

I locali in cui è obbligatoria una illuminazione artificiale sono gli spazi e i luoghi di residenza e di lavoro. Le caratteristiche e i livelli di prestazione da raggiungere per gli alloggi sono regolati dal Regolamento di Igiene - Titolo III, al quale si rimanda.

Per la definizione dei requisiti minimi e dei valori delle grandezze di riferimento si applicano le Norme UNI in vigore.

Per l'illuminazione di spazi aperti comuni, (quali strade, vialetti, marciapiedi, ecc.) si raccomanda l'uso di sistemi di illuminazione di tipo fotovoltaico collegati alle rete elettrica e/o dotati di batterie di accumulo.

<b>SISTEMI BIOCLIMATICI PASSIVI</b>
-------------------------------------

***Art. 17 Sistemi costruttivi bioclimatici passivi (Raccomandazioni)***

Sia nelle nuove costruzioni che nell'esistente è consentito realizzare sistemi per la captazione e lo sfruttamento dell'energia solare passiva; essi consistono principalmente di pareti vetrate orientate a sud o sud-ovest per la captazione solare e di una massa termica (parete o pavimento) per l'assorbimento, l'accumulo e la distribuzione del calore. Si potranno adottare sistemi a guadagno diretto e indiretto, ferma restando la dimostrazione, mediante calcoli termici, dei guadagni energetici che dovranno risultare superiori ai valori di dispersione e che dovranno essere presentati unitamente alla formale richiesta del Permesso di Costruire o della D.I.A.

***17.1 Sistemi a guadagno diretto***

**COMUNE di GRASSOBBIO**  
**Provincia di Bergamo**

I sistemi solari a guadagno diretto, dove la radiazione solare penetra direttamente nei locali di abitazione, ovvero con permanenza continuativa di persone, attraverso superfici dotate di vetri semplici non isolate, sono consentiti per quanto concerne le sole serre solari.

Non sono ammesse altre soluzioni che contemplino, ad esempio, shed solari o lucernari orizzontali o ampie superfici vetrate dotate di vetri semplici e direttamente affacciate su locali riscaldati.

**Art. 17.1.1 Serra solare a guadagno diretto**

Le serre a guadagno diretto potranno realizzarsi sia per edifici esistenti che in nuove costruzioni, costituendo spazi finalizzati unicamente al risparmio energetico e dovranno rispettare tutte le seguenti condizioni:

- a) siano progettate in modo da integrarsi nell'organismo edilizio nuovo o esistente, valorizzandolo;
- b) dimostrino, attraverso i necessari calcoli energetici, la loro funzione di riduzione dei consumi di combustibile fossile per il riscaldamento invernale ed evitino il surriscaldamento estivo, attraverso lo sfruttamento passivo e/o attivo dell'energia solare e/o la funzione di spazio intermedio; in particolare il guadagno energetico dovrà essere verificato a norme UNI;
- c) siano realizzate con serramenti esterni di buona resistenza all'invecchiamento e al degrado estetico e funzionale, con gli elementi trasparenti realizzati in vetro semplice temperato di spessore non inferiore a 5 mm;
- d) siano separate dall'ambiente retrostante da un serramento interno che possa sostituire la funzione termica delle pareti, realizzato con profili a taglio termico, dotato di vetro-camera basso emissivo, che sia apribile per almeno i 2/3 della superficie della parete durante l'uso e che, durante le ore notturne o i momenti di non uso, si possa chiudere per evitare il surriscaldamento estivo ovvero il raffreddamento nel periodo invernale;
- e) i locali retrostanti siano dotati di proprie aperture verso l'esterno allo scopo di garantire un corretto rapporto aero-illuminante, in quanto le vetrate di chiusura della serra non possono essere considerate superfici utili a questo scopo;
- f) sia dotata di opportune schermature e/o dispositivi mobili o rimovibili, interni od esterni, per evitare il surriscaldamento estivo, ovvero per evitare il raffreddamento nei periodi invernali;
- g) il progetto architettonico sia redatto da un professionista e corredato di tutti i calcoli e le indicazioni atte a comprovare il rispetto delle suddette condizioni. Questo progetto deve valutare il guadagno energetico, tenuto conto dell'irraggiamento solare, su tutta la stagione di riscaldamento. Come guadagno si intende la differenza tra l'energia dispersa in assenza della serra e quella dispersa in presenza della serra.

La struttura di chiusura deve essere completamente trasparente, fatto salvo l'ingombro dei telai.

Sono ammissibili soluzioni tipologiche addossate, semincorporate o incorporate (logge) nella costruzione. Il volume d'aria interno della serra dovrà essere opportunamente verificato, calcolando le seguenti condizioni indicative:

- in una serra addossata ad una minore profondità corrisponde una maggiore temperatura di picco, devono pertanto essere realizzate con profondità adeguata per evitare un veloce surriscaldamento;
- per una serra incassata il rapporto profondità/larghezza non dovrà essere presumibilmente  $< \frac{1}{4}$  e  $> \frac{1}{2}$ .

Nel rispetto di queste regole costruttive, la serra solare a guadagno diretto non potrà essere indicata come volume tecnico, in quanto direttamente affacciata su un vano riscaldato e perfettamente

**COMUNE di GRASSOBBIO**  
**Provincia di Bergamo**

integrabile ad esso e pertanto sarà conteggiata ai fini volumetrici e della s.r.c.; l'ingombro della serra inoltre sarà considerato anche per le distanze di Legge.

**17.2 Sistemi a guadagno indiretto**

Sono costituiti dell'elemento trasparente e dell'elemento captante di accumulo.

Quest'ultimo è parte integrante dell'involucro dell'edificio, pertanto non permette alla radiazione solare di raggiungere direttamente lo spazio interno; l'elemento captante intercetta la radiazione solare prima che questa raggiunga l'ambiente interno per accumulare il calore e restituirlo lentamente. I principali sistemi a guadagno indiretto sono: la serra solare e il muro di Trombe.

**Art. 17.2.1 Serra solare a guadagno indiretto**

Le serre a guadagno indiretto potranno realizzarsi nelle tipologie a "scambio radiativi" e a "scambio convettivo", sia per edifici esistenti che di nuova costruzione, costituendo spazi finalizzati unicamente al risparmio energetico e dovranno rispettare tutte le seguenti condizioni:

- a) siano progettate in modo da integrarsi nell'organismo edilizio nuovo o esistente, valorizzandolo;
- b) dimostrino, attraverso i necessari calcoli energetici, la loro funzione di riduzione dei consumi di combustibile fossile per riscaldamento invernale, attraverso lo sfruttamento passivo e/o attivo dell'energia solare e/o la funzione di spazio intermedio; in particolare il guadagno energetico dovrà essere verificato a norme UNI ;
- c) siano realizzate con serramenti esterni di buona resistenza all'invecchiamento e al degrado estetico e funzionale, con gli elementi trasparenti realizzati in vetro semplice temperato di spessore  $\geq 5$  mm;
- d) siano separate dall'ambiente retrostante da una parete piena, priva di serramenti apribili che impedisca, di fatto, la loro trasformazione in un unico vano con il suddetto ambiente, ferma restando la possibilità di realizzare piccole aperture, nelle parti inferiore e superiore alla parete nel caso di realizzazione di una serra a scambio convettivo;
- e) siano dotate di un accesso dall'esterno, per i soli fini di manutenzione, ovvero qualora siano realizzate nel contesto di un edificio composto da più unità immobiliari insieme, siano dotate di un accesso proveniente da uno spazio comune (ad esempio condominiale), ovvero, nel caso di abitazione monofamigliare con possibilità di accesso da un vano laterale contiguo o un disimpegno.
- f) i locali retrostanti siano dotati di proprie aperture verso l'esterno non collocate sulla parete scaldante della serra , allo scopo di garantire un corretto rapporto aeroilluminante;
- g) sia dotata di opportune schermature e/o dispositivi mobili o rimovibili, interni od esterni per evitare il surriscaldamento estivo ed altrettanti per evitare il raffreddamento nei periodi invernali;
- h) il progetto architettonico sia redatto da un professionista e corredato di tutti i calcoli e le indicazioni atte a comprovare il rispetto delle suddette condizioni. Questo progetto deve valutare il guadagno energetico, tenuto conto dell'irraggiamento solare, su tutta la stagione di riscaldamento. Come guadagno si intende la differenza tra l'energia dispersa in assenza della serra e quella dispersa in presenza della serra.

La struttura di chiusura deve essere completamente trasparente, fatto salvo l'ingombro dei telai.

Sono ammissibili soluzioni tipologiche addossate, semincorporate o incorporate (logge) nella costruzione. Il volume d'aria interno della serra dovrà essere opportunamente verificato, calcolando le seguenti condizioni indicative :

**COMUNE di GRASSOBBIO**  
**Provincia di Bergamo**

- in una serra addossata ad una minore profondità corrisponde una maggiore temperatura di picco, devono pertanto essere realizzate con profondità adeguata per evitare un veloce surriscaldamento;
- per una serra incassata il rapporto profondità/larghezza non dovrà essere  $< \frac{1}{4}$  e  $> \frac{1}{2}$ .

Una serra solare a guadagno indiretto potrà essere realizzata unicamente a seguito della sottoscrizione di una dichiarazione di impegno, da presentare unitamente alla formale richiesta del Permesso di Costruire o della D.I.A., al rispetto dell'uso a cui è destinata, nel tempo a venire. Nel rispetto di queste regole costruttive, la serra verrà indicata come volume tecnico e pertanto non conteggiata ai fini volumetrici e della s.r.c., ma considerata unicamente per le distanze di Legge.

### ***17.2.2 Parete di Trombe***

Il muro di Trombe deve essere costituito da una parete vetrata incassata nella muratura della profondità di cm.10-15, costituita di un vetro singolo e da una parete captante retrostante di calcestruzzo o di mattoni pieni o altro materiale di forte inerzia termica che può avere anche funzione strutturale..

Come sistema costruttivo alternativo può essere contemplato l'inserimento sulla parte inferiore e superiore della parete captante di griglie di aerazione che, nei momenti di maggiore calore (giornate molto assolate e non molto fredde), per convezione trasferiscano l'aria presente nell'intercapedine direttamente all'ambiente interno; durante la notte le griglie devono invece restare chiuse per evitare la dispersione del calore accumulato dalle pareti.

Per aumentare l'efficienza del sistema è opportuno scegliere, per la parete captante, un materiale di elevate capacità termiche, che possa funzionare da buon volano termico nell'arco delle ventiquattrore e usare un colore molto scuro sulla stessa in modo da migliorarne la capacità di assorbimento.

Questo sistema può funzionare anche nel periodo estivo, praticando delle aperture nella parte inferiore e superiore anche della parete vetrata per creare dei moti convettivi tali che l'aria calda dell'ambiente interno venga attirata all'interno dell'intercapedine per effetto camino e quindi espulsa attraverso le griglie presenti sulla superficie trasparente. E' opportuno che la parete sia dotata di apposite schermature e/o dispositivi mobili per evitare la permanenza di ponti termici nei periodi di non uso.

Nel rispetto delle regole costruttive, la parete Trombe, costituita di serramento e massa muraria retrostante, verrà indicata come volume tecnico e pertanto non conteggiata ai fini volumetrici e della s.r.c.

### ***17.3 Riduzione dell'effetto isola di calore (norma raccomandata)***

In linea generale deve essere perseguita la realizzazione di superfici a verde in sostituzione di pavimentazioni al fine di ridurre gli effetti di rinvio della radiazione solare e quindi un miglioramento delle condizioni di temperatura media ambientale. Le superfici a verde dovranno essere preferibilmente alberate; le caratteristiche degli impianti a verde dovranno essere quelle indicate negli articoli successivi del presente regolamento (art. 25 e seguenti)

#### ***17.3.1 Riduzione dell'effetto isola di calore mediante l'uso di vegetazione (norma raccomandata)***

Essendo ben noti gli effetti di riduzione dell'isola di calore da parte della vegetazione, in particolare quella arborea, per la sua azione di ombreggiamento, riflessione convezione, evapotraspirazione e assorbimento di energia solare mediante i processi di fotosintetici, ogni qualvolta non sia possibile realizzare superfici a verde in sostituzione di aree pavimentate si dovrà dotare le superfici

**COMUNE di GRASSOBBIO**  
**Provincia di Bergamo**

pavimentate ed in generale gli spazi aperti di un adeguato impianto arboreo.

L'uso di vegetazione arborea dovrà essere adottato anche per la riduzione degli effetti della radiazione solare sulle pareti degli edifici. L'effetto può essere ottenuto anche con sistemi quali i tetti verdi o l'utilizzo di verde verticale rampicante e non.

***17.3.2 Riduzione dell'effetto di calore mediante raffrescamento (norma raccomandata)***

Per contrastare il fenomeno dell'*isola di calore*, nel periodo estivo devono essere utilizzate tecniche di raffrescamento passivo degli spazi aperti. Prioritariamente dovranno essere utilizzate solo acque di ricircolo provenienti da vasche di recupero delle acque piovane; in subordine potranno essere utilizzate acque potabili, sempre con sistema di accumulo e ricircolo. I giochi d'acqua previsti dovranno essere rappresentati sulle tavole di progetto, unitamente agli elaborati esecutivi dell'impianto. Dovrà essere presentata una adeguata relazione di calcolo della superficie del gioco d'acqua con dimostrazione grafica.

***Art.17.4 Tetti verdi (norma raccomandata)***

Compatibilmente con i vincoli di natura paesistica, artistica, storico-ambientale, costruttivi e statici, è consentita la realizzazione di tetti verdi sia su coperture piane, che inclinate con lo scopo di ridurre gli effetti ambientali sulle superfici esposte all'azione solare. E' necessario garantire comunque una facile e agevole accessibilità per le periodiche manutenzioni .

I tetti verdi dovranno essere realizzati adottando un sistema automatico di annaffiatura con prelievo della prima acqua dalla riserva idrica proveniente dal serbatoio di accumulo delle acque meteoriche.

<b>UTILIZZO DI FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI</b>
--

***Art. 18 Generalità (Norma Cogente)***

Per limitare le emissioni di CO<sub>2</sub> e di altre sostanze inquinanti, climalteranti e/o nocive nell'ambiente, oltre che per ridurre i costi di esercizio, negli edifici di proprietà privata, pubblica o adibiti ad uso pubblico, è fatto obbligo di soddisfare il fabbisogno energetico degli stessi, per la produzione di acqua calda sanitaria ed eventualmente, ma non obbligatoriamente, in abbinamento al sistema di riscaldamento e/o di condizionamento, con l'adozione di un sistema solare termico.

Facoltativamente è adottabile anche un sistema fotovoltaico per la conversione elettrica dell'energia solare, ovvero altri sistemi che adottino fonti energetiche di origine naturale, favorendo il ricorso a fonti rinnovabili o assimilate, salvo impedimenti di natura paesistica o storico-ambientale, così come richiamato al punto 3 lettera a del D.G.R.L. n° 8/5018 del 26.6.2007 e s.m. e i. .

La presente norma è valida per tutte le costruzioni di qualunque destinazione d'uso, ad eccezione di quelli con destinazione d'uso E.5 (attività commerciali e assimilabili) ed E.8 (attività industriali e artigianali e assimilabili) di cui al precedente art.4, per le quali si applica alla sola porzione con destinazione direzionale, ad uffici o alloggio residenziale, alle seguenti condizioni:

- a) per tutti gli edifici dotati di impianto di riscaldamento.
- b) per gli edifici esistenti, il provvedimento si applica in caso di rifacimento dell'impianto di riscaldamento o per interventi di ampliamento di ogni tipo.
- c) per gli interventi di ristrutturazione edilizia di edifici preesistenti, fatte salve le sole innovazioni necessarie per l'adeguamento alla normativa antisismica.

***Art. 19 Impianti per la conversione dell'energia solare (Norma Cogente)***

Per tutti i nuovi edifici, ad eccezione di quelli con destinazione d'uso E.5 (attività commerciali e

**COMUNE di GRASSOBBIO**  
**Provincia di Bergamo**

assimilabili) ed E.8 (attività industriali e artigianali e assimilabili) di cui al precedente art. 4, per i quali si applica alla sola porzione con destinazione direzionale, ad uffici o alloggio residenziale, nei casi delle tipologie di intervento ammesse e indicate all'art.5, dovranno essere installati impianti solari:

- 1 obbligatoriamente della tipologia termica per la produzione di acqua calda a usi sanitari. ed eventualmente, ma non obbligatoriamente, abbinata al sistema di climatizzazione invernale;
- 2 facoltativamente della tipologia fotovoltaica per la produzione di energia elettrica, ovvero altri sistemi.

Non sussiste l'obbligo di installazione di sistemi solari negli edifici che presentano un orientamento sfavorevole e per le categorie di edifici di cui al punto 3 del D.G.R.L. n° 8/5018 del 26.6.2008 e s.m.e i. nei casi di:

- edifici isolati della superficie utile totale inferiore a 50 m<sup>2</sup>;
- gli immobili ricadenti nell'ambito della disciplina della parte seconda e dell'art.136, comma1, lettere b e c del D.Lgs n° 42/04, recante il codice dei beni culturali e del paesaggio, nei casi in cui il rispetto delle prescrizioni implicherebbe una alterazione inaccettabile del loro carattere o aspetto, con particolare riferimento ai caratteri storici o artistici;
- i fabbricati industriali, artigianali e agricoli non residenziali quando gli ambienti sono mantenuti a temperatura controllata per esigenze del processo produttivo o utilizzando reflui energetici del processo produttivo non altrimenti utilizzabili;

### ***19.1 Conversione solare termica (Norma Cogente)***

L'installazione dell'impianto a pannelli solari termici deve essere dimensionato in modo da coprire l'intero fabbisogno energetico dell'organismo edilizio per il riscaldamento dell'acqua calda sanitaria, nel periodo in cui l'impianto di riscaldamento è disattivato; i pannelli solari saranno in quota parte uguale o superiore al 50% del fabbisogno medio annuo per abitante equivalente e la loro superficie sarà determinata indicativamente in relazione al rapporto m<sup>2</sup>/abitante.

I pannelli devono sempre essere disposti in modo ordinato e compatto, scegliendo preferibilmente le superfici meno esposte alla vista, compresi in un orientamento di più o meno 45° dal sud cardinale; essi devono dare origine ad una configurazione equilibrata che si inserisca nell'architettura delle superfici dei tetti o delle facciate in modo coerente.

Devono presentare una forma geometrica semplice, regolare e compiuta: un rettangolo o un quadrato e devono evitare una collocazione casuale in varie parti del tetto, di dimensioni diverse e con orientamenti non omogenei.

Il serbatoio ad essi collegato deve essere posizionato al di sotto delle falde del tetto.

Eventuali vani necessari all'alloggiamento di tali serbatoi, sono considerati locali tecnici per quanto concerne la sola dimensione netta strettamente necessaria a tale funzione .

Possono essere presi in considerazione sistemi compatti di pannelli con serbatoio, posizionati sopra il manto di copertura ma esclusivamente in presenza di assoluta e dimostrata impraticabilità tecnica di altre soluzioni, ovvero su coperture piane, dove non dovranno essere preferibilmente visibili dagli spazi pubblici. Se collocati su tetti a falde i pannelli devono essere adagiati completamente sul manto di copertura, ovvero, nel caso di tetti esistenti a limitata pendenza, potranno essere supportati da strutture aggiunte tali da raggiungere l'inclinazione a 30°- 45°, (escluse le zone A).

Se collocati in facciata i pannelli devono risultare integrati nel disegno dell'edificio.

I pannelli possono essere anche collocati a terra su idonei supporti, di qualsiasi natura fisica, entro l'area di proprietà e a fianco dell'edificio negli spazi di pertinenza, purchè siano essi visivamente ed esteticamente integrati nel contesto costruttivo o del giardino, privi di ostacoli che proiettino ombre

**COMUNE di GRASSOBBIO**  
**Provincia di Bergamo**

sui lati esposti all'orientamento solare captativo e a distanza di Legge dalle recinzioni .  
I pannelli collocati in copertura, che sporgessero oltre i limiti della sagoma, non vengono conteggiati ai fini dell'altezza massima ammissibile.

***19.2 Conversione solare elettrica (Raccomandazione)***

Negli interventi riguardanti edifici di nuova costruzione e negli interventi sul patrimonio edilizio esistente, nelle tipologie di intervento ammesse e indicate all'art. 5, qualora sia prevista l'installazione di un impianto solare fotovoltaico, deve essere predisposto un apposito vano tecnico allo scopo di alloggiare i quadri elettrici e l'impiantistica per l'installazione e l'integrazione di impianti solari fotovoltaici e dei loro collegamenti alla rete elettrica.

Per l'installazione del sistema fotovoltaico l'edificio necessita di una superficie orizzontale o verticale o inclinata e libera da ostacoli, della copertura o dell'area di pertinenza ed esposta preferibilmente verso il quadrante sud, ovvero sud-est o sud-ovest, che possa occupare una superficie di circa 20-25 m<sup>2</sup> (corrispondente all'incirca alla produzione di 3kwh) che, nel caso di predisposizioni future, dovrà restare libera da ingombri di qualsiasi natura.

Nel caso di installazione di pannelli solari fotovoltaici in edifici condominiali, allacciati alla rete di distribuzione per la produzione di energia elettrica, gli stessi saranno gestiti allo scopo di garantire energia ai soli spazi comuni, quali l'illuminazione del vano scala comune, dei passaggi esterni, ecc.. Per le caratteristiche costruttive e per l'inserimento edilizio valgono le medesime indicazioni di cui al precedente art.19.1 .

***Art. 20 Impianti geotermici (Raccomandazione)***

Per la valorizzazione delle fonti energetiche rinnovabili nelle diverse tipologie edilizie si raccomanda l'adozione di sistemi impiantistici per la climatizzazione invernale ed estiva degli ambienti collegati ad un impianto di captazione di energia geotermica a bassa entalpia con sistema a sonda verticale.

In fase di perforazione dovrà essere prestata particolare attenzione alla tutela delle falde acquifere e dei corpi idrici superficiali, per evitare sia l'alterazione del regime idrico, sia la messa in comunicazione delle falde profonde con quelle più superficiali.

***Art. 21 Altre tipologie di impianti (Raccomandazione)***

Per la valorizzazione delle fonti energetiche rinnovabili e la salvaguardia della sostenibilità ambientale, nelle diverse tipologie edilizie di cui all'art. 4, si potranno adottare anche altre tecnologie che dovessero essere proponibili in futuro al servizio del riscaldamento e/o del raffrescamento degli ambienti, per la produzione di acqua calda sanitaria, ad uso di climatizzazione invernale ed estiva e per la produzione di energia elettrica.

<b>ELEMENTI DI SOSTENIBILITA'</b>
-----------------------------------

***Art. 22 Bioedilizia (Raccomandazione)***

Ferma restando la garanzia del rispetto delle norme sul risparmio energetico e sulla qualità acustica, nelle nuove costruzioni e negli interventi sul patrimonio edilizio esistente, è raccomandata l'adozione di criteri costruttivi di bioedilizia, che sostanzialmente realizza costruzioni a basso impatto ambientale, con una particolare attenzione alla salute degli abitanti, attraverso un uso cosciente di materiali naturali e di origine naturale.

**COMUNE di GRASSOBBIO**  
**Provincia di Bergamo**

Ogni intervento di bioedilizia si attua nel rispetto dei requisiti costruttivi e di indagine di seguito indicati.

### **22.1 Materiali Edili**

Sono impiegati materiali di provenienza naturale e materiali riciclabili che nel proprio ciclo di vita, (dal processo di estrazione, fabbricazione o manipolazione, trasporto, posa in opera e smaltimento finale), richiedano basso consumo di energia, minimo impatto ambientale, che in fase di smaltimento non arrechino alcun danno all'ambiente, agli individui esposti alla loro manipolazione a tutti i livelli e che non costituiscano minaccia per l'igiene e la salute dei fruitori degli spazi con essi edificati.

Tali materiali, di origine naturale o manipolati, devono presentare limitata radioattività e non devono essere in grado di generare radon, soprattutto in siti che geologicamente presentano tale rischio. Eventuali indagini in tal senso saranno condotte in collaborazione con la locale A.R.P.A.

Nelle diverse applicazioni costruttive devono garantire una alta traspirabilità, soprattutto nei casi di coibentazione termo-acustica, dove sono da impiegare materiali esenti da emissione di fibre volatili, inattaccabili da insetti e roditori, inalterabili nel tempo.

Sono pertanto da evitare materiali provenienti dalla sintesi petrolchimica, ad eccezione di quelli per i quali non esista sul mercato un'alternativa che la natura può offrire, oltre a quelli impermeabilizzanti .

Sono consigliati materiali di produzione locale, dove è possibile reperirli con facilità, al fine di incentivare il recupero e la salvaguardia di un mercato legato alla tradizione produttiva locale.

Allo stesso modo vanno impiegati soltanto legni provenienti da zone temperate, a riforestazione programmata, privi di trattamenti tossici antiparassitari, e privi di emissioni radioattive, certificati da marchi di qualità ambientale riconosciuti dalla U.E. .

Si elenca, a titolo di informazione indicativa e non esaustiva, alcune tipologie di materiali adottabili nel contesto di opere bioedili.

Per la costruzione statica: *cemento bianco, laterizi e termolaterizi porizzati* con la combustione di segatura di legno o di *fibre naturali, legname* certificato dove si conosca la provenienza, *acciaio austenitico diamagnetico*.

Isolanti : *sugheri, kenaf, lana di pecora, cellulosa, juta, fibra di legno*.

Rivestimenti: *pietre* in genere, *ceramiche* e *legni* a bassa emissione radioattiva, *colori a base di terre naturali, caseina, essenze vegetali*.

Intonaci: *calci naturali, argilla*.

Impermeabilizzazioni : *Guaine bentonitiche*.

Lattonomie : *Rame e acciaio inossidabile* .

### **22.2 Analisi Del Sito**

Si tratta di attuare alcune azioni che devono sommarsi alla normale prassi di conoscenza di un luogo prima di intervenire progettualmente, che producono una relazione tecnica supportata da eventuali schemi grafici e che, oltre ai rilievi canonici plano-altimetrico e geologico, comprendono anche :

- Rilevamento della radioattività naturale dei materiali presenti in sito e di eventuale presenza di gas radon nel sottosuolo, attraverso la consulenza del locale ufficio dell'ARPA., ovvero, nel caso della sola indagine sulla radioattività nei materiali costruttivi, ad opera di un professionista bioarchitetto in possesso di un attestato di qualifica e di idonea strumentazione.
- Indagine geobiologica per il rilevamento di eventuali interferenze elettro-magnetiche indotte da radiofrequenze e/o da alta e media tensione elettrica di rete, ovvero dalla vicinanza con ripetitori radio-televisivi, di telefonia fissa o mobile o radar e linee elettriche aeree o

**COMUNE di GRASSOBBIO**  
**Provincia di Bergamo**

interrate, con la collaborazione del locale ufficio dell'ARPA., ovvero ad opera di un professionista bioarchitetto in possesso di un attestato di qualifica. (tipo corsi di specializzazione ANAB, INBAR, Istituto Uomo e Ambiente o simili) e dotato di idonea strumentazione.

- Indagine geobiologica del sito oggetto di intervento edilizio per il rilevamento del campo magnetico terrestre e delle reti telluriche, che potrebbe essere disturbato dalla eventuale presenza di falde freatiche, vene metallifere e faglie nel sottosuolo supportata da elaborazioni grafiche planimetriche e/o grafici bi-tridimensionali.

### ***22.3 Rispetto della tradizione locale***

Nelle nuove costruzioni e negli interventi sull'esistente, con riferimento alle tipologie di intervento ammesse e indicate al precedente art.5, si dovranno mantenere i caratteri storici e tipologici della tradizione costruttiva locale, evitando interventi che alterino l'identità storica degli agglomerati urbani. Saranno adottate all'uopo tecnologie costruttive tradizionali e, possibilmente, materiali tipicamente locali nell'ottica di ricreare un ambiente urbanizzato vicino alla tradizione, ma non dimenticando l'applicazione e l'utilizzo delle innovazioni costruttive odierne.

## ***Art. 23 Sistemi di contenimento dei consumi idrici (Norme cogenti e raccomandazioni)***

### ***23.1 Contabilizzazione dei consumi di acqua potabile (Norma cogente)***

Al fine di una riduzione del consumo idrico, si introduce la contabilizzazione individuale obbligatoria dell'impiego di acqua potabile, così da garantire che i costi per l'approvvigionamento idrico sostenuti dall'immobile vengano ripartiti in base ai consumi reali effettuati da ogni singolo proprietario o locatario, favorendo comportamenti corretti ed eventuali interventi di razionalizzazione dei consumi. Tale obbligo va applicato a tutti gli edifici di nuova costruzione, mentre per gli edifici esistenti il provvedimento si applica nel caso di rifacimento della rete di distribuzione dell'acqua potabile. La contabilizzazione dei consumi di acqua potabile si ottiene attraverso l'applicazione di contatori volumetrici regolarmente omologati CE .

### ***23.2 Installazione di dispositivi per la regolazione del flusso delle cassette di scarico***

#### **(Norma cogente)**

Al fine di una riduzione del consumo di acqua potabile, si obbliga l'adozione di dispositivi per la regolazione del flusso di acqua dalle cassette di scarico dei gabinetti, in base alle esigenze specifiche. Il provvedimento riguarda i servizi igienici negli appartamenti e in quelli riservati al personale di tutti gli edifici di nuova costruzione. Per gli edifici esistenti il provvedimento si applica, limitatamente alle suddette categorie, nel caso di rifacimento dei servizi igienici. Il requisito si intende raggiunto quando siano installate cassette dotate di interruttore di scarico che interrompe la fuoriuscita dell'acqua quando viene premuto una seconda volta, oppure cassette wc dotate di doppio pulsante .

### ***23.3 Utilizzo delle acque meteoriche e di prima falda (Norma cogente)***

Fatte salve necessità specifiche di attività produttive con prescrizioni particolari, si obbliga il recupero delle acque meteoriche, raccolte dalle coperture degli edifici e convogliate in un apposito serbatoio interrato, per scopi irrigui e non potabile.

Tutti gli edifici di nuova costruzione, con una superficie destinata a verde pertinenziale e/o a cortile superiore a 30 m<sup>2</sup>, devono dotarsi di una cisterna per la raccolta delle acque meteoriche.

**COMUNE di GRASSOBBIO**  
**Provincia di Bergamo**

L'impianto di recupero delle acque meteoriche dovrà essere costituito da una rete di raccolta, adduzione e successiva distribuzione delle acque recuperate, da un sistema di trattamento adeguato delle acque raccolte, da un serbatoio di accumulo e infine da un sistema di pompaggio per il riuso. Per il trattamento delle acque meteoriche il filtro dovrà trattenere il materiale che, sedimentando nel serbatoio, porterebbe ad un deterioramento della qualità dell'acqua e al rischio di intasamento delle condotte e del sistema di pompaggio. Si potranno adottare all'uopo dispositivi da installare direttamente a monte dell'accumulo (sui pluviali, fuori terra, interrati, integrati al serbatoio), grazie ai quali è possibile intercettare i materiali solidi depositatisi sulle superfici di raccolta durante il periodo secco. Si fa obbligo altresì di predisporre una doppia tubazione di approvvigionamento idrico, di cui una collegata alla rete municipale e l'altra distribuita dal serbatoio di accumulo verso i punti di utilizzo. Le coperture dei tetti debbono pertanto essere munite, tanto verso il suolo pubblico quanto verso il cortile interno e verso altri spazi scoperti, di canali di gronda impermeabili, atti a convogliare le acque meteoriche nei pluviali e nel sistema di raccolta per poter essere riutilizzate. Tutti gli interventi edilizi di cui ai punti 1,2 e 3 del precedente art.5 devono dotarsi di una cisterna interrata o esterna per la raccolta delle acque meteoriche dimensionata in relazione al volume di pioggia captabile all'anno, determinato dalla superficie di raccolta della copertura. La cisterna sarà dotata di un sistema di filtratura per l'acqua in entrata, di sfioratore collegato alla fognatura per gli scarichi su strada, per smaltire l'eventuale acqua in eccesso e di un adeguato sistema di pompaggio per fornire l'acqua alla pressione necessaria agli usi suddetti. L'impianto idrico così formato non potrà essere collegato alla normale rete idrica e le sue bocchette dovranno essere dotate di dicitura "acqua non potabile", secondo la normativa vigente. Qualora per ragioni tecniche o di ingombro, negli interventi di recupero edilizio dell'esistente, non sia possibile l'installazione di un serbatoio con le caratteristiche sopradescritte, si adotteranno serbatoi esterni per il recupero delle acque piovane, direttamente collegati alla tubazione pluviale, previo dispositivo filtrante, dotati di una capacità minima di 600 litri. L'impianto di recupero delle acque meteoriche dovrà essere opportunamente progettato.

Il serbatoio di accumulo dovrà essere dimensionato sia in base agli usi previsti, sia in funzione della superficie del tetto, e naturalmente tenendo conto della piovosità del luogo. Come prima approssimazione e per un calcolo indicativo, si può considerare che il totale d'acqua piovana recuperabile è pari a :

$$V = \phi \times S \times P \times \eta$$

dove  $V$  [m<sup>3</sup>] è il volume d'acqua, -  $\phi$  è il coefficiente di deflusso (ca 0,8 per superfici rigide inclinate) -  $S$  [m<sup>2</sup>] è la superficie del tetto -  $P$  [m] è la quantità di precipitazioni (espressa come altezza della colonna d'acqua) -  $\eta$  è l'efficienza del sistema di filtraggio (dato fornito dal costruttore).

Ad esempio, per un sito che riceve annualmente in media 700mm di pioggia, battente su un tetto di 290 m<sup>2</sup>, il volume totale di acqua piovana prelevabile è pari a

$$V = 0,80 \times 290 \times 0,70 \times 0,75 = 121,8 \text{ m}^3$$

cioè 121.800 litri, ipotizzando un'efficienza di filtrazione del 75%.

Indicativamente per dimensionare il serbatoio, si calcoli che un italiano consuma in media 200 litri d'acqua al giorno, includendo tutti gli usi. Supponendo di approvvigionarsi per almeno il 40% di acqua piovana, e supponendo un periodo di siccità continuativo di 30 giorni, una famiglia di 4 persone avrà bisogno di un serbatoio di almeno :  $V = 0,200 \times 40\% \times 4 \times 30 = 2,4 \text{ m}^3$

**COMUNE di GRASSOBBIO**  
**Provincia di Bergamo**

Cioè di circa 2.400 litri. Tenendo conto anche delle necessità di irrigazione del giardino oppure di un piccolo orto, un serbatoio di circa 4.000 litri potrebbe risultare la soluzione più soddisfacente.

Resta obbligatoria la verifica di fattibilità della realizzazione di vasche di raccolta di acque piovane per uso irriguo e/o per uso non potabile, non solo per le nuove abitazioni o per quelle soggette a ristrutturazione, bensì ogni qualvolta venga richiesta alla Provincia l'autorizzazione alla realizzazione di pozzi ad uso non igienico. In ogni caso è vietata la captazione di acque di prima falda per qualsiasi tipo d'uso al di fuori del perimetro del centro abitato, fatta salva la dimostrazione che non sia possibile diversamente.

#### **23.4 Alimentazione delle cassette di scarico con le acque grigie (Raccomandazione)**

Al fine di una riduzione del consumo di acqua potabile, è raccomandata l'adozione di un sistema che consenta l'alimentazione delle cassette di scarico dei wc con le acque grigie provenienti dagli scarichi di lavatrici, vasche da bagno e docce e dirette, previo apposito filtraggio, verso il serbatoio di accumulo idrico obbligatorio.

Il provvedimento riguarda gli scarichi derivanti dalle lavatrici, dalle vasche e dalle docce, provenienti dai servizi igienici negli appartamenti e in quelli riservati al personale di tutti gli edifici ammessi nelle tipologie di intervento di cui al precedente art.5. A questo scopo deve essere installato un sistema che consenta l'alimentazione delle cassette di scarico con le acque grigie provenienti dagli scarichi suddetti, che devono essere predisposti separati dai collegamenti con le acque nere e opportunamente trattati per impedire: l'intasamento di cassette e tubature e la diffusione di odori e agenti patogeni .

L'eventuale surplus di acqua necessaria per alimentare le cassette di scarico, dovrà essere prelevata dalla rete idrica potabile attraverso dispositivi che ne impediscano la contaminazione.

Le tubazioni dei due sistemi dovranno essere contrassegnate in maniera da escludere ogni possibile errore durante il montaggio e gli interventi di manutenzione e l'impianto proposto dovrà essere approvato in sede di progetto dall'Ufficio di Igiene.

Il requisito è soddisfatto se:

- per le nuove costruzioni i sistemi di captazione e di accumulo delle acque grigie assicurano un recupero, pari ad almeno il 70% delle acque provenienti dagli scarichi di lavabi, docce, vasche da bagno, lavatrici;
- sono predisposti filtri idonei a garantire caratteristiche igieniche (corrispondenti ai livelli di qualità dell'acqua concordati con l'ASL) che le rendano atte agli usi compatibili all'interno dell'edificio o nelle sue pertinenze esterne;
- sono previsti per i terminali della rete duale (escluso il W.C.) idonei accorgimenti per evitare usi impropri (colore, forma, posizione).

Per interventi sul patrimonio edilizio esistente il requisito è soddisfatto se:

- il sistema di accumulo garantisce un recupero pari ad almeno il 50% delle acque grigie per un uso compatibile esterno (e di conseguenza la rete di adduzione può essere limitata alle parti esterne dell'organismo edilizio);
- si prevedono, per i terminali della rete duale esterna, idonei accorgimenti per evitare usi impropri (colore, forma, posizione).

Copia dello schema dell'impianto dovrà essere consegnata ai proprietari dell'immobile e disponibile presso il custode o l'amministratore.

#### **23.5 Sistemi per rubinetteria (Norma cogente)**

Al fine di una razionalizzazione dei consumi idrici, è fatto obbligo per tutte le classi di edifici di cui

**COMUNE di GRASSOBBIO**  
**Provincia di Bergamo**

all'art.4 di adottare sistemi di rubinetteria dotati di limitatore di flusso, che permette di regolare il flusso dell'acqua in funzione della necessità e della pressione e di diffusori per la miscelazione dell'aria con l'acqua; è raccomandata inoltre l'adozione di limitatori di pressione collocati nelle tubazioni d'entrata .

Si raccomanda l'uso di rubinetti monocomando e, nel caso di edifici non residenziali, rubinetti con temporizzatore od elettronici .

**Art. 24 Fitodepurazione (Raccomandazione)**

Per le zone non servite da fognatura comunale, lo smaltimento delle acque reflue deve avvenire nel rispetto del D.Lgs. n. 152/99, così come modificato dal DPR n° 380/2001 per gli insediamenti urbani e produttivi. In tutti i casi dovrà essere realizzato un idoneo pozzetto di ispezione e prelievo, facilmente accessibile.

In tali zone, al fine di concorrere alla realizzazione della salvaguardia ambientale e del risanamento delle acque, vengono favoriti tutti gli interventi edificatori che prevedono la realizzazione di sistemi di depurazione delle acque reflue di tipo naturale a disperdimento (subirrigazione), o tramite piante (fitodepurazione), fatto salvo l'obbligo di ottemperare alle prescrizioni di A.S.L. e Uffici Comunali. Il progetto di bacini di fitodepurazione sarà opportunamente dimensionati con il carico inquinante, secondo le prescrizioni dell'Ente competente.

Devono essere adottate tipologie di trattamenti igienizzanti conformi alle direttive degli Enti preposti al controllo. Sono da privilegiarsi sistemi combinati di piatto fitodepurativo con biofiltrazione in biofiltro sommerso aerato. Tali impianti non necessitano di manutenzione specializzata e consentono risparmi di energia elettrica fino a circa il 60% rispetto a un depuratore a fanghi attivi.

Per favorire la fitodepurazione si realizzerà un'area verde irrigua e di aspetto piacevole con la possibilità di riutilizzare l'acqua depurata, ricca di nutrienti, per giardini, ecc.

**Art. 25 Verde nell'area circostante l'edificio (Raccomandazione)**

Al fine di massimizzare l'ombreggiamento estivo, si consiglia di disporre la vegetazione :

- 1 Su tetti e coperture privi di impianti .
- 2 Su superfici vetrate e/o trasparenti esposte a sud e sud-ovest.
- 3 Su sezioni esterne di dissipazione del calore degli impianti di climatizzazione, ove previsti o predisposti.
- 4 Su pareti esterne esposte a est, a sud. e a ovest.
- 5 Su superfici orizzontali adiacenti alle sezioni esterne di dissipazione del calore degli impianti di climatizzazione, ove previsti o predisposti.
- 6 Su superfici capaci di assorbire radiazione solare entro 6 metri dall'edificio.
- 7 Su terreno entro 1,5 m dall'edificio.
- 8 Nel rapporto dell'edificio con la strada al fine di attutire il rumore e le polveri sono da prevedersi recinzioni integrate con siepi o rampicanti; è consigliabile che anche le parti più basse delle pareti perimetrali degli edifici esposte a est, ovest e sud, vengano ombreggiate per mezzo di cespugli.

Gli alberi utilizzati sono piantati a distanze tali che la chioma sia a non più di 1,5 ml di distanza dalla facciata da ombreggiare quando esposta ad est o ovest e non più di 1,0 ml di distanza dalla facciata da ombreggiare quando esposta a sud; nell'area sono piantati nuovi alberi di alto fusto a foglia caduca, la cui chioma a maturità copra una superficie pari al 20% della S.f. .

Il progetto va verificato con i dati fisici caratteristici del sito e con l'impiego di maschere di ombreggiamento. Una relazione descrittiva attesta la metodologia progettuale e i risultati. Le tavole

**COMUNE di GRASSOBBIO**  
**Provincia di Bergamo**

di progetto del verde dovranno contenere indicazione delle essenze e di sezioni edificio-verde. Per i calcoli si fa riferimento alla proiezione al suolo della chioma degli alberi a maturità.

**25.1 Dotazione arborea degli spazi verdi di pertinenza agli edifici (norma raccomandata)**

Al fine di contrastare il fenomeno della radiazione solare sulle pareti degli edifici e sulle superfici pavimentate il verde pertinenziali dovrà essere dotato di un adeguato impianto arboreo. La scelta delle specie, compatibilmente con quelle ammesse, la tipologia dimensionale e l'ubicazione dovranno avere la finalità di ombreggiare le pareti degli edifici esposte a est, sud, ovest. Gli alberi inoltre dovranno essere posizionati anche al fine di ombreggiare le superfici pavimentate (percorsi carrali e pedonali, piazzole, ecc. ).

**25.2 Dotazione arborea di piazze altri spazi aperti (raccomandazione)**

La realizzazione di piazze o altri spazi aperti dovrà prevedere un idoneo impianto arboreo. In particolare la superficie coperta da vegetazione arborea dovrà essere pari al 50% della superficie totale. Il calcolo dovrà essere effettuato considerando la proiezione della chioma degli alberi a maturità.

Gli alberi dovranno essere messi a dimora in spazi idonei (aiuole). Sarà pertanto necessario dimensionare correttamente lo spazio a disposizione per la crescita, sia della parte aerea che degli apparati radicali, in funzione delle esigenze della specie prescelta. A titolo indicativo, sarà necessario predisporre uno strato di idoneo terreno agrario, non pavimentato (pacciamato, inerbito o piantato con specie tappezzanti), della profondità minima di cm 80, su sottostante strato drenante non costipato, con ampiezza non inferiore a 25 cm.

Ogni albero dovrà avere a disposizione una adeguata superficie permeabile (prato, arbusti, tappezzanti, grigliati, pavimentazioni su sabbia). La superficie permeabile minima a disposizione per ogni albero e la larghezza minima netta delle aiuole dovranno essere la seguente:

- alberi di prima grandezza (altezza a maturità >18 m) = superficie 25 m<sup>2</sup>; larghezza 2,5 m.
- alberi di seconda grandezza (altezza a maturità 12-18 m) = superficie 21 m<sup>2</sup>; larghezza 2 m.
- alberi di terza grandezza (altezza < 12 m) = superficie 18 m<sup>2</sup>; larghezza 1,5 m.
- alberelli a crescita ridotta o arbusti allevati ad alberello (altezza < 6 m) = superficie 14 m<sup>2</sup>; larghezza 1 m.

**25.3 Verde stradale (Raccomandazione)**

Le strade dovranno essere dotate, almeno su un lato e preferibilmente quello soggetto a maggior esposizione, di aiuole per la messa a dimora di alberi e di idonei impianto arboreo. Per il dimensionamento degli spazi da destinare agli alberi vale quanto indicato all'art. 25.2. E' ammessa una riduzione di detti spazi per un massimo del 20% nel caso si prevedano opportuni interventi manutentivi dell'impianto arboreo. Dovranno essere sempre verificate le localizzazioni delle alberature con la sicurezza viabilistica (accessi carrali, svolte, ecc.)

**25.4 Verde sull'edificio (Raccomandazione)**

Al fine di raggiungere riduzioni dell'assorbimento della radiazione solare in estate e delle dispersioni per convezione in inverno con sistemi vegetali, vanno utilizzati schermi ibridi quali griglie e pergolati in legno su cui vanno fatte crescere piante rampicanti, o piante in appositi alloggiamenti, con idoneo impianto irriguo. Deve essere utilizzato uno dei metodi sopra citati per più del 30% della superficie di almeno un fronte dell'edificio. Si possono prendere in considerazione solo i fronti sud ed ovest, con tutti gli orientamenti intermedi.

La metodologia progettuale ed i risultati preventivati vanno evidenziati nella relazione illustrativa.

**COMUNE di GRASSOBBIO**  
**Provincia di Bergamo**

All'inizio lavori dovranno essere presentati gli elaborati esecutivi dell'impianto irriguo. Le strutture edilizie di supporto della vegetazione rampicante, qualora integrate nelle murature e parte delle facciate, non vengono considerate come spessori ai fini del calcolo delle volumetrie.

**25.5 Radioattività e Radon (Norma cogente)**

Tutti i nuovi edifici dovrebbero essere progettati e realizzati in modo da minimizzare la presenza di radon (gas radioattivo proveniente dal sottosuolo) e di elementi radioattivi nei materiali da costruzione. Nell'edilizia residenziale il riferimento per le concentrazioni di gas radon indoor è la Direttiva europea n° 90/143, che suggerisce livelli d'azione di 400 Bq/m<sup>3</sup> e livelli di progetto di 200 Bq/m<sup>3</sup>. Negli ambienti destinati ad uso lavorativo la suddetta direttiva è stata recepita dalla normativa nazionale relativa alla Radioprotezione dei lavoratori e della popolazione dai rischi da radiazioni ionizzanti: il D. Lgs. 241/00. In tale caso il livello d'azione è pari a 500 Bq/m<sup>3</sup> come concentrazione media annua di radon. Per garantire il rispetto dei limiti riportati è necessario adottare alcuni accorgimenti costruttivi, che possono variare in funzione delle caratteristiche morfologiche e litologiche del sito, nonché dalla tipologia di edificio e dalle specifiche esigenze degli occupanti. Gli accorgimenti ritenuti più efficaci, da applicare singolarmente o in combinazione tra loro, sono:

- ventilazione naturale tramite formazione di vespaio aerato posto tra la quota del piano più basso e le fondazioni, con una altezza minima di aerazione di cm. 40 e sfogo oltre il tetto attraverso camini di ventilazione a tenuta stagna;
- ventilazione meccanica controllata (VMC) con l'installazione di un sistema centrale o locale di ventilazione forzata; depressurizzazione del vespaio o delle fondazioni;
- drenaggio delle fondazioni a mezzo di materiale sciolto inerte e condotti forati per l'allontanamento dell'eventuale gas presente nel terreno; posizionamento di apposite guaine antiradon;
- sigillatura delle fonometrie per il passaggio di impianti, scarichi e canalizzazioni, ovvero distribuzione degli stessi all'esterno della massa muraria dell'edificio ovvero in intercapedini, ecc. .

Nei locali di abitazione e particolarmente nelle zone notte, dovrà essere evitato l'uso di materiali costruttivi e di finitura contenenti significative concentrazioni di radionuclidi naturali, quali i tufi, i graniti, le sieniti, i basalti, le pozzolane, i cementi contenenti polveri e scorie di altoforno, le calci eminentemente idrauliche, i gres porcellanati. Sono inoltre da evitare finiture di legno proveniente da paesi stranieri dell'Europa orientale, a meno che non siano accompagnati da certificati d'analisi di enti riconosciuti che ne attestino un contenuto di radionuclidi nella norma. Della salubrità dei materiali adottati nella costruzione edilizia (compreso il contenuto di radionuclidi sono ritenuti responsabili il progettista e il direttore dei lavori.

**Art.25.6 Depositi per rifiuti differenziati (Norma cogente)**

Ferme restando le disposizioni di cui agli artt. 3.4.57 e 3.4.58 del Titolo III° del Regolamento locale d'Igiene tipo della Regione Lombardia (Del. G.R.L. 25.7.89 n° 4/45266), ogni edificio plurifamigliare maggiore o pari a 4 unità immobiliari, deve dotarsi di un apposito locale chiuso per la raccolta dei rifiuti, ove siano collocati i vari contenitori per il recupero di materiali riciclabili e per quelli organici. Detti locali dovranno essere costruttivamente ed esteticamente integrati nella

**COMUNE di GRASSOBBIO**  
**Provincia di Bergamo**

tipologia del fabbricato di riferimento, ovvero, qualora completamente isolati da esso, dovranno avere caratteristiche estetiche tali da integrarsi dignitosamente nel contesto urbano.

Il dimensionamento interno dovrà consentire un agevole accesso dall'esterno agli operatori ecologici ed una equa collocazione dei contenitori. La dimensione interna di detti locali dovrà essere tale da sopperire alle necessità delle unità immobiliari, secondo le disposizioni di Legge, adottando comunque una dimensione base indicativa non inferiore di m<sup>2</sup> 5, con un incremento di m<sup>2</sup> 0,50/unità immobiliare, ovvero maggiore secondo i casi.

La presente norma si applica a tutti gli interventi, siano essi conseguenti all'approvazione di Piani attuativi, che conseguenti all'approvazione di permessi edilizi (D.I.A., Permesso di Costruire, ecc).

Al fine di ridurre i rischi di inquinamento del sottosuolo, la pavimentazione dell'area esterna destinata alla raccolta dei rifiuti dovrà essere resa impermeabile ed eventualmente dotata di canale di smaltimento dell'acqua destinata alla pubblica fognatura.

Nell'ambito di interventi ricadenti nella zona urbanistica A è concessa deroga a questo articolo.

<b>DISPOSIZIONI PER I PIANI ATTUATIVI</b>
---

***Art. 26 Gestione dei rifiuti urbani: Isola ecologica (Raccomandazione)***

Nella predisposizione dei Piani attuativi, possono prevedersi isole ecologiche, che dovranno essere di facile accesso dallo spazio pubblico.

Le isole ecologiche devono prospettare le strade ed essere a quota stradale, avere percorso di collegamento diretto ed esclusivo con il complesso abitativo ed essere schermate visivamente da una apposita barriera di contenimento di altezza minima pari a 1,50 ml. In tal caso si deve realizzare tale barriera con siepe o schermatura in legno, ovvero con altre soluzioni che potranno essere impartite dall'Amministrazione comunale.

***Art. 27 Verde nelle aree a parcheggio (Norma raccomandata)***

Le zone adibite allo stazionamento dei veicoli e le aree di manovra nei parcheggi sono raccomandate a verde permeabile in profondità; in alternativa potranno essere adottati rivestimenti della superficie stradale con massetti di cemento drenanti ovvero con le tipologie di pavimentazione di cui al successivo art. 28, ma con effetto drenante.

Le aree di sosta dei veicoli di spazi pubblici o di uso pubblico saranno coperte e delimitate da vegetazione; il numero di alberi piantati deve garantire che la superficie coperta dalla chioma a maturità raggiunta sia uguale o superiore all'80% della superficie di parcheggio o di stazionamento; un lato dell'area deve essere delimitato da verde arbustivo di altezza non inferiore a 1,0 ml e di opacità superiore al 75%. La superficie di parcheggio o di stazionamento deve essere a manto erboso e permeabile in profondità, realizzata con massetti autobloccanti di cemento o con altri sistemi di mantenimento dello strato erboso.

***Art. 28 Albedo (Norma cogente)***

Per le pavimentazioni di piazze pubbliche, private e ad uso pubblico, devono essere utilizzati materiali ad alto coefficiente di riflessione totale della radiazione solare (albedo), che permettano di ridurre le temperature superficiali e migliorino il comfort esterno, mentre sono raccomandati per i marciapiedi e gli spazi di connettivo tra edifici e i cortili.

Sono esclusi pertanto gli asfalti e le superfici di colore nero; sono consigliate invece le pietre naturali, i graniti, i porfidi, le pietre artificiali con ogni tipologia di posa, i massetti autobloccanti di cemento di tipo chiuso o a inverdimento e quelli drenanti, gli acciottolati.

**COMUNE di GRASSOBBIO**  
**Provincia di Bergamo**

**Art. 29 Contenuti dei progetti del verde pubblico o di uso pubblico (norma cogente)**

Nel caso che la progettazione di verde pubblico o di uso pubblico comprenda spazi a verde, il progetto dovrà comprendere un Piano colturale dell'opera, redatto da un esperto.

Detto piano dovrà contenere:

- rilievo della vegetazione esistente ed interventi di salvaguardia in fase di cantiere della vegetazione da conservare e/o tutelare;
- impatti e relazioni con il sistema del verde circostante, in particolare con i corridoi ecologici, con gli spazi aperti e rurali;
- relazione tecnica comprendente:
  1. inquadramento ambientale dell'area oggetto di intervento, con descrizione delle caratteristiche pedoclimatiche del sito e della vegetazione reale e potenziale;
  2. le motivazioni per eventuali abbattimenti di alberi preesistenti e per la scelta delle nuove specie da mettere a dimora;
- elaborati di progetto redatti alle scale opportune (minimo 1:200);
- disciplinare le opere relative alla vegetazione incluse le caratteristiche qualitative e i criteri di scelta del materiale vivaistico;
- piano di manutenzione della vegetazione;
- nel caso che gli spazi a verde siano dotati di impianto di illuminazione dovrà essere prodotto un grafico che dimostri l'essenza di interferenze nel corso del tempo tra gli apparecchi illuminanti e la chioma degli alberi.

<b>INCENTIVI</b>
------------------

**Art. 30 Incentivi**

Le presenti norme si applicano alla categoria E1 di cui al precedente art. 4, limitatamente alla destinazione d'uso residenziale in tutte le aree di azionamento del PRG vigente; esse hanno carattere di indicazione procedurale, pertanto individuano le modalità di assegnazione di incentivi calibrati a seconda dell'impegno progettuale e di realizzazione previsto.

Gli incentivi indicati sono di carattere edilizio, non sono cumulabili fra loro e con altri eventualmente indicati da norme nazionali, regionali, (con esclusione di quanto indicato nel D. Lgs 115/08, nella L.R. 21/04, L.R. 26/95, e L.R. 33/07), ma anzi si dovrà scegliere di quale delle due possibilità si vorrà beneficiare. Essi e si applicheranno fino quando i parametri nazionali e/o regionali si allineeranno ai limiti riportati nel presente regolamento e comunque potranno essere applicati non oltre cinque anni dalla data di esecutività della deliberazione di approvazione definitiva della presente Integrazione al Regolamento edilizio.

**Art. 30.1 Calcolo degli indici e dei parametri edilizi**

Vengono esclusi dal computo per la determinazione dei volumi, delle superfici e dei rapporti di copertura edilizi e ai fini del calcolo della volumetria e delle superfici urbanistiche per la determinazione del contributo di costruzione e degli standard urbanistici :

- 1 quanto previsto all'art.11 del D. Lgs n° 115 del 30.5.2008, qui di seguito richiamato, e alle disposizioni di cui alle Leggi Regionali n° 21/04, 26/95 e 33/07:

Decreto Legislativo 30 maggio 2008, n. 115

**COMUNE di GRASSOBBIO**  
**Provincia di Bergamo**

Art.11 : *Semplificazione e razionalizzazione delle procedure amministrative e regolamentari*

1. Nel caso di edifici di **nuova costruzione**, lo spessore delle murature esterne, delle tamponature o dei muri portanti, superiori ai 30 centimetri, il maggior spessore dei solai e tutti i maggiori volumi e superfici necessari ad ottenere una riduzione minima del 10 per cento dell'indice di prestazione energetica previsto dal decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, e successive modificazioni, certificata con le modalità di cui al medesimo decreto legislativo, non sono considerati nei computi per la determinazioni dei volumi, delle superfici e nei rapporti di copertura, con riferimento alla sola parte eccedente i 30 centimetri e fino ad un massimo di ulteriori 25 centimetri per gli elementi verticali e di copertura e di 15 centimetri per quelli orizzontali intermedi. Nel rispetto dei predetti limiti e' permesso derogare, nell'ambito delle pertinenti procedure di rilascio dei titoli abitativi di cui al titolo II del decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380, a quanto previsto dalle normative nazionali, regionali o dai regolamenti edilizi comunali, in merito alle distanze minime tra edifici, alle distanze minime di protezione del nastro stradale, nonche' alle altezze massime degli edifici.

2. Nel caso di interventi di **riqualificazione energetica di edifici esistenti** che comportino maggiori spessori delle murature esterne e degli elementi di copertura necessari ad ottenere una riduzione minima del 10 per cento dei limiti di trasmittanza previsti dal decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, e successive modificazioni, certificata con le modalità di cui al medesimo decreto legislativo, e' permesso derogare, nell'ambito delle pertinenti procedure di rilascio dei titoli abitativi di cui al titolo II del decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380, a quanto previsto dalle normative nazionali, regionali o dai regolamenti edilizi comunali, in merito alle distanze minime tra edifici e alle distanze minime di protezione del nastro stradale, nella misura massima di 20 centimetri per il maggiore spessore delle pareti verticali esterne, nonche' alle altezze massime degli edifici, nella misura massima di 25 centimetri, per il maggior spessore degli elementi di copertura. La deroga può essere esercitata nella misura massima da entrambi gli edifici confinanti.

- 2 le serre solari e le pareti Trombe che rispettino tutti i parametri indicati ai precedenti articoli loro dedicati;
- 3 la superficie netta interna di tutti i vani tecnici preposti all'alloggiamento di sistemi attivi per la captazione e l'utilizzo delle energie rinnovabili integrati nell'edificio, (quali ad esempio vani di contenimento dei bollitori dei sistemi solari termici, ecc.) e le intercapedini interne alle abitazioni di cui al precedente art. 10/f per il passaggio di canalizzazioni, reti tecnologiche e impiantistiche;
- 4 tutte le volumetrie e le superfici edilizie necessarie al miglioramento delle prestazioni termo-acustiche e/o di inerzia termica, ovvero finalizzate alla captazione di energie rinnovabili, o alla realizzazione di schermature solari o di ombreggiamento delle facciate;
- 5 i balconi sporgenti dai fronti e distaccati da essi che, per evitare la formazione di ponti termici, sono realizzati con struttura portante propria ,con appoggio a terra su 4 punti, ovvero ancorati a terra su due punti e con sistema di appoggio a mensola sulla facciata, fermo restando il rispetto dei caratteri e dei vincoli costruttivi di cui al precedente art. 11;
- 6 gli sporti di gronda con appoggio a terra, qualora siano realizzati per le motivazioni indicate all'art.10/e.

Le disposizioni di cui ai precedenti punti si applicano anche :

- a alle variazioni alle altezze massime dei Piani attuativi, nonché alle distanze dai confini e dalle strade e tra edifici nel caso di costruzioni esistenti oggetto di adeguamento alle presenti norme, qualora non comportino ombreggiamento delle facciate di terzi;
- b al conteggio della superficie utile e non residenziale in riferimento alla determinazione dei limiti massimi di costo per l'edilizia residenziale sovvenzionata e agevolata.

**Art. 30.2 Incentivi diretti di carattere edilizio e modalità di accesso**

**30.2.1 Guadagno di volumetria**

**COMUNE di GRASSOBBIO**  
**Provincia di Bergamo**

Viene riconosciuto a titolo di incentivo un ampliamento della volumetria di progetto, pari al 5% del volume lordo edificabile totale della parte dell'edificio abitabile fuori terra, che sarà ottenuta nel rispetto dei parametri dettati dalle N.T.A. del P.R.G. e del regolamento edilizio vigente calcolato sulla base della volumetria massima consentita dall'azzoneamento di P.R.G., alle seguenti condizioni:

- 1 alla dimostrazione di una riduzione dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale rispetto ai valori indicati al precedente art. 5, fino al raggiungimento dei valori indicati nella Classe energetica A di cui all'Allegato A, Tabelle A4 e A5 , Zona E, della Deliberazione della G.R.L. n° 8/5018 del 26 giugno 2007, modificata dalla deliberazione G.R.L. n° 3773 del 31.10.2007 e s.m.e.i. .
- 2 rispettando tutte le regole di cui agli articoli richiamati nella tabella sottostante a cui ci si dovrà attenere.

<b>Art.</b>	<b>Contenuti obbligatori per l'accesso all'incentivo</b>
Art. 5.1	Fabbisogno energetico
Art.5.2comma2	Valori di trasmittanza
Art.8.1	Esposizione all'irraggiamento solare
Art.11	Ponti termici
Art.14	Impianti a bassa temperatura
Art.25	Verde nell'area circostante l'edificio
Art.25.1	Dotazione arborea degli spazi verdi di pertinenza

### ***30.2.2 Ulteriore guadagno di volumetria***

Viene riconosciuto a titolo di incentivo un ampliamento della volumetria di progetto, pari al 10% del volume lordo edificabile totale della parte dell'edificio abitabile fuori terra, che sarà ottenuta nel rispetto dei parametri dettati dalle N.T.A. del P.R.G. e del regolamento edilizio vigente calcolato sulla base della volumetria massima consentita dall'azzoneamento di P.R.G., alle seguenti condizioni:

- 1 alla dimostrazione di una riduzione dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale rispetto ai valori indicati al precedente art. 5, fino al raggiungimento dei valori indicati nella Classe energetica A Plus (A +) , di cui all'Allegato A, Tabelle A4 e A5, Zona E, della Deliberazione della G.R.L. n° 8/5018 del 26 giugno 2007, modificata dalla deliberazione G.R.L. n° 5773 del 31.10.2007 e s.m.e.i. .
- 2 Rispettando tutte le regole di cui agli articoli richiamati nella tabella di cui al precedente punto 2 dell' art. 30.2.1 "*Contenuti obbligatori per l'accesso all'incentivo*" a cui ci si dovrà attenere;
- 3 attenendosi alle norme di scelta e di applicazione dei materiali bioedili con riferimento all'art.22 e seguenti;
- 4 adottando e applicando alla costruzione, a scelta, una delle tecnologie contemplate agli articoli:  
art.15 - *Ventilazione meccanica* applicata a tutte le unità immobiliari;  
art.17.1.1 – *Serra solare a guadagno diretto* applicata a tutte le unità immobiliari;  
art.17.2.1 – *Serra solare a guadagno indiretto* applicata a tutte le unità immobiliari;

**COMUNE di GRASSOBBIO**  
**Provincia di Bergamo**

- art. 19.2 – *Conversione solare elettrica* con l'installazione di un impianto per la produzione di almeno 2 kw, ovvero il rispetto dell'ultimo comma dell'articolo nel caso di un condominio;
- art. 20 - *Impianti geotermici* a beneficio di tutte le unità immobiliari;
- art. 21 - *Altre tipologie di impianti* adottati per tutte le unità immobiliari;
- art. 24 – *Fitodepurazione* a garanzia dello smaltimento delle acque bianche e nere di tutte le unità immobiliari .

L'incentivo previsto da questo articolo non potrà essere cumulato a quello previsto nel precedente.

<b>OPERATIVITA' DEL PRESENTE REGOLAMENTO</b>
--

***Art. 31 Procedure applicative degli incentivi***

Ferma restando la disciplina per la certificazione energetica degli edifici, per i quali è richiesto il titolo abilitativo di cui agli articoli 9 e 10 della D.G.R.L. n° 8/5018 del 26 giugno 2007 e successive modifiche e integrazioni, chiunque ricada negli interventi indicati all'art.5 del presente regolamento, all'atto della presentazione del permesso di costruire o della D.I.A., può esprimere la preferenza per una delle modalità di accesso agli incentivi previsti allegando alla documentazione di progetto l'*Allegato B* debitamente compilato e firmato.

L'incentivo volumetrico, nel caso di interventi ricadenti in aree soggette a piano attuativo, sia per nuova edificazione che interessante il recupero del patrimonio edilizio esistente, sarà regolato da un *Atto di convenzione* registrato e trascritto, dove le maggiori volumetrie concesse con l'applicazione dell'incentivo, dovranno essere espressamente identificate negli elaborati del progetto planivolumetrico che sarà allegato quale parte integrante al piano, tanto da consentire la loro eventuale rimozione senza che ciò costituisca maggior danno all'intero edificio, qualora l'edificio stesso rientrasse in uno dei casi previsti al successivo art.31.4 .

In tutti gli altri casi, direttamente assoggetti al rilascio di Permesso di costruire o D.I.A., le maggiori volumetrie concesse con l'applicazione dell'incentivo dovranno essere espressamente identificate negli elaborati di progetto, tanto da consentire la loro eventuale rimozione senza che ciò costituisca maggior danno all'intero edificio, qualora l'edificio stesso rientrasse in uno dei casi previsti al successivo art.31.4 .

***31.1 Garanzie ai fini dell'applicazione dell'incentivo volumetrico***

A garanzia della risposta agli obblighi derivanti dall'applicazione del regolamento per quanto concerne l'accesso all'incentivo volumetrico nelle due possibilità previste, prima del rilascio del permesso di costruire o di altro titolo equivalente, la proprietà, dovrà costituire a favore del Comune di Grassobbio una polizza fidejussoria bancaria o assicurativa per un valore corrispondente ad € 300,0 per ogni m<sup>3</sup> in più risultante dall'applicazione della percentuale di incentivo. Il valore sarà aggiornato con cadenza annuale e con atto della Giunta Comunale.

Tale cauzione sarà restituita entro giorni 30 dal rilascio del certificato di agibilità ovvero di abitabilità del manufatto interessato, a meno che l'attestato di certificazione energetica depositato alla fine dei lavori, secondo i disposti del D.G.R.L. n° 8/5018 del 26.6.2007 e s.m. e i., evidenzi una esecuzione difforme rispetto agli elaborati progettuali, e/o evidenzi i casi di difformità indicati al seguente art. 31.4 .

***31.2 Obblighi della proprietà, del direttore dei lavori e dell'esecutore dei lavori***

Alla presentazione della domanda del Permesso di costruire o D.I.A. dovrà essere trasmessa al

**COMUNE di GRASSOBBIO**  
**Provincia di Bergamo**

Comune la documentazione prevista al punto 9 della D.G.R.L. n°8/5018 del 26.6.2007 e s.m. e i., unitamente ai seguenti allegati:

- *Allegato A* dichiarazione della proprietà, progettista e del direttore dei lavori, di rispetto delle norme del regolamento edilizio;
- particolari grafici in scala adeguata e leggibile che illustrino la stratigrafia delle parti murarie dell'intero involucro con la dimostrazione della risoluzione dei ponti termici;

Qualora sia stata espressa anche la richiesta di accesso agli incentivi previsti, di cui agli artt. precedenti, oltre agli allegati sopra indicati dovranno essere depositati anche i seguenti documenti:

- *Allegato B* - modulo di richiesta di accesso all'incentivo prescelto;
- elaborato plano-altimetrico che identifichi nel progetto la posizione della volumetria concessa con l'incentivo, qualora ne sia stata fatta richiesta in questo senso, unitamente a copia della convenzione qualora il progetto sia stato preceduto da un piano attuativo;
- nel caso di accesso agli incentivi per il raggiungimento della classe energetica "A plus", dichiarazione del progettista relativa all'impegno di adozione di materiali conformi alle norme di bioedilizia di cui all'art.22.1 unitamente a copia del computo metrico estimativo, con l'evidenziazione dei materiali adottati all'uopo (*Allegato C*);
- elaborati composti da relazione ed eventuali schemi grafici inerenti le indagini effettuate di cui all'art. 22.2 ;
- polizza fidejussoria come indicato all'art. 31.1 .

Nel caso di interventi parziali su costruzioni esistenti, i conteggi di cui all'indice termico sono sostituiti da conteggi che dimostrino il rispetto dei valori di trasmittanza termica di tutti gli elementi tecnici.

Sia la proprietà dell'immobile che la direzione dei lavori si fanno obbligo di trasmettere all'ufficio protocollo del Comune, una comunicazione in forma scritta attestante le date dell'esecuzione degli elementi cruciali della costruzione, inerenti in particolare la fase dell'isolamento termico complessivo, ovvero la risoluzione di gravi e generalizzati ponti termici, indirizzata sia al responsabile del procedimento dell'Ufficio tecnico comunale che al Certificatore energetico incaricato dal committente, tutto ciò con largo anticipo sull'effettiva e definitiva esecuzione, pertanto, almeno giorni 20 prima della data di conclusione degli elementi cruciali della costruzione, ciò allo scopo di consentire al personale del Comune, od a suo delegato, di effettuare l'azione di controllo necessaria e prevista durante l'esecuzione dei lavori.

Tale obbligo è cogente e determinato con la sottoscrizione di una dichiarazione (*Allegato A*) della proprietà e del direttore dei lavori che deve essere allegata ai documenti costituenti la D.I.A. o il Permesso di Costruire. Il mancato avviso di cui sopra, comporterà l'applicazione di una sanzione pari al 3% dell'importo dovuto degli oneri di urbanizzazione primari e secondari .

L'impresa esecutrice non potrà dar corso al termine delle opere cruciali sopradescritte fintanto che l'Ufficio tecnico comunale, ovvero un suo delegato anche esterno, non avrà effettuato il sopralluogo di verifica dello stato dell'arte e comunque non prima dello scadere dei 20 giorni .

Trascorso tale termine l'impresa esecutrice potrà terminare le opere cruciali suddette e la proprietà dovrà trasmettere all'Ufficio tecnico comunale una dichiarazione dello stato dei lavori conseguente alla visita ad opera del Certificatore energetico incaricato, supportata da immagini di dettaglio a colori dei lavori eseguiti, raffrontati da riprese precedenti l'esecuzione.

Nell'ipotesi di un intervento di classe A plus, la direzione dei lavori, contestualmente alla comunicazione di fine lavori, dovrà dichiarare la conformità delle opere eseguite all'utilizzo dei materiali previsti nel capitolato delle opere bioedili (*Allegato D*) e allegare copia delle certificazioni dei materiali edilizi adottati e dei componenti costruttivi, che dovranno risultare conformi alle

**COMUNE di GRASSOBBIO**  
**Provincia di Bergamo**

normative vigenti e ai marchi CE e UI . Le caratteristiche termiche dei materiali costruttivi dovranno essere garantite dalla consegna dei certificati di prova prodotti dal fornitore.

**Art. 31.3 Azione di controllo**

Nell'ambito delle opere che beneficiano degli incentivi, qualora si riscontrasse difformità nell'esecuzione dell'opera al progetto depositato, ovvero il Comune non abbia potuto procedere alla verifica durante l'esecuzione dei lavori, così come indicato al precedente art. 31.2, a causa di inadempienza dell'obbligo di comunicazione o dimenticanza da parte del direttore dei lavori, potrà attuare una azione di controllo in corso d'opera e ciò potrà avvenire a cura del personale dell'Ufficio tecnico comunale, ovvero di personale esterno specialistico all'uopo incaricato dal Comune stesso, che potrà avvalersi anche di prove sperimentali (termografie o prove di tenuta all'aria blower door, ecc.) idonee ad attestare l'effettiva prestazione termica dell'involucro.

La spesa afferente l'azione di controllo comunale, così come quella attinente eventuali prove sperimentali, se ritenute necessarie, è a carico della proprietà. Il valore di tale onere e le modalità di pagamento saranno definite da una apposita deliberazione della Giunta comunale.

**Art. 31.4 Inadempienze e sanzioni**

Il mancato raggiungimento della classificazione energetica cogente (classe C), e/o il mancato rispetto del raggiungimento della classificazione energetica che consente l'accesso agli incentivi previsti ai precedenti artt.30.2.1 e 30.2.2, determina l'applicazione dei provvedimenti e delle sanzioni nei casi di seguito indicati.

**a) Difformità in assenza di incentivi:**

Qualora l'attestato di certificazione energetica dell'edificio evidenziasse una **classificazione energetica con valori difformi rispetto a quelli cogenti** nel presente regolamento di cui all'art.5 (**Classe C**), determinando la successiva classificazione energetica (Classe D) **in assenza di incentivi**, si procederà ad applicare una sanzione pari gli effetti sanzionatori di cui all'art. 36 del DPR 380/01, limitatamente alla determinazione degli oneri di urbanizzazione (Rif.to comma 2: contribuzione oneri in misura doppia o pari).

A seguito di ciò il Comune rilascerà il certificato di abitabilità/agibilità sulla base della certificazione della classe energetica D.

**b) Difformità in presenza di incentivi**

Qualora l'attestato di certificazione energetica dell'edificio evidenziasse una **classificazione energetica con valori difformi rispetto a quelli previsti (Classe A – A plus) in presenza di incentivo volumetrico** determinando la classificazione energetica pari alle classi "B o C", si procederà ad incamerare la cauzione fidejussoria depositata.

Qualora l'attestato di certificazione energetica dell'edificio evidenziasse una **classificazione energetica con valori difformi rispetto a quelli previsti (Classe A – A plus) in presenza di incentivo volumetrico**, determinando una classificazione energetica diversa da quella cogente, ma rientrante nella Classe D, si procederà ad incamerare la cauzione fidejussoria depositata e ad applicare una sanzione pari gli effetti sanzionatori di cui all'art. 36 del DPR 380/01 limitatamente alla determinazione degli oneri di urbanizzazione (Rif.to comma 2: contribuzione oneri in misura doppia). A seguito di ciò, in entrambi i casi, il Comune rilascerà il certificato di abitabilità/agibilità sulla base della certificazione della classe energetica risultante (Classe D).

**COMUNE di GRASSOBBIO**  
**Provincia di Bergamo**

**c) Grave difformità in assenza di incentivo:**

Qualora l'attestato di certificazione energetica dell'edificio evidenziasse una **classificazione energetica con valori difformi rispetto a quelli cogenti** nel presente regolamento di cui all'art.5 (Classe C), **determinando classi energetiche oltre la Classe D (quali E, F ecc.) in assenza di incentivi**, si procederà ad applicare una sanzione pari agli effetti sanzionatori di cui all'art. 34 comma 2 del DPR 380/01 (*Rif.to comma2: sanzione pari al doppio del costo di produzione della parte dell'opera realizzata in difformità*). A seguito di ciò il Comune rilascerà il certificato di abitabilità/agibilità sulla base della certificazione della classe energetica risultante.

**d) Grave difformità in presenza di incentivo:**

Qualora l'attestato di certificazione energetica dell'edificio evidenziasse una **classificazione energetica con valori difformi rispetto a quelli previsti (Classe A – A plus) in presenza di incentivo volumetrico, determinando classi energetiche oltre la Classe D (quali E, F ecc.)**, si procederà ad incamerare la cauzione fidejussoria depositata e ad applicare una sanzione pari agli effetti sanzionatori di cui all'art. 34 comma 2 del DPR 380/01 (*Rif.to comma2 : sanzione pari al doppio del costo di produzione della parte dell'opera realizzata in difformità*). A seguito di ciò il Comune rilascerà il certificato di abitabilità/agibilità sulla base della certificazione della classe energetica risultante.

**Art. 32           Certificazione energetica**

La targa di certificazione energetica rilasciata dal Comune di Grassobbio in conformità alle procedure del D.G.R.L. n° 8/5018 del 26.6.2007 e s.m. e i. (ed eventuali altre quali: CasaClima, Minergie, Passivhaus, ecc.) , dovrà essere esposta all'ingresso dell'edificio in un luogo ben visibile dallo spazio di pubblico passaggio, preferibilmente in vicinanza del numero civico.

Segue riepilogo requisiti cogenti e raccomandati e dichiarazioni ai fini del rispetto delle norme di integrazione al regolamento edilizio comunale

**COMUNE di GRASSOBBIO**  
**Provincia di Bergamo**

**Art. 34 Riepilogo requisiti cogenti e raccomandati**

Articolo	Contenuti	Cogente	Raccoman dato
<b>EFFICIENZA ENERGETICA DELLA STRUTTURA EDILIZIA</b>			
Art.5	Fabbisogno energetico cogente	x	
Art. 5.1	Fabbisogno energetico		x
Art.5.2 comma1	Valori di trasmittanza	x	
Art.5.2 comma2	Valori di trasmittanza		x
Art.6	Calcolo del fabbisogno energetico annuo dell'involucro	x	
Art.7	Orientamento delle costruzioni	x	
Art.8	Esposizione all'irraggiamento solare	x	
Art.8.1	Idem		x
Art.9	Prestazioni di protezione acustica	x	
Art.10	Disposizioni costruttive	x	
Art.10/b com. 2 -10/f	Sui serramenti – su intercedini e cavedi per passaggio reti tecnologiche		x
Art.11 comma1	Ponti termici	x	
Art.11 comma 2 e seg.	Ponti termici		x
<b>EFFICIENZA ENERGETICA DEGLI IMPIANTI</b>			
Art.12	Impianto termico	x	
Art.13	Impianti di climatizzazione invernale	x	
Art.14	Impianti a bassa temperatura		x
Art.15	Ventilazione meccanica		x
Art.16	Impianti di illuminazione artificiale	x	
<b>SISTEMI BIOCLIMATICI PASSIVI</b>			
Art.17	Sistemi costruttivi bioclimatici passivi		x
Art. 17.1	Sistemi a guadagno diretto		x
Art. 17.2 – 17.2.2.	Sistemi a guadagno indiretto – Parete di Trombe		x
Art. 17.3	Riduzione dell'effetto isola di calore		x
Art. 17.3.1	Riduzione dell'effetto isola di calore mediante l'uso di vegetazione		x
Art. 17.3.2	Riduzione dell'effetto di calore mediante raffrescamento		x
Art. 17.4	Tetti verdi		x
<b>UTILIZZO DI FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI</b>			
Art.18	Generalità	x	
Art.19	Impianti per la conversione dell'energia solare	x	
Art.19.1	Conversione solare termica	x	
Art.19,2	Conversione solare elettrica		x
Art.20	Impianti geotermici		x
Art.21	Altre tipologie di impianti		x
<b>ELEMENTI DI SOSTENIBILITA'</b>			
Art.22	Bioedilizia		x
Art.23.1	Contabilizzazione dei consumi di acqua potabile	x	
Art.23.2	Installazione di dispositivi per la relazione del flusso delle cassette di scarico	x	
Art. 23.3	Utilizzo delle acque meteoriche	x	
Art. 23.4	Alimentazione delle cassette di scarico con le acque grigie		x
Art. 23.5	Sistemi per rubinetteria	x	
Art. 24	Fitodepurazione		x
Art. 25	Verde nell'area circostante l'edificio		x
Art. 25.1	Dotazione arborea degli spazi verdi di pertinenza agli edifici		x
Art. 25.2	Dotazione arborea di piazze altri spazi aperti		x
Art. 25.3	Verde stradale		x
Art. 25.4	Verde sull'edificio		x
Art. 25.5	Radioattività e radon	x	

**COMUNE di GRASSOBBIO**  
**Provincia di Bergamo**

Art.25.6	Depositi per rifiuti differenziati	x	
<b><i>DISPOSIZIONI PER I PIANI ATTUATIVI</i></b>			
Art. 26	Gestione dei rifiuti urbani - Isola ecologica		x
Art. 27	Verde nelle aree a parcheggio		x
Art. 28	Albedo	x	
Art. 29	Contenuti dei progetti del verde pubblico o di uso pubblico	x	

**COMUNE di GRASSOBBIO**  
**Provincia di Bergamo**

**DICHIARAZIONI AI FINI DEL RISPETTO DELLE NORME**  
**DI INTEGRAZIONE AL REGOLAMENTO EDILIZIO COMUNALE**

I sottoscritti,

.....proprietario dell'immobile/unità immobiliare, residente in

..... prov..... Via.....n°.....

.....progettista con sede in.....

prov..... Via.....n°.....

.....direttore dei lavori con sede in.....

..... prov..... Via.....n°.....

**DICHIARANO**

che a conseguenza dei lavori di.....

.....

di cui alla D.I.A. / Permesso di costruire, presentato in data.....

Ai sensi dell'art. 10/e delle Integrazioni al regolamento edilizio comunale, gli sporti di gronda che verranno eseguiti in aggetto oltre la distanza dalla facciata di mt. 1,20, anche supportati da elementi statici di appoggio a terra, sono necessari, utili e pratici unicamente ai fini di una maggiore ombreggiatura sui fronti dell'edificio/unità immobiliare e sono pertanto utili ai fini bioclimatici, come dimostrato dall'allegata relazione tecnica; non costituiscono né costituiranno mai un volume; in futuro non potranno mai essere delimitati da elementi di chiusura né vetrati, né in muratura, né di altra natura, né per la costituzione di serre, abitazioni o altro.

Ai sensi dell'art. 11 delle Integrazioni al regolamento edilizio comunale, gli aggetti dei balconi supportati da elementi statici di appoggio a terra, sono necessari, utili e pratici unicamente ai fini della determinazione di un perfetto isolamento "a cappotto" ovvero "a parete ventilata" dell'edificio/unità immobiliare, limitando la formazione di ponti termici. Tali manufatti non potranno essere utilizzati con destinazioni diverse da quelle di balcone; il balcone non potrà essere delimitato da elementi di chiusura, né vetrati, né in muratura, o di altra natura, né per la costituzione di locali abitati o abitabili, serre o simili.

Ai sensi dell'art. 17.2.1 delle Integrazioni al regolamento edilizio comunale, la serra solare che sarà realizzata nel rispetto della norma citata, è unicamente un volume tecnico non conteggiabile ai fini volumetrici; la stessa non potrà mai in futuro modificare il proprio assetto, la propria funzione e la destinazione d'uso, così come non potrà mai essere integrata ai locali di abitazione essendo essa stessa un vano non abitabile. Qualunque modifica di tali condizioni è ritenuta inammissibile e costituirà una modifica sostanziale dell'edificio e dell'assetto dei volumi edilizi.

Con anticipo di giorni sette dal completamento degli isolamenti dell'immobile/unità immobiliare, inoltreranno formale richiesta scritta all'Ufficio Tecnico Comunale per effettuare il sopralluogo di verifica prima della prosecuzione delle opere di finitura delle facciate.

In fede

**Grassobbio li**

*La proprietà*

*Il Progettista*

*Il Direttore dei lavori*

Timbro e firma

Timbro e firma

COMUNE di GRASSOBBIO  
Provincia di Bergamo

**ALLEGATO A**

**DICHIARAZIONI AI FINI DEL RISPETTO DELLE NORME  
DI INTEGRAZIONE AL REGOLAMENTO EDILIZIO COMUNALE**

(da allegare al Permesso di costruire / D.I.A.)

I sottoscritti,

.....proprietario dell'immobile/unità immobiliare, residente in

..... prov..... Via..... n°.....

.....progettista con sede in.....

prov..... Via..... n°.....

.....direttore dei lavori con sede in.....

..... prov..... Via..... n°.....

**DICHIARANO**

che a conseguenza dei lavori di.....

.....

di cui alla D.I.A. / Permesso di costruire, presentato in data.....

che le opere saranno realizzate conformemente alle normative vigenti e alle norme contenute nel regolamento edilizio locale, integrato con i criteri di sostenibilità, di efficienza energetica delle costruzioni e di risparmio energetico favorevoli alla riduzione delle emissioni climalteranti in atmosfera.

Ai sensi dell'art. 11 delle Integrazioni al regolamento edilizio comunale, gli aggetti dei balconi supportati da elementi statici di appoggio a terra, sono necessari, utili e pratici unicamente ai fini della determinazione di un perfetto isolamento "a cappotto" ovvero "a parete ventilata" dell'edificio/unità immobiliare, limitando la formazione di ponti termici. Tali manufatti non potranno essere utilizzati con destinazioni diverse da quelle di balcone; il balcone non potrà essere delimitato da elementi di chiusura, né vetrati, né in muratura, o di altra natura, né per la costituzione di locali abitati o abitabili, serre o simili.

Ai sensi dell'art. 17.2.1 delle Integrazioni al regolamento edilizio comunale, la serra solare a guadagno indiretto che sarà realizzata nel rispetto della norma citata, è unicamente un volume tecnico non conteggiabile ai fini volumetrici; la stessa non potrà mai in futuro modificare il proprio assetto, la propria funzione e la destinazione d'uso, così come non potrà mai essere integrata ai locali di abitazione essendo essa stessa un vano non abitabile. Qualunque modifica di tali condizioni è ritenuta inammissibile e costituirà una modifica sostanziale dell'edificio e dell'assetto dei volumi edilizi.

Almeno venti giorni prima della data di conclusione degli elementi cruciali della costruzione, quali ad esempio il completamento degli isolamenti dell'immobile/unità immobiliare, inoltreranno formale richiesta scritta all'Ufficio Tecnico Comunale per effettuare il sopralluogo di verifica, pena l'applicazione della sanzione prevista all'art.31.2 delle Integrazioni al regolamento edilizio, pari al 3% dell'importo dovuto degli oneri di urbanizzazione primari e secondari.

In fede

**Grassobbio li**

**La proprietà**

**Il Progettista**

**Il Direttore dei lavori**

Timbro e firma

Timbro e firma

**COMUNE di GRASSOBBIO**  
**Provincia di Bergamo**

***ALLEGATO B***

***RICHIESTA ACCESSO INCENTIVI PER INTERVENTI DI RISPARMIO ENERGETICO***  
(da allegare al Permesso di costruire / D.I.A.)

Il sottoscritto, ..... nato a ..... il .....

In qualità di titolare della richiesta di Permesso di costruire / D.I.A. prot. n° ..... in data .....

per la realizzazione dell'intervento di nuova costruzione/ampliamento/ ristrutturazione dell'edificio di cui al mappale n° .....

sub. n° ..... censuario di ..... a destinazione .....

***CHIEDE***

L'incremento di superficie lorda di pavimento / volume per la percentuale del ..... % calcolata sulla S.l.p. / M<sup>3</sup>,  
per la sottoindicata quantità, ai sensi delle Integrazioni al Regolamento Edilizio comunale di cui alla Delibera  
n° ..... del ..... per gli interventi con le caratteristiche di cui al progetto allegato .

Il sottoscritto, ..... nato a ..... il .....

In qualità di Tecnico incaricato della stesura del progetto allegato alla richiesta di permesso di costruire / D.I.A. sopraindicata, attesta che l'edificio, nel suo complesso di struttura edilizia e impianti in esso contenuti, verrà realizzato portando i valori limite di cui al comma 1 dell'art.5 delle integrazioni al R.E. comunale alla Classe energetica .....

L'intervento determina un incremento di SLP / Volume dell'immobile / unità immobiliare da Classe C a Classe.....  
Volume derivante dall'applicazione dell'indice urbanistico: M<sup>3</sup>..... x .....% (percentuale di incremento di volume dell'incentivo prescelto) = M<sup>3</sup>..... (totale volumetria aggiunta)  
Cauzione fidejussoria (art.32.2 integrazioni R.E.) : M<sup>3</sup>.....(volume in incremento)x € 300,0 = €.....

***Grassobbio li***

***La proprietà***

***Il Progettista***

(Timbro e firma)

**COMUNE di GRASSOBBIO**  
**Provincia di Bergamo**

***ALLEGATO C***

***DICHIARAZIONE RISPETTO NORME ART. 22.1 INT. R.E. PER CLASSE "A PLUS"***

(da allegare al Permesso di costruire / D.I.A.)

Il sottoscritto .....progettista con sede in.....  
prov..... Via.....n°..... tel n°.....  
incaricato del progetto dell'immobile / unità immobiliare di cui al mappale.....sub.n°.....  
del censuario di..... Al fine di conseguire la classificazione energetica "A plus"

***DICHIARA***

- di attenersi alle disposizioni contenute all'art. 22.1 (*Materiali edili* delle norme di bioedilizia) delle integrazioni al regolamento edilizio comunale per quanto concerne l'uso di materiali *che nel proprio ciclo di vita (dal processo di estrazione, fabbricazione o manipolazione, trasporto, posa in opera e smaltimento finale) richiedano basso consumo di energia, minimo impatto ambientale, che in fase di smaltimento non arrechino alcun danno all'ambiente, agli individui esposti alla loro manipolazione a tutti i livelli e che non costituiscano minaccia per l'igiene e la salute dei fruitori degli spazi con essi edificati*
- allega pertanto copia del computo metrico estimativo con evidenziazione delle voci di capitolato in cui sono richiamati i materiali bioedili adottati nelle varie categorie delle opere costituenti l'immobile / unità immobiliare, ovvero allega alla relazione tecnico-illustrativa del progetto di cui al Permesso di costruire / D.I.A., l'elenco dettagliato dei materiali bioedili adottati suddivisi nelle varie categorie delle opere costituenti l'immobile / unità immobiliare .

In fede

***Grassobbio li***

***Il Progettista***  
(Timbro e firma)

**COMUNE di GRASSOBBIO**  
**Provincia di Bergamo**

***ALLEGATO D***

***DICHIARAZIONE CONFORMITA' NORME ART. 22.1 INT. R.E. PER CLASSE "A PLUS"***

(da allegare alla dichiarazione di fine dei lavori)

Il sottoscritto ..... con sede in.....  
prov..... Via.....n°..... tel n°.....  
incaricato della direzione dei lavori dell'immobile/unità immobiliare di cui al mappale ..... sub n°  
..... del censuario di.....al fine di conseguire la Classe energetica "A plus"

***DICHIARA***

- nell'ambito delle opere realizzate di aver rispettato le disposizioni contenute all'art. 22.1 (*Materiali edili* delle norme di bioedilizia) delle integrazioni al regolamento edilizio comunale per quanto concerne l'uso di materiali *che nel proprio ciclo di vita (dal processo di estrazione, fabbricazione o manipolazione, trasporto, posa in opera e smaltimento finale) richiedano basso consumo di energia, minimo impatto ambientale, che in fase di smaltimento non arrechino alcun danno all'ambiente, agli individui esposti alla loro manipolazione a tutti i livelli e che non costituiscano minaccia per l'igiene e la salute dei fruitori degli spazi con essi edificati.*
- di essersi attenuto all'elenco dei materiali bioedili delle voci di capitolato di cui al computo metrico estimativo allegato al Permesso di Costruire / D.I.A., ovvero all'elenco dettagliato dei materiali bioedili adottati, suddivisi nelle varie categorie delle opere costituenti l'immobile / unità immobiliare e indicato nella relazione tecnico-illustrativa, ovvero, in caso di variazioni sull'uso dei materiali indicati nel progetto, allega alla presente una breve relazione di aggiornamento dei materiali adottati suddivisi nelle varie categorie delle opere costituenti l'immobile / unità immobiliare.

e inoltre

***ALLEGA***

- copia delle certificazioni dei materiali edilizi adottati e dei componenti costruttivi che devono risultare conformi alle norme vigenti e ai marchi CE e UI .
- copia dei certificati di prova del produttore dei materiali costruttivi adottati recanti le caratteristiche termiche .

In fede

***Grassobbio li***

***Il Direttore dei lavori***  
(Timbro e firma)

**COMUNE di GRASSOBBIO**  
**Provincia di Bergamo**

***SCHEMA RIASSUNTIVO TIPOLOGIE DI INTERVENTO***

	<b><i>Tipologia intervento</i></b>	<b><i>Classe</i></b>	<b><i>Modalità</i></b>
<b>1</b>	<b>NUOVE COSTRUZIONI CON NUOVI IMPIANTI INSTALLATI</b>	<b>CLASSE C</b>	All. A Tab. A.3 + Tab. A.1.1 e A.1.2 Rif.to art.4.2 Dgrl
<b>2</b>	<b>RISTRUTTURAZIONE INTEGRALE DI EDIFICI CON NUOVI IMPIANTI INSTALLATI</b>	<b>CLASSE C</b>	Verifica trasmittanza + All.A Tab. A.3 Oppure All.A Tab A.1.1 e A.1.2 Rif.to art.4.2 Dgrl
<b>3</b>	<b><i>CERTIFICAZIONE ENERGETICA</i></b> <b><i>In presenza di DIA o Permesso di Costruire</i></b>		
<b>3a</b>	NUOVE COSTRUZIONI	<b>CLASSE C</b>	All. A Tab. A.3 + Tab. A.1.1 e A.1.2 Rif.to art.4.2 Dgrl
<b>3b</b>	DEMOLIZIONE E RICOSTRUZIONE in ristrutturazione o in manutenzione straordinaria	<b>CLASSE C</b>	All. A Tab. A.3 + Tab. A.1.1 e A.1.2 Rif.to art.4.2 Dgrl
<b>3c</b>	RISTRUTTURAZIONE EDILIZIA di una sup. disperdente > 25% di quella riscaldata	<b>CLASSE C</b>	Verifica trasmittanza + All.A Tab. A.3 Oppure All.A Tab A.1.1 e A.1.2 Rif.to art.4.2 Dgrl
<b>3d</b>	AMPLIAMENTI VOLUMETRICI con una sup. disperdente > 20% di quella esistente 1 solo all'ampliamento se con impianto climatizzazione autonomo 2 all'esistente + ampliamento se con imp. climatizzazione centrale	<b>CLASSE C</b>	All. A Tab. A.3 + Tab. A.1.1 e A.1.2 Rif.to art.4.2 Dgrl
<b>4</b>	<b><i>MANUTENZIONE ORDINARIA</i></b> Interventi senza rispetto della classe energetica cogente ma obbligo rispetto valori trasmittanza superfici opache e rendimento impianto termico, secondo tipo d'intervento	<b>ESCLUSA</b>	Verifica trasmittanza + All.A Tab. A.3 Rif.to art.4.2 Dgrl
<b>5</b>	<b><i>MANUTENZIONE STRAORDINARIA</i></b> Interventi senza rispetto della classe energetica cogente ma obbligo rispetto valori trasmittanza superfici opache e rendimento impianto termico, secondo tipo d'intervento	<b>ESCLUSA</b>	Verifica trasmittanza + All.A Tab. A.3 Rif.to art.4.2 Dgrl
<b>6</b>	<b><i>EDIFICI ESISTENTI</i></b> Obbligo di certificazione energetica (senza rispetto della classe energetica cogente) solo nei casi dell'art.6.2 del DGRL n° 5018/07 e smi	<b>ESCLUSA</b>	Verifica trasmittanza + rendimento impianto termico
<p><b><i>OBBLIGO DI CERTIFICAZIONE NEI CASI DLL'ART.6 DEL DGRL n° 5018/07 e s.m.i.</i></b> <b><i>(senza rispetto della classe energetica cogente)</i></b>  <b><i>Dall'1.9.07</i></b> Compravendita onerosa dell'intero immobile – <b><i>Entro 1.7.09</i></b> Edifici pubblici o d'uso pubblico con sup. utile &gt;1000 m<sup>2</sup> - <b><i>Dall'1.9.07</i></b> Per accesso agli incentivi o sgravi fiscali – <b><i>Dall'1.1.08</i></b> Contratti di servizi energia in edifici nuovi o rinnovati pubblici e privati – <b><i>Dall'1.7.09</i></b> Compravendita di unità immobiliari – <b><i>Dall'1.7.10</i></b> Locazione dell'U.I. o dell'intero edificio .</p>			

ART. 30

### **Prevenzione e Protezione dall'inquinamento da gas Radon**

Gli interventi di nuova costruzione nonché gli interventi relativi al patrimonio edilizio esistente (interventi di ristrutturazione edilizia, interventi di restauro e risanamento conservativo, interventi di manutenzione straordinaria) destinati in qualsiasi modo alla permanenza di persone (abitazioni, insediamenti produttivi, commerciali, di servizio, ecc.) devono assicurare criteri e sistemi di progettazione e costruzione tali da eliminare o mitigare a livello di sicurezza l'esposizione della popolazione al gas radon. Il riferimento per tali criteri e sistemi è costituito dal Decreto Regionale DDG 12678 del 21.12.2011 – Linee guida per la prevenzione delle esposizioni a gas radon negli ambienti indoor” ed eventuali s.m.i. allegate al presente regolamento come parte integrante e sostanziale della presente norma.

La coerenza e la conformità a tali criteri e sistemi, con particolare riferimento alle “tecniche di prevenzione e mitigazione” di cui al cap. 3 delle Linee Guida, andrà certificata dal committente, progettista e direttore lavori in fase di progetto e in fase di agibilità. La verifica di efficacia delle misure adottate potrà essere effettuata mediante determinazione sulle concentrazioni residue ad intervento ultimato e prima dell'occupazione dei fabbricati.”



Regione Lombardia

---

VISTA la legge regionale 7 luglio 2008, n. 20 "Testo Unico delle Leggi Regionali in materia di Organizzazione e Personale" nonché i provvedimenti organizzativi della IX legislatura;

VISTA la legge regionale 30 dicembre 2009, n. 33 "Testo unico delle leggi sanitarie".

**DECRETA**

1. di approvare il documento "Linee guida per la prevenzione delle esposizioni al gas radon in ambienti indoor" di cui all'allegato parte integrante e sostanziale del presente provvedimento;
2. di disporre la pubblicazione del presente atto sul sito web della Direzione Generale Sanità.

IL DIRETTORE GENERALE  
DIREZIONE GENERALE SANITA'

Dr. Carlo Lucchina



# LINEE GUIDA PER LA PREVENZIONE DELLE ESPOSIZIONI AL GAS RADON IN AMBIENTI INDOOR

## INDICE

1. INTRODUZIONE.....	pag. 2
1.1 Radon e salute.....	pag. 3
1.2 Stime di rischio.....	pag. 3
1.3 Inquadramento normativo.....	pag. 4
1.4 Il radon in Italia e in Lombardia .....	pag. 4
1.5 Come si misura il radon indoor .....	pag. 7
2. IL RADON NEGLI EDIFICI .....	pag. 8
2.1 Meccanismi d'ingresso .....	pag. 8
2.2 I materiali da costruzione.....	pag. 9
2.3 Caratteristiche dell'edificio e rischio radon.....	pag.10
3. TECNICHE DI PREVENZIONE E MITIGAZIONE.....	pag.10
4. SPERIMENTAZIONI DI RISANAMENTI IN PROVINCIA DI BERGAMO.....	pag.43
5. BIBLIOGRAFIA .....	pag.48

### Hanno contribuito alla realizzazione del documento:

- Il Ministero della Salute che ha finanziato tramite un Progetto CCM 2008 la realizzazione della mappatura delle concentrazioni di radon negli edifici svoltasi nel 2009/2010;
- le Aziende Sanitarie Locali (ASL) che hanno attuato le mappature sul territorio regionale
- i cittadini delle abitazioni sottoposte alle indagini;
- ARPA Lombardia Sede Centrale e ARPA Dipartimento di Bergamo che hanno curato la progettazione della mappatura, gli aspetti analitici e l'elaborazione dei dati;
- l'ASL della Provincia di Bergamo che ha sperimentato alcune tecniche di mitigazione in edifici scolastici, con il supporto tecnico dell'Università di Architettura di Venezia (IUAV) e del Politecnico di Milano;
- il Prof. Arch. Giovanni Zannoni - Dip. di Architettura – Università di Ferrara, che con il coordinamento dell'ASL della Provincia di Bergamo, ha elaborato le schede delle tecniche di prevenzione e mitigazione.

### Il Gruppo di Lavoro Regionale è composto da:

Anna Anversa - Regione Lombardia - D.G. Sanità – UO Governo della Prevenzione e tutela sanitaria  
Silvia Arrigoni - Laboratorio radiometrico - Dipartimento di Bergamo - CRR Radon ARPA Lombardia  
Cristina Capetta - Regione Lombardia - D.G. Sanità – UO Governo della Prevenzione e tutela sanitaria  
Nicoletta Cornaggia - Regione Lombardia - D.G. Sanità – UO Governo della Prevenzione e tutela sanitaria  
Liliana D'Aloja– ASL della Provincia di Bergamo – Dipartimento di Prevenzione Medico - Area Salute e Ambiente  
Daniela De Bartolo - ARPA Lombardia - Sede Centrale  
Pietro Imbrogno – ASL della Provincia di Bergamo – Dipartimento di Prevenzione Medico - Area Salute e Ambiente  
Fabio Pezzotta - ASL della Provincia di Bergamo – Dipartimento di Prevenzione Medico - Area Salute e Ambiente  
Elena Tettamanzi – ASL di Varese – Dipartimento di Prevenzione Medico - Servizio di Igiene e Sanità Pubblica

Il documento è stato sottoposto, in data 3 novembre 2011, al confronto con ANCI Lombardia, ANCE Lombardia e gli ordini professionali.

## 1. INTRODUZIONE

La problematica del radon indoor è da anni ampiamente studiata e discussa a livello mondiale e, nel tempo, le strategie per la tutela della salute pubblica dalle esposizioni a gas radon sono state modulate in relazione alle conoscenze scientifiche all'epoca note.

Nel passato, infatti, l'attenzione era posta sulla riduzione delle esposizioni a concentrazione di gas radon elevati. In effetti le stime di rischio di contrarre un tumore polmonare erano basate, fino a pochi anni fa, principalmente su studi epidemiologici che coinvolgevano gruppi di lavoratori di miniere sotterranee di uranio caratterizzate da valori molto alti di concentrazione di gas radon.

L'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC), organizzazione tecnico scientifica dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS), già dagli anni 90', ha classificato il gas radon tra i cancerogeni accertati del gruppo I, per i quali vi è massima evidenza di cancerogenicità, fornendo indicazioni circa la necessità di intervenire sulle concentrazioni elevate di gas radon.

Tali informazioni, estrapolate per valori di concentrazione più bassi, hanno permesso l'emanazione delle prime Direttive Europee e del D. Lgs 241/00 che ha introdotto, in Italia, la regolamentazione del rischio radon nei luoghi di lavoro.

A seguito delle incertezze legate all'utilizzo di tali studi epidemiologici effettuati sui lavoratori delle miniere, in anni recenti, sono stati condotti numerosi studi epidemiologici - e resi pubblici i relativi risultati - il cui obiettivo era quello di studiare l'effetto delle concentrazioni di gas radon notevolmente più basse rispetto a quelle rinvenibili negli ambienti già studiati e caratterizzati da valori elevati di concentrazioni di gas radon.

I risultati di questi recenti studi epidemiologici dimostrano che l'esposizione al gas radon nelle abitazioni determina un aumento statisticamente significativo dell'incidenza di tumore polmonare e che tale aumento è proporzionale al livello di concentrazione di gas radon negli ambienti confinati.

Tali studi hanno permesso di stimare che - su un periodo di osservazione di 25-35 anni - si ha un aumento del rischio relativo di sviluppare tumore polmonare del 10-16% per ogni 100 bequerel per metro cubo ( $Bq/m^3$ ) di concentrazione di gas radon.

E' stata anche dimostrata una forte sinergia (effetto moltiplicativo) tra esposizione al radon e abitudine al fumo da tabacco, a causa della quale il rischio dovuto all'esposizione al radon è molto più alto (circa 25 volte) per i fumatori che per i non fumatori. Tali studi hanno anche confermato che non è possibile individuare un valore soglia di concentrazione di gas radon nelle abitazioni al di sotto del quale il rischio sia considerabile nullo; infatti anche per esposizioni prolungate a concentrazioni medio o basse di radon, ovvero concentrazioni non superiori a  $200 Bq/m^3$ , si assiste ad un incremento statisticamente significativo del rischio di contrarre la malattia.

Sulla base di queste evidenze scientifiche, si sta sviluppando a livello nazionale ed internazionale un nuovo approccio - a cui Regione Lombardia con questo documento si allinea - finalizzato a ridurre i rischi connessi all'esposizione al gas radon in ambienti confinati. Tale approccio non è più orientato esclusivamente all'abbattimento dei valori più elevati di concentrazione di radon - la cui riduzione puntuale è comunque da perseguire attraverso interventi di bonifica - ma orientato a promuovere interventi finalizzati anche al decremento delle concentrazioni medio/basse di radon - tenendo conto del rapporto costo/benefico - sia attraverso l'applicazione di tecniche di prevenzione *ex ante* (edifici di nuova realizzazione) sia attraverso tecniche prevenzione *ex post* (bonifica su edifici esistenti).

Queste linee guida intendono rappresentare uno strumento operativo per i Comuni, per i progettisti e per i costruttori di edifici e mirano a fornire indicazioni e suggerimenti riguardanti la realizzazione di nuovi edifici radon-resistenti e le azioni per ridurre l'esposizione al gas radon nel caso di edifici esistenti, anche in sinergia con gli interventi finalizzati al risparmio energetico.

Le evidenze scientifiche rilevano l'opportunità di intervenire sin dalla progettazione dell'edificio, attraverso sistemi che prevedano la riduzione sia dell'ingresso del gas radon nell'abitazione che la sua concentrazione negli ambienti chiusi al fine di contenere l'esposizione dei suoi abitanti al gas. Tali interventi possono essere anche realizzati durante interventi di manutenzione straordinaria che prevedano il coinvolgimento dell'interfaccia suolo-edificio.

Le azioni proposte per la mitigazione, se previste *in fase di cantiere*, hanno un impatto economico ancor più limitato rispetto ad opere di bonifica da intraprendere in edifici già ultimati; in ogni caso considerando il rapporto costo/beneficio, sono giustificati anche interventi finalizzati alla riduzione di concentrazioni di radon medio-basse, e non solo alla riduzione dei valori più elevati.

Le indicazioni operative illustrate fanno riferimento ai seguenti documenti:

- Rischio di tumore polmonare attribuibile all'esposizione al radon nelle abitazioni nelle regioni Italiane. Primo rapporto sintetico. CCM - Ministero della Salute. 2010
- Raccomandazione sull'introduzione di sistemi di prevenzione dell'ingresso del radon in tutti gli edifici di nuova costruzione del Sottocomitato Scientifico del progetto CCM "Avvio per Piano Nazionale Radon per la riduzione del rischio di tumore polmonare in Italia". 2008

## 1.1 Radon e salute

Il radon è un gas nobile radioattivo, incolore ed inodore, derivante dal decadimento radioattivo dell'uranio, presente naturalmente nelle rocce e nei suoli quasi ovunque, con concentrazioni variabili a seconda della tipologia di roccia. Per esempio, rocce come lave, tufi, pozzolane e graniti, essendo più ricche d'uranio possono presentare e rilasciare maggiori quantità di radon rispetto ad altri tipi di rocce.

Essendo il radon un gas nobile, può liberamente muoversi attraverso le porosità del materiale e raggiungere l'aria in superficie. Il grado di emanazione del radon dal suolo non dipende solamente dalla concentrazione dell'uranio nelle rocce, ma anche dalla particolare struttura del terreno stesso. Tanto maggiori sono gli spazi interstiziali presenti nei minerali e le fessurazioni delle rocce che compongono il terreno, tanto più radon sarà liberato nell'aria dal sottosuolo. Nell'aria esterna non raggiunge mai concentrazioni significative e pertanto il rischio di esposizione delle persone è estremamente basso.

Tuttavia se il gas radon entra in un ambiente chiuso, quale un'abitazione o un luogo di lavoro, a causa del limitato ricambio d'aria, questo può raggiungere concentrazioni in aria rilevanti e tali da esporre la popolazione a rischi per la salute.

Come già detto, attualmente gli studi scientifici confermano che il radon è la seconda causa di tumore ai polmoni dopo il fumo per molti paesi del mondo. È inoltre stato verificato che vi è una maggior probabilità di induzione di tumore al polmone per persone che fumano o che hanno fumato in passato, rispetto a coloro che non hanno mai fumato durante la loro vita e in ogni caso, che il radon è la prima causa di tumore al polmone per i non fumatori. In particolare, recenti studi sul tumore al polmone in Europa, Nord America e Asia ne attribuiscono al radon una quota di casi che va dal 3% al 14%. Gli studi indicano che il rischio del tumore al polmone aumenta proporzionalmente con l'aumentare dell'esposizione al radon. Tuttavia, essendo un numero molto alto di persone esposto a concentrazioni medio basse, ne deriva che la maggior parte dei tumori al polmone correlati al radon, sono causati da livelli di concentrazione medio - bassi piuttosto che da alti.

## 1.2 Stime di rischio

Il rapporto *"Rischio di tumore polmonare attribuibile all'esposizione al radon nelle abitazioni nelle regioni italiane. Primo rapporto sintetico"* elaborato dall'Istituto Superiore di Sanità (ISS) nell'ambito del progetto Centro Controllo Malattie (CCM) Avvio del Piano Nazionale Radon per la riduzione del rischio di tumore polmonare in Italia ha stimato i rischi associati all'esposizione al radon in Italia.

Per la stima del numero di casi di tumore polmonare attribuibili al radon, sono stati utilizzati i seguenti dati:

- Un eccesso di rischio relativo (ERR) del 16% per ogni 100 Bq /m<sup>3</sup> di incremento di concentrazione di radon media su un tempo di esposizione di circa 30 anni, come valutato dall'analisi degli studi epidemiologici condotti in Europa (Darby et al, 2005);
- Dati ISTAT del 2002 di mortalità per tumore polmonare;
- Medie regionali di concentrazione di radon nelle abitazioni derivate dall'indagine nazionale sulla radioattività naturale nelle abitazioni (Bochicchio et al, 2005).

Nella Tabella 1 è illustrata la situazione relativa al numero di casi di tumore polmonare per anno (*casi osservati*) nelle Regioni Italiane. L'ISS ha quindi stimato il numero dei casi per anno attribuibili all'esposizione al radon nelle abitazioni e la loro prevalenza rispetto al totale dei casi osservati.

Per la Lombardia, lo studio ISS evidenzia che il 15% dei casi annui osservati di tumore al polmone sia da attribuire all'esposizione a gas radon indoor.

Regione	Casi osservati	Numero di casi stimati			Percentuale dei casi osservati		
		Stima puntuale	Intervallo di confidenza (95%)		Stima puntuale	Intervallo di confidenza (95%)	
Abruzzo	558	49	16	88	9%	3%	16%
Basilicata	219	10	3	19	5%	1%	9%
Calabria	665	26	8	48	4%	1%	7%
Campania	2 822	372	128	642	13%	5%	23%
Emilia - Romagna	2 886	190	62	346	7%	2%	12%
Friuli - Venezia Giulia	775	106	37	182	14%	5%	23%
Lazio	3 121	499	175	841	16%	6%	27%
Liguria	1 212	69	23	128	6%	2%	11%
Lombardia	5 718	862	301	1 464	15%	5%	26%
Marche	764	34	11	63	4%	1%	8%
Molise	108	7	2	13	6%	2%	12%
Piemonte	2 816	280	94	496	10%	3%	18%
Puglia	1 706	131	43	237	8%	3%	14%
Sardegna	746	69	23	124	9%	3%	17%
Sicilia	2 054	109	35	201	5%	2%	10%
Toscana	2 231	159	52	289	7%	2%	13%
Trentino - Alto Adige	401	35	12	62	9%	3%	16%
Umbria	455	39	13	69	8%	3%	15%
Valle d'Aosta	69	5	1	8	7%	2%	12%
Veneto	2 808	238	79	428	8%	3%	15%
<b>Italia</b>	<b>32 134</b>	<b>3 237</b>	<b>1 087</b>	<b>5 730</b>	<b>10%</b>	<b>3%</b>	<b>18%</b>

Tabella 1: Rischio di tumore polmonare attribuibile all'esposizione al radon nelle abitazioni nelle regioni italiane. Fonte ISS

### 1.3 Inquadramento normativo

Diversi sono i documenti e le raccomandazioni prodotte dagli organismi internazionali, quali l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS – WHO) e l'International Commission for Radiological Protection (ICRP) che forniscono indicazioni, metodologie e livelli di riferimento per affrontare la problematica del radon indoor, sia per esposizioni residenziali che per esposizioni lavorative.

Un riferimento importante in Europa è costituito dalla raccomandazione della Comunità Europea 90/143/Euratom, che indica il valore di concentrazione in aria oltre cui intraprendere azioni di risanamento per le abitazioni esistenti - pari a  $400 \text{ Bq/m}^3$  - e l'obiettivo a cui tendere per le nuove edificazioni pari a  $200 \text{ Bq/m}^3$ .

Attualmente è in discussione a livello europeo una revisione della direttiva citata (*2010\_02\_24\_draft\_euratom\_basic\_safety\_standards\_directive*) che, al momento, indica quali livelli di concentrazione di radon in ambienti chiusi da considerare:

- $200 \text{ Bq/m}^3$  per le nuove abitazione e i nuovi edifici con accesso di pubblico;
- $300 \text{ Bq/m}^3$  per le abitazioni esistenti;
- $300 \text{ Bq/m}^3$  per edifici esistenti con accesso di pubblico, tenuto conto che nel periodo di permanenza la media dell'esposizione non deve superare i  $1000 \text{ Bq/m}^3$ .

Per quanto riguarda i luoghi di lavoro, nella proposta di revisione della direttiva, si indica un valore medio annuale di concentrazione pari a  $1000 \text{ Bq/m}^3$ ; in Italia, attualmente, il livello di azione per i luoghi di lavoro è definito dal D. Lgs 230/95 che, a differenza di quanto accade per le abitazioni, prevede dall'anno 2000 norme specifiche per la tutela dei lavoratori e della popolazione dall'esposizione al radon negli ambienti di lavoro.

Si rammenta che già nel 1991 Regione Lombardia aveva emanato la circolare n. 103/SAN, che anticipava alcune misure di prevenzione e di cautela nei confronti della esposizione a radon negli ambienti di lavoro interrati e seminterrati.

Il D. Lgs 230/95 ha introdotto la valutazione e il controllo dei livelli di esposizione dei lavoratori alla radioattività naturale, individuando alcune tipologie di luoghi di lavoro quali catacombe, tunnel, sottovie e tutti i luoghi di lavoro sotterranei, nei quali i datori di lavoro hanno l'obbligo di effettuare misure e valutazioni. Il livello di riferimento, espresso come concentrazione media annua di radon in aria, corrisponde a  $500 \text{ Bq/m}^3$ , oltre il quale il datore di lavoro deve intervenire con più approfondite valutazioni, anche in relazione ai tempi di permanenza dei lavoratori nei locali indagati, ed eventualmente con azioni di bonifica. Il Decreto citato attribuisce anche compiti alle regioni e province autonome di Trento e Bolzano che devono eseguire una mappatura del territorio e individuare le zone in cui la presenza di radon indoor è più rilevante, nelle quali sarà obbligatorio effettuare misure e interventi in tutti i luoghi di lavoro, anche in superficie. Una prima individuazione delle aree suddette doveva essere effettuata entro il 31 agosto 2005, tuttavia non è stata costituita la commissione interministeriale nazionale che avrebbe dovuto stabilire le linee guida per le metodologie di mappatura ed a definire le modalità di misura della concentrazione di radon indoor.

Le Regioni si sono comunque attivate con campagne di misura nei rispettivi territori e nel 2003 hanno prodotto un documento sulle misure di radon nei luoghi di lavoro sotterranei, che tuttora rappresenta un punto di riferimento per i soggetti interessati (cfr. paragrafo 1.5).

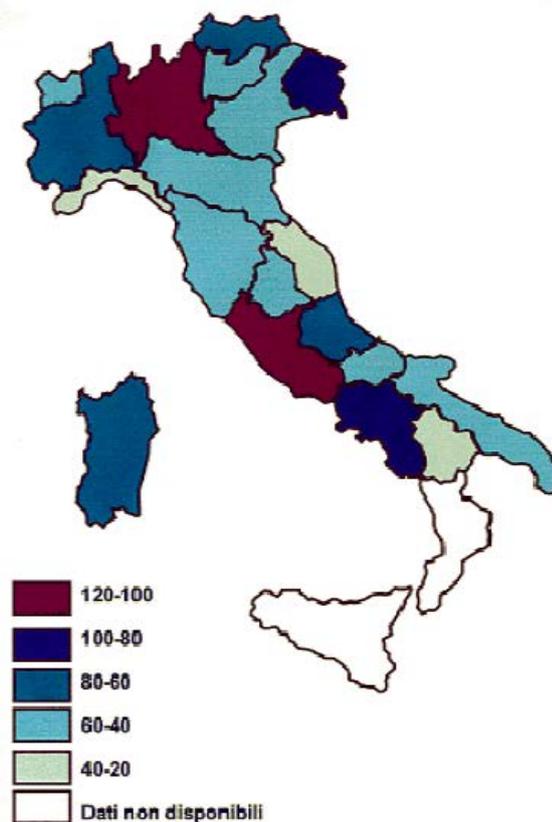
### 1.4 Il radon in Italia e in Lombardia

In Italia, nel periodo 1989-1991, è stata condotta una campagna di misura del radon indoor su tutto il territorio nazionale, promossa dall'Istituto Superiore di Sanità (ISS) e dall'ENEA DISP – oggi ISPRA, allo scopo di valutare l'esposizione della popolazione al radon all'interno delle abitazioni.

La prima mappatura nazionale 1989 – 1991 (Figura 1) ha portato a stimare una media nazionale di concentrazione di radon indoor pari a  $70 \text{ Bq/m}^3$ .

In Lombardia, la media regionale è risultata pari a  $116 \text{ Bq/m}^3$  e le maggiori concentrazioni di radon sono state rilevate in provincia di Milano (area nord-est), in provincia di Bergamo e di Sondrio; la prevalenza di abitazioni con concentrazioni di radon superiori a  $400 \text{ Bq/m}^3$  è stata stimata essere attorno al 2.5%.

Figura 1: Livelli medi regionali di concentrazione di radon indoor ( $\text{Bq/m}^3$ ) misurati nella campagna nazionale 1989-1991. Fonte: Bochicchio (1994)



Successivamente, Regione Lombardia ha approfondito, a più riprese, le indagini territoriali (campagne di mappatura e monitoraggio 2003/2004 e 2009/2010) al fine di meglio conoscere la distribuzione del fenomeno sul territorio.

I punti di misura sono stati scelti in modo tale che il campione risultasse il più omogeneo possibile e, nello specifico, si è stabilito di scegliere per le rilevazioni, solo locali posti al piano terreno, adibiti ad abitazione, collocati in edifici costruiti o ristrutturati dopo il 1970, preferibilmente con cantina o vespaio sottostante e con volumetrie non superiori a  $300 \text{ m}^3$ . Le misurazioni sono state effettuate impiegando una tecnica *long-term* mediante i rilevatori a tracce di tipo CR-39, posizionati nei punti di interesse per due semestri consecutivi.

Dalle elaborazioni dei dati di concentrazioni medie annuali di radon nei 3650 locali in cui sono state effettuate le misurazioni è risultato che:

- ✓ la distribuzione del radon nelle abitazioni lombarde è disomogenea: i valori più alti si registrano in zone situate nella fascia nord della regione, nelle province di Sondrio, Bergamo, Varese, Lecco, Como e Brescia, mentre nell'area della pianura padana la presenza di radon è molto bassa;
- ✓ i valori medi annuali di concentrazione di radon nelle abitazioni sono risultati compresi nell'intervallo  $9 - 1796 \text{ Bq/m}^3$ ; la media aritmetica regionale è di  $124 \text{ Bq/m}^3$ ,
- ✓ il 15 % dei locali indagati presenta valori superiori a  $200 \text{ Bq/m}^3$  e il 4,3% (pari a 160 locali) presenta valori superiori a  $400 \text{ Bq/m}^3$ ;

I risultati sono complessivamente coerenti con quelli dell'indagine nazionale svoltasi nel 1989-1991.

Considerando i risultati di un'ulteriore indagine svoltasi negli anni 2009-2010 e di tutte le indagini precedenti e omogenee per modalità e tipologia, sono state effettuate elaborazioni allo scopo di ottenere delle mappe di previsione della concentrazione di radon indoor al piano terra.

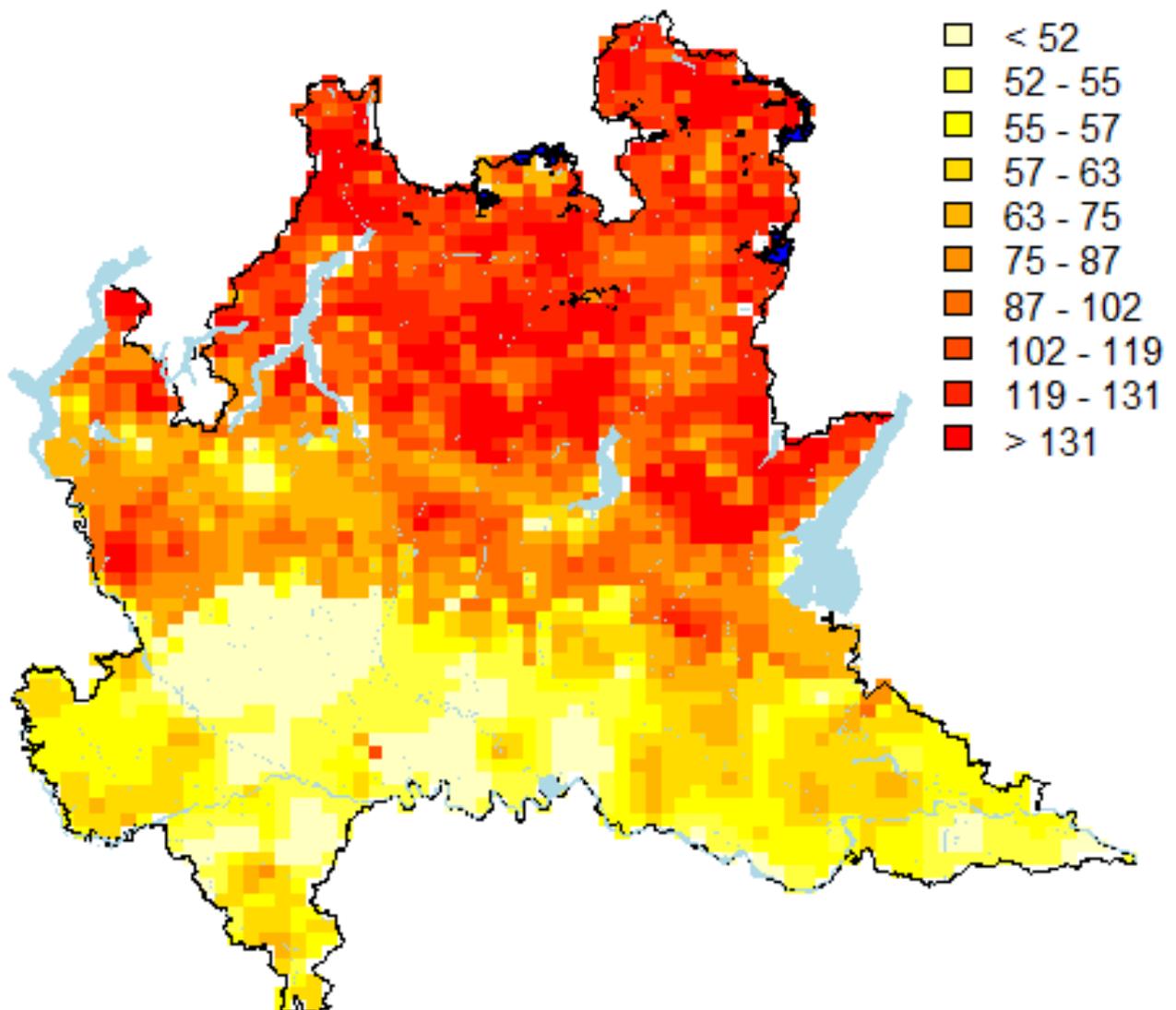
A questo scopo è stato utilizzato un approccio di tipo geostatistico e di previsione spaziale che permette di prevedere il valore di concentrazione di radon indoor in un punto dove non sia stata effettuata la misurazione, tenendo conto dei dati a disposizione, della correlazione presente e della caratterizzazione geologica del territorio.

Viene di seguito presentata (Figura 2) la mappa della Regione Lombardia ottenuta con l'approccio sopra descritto, che mostra in continuo l'andamento medio della concentrazione di radon indoor al piano terra.

Da osservare che i valori di concentrazione più bassi si trovano nella parte meridionale della regione, costituita da litologie come morene e depositi fini; valori medio alti si osservano invece nella fascia di transizione tra la Pianura Padana e la parte di montagna, caratterizzata da depositi alluvionali molto permeabili, che proprio per questa caratteristica permettono maggiori fuoriuscite di radon dal suolo.

Occorre tuttavia sottolineare che la concentrazione di radon indoor, oltre che dalle caratteristiche geomorfologiche del sottosuolo, è strettamente dipendente dalle caratteristiche costruttive, dai materiali utilizzati, dalle modalità di aerazione e ventilazione, nonché dalle abitudini di utilizzo della singola unità immobiliare. Anche questi fattori devono pertanto essere presi in considerazione per avere un quadro completo che consenta di valutare a priori la possibilità di riscontrare valori elevati di concentrazione di radon indoor, in una specifica unità immobiliare.

Figura 2: Mappa dell'andamento medio della concentrazione di radon indoor al piano terra ottenuta con l'approccio previsionale geostatistico (i valori sono espressi in Bq/m<sup>3</sup>)



### 1.5 Come si misura il radon indoor

Le misure di concentrazione di radon in aria indoor sono essenziali per valutare l'esposizione delle persone che frequentano o abitano i locali; tali misurazioni sono relativamente semplici da realizzare, ma devono essere realizzati secondo protocolli standardizzati affinché i risultati siano affidabili, confrontabili e riproducibili.

Una indicazione in tale senso, che può essere presa a riferimento, è fornita dalle "Linee guida per le misure di concentrazione di radon in aria nei luoghi di lavoro sotterranei", (adottate dal Coordinamento delle Regioni e delle Province autonome di Trento e Bolzano nel febbraio 2003) che illustra le modalità di esecuzione delle misure annuali nei luoghi di lavoro previste dal D. Lgs 241/00.

Tale documento fornisce inoltre alcune indicazioni sugli "organismi idoneamente attrezzati", cioè gli enti, privati o pubblici, ai quali può essere affidata l'esecuzione di misure di radon indoor; a garanzia della capacità tecnica di tali enti è consigliabile pertanto richiedere documentazione attestante la taratura periodica della strumentazione utilizzata e l'esecuzione di controlli di qualità, nonché la partecipazione a circuiti di interconfronto comprovanti l'esito positivo.

E' necessario seguire alcuni criteri al fine di misurare la concentrazione di gas radon in ambienti chiusi ed adibiti ad attività con permanenza continua di persone ( es. strutture sanitarie socio sanitarie, scuole di ogni ordine e grado, edifici residenziali, luoghi di lavoro anche non soggetti agli obblighi del D.Lgs. 241/00) e conseguentemente valutare la necessità/opportunità per avviare soluzioni tecniche per ridurre la concentrazione di radon.

Le tipologie disponibili sono i rivelatori a tracce, gli elettretti, i rivelatori a carbone attivo, i rivelatori ad integrazione elettronica e il monitor in continuo che si differenziano per il tipo di informazione fornita: alcuni rivelatori misurano la concentrazione media di radon del periodo misurato, altri permettono di monitorare l'andamento temporale della concentrazione di radon, in genere su tempi più limitati.

Una distinzione tra le tipologie si basa sulla durata della misurazione: si definiscono *short term*, cioè a breve termine, le rilevazioni che effettuano misure di qualche giorno e *long term* quelle su lungo periodo (almeno qualche mese).

Le misure *short-term* sono adatte a dare una prima e immediata indicazione sulla concentrazione di gas presente in un ambiente, con il limite che tale concentrazione si riferisce al solo periodo di effettuazione della misura e quindi fortemente influenzata dai numerosi parametri, soprattutto meteorologici e stagionali; si dovrebbe infatti evitare di eseguire misure di questo tipo in condizioni particolari (per es. in presenza di forte vento, piogge intense e prolungate, ghiaccio...). Questo tipo di misurazione deve comunque essere eseguita generalmente in condizioni peggiorative, con riduzione di ricambi d'aria e degli accessi ai locali, in modo da consentire la rilevazione delle concentrazioni massime presenti. Le misure *short-term* sono utili quando si vuole conoscere l'efficacia di interventi di mitigazione con misure *ex ante* ed *ex post* e quelle effettuate con monitor in continuo sono utilmente impiegate per fornire informazioni quantitative e di efficacia sulle variazioni temporali delle concentrazioni di radon in un ambiente quando siano stati attivati sistemi di ricambio d'aria che necessitano di temporizzazione.

Le misurazioni a lungo termine, eseguite in normali condizioni di utilizzo e di ventilazione dei locali, sono quelle più adatte a determinare la concentrazione di radon presente in un ambiente.

Per valutare la concentrazione media annua di radon in un locale, è preferibile quindi eseguire due misure semestrali consecutive, una in periodo invernale ed una in periodo estivo al fine di tener conto della variabilità stagionale e delle diverse condizioni meteorologiche.

La scelta del metodo di misura deve quindi essere fatta in funzione dell'obiettivo, del tipo di informazione desiderata e del tempo a disposizione.

In Tabella 2 vengono indicate le principali tipologie dei dispositivi in uso per la misura della concentrazione di radon e le loro caratteristiche; la Tabella 3 fornisce ulteriori informazioni circa gli utilizzi di tali dispositivi.

Tabella 2 – Rivelatori di gas radon in aria e loro caratteristiche

Rivelatore	Tipo	Durata tipica del campionamento	Costo stimato/misura
1) a tracce	passivo	3- 6 mesi	da 20 a 70 euro
2) a carbone attivo	passivo	2-7 giorni	da 20 a 70 euro
3) elettretre	passivo	5 giorni - 1 anno	da 70 euro
4) ad integrazione elettronica	attivo	2 giorni – anni	circa 300 euro
5) monitor in continuo	attivo	1 ora – anni	da 120 euro

Tabella 3 - Principali metodi e dispositivi in uso per misure di radon in ambienti residenziali (fonte OMS)

Obiettivo	Tipo di misura	Dispositivo
Test preliminare	Campionamento breve	5 3 2
Valutazione dell'esposizione	Campionamento di lunga durata/integrazione nel tempo	1 3 5 4
Controllo durante e dopo azioni di risanamento	Monitoraggio in continuo	5

## 2. IL RADON NEGLI EDIFICI

### 2.1 Meccanismi di ingresso

La principale sorgente di radon negli edifici è il suolo, in particolare nelle aree in cui si sono riscontrati valori di concentrazioni elevati negli edifici.

Spesso lo strato superiore del terreno è scarsamente permeabile costituendo una barriera per la risalita del radon nell'edificio, tuttavia la penetrazione delle fondamenta nel terreno può creare canali privilegiati di ingresso del gas all'interno degli edifici.

La risalita del gas radon dal suolo verso l'interno dell'edificio avviene per effetto della lieve depressione, causata essenzialmente dalla differenza di temperatura tra interno ed esterno dell'edificio, in cui viene a trovarsi l'interno dell'edificio rispetto all'esterno per fenomeni quali l'"effetto camino" (Figura 3) e l'"effetto vento" (Figura 4); tale depressione provoca un "risucchio" dell'aria esterna, anche dal suolo, verso l'interno dell'edificio.

Il fenomeno è più significativo quanto maggiore è la differenza di temperatura tra interno ed esterno dell'edificio.

La differenza di pressione può essere amplificata dalla presenza di venti forti e persistenti, i quali investendo l'edificio direzionalmente, possono creare forti pressioni sulle pareti investite e depressioni su quelle non investite, accentuando il "richiamo" di aria dal suolo verso l'interno dell'edificio ("effetto vento").

A causa della dipendenza dalle differenze di temperatura e di velocità dell'aria, la concentrazione di radon indoor è variabile a seconda delle condizioni meteorologiche e può presentare sensibili variazioni sia giornaliere che stagionali.

Figura 3: effetto camino

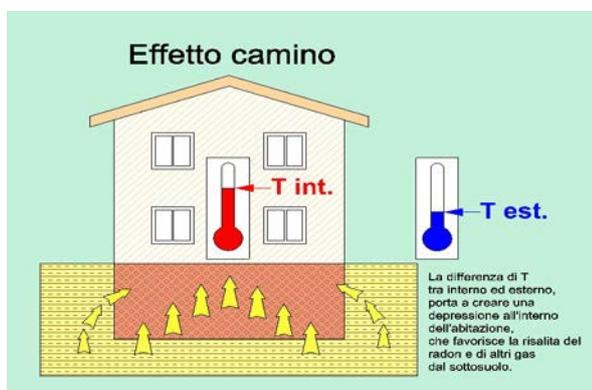
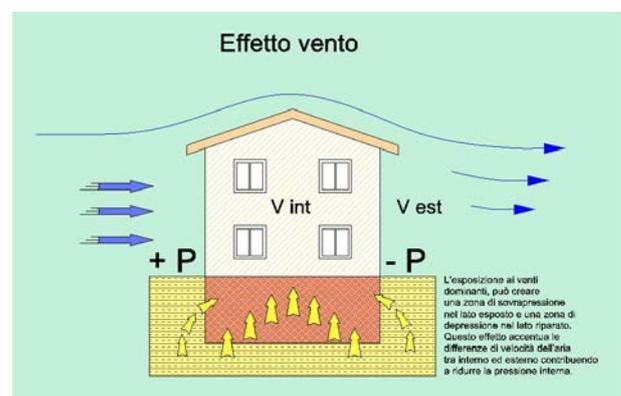


Figura 4: effetto vento



Il radon tende a diminuire rapidamente con l'aumento della distanza degli ambienti abitati dal suolo; si avranno quindi normalmente concentrazioni di gas radon più elevati nei locali interrati o seminterrati rispetto locali posti a piani rialzati.

La differenza di pressione può essere inoltre accentuata da fattori quali:

- impianti di aspirazione (cappe delle cucine, aspiratori nei bagni, etc.) senza un sufficiente approvvigionamento di aria dall'esterno;
- presenza di canne fumarie senza prese d'aria esterna;
- mancanza di sigillatura delle tubazioni di servizio.

Figura 5: vie d'accesso per il radon



## 2.2 I materiali da costruzione

Anche alcuni materiali da costruzione possono essere causa di un significativo incremento delle concentrazioni di gas radon all'interno dell'edificio, a causa del loro contenuto di radionuclidi di origine naturale.

I materiali che possono costituire una sorgente significativa di radon indoor sono quelli caratterizzati da un elevato contenuto di Radio- 226 (precursore del radon) e da un'elevata permeabilità al gas.

La Commissione Europea ha emanato un documento "Radiological Protection Principles Concerning the Natural Radioactivity of Building Materials" che indica che i materiali da costruzione non dovrebbero contribuire al superamento di concentrazione di gas radon pari a  $200 \text{ Bq/m}^3$  negli edifici.

Numerosi sono gli studi che hanno approfondito tale tematica; le misurazioni del contenuto di Radio - 226 nei materiali lapidei italiani hanno mostrato valori di attività specifica che vanno da meno di  $1 \text{ Bq/kg}$  a qualche centinaio di  $\text{Bq/kg}$ . In campioni di tipo sedimentario, come i travertini, si sono riscontrate le concentrazioni più basse, invece valori più elevati sono stati osservati nei graniti e nelle sieniti ( $250\text{-}350 \text{ Bq/kg}$  di Radio 226).

Un recente studio italiano ha misurato la radioattività naturale di circa 80 campioni di materiali da costruzione comunemente usati in Italia; da tale rilevazione è emerso che sono numerosi i materiali che hanno un indice di rischio eccedente i valori di riferimento indicati dalla Commissione Europea. Tale indice di rischio è tuttavia da correlare alle proprietà del materiale ed al suo uso; lo studio infatti ha evidenziato che i materiali basaltici e i composti ceramici avevano valori di emanazione di radon più elevati rispetto ad altri materiali con i medesimi indici di rischio.

Un più recente studio condotto a livello europeo ha determinato i livelli di radioattività naturale di materiali edilizi provenienti da numerosi paesi europei ed ha valutato che numerosi sono quelli che superano i valori indicati dalla Commissione Europea; le misurazioni confermano una elevata concentrazione di radionuclidi naturali nelle pietre di origine vulcanica e di origine metamorfica.

### 2.3 Caratteristiche dell'edificio e rischio radon

I principali punti attraverso i quali l'aria carica di gas radon riesce a penetrare dal suolo nell'edificio sono le aperture, le fessurazioni, i giunti o le superfici particolarmente permeabili.

A parità di presenza di radon nel suolo e di differenza di pressione interno – esterno, l'effettiva concentrazione del gas radon è fortemente influenzata dalle caratteristiche tecniche dell'abitazione così come dalle sue caratteristiche di fruizione e di gestione (Tabella 4).

Tabella 4: fattori che facilitano la presenza di radon indoor

Caratteristiche dell'edificio che aumentano la probabilità di ingresso di radon	
Scavo di fondazione	- effettuato minando la roccia - in area di riempimento, su ghiaia o sabbia - in terreni di fondazione con crepe o molto permeabili, anche se al di fuori delle aree a rischio radon
Attacco a terra	- contatto diretto del primo solaio e/o di alcune pareti con il terreno - mancanza di vespaio areato
Superfici permeabili	- pavimenti naturali in terra battuta, ciotoli, ecc. - solai in legno - pareti in forati - muratura in pietrisco
Punti di infiltrazione	- fori di passaggio cavi e tubazioni - giunti o fessurazioni in pavimenti e pareti - pozzetti ed aperture di controllo - prese elettriche nelle pareti della cantina - camini, montacarichi, etc.
Distribuzione spazi	- locali interrati o seminterrati adibiti ad abitazione - presenza di scale aperte che conducono alla cantina
Fruizione	- nulla o scarsa ventilazione dei locali interrati - scarsa ventilazione dei locali abitati - lunga permanenza in locali interrati o seminterrati

### 3. TECNICHE DI PREVENZIONE E MITIGAZIONE

Il fattore su cui è più immediato e semplice intervenire per ridurre le esposizioni al gas radon nelle abitazioni è quello legato alla tipologia e alla tecnologia costruttiva dell'edificio.

Le tecniche di controllo dell'inquinamento indoor da gas radon possono essere schematicamente riassunte in:

- **barriere impermeabili** (evitare l'ingresso del radon all'interno degli edifici con membrane a tenuta d'aria);
- **depressione alla base dell'edificio** (intercettare il radon prima che entri all'interno degli edifici aspirandolo per espellerlo poi in atmosfera);
- **pressurizzazione alla base dell'edificio** (deviare il percorso del radon creando delle sovrappressioni sotto l'edificio per allontanare il gas).

#### Barriere impermeabili

Si tratta di una tecnica applicabile prevalentemente nella nuova edificazione ma adattabile anche in edifici esistenti e consiste nello stendere sull'intera superficie dell'attacco a terra dell'edificio una membrana impermeabile che separi fisicamente l'edificio dal terreno. In questo modo il gas che risalirà dal suolo non potrà penetrare all'interno dell'edificio e devierà verso l'esterno disperdendosi in atmosfera (Figura 6).

E' una tecnica che già viene normalmente eseguita in diversi cantieri allo scopo di evitare risalite dell'umidità capillare dal terreno. Spesso tuttavia la membrana viene posta solo sotto le murature (membrana tagliamuro per evitare il rischio di umidità sulle murature a piano terra) ma per essere efficace anche nei confronti del gas radon deve essere posata su tutta l'area su cui verrà realizzato l'edificio.

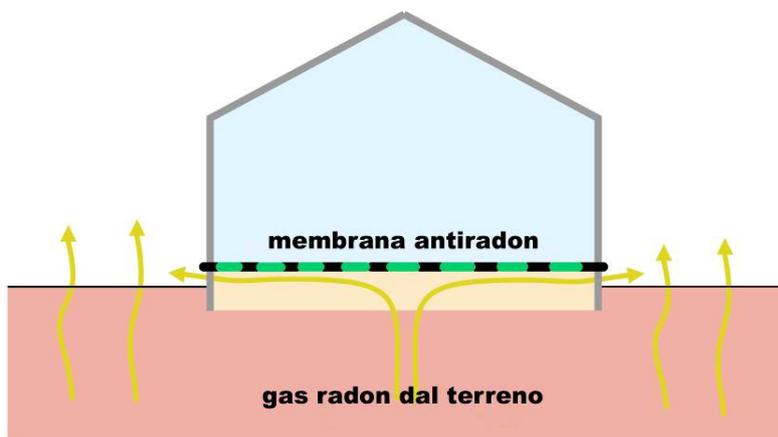


Figura 6: una membrana impermeabile antiradon di separazione fra l'attacco a terra e l'edificio è un sistema efficace nei confronti dell'ingresso del radon nelle abitazioni, purché attentamente posata.

In commercio sono disponibili numerose membrane "antiradon"; è opportuno tuttavia evidenziare che anche una membrana impermeabile (bituminosa, PVC, ecc.) fornisce adeguate prestazioni, specie se del tipo "barriera al vapore" e sottolineare che la posa in opera riveste un ruolo determinante sull'efficacia della barriera. Va ricordato infatti che il radon non fuoriesce dal terreno in pressione, ma viene richiamato dalla leggera depressione che si crea all'interno dell'edificio ed è quindi sufficiente ostacolare questo leggero flusso di gas con una barriera sintetica.

Particolare attenzione deve però essere posta alla posa in opera della membrana, evitando qualsiasi tipo di bucatura o lacerazione che potrebbe risultare poco importante nell'arrestare la risalita nell'edificio dell'umidità ma sicuramente più critica per quanto riguarda il radon. Per questo motivo il suggerimento è quello di posare innanzitutto una striscia di membrana al di sotto delle murature portanti facendola risvoltare in parte sul piano orizzontale di calpestio. Una volta completata l'esecuzione delle murature, e poco prima della posa dello strato isolante, oppure del getto del massetto impiantistico o di altro strato di completamento, sarà posata la membrana sull'intera superficie sovrapponendola per una quindicina di centimetri con la parte sporgente della membrana tagliamuro e sigillando o incollando i lembi sovrapposti. In questo modo si limiterà al minimo il calpestamento della membrana e il rischio di rotture (Figura 7).

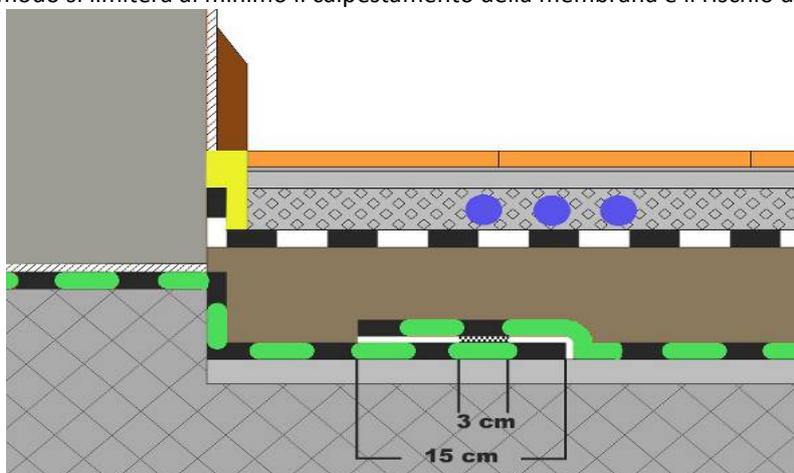


Figura 7: la membrana posta sulla superficie orizzontale andrà sovrapposta per circa 15 cm sulla membrana tagliamuro e sigillata o incollata per una perfetta tenuta all'aria.

### Depressione alla base dell'edificio

È una tecnica basata sull'aspirazione del gas prima che possa trovare un percorso verso l'interno dell'edificio e che si realizza creando una depressione d'aria al di sotto o in prossimità dell'edificio tramite un ventilatore di adeguata potenza. Questo sistema di mitigazione può essere realizzato in diversi modi in funzione della tipologia della costruzione (in particolare dell'attacco a terra) e a seconda che si intervenga su edifici esistenti o di nuova costruzione.

I punti di aspirazione, di cui in seguito verranno illustrate le modalità esecutive, possono essere anche più di uno in funzione della dimensione del fabbricato e tenendo conto che, in linea di massima, l'efficacia di questo intervento si esplica all'interno di un raggio di 6-8 metri dal punto di aspirazione.

In caso di **edifici esistenti** l'aspirazione che mette in depressione la base dell'edificio può essere effettuata:

- direttamente nel terreno al di sotto o al perimetro dell'edificio in caso di costruzioni il cui solaio a terra poggia direttamente sul terreno senza alcuna intercapedine, vespaio, locale interrato e seminterrato o altri volumi fra locali abitati e terreno. In pratica si tratta di intercettare, con un sistema di aspirazione, le fratture, i vuoti, le

porosità attraverso le quali il gas trova un agevole percorso di risalita e in questi punti creare un risucchio che devii il percorso del gas canalizzandolo verso l'esterno dell'edificio.

Laddove al piano terra siano presenti locali di servizio (autorimesse, cantine, lavanderie) sarà possibile effettuare uno scavo al centro dell'edificio e canalizzare il gas all'esterno (Figura 8).

Se le finiture interne o le destinazioni d'uso non consentono questa tipologia di intervento, il punto di aspirazione può essere applicato nell'immediato perimetro dell'edificio, ovviamente con una minore efficacia nei confronti della superficie dell'edificio e quindi valutando l'opportunità di due o più punti contrapposti di aspirazione (Figura 9);

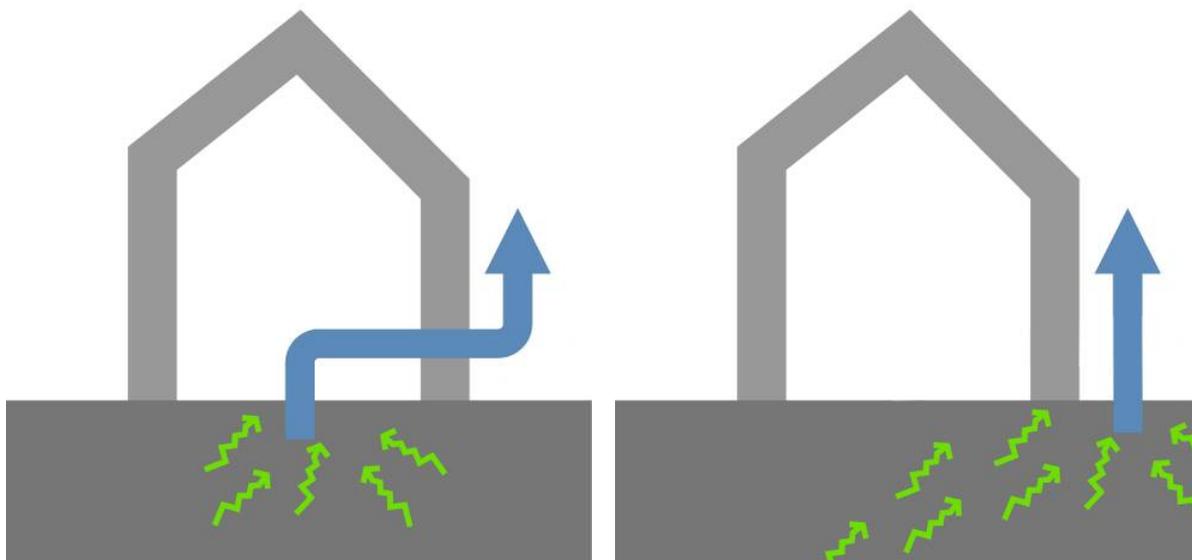


Figura 8: depressione del sottosuolo sotto l'edificio

Figura 9: depressione del sottosuolo con aspiratore perimetrale

- all'interno di un volume preesistente, per esempio un vespaio, che funge da volume da mettere in depressione e che intercetta ed espelle il gas prima che entri nell'alloggio (Figura 10);

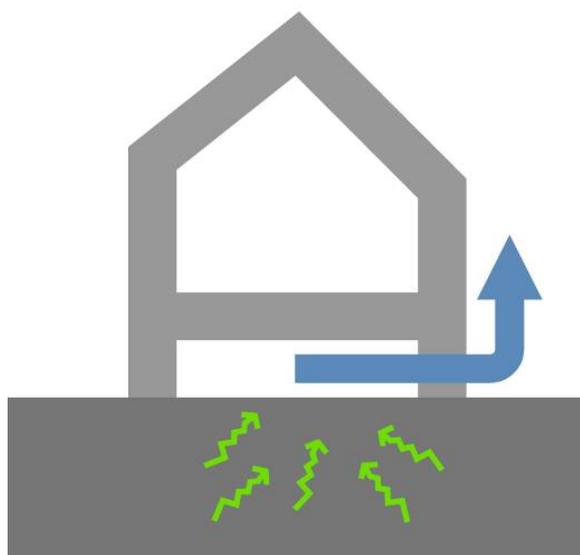


Figura 10: depressione del volume del vespaio

- il volume sul quale intervenire per creare una depressione sotto i locali abitati può anche essere un locale tecnico posto a piano terra, oppure seminterrato o interrato non direttamente destinato ad abitazione ma di utilizzo saltuario (anche giornaliero ma comunque non di soggiorno quotidiano) e che quindi possa essere utilizzato come "locale di sacrificio" da mettere in depressione (Figure 11 e 12). Le aperture di comunicazione con l'appartamento sovrastante dovranno essere munite di porta con guarnizioni a tenuta d'aria.

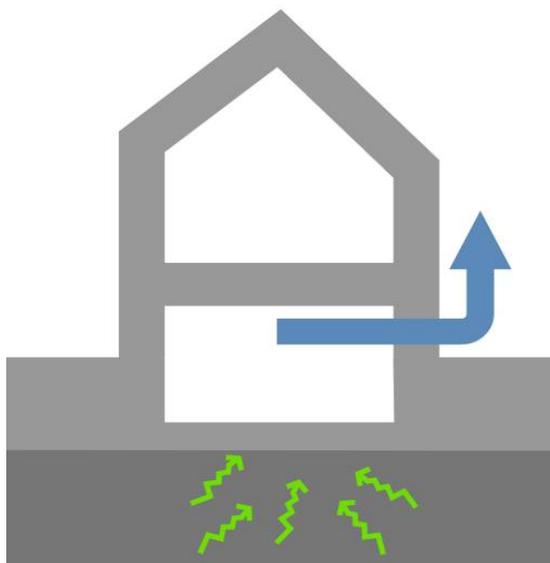


Figura 11: depressione di un volume tecnico sotto l'edificio

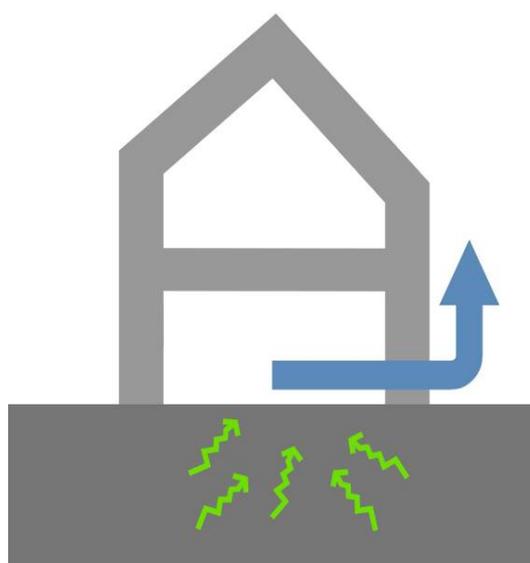


Figura 12: depressione di un volume tecnico alla base dell'edificio

In caso di **edifici di nuova costruzione** l'impianto di aspirazione che mette in depressione la base dell'edificio potrà essere solo predisposto, come già detto, e messo in funzione in caso di esito positivo della presenza del gas radon.

Dato che la maggiore efficacia si ottiene con una aspirazione direttamente sotto l'edificio, le tecniche applicabili sono essenzialmente due:

- posizionare al di sotto dell'edificio un pozzetto di aspirazione collegato a una canalizzazione di evacuazione fino al perimetro dell'edificio (Figura 13). Il pozzetto di aspirazione, o comunque un altro tipo di punto di suzione, dovrà essere collegato a una tubazione, generalmente in pvc, canalizzata all'esterno fuori terra. In caso di necessità (livelli di radon elevati) potrà essere collegato, alla tubazione che raggiunge il perimetro dell'edificio, un sistema elettromeccanico di aspirazione che metterà in depressione il sottosuolo intercettando il flusso di gas;



Figura 13: depressione del sottosuolo tramite pozzetto.

- laddove sia previsto un sistema di tubazioni di drenaggio dell'eventuale acqua di falda, il sistema di prevenzione di ingresso del radon potrà essere predisposto semplicemente unendo fra loro queste tubazioni e canalizzando una delle estremità all'esterno fuori terra (Figura 14). Le tubazioni forate dell'impianto di drenaggio fungeranno anche da impianto di aspirazione distribuito al di sotto dell'intera superficie della costruzione evacuando l'acqua di falda nella sezione inferiore e il radon nella parte alta. L'accortezza dovrà essere quella di collegarle a serpentina in modo che un solo punto di aspirazione possa interessare tutta l'area su cui sorge l'edificio. Anche in questo caso l'aspiratore verrà installato solo in caso di verifica della presenza del gas in quantità eccessive prestando attenzione a che non interferisca con l'evacuazione dell'acqua.

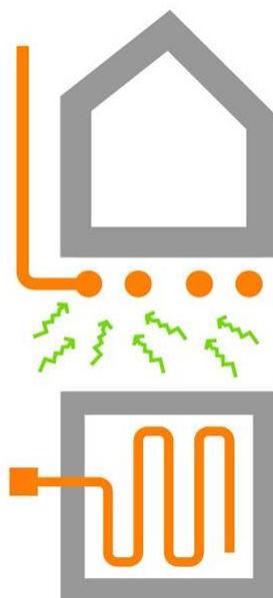


Figura 14: depressione del sottosuolo tramite tubazioni drenanti

- In entrambi i casi, trattandosi di nuove costruzioni sarà comunque sempre opportuno e particolarmente funzionale la messa in opera anche di una membrana impermeabile all'interno degli strati che costituiscono l'attacco a terra (Figura 15) che, già di per sé, costituirà un'efficace soluzione.



Figura 15: membrana impermeabile antiradon fra il terreno e l'edificio

### **Pressurizzazione alla base dell'edificio**

L'inverso della tecnica precedente consiste nell'insufflare aria al di sotto dell'edificio per creare una zona di sovrappressione. In questo modo si crea un moto d'aria che tendenzialmente contrasta l'effetto risucchio creato dalla casa nei confronti del terreno (per minore pressione interna) e spinge il gas al di fuori del perimetro della costruzione lasciando che si disperda in atmosfera. Il radon, infatti, non esce dal terreno in pressione ma semplicemente per differenza di pressione fra edificio e terreno.

Si tratta quindi della medesima tecnica della depressione nel quale viene semplicemente invertito il flusso del ventilatore sulla canalizzazione.

E' una tecnica prevalentemente adatta al patrimonio edilizio esistente, in quanto nelle nuove costruzioni la predisposizione di una barriera antiradon e di un sistema aspirante fornisce migliori risultati e necessita di un impianto dimensionalmente più limitato e quindi meno costoso e comportante consumi inferiori.

La pressurizzazione può avvenire direttamente nei confronti del terreno oppure di un volume-vespaio sottostante l'edificio (Figura 16);

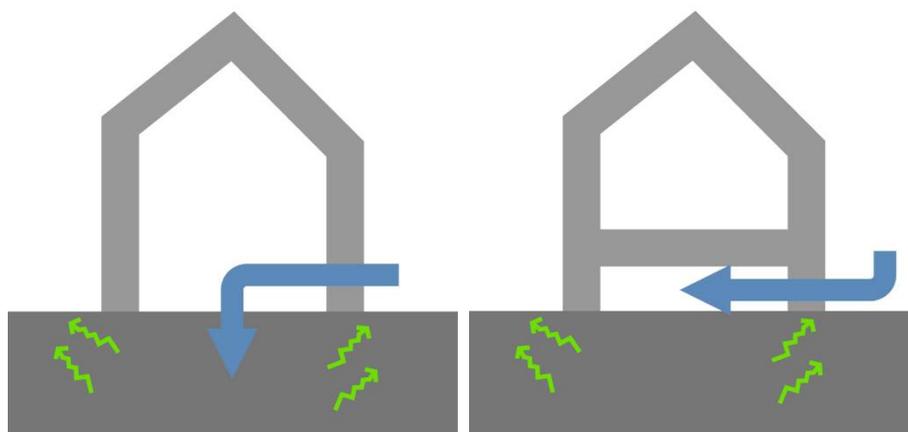


Figura 16: pressurizzazione del terreno o del vespaio

- è possibile anche creare una pressurizzazione all'interno di un locale posto a piano terra, oppure seminterrato o interrato (Figura 17). In questo caso, potrebbe anche essere un locale abitato e non esclusivamente un locale tecnico, in quanto la pressurizzazione impedisce l'ingresso del gas e la pressione interna non è così elevata da creare disagio agli abitanti. Sicuramente anche in questo caso le aperture di comunicazione del locale dovranno essere munite di porta con guarnizioni a tenuta d'aria, considerando comunque che la sovrappressione non è così elevata da spingere lontano il gas, ma tale da contrastare e invertire la naturale depressione che si crea fra terreno ed edificio;

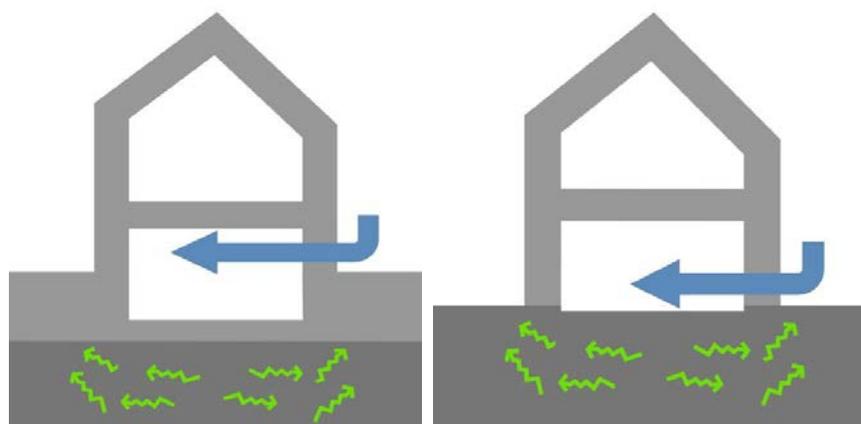


Figura 17: pressurizzazione di un locale tecnico alla base dell'edificio

- non si tratta invece di una soluzione funzionale la pressurizzazione del terreno al perimetro dell'edificio (Figura 18) in quanto, in caso di superfici ampie e/o di planimetrie complesse, il gas spinto lontano dal punto di sovrappressione potrebbe essere incanalato verso l'interno in altri punti dell'edificio. Inoltre i ventilatori necessari potrebbero risultare eccessivamente potenti, rumorosi e soprattutto energivori

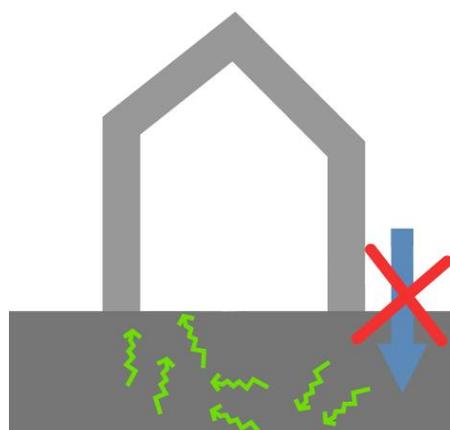


Figura 18: non pressurizzare il terreno al perimetro dell'edificio

### Depressione o pressurizzazione ?

Dopo aver visto le due tecniche principali di mitigazione dell'inquinamento indoor da gas radon, fondamentalmente molto simili e anche identiche in alcuni punti per quanto riguarda i sistemi impiantistici da adottare, è possibile fare alcune valutazioni sulla relativa efficacia e sulle opportunità di impiego.

Non è infatti possibile definire a priori quale possa essere la tecnica migliore in quanto difficile, per quanto concerne l'edilizia esistente, conoscere esattamente le tecniche costruttive attraverso le quali è stato realizzato l'attacco a terra, soprattutto nei dettagli delle connessioni, del passaggio degli impianti, nei giunti, ecc., e tantomeno conoscere le caratteristiche geologiche del terreno sottostante.

In linea di massima si evidenziano alcuni punti:

- gli impianti di depressurizzazione o pressurizzazione da un punto di vista tecnologico sono i medesimi; la differenza consiste nell'inversione del flusso d'aria. Per questo risulta conveniente adottare delle tipologie di ventilatore che possano essere agevolmente invertiti sulla canalizzazione, oppure, adottare dei ventilatori che consentano, tramite un interruttore, l'inversione del flusso.
- la tecnica della depressione necessita di una tubazione che porti il gas aspirato in quota per disperderlo in atmosfera (Figura 19) ed evitare che rientri dalle finestre sui prospetti. Individuare questo percorso dal punto di aspirazione al tetto dell'edificio, che deve essere piuttosto lineare e poco invasivo dal punto di vista costruttivo ed estetico, è spesso il problema maggiore. Per la tecnica della pressurizzazione invece è sufficiente un punto di aspirazione alla base dell'edificio in prossimità del ventilatore (Figura 20);
- in casi di pressurizzazione il punto di aspirazione dell'aria, posto in prossimità della quota terra, necessita di un'opera di manutenzione e soprattutto di pulizia per evitare che venga parzialmente ostruito (Figura 20). Si tratta di una operazione semplice ma da prevedere e programmare, operazione che invece è assente in caso di depressione;
- la tecnica della pressurizzazione necessita, in linea di massima, di potenze maggiori rispetto alla depressione, e quindi maggiori costi di esercizio oltre ad un probabile aumento dei livelli di rumore;
- nelle nuove costruzioni, potendo più agevolmente prevedere i percorsi delle canalizzazioni soprattutto di evacuazione, si preferisce la depressione in quanto prevede consumi energetici più limitati e maggiore garanzia di efficacia;
- in situazioni con impianti in depressione il radon viene aspirato ed evacuato in punti noti e progettati. Con impianti di pressurizzazione il radon viene deviato su altri percorsi non definiti dal progettista e non noti;
- in caso di interruzione della corrente o rottura dell'impianto la pressurizzazione ostacola comunque, per un certo tempo, l'ingresso del gas che è stato spinto lontano; il fermo dell'impianto di depressione riapre invece immediatamente le vie di ingresso al gas che è nelle vicinanze.

In linea di massima comunque entrambe le soluzioni sono valide, si può ragionevolmente sostenere che la tecnica della depressione raggiunge più agevolmente i risultati di abbattimento delle concentrazioni di gas radon, invece per adottare la tecnica della pressurizzazione è necessaria una maggiore esperienza nel valutare le condizioni di progetto.

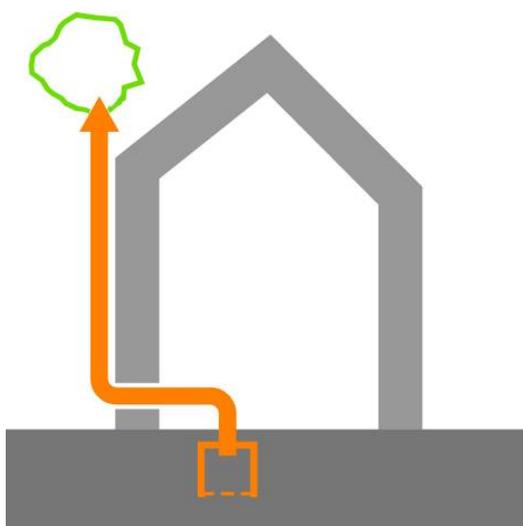


Figura 19: evacuazione del gas aspirato in quota oltre la linea di gronda dell'edificio



Figura 20: è necessario mantenere puliti i punti di aspirazione dell'aria

### Tipologie di vespaio

Il termine vespaio viene usato in edilizia per intendere differenti configurazioni dell'attacco a terra e non in maniera propriamente univoca:

- può essere un volume interamente vuoto o riempito parzialmente o totalmente con materiale di varia natura: macerie, terra, ghiaia, ecc.;
- può essere interrato, parzialmente interrato o fuori terra;
- può avere altezze diverse, da un minimo di circa 10 centimetri fino anche a 60-70 centimetri;
- può essere praticabile, nel senso di accessibile per ispezione-manutenzione impianti, verifiche del solaio a terra, ecc. nel caso sia ovviamente vuoto;
- lo scopo principale è quello di separare la casa dall'umidità del terreno e in alcuni Regolamenti Edilizi viene prescritto come soluzione tecnica obbligatoria anche con il nome di "vuoto sanitario", a sottolineare appunto la funzione igienica per il mantenimento di adeguati valori di umidità relativa degli ambienti sovrastanti;
- in alcune tipologie di costruzione può essere assente e l'edificio poggia direttamente con il solaio a terra sul terreno (costruzioni d'epoca di modesto pregio) oppure su platee di fondazione in calcestruzzo (con il medesimo scopo di costituire una barriera all'umidità);

Ai fini della riduzione delle concentrazioni di gas radon, risulta particolarmente utile conoscere l'esistenza e caratteristiche del vespaio in quanto è il principale elemento tecnico sul quale è più agevole intervenire.

Per intervenire sul volume-vespaio si possono adottare tali soluzioni:

- se il vespaio ha un volume completamente vuoto (Figura 21), sono applicabili entrambe le tecniche di depressione e pressurizzazione individuando un punto idoneo al perimetro attraverso il quale forare il muro perimetrale e intercettare il volume;

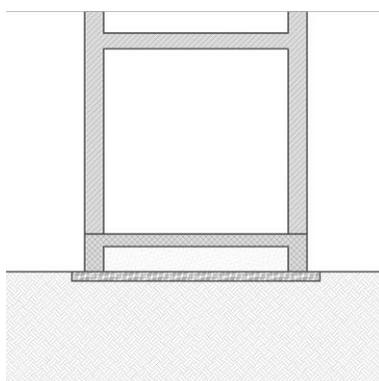


Figura 21: vespaio sotto l'edificio completamente vuoto

- se il vespaio è strutturalmente realizzato con tavelloni posti sopra muricci in mattoni nei quali siano state lasciate delle aperture che mettano in comunicazioni i diversi comparti (Figura 22), sarà sufficiente individuare un punto idoneo per intercettare il volume;

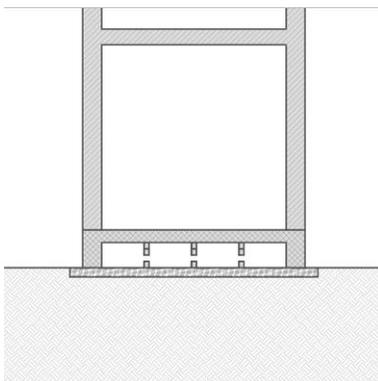


Figura 22: vespaio sotto l'edificio compartimentato aperto

- se il vespaio è realizzato con casseri a perdere in materiale plastico (igloo), ovvero la soluzione costruttiva che realizza un vespaio perfettamente ventilabile, sarà sufficiente individuare un punto di aspirazione che intercetti una sezione libera all'interno di uno dei casseri (Figura 23);

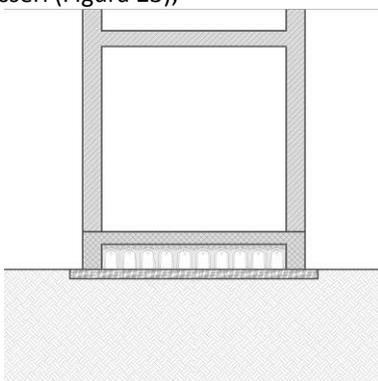


Figura 23: vespaio sotto l'edificio aperto con casseri a perdere in materiale plastico

- se il vespaio è strutturalmente realizzato con tavelloni posti sopra muricci in mattoni nei quali però non siano state lasciate delle aperture che mettano in comunicazioni i diversi comparti (Figura 24), sarà necessario individuare più punti di aspirazione-ventilazione a seconda del numero di compartimentazioni in modo da realizzare un sistema aspirante in ogni volume, con tubazioni poi eventualmente canalizzate al medesimo aspiratore ma che agisca comunque sull'intera superficie. Si tratta di un intervento che può risultare complesso e presentare costi elevati per cui potrà essere considerato come un solaio a terra poggiante direttamente sul terreno. In questo caso andrà anche verificata la presenza di eventuali aperture/crepe/fori nel punto di connessione fra solaio a terra e parete verticale che potrebbero costituire dei punti di ingresso/uscita dell'aria limitando gli effetti dell'impianto.

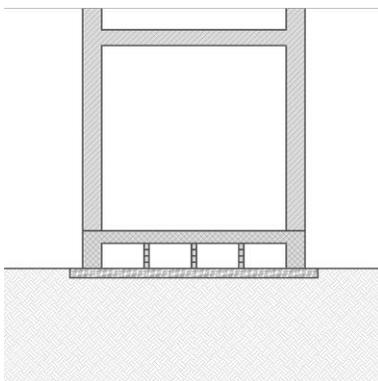


Figura 24: vespaio sotto l'edificio compartimentato chiuso

- se il vespaio è parzialmente o totalmente riempito con materiale di riporto, ghiaia, macerie, ecc. (Figura 25), si potranno adottare le medesime tecniche del vespaio vuoto con particolare attenzione a individuare un buon punto di aspirazione/pressurizzazione nella parte più libera del volume. In questo caso inoltre, avendo un volume di minore dimensione da mettere in depressione/pressione, potrà anche essere utilizzato un ventilatore di potenza ridotta. Trattasi quindi di una situazione favorevole per via dei limitati volumi nel quale però l'aria può circolare e quindi si possono ottenere risultati soddisfacenti con potenze e consumi ridotti. Se al contrario il volume è stato completamente riempito con materiale compatto (sabbia, macerie miste a residui di leganti, ecc.) ci si dovrà ricondurre alla tipologie del solaio a terra poggiante direttamente sul terreno in quanto, con ogni probabilità, non si potrà avere alcuna circolazione d'aria.

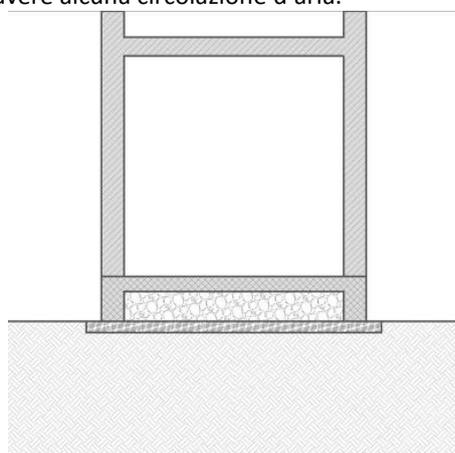


Figura 25: vespaio sotto l'edificio parzialmente o totalmente riempito

### La linea separazione del "solaio a terra"

Gli schemi che seguono intendono fornire una prima classificazione delle possibili variabili che intervengono sulla linea che separa il gas dall'uomo (Figura 26).

In alcuni casi possono coesistere un volume-vespaio vuoto o parzialmente riempito sotto gli ambienti abitati, assieme a un secondo volume-vespaio pieno sottostante (interrato, seminterrato, controterra). Importante è quindi definire la linea orizzontale al di sotto della quale possono essere pensati degli interventi di mitigazione dell'ingresso del gas, quella comunemente costituita dall'elemento tecnico "solaio a terra" e inteso come l'elemento tecnico orizzontale più basso che separa gli ambienti abitabili da quelli non abitabili, ancorché eventualmente fruibili (cantine, rimesse, ecc.).



Figura 26: il solaio a terra costituisce la linea di separazione fra volumi abitati e volumi non abitati

### Depressurizzare o pressurizzare i vespai ?

In merito alla tecnica più opportuna in funzione della tipologia di solaio, si può partire dal presupposto che la tecnica della pressurizzazione richiede in genere una maggiore potenza dei ventilatori rispetto alla depressione e risente maggiormente delle perdite dovute alla non perfetta tenuta del volume pressurizzato.

E' consigliabile pressurizzare un vespaio libero o con compartimenti comunicanti fra loro laddove le dimensioni volumetriche siano abbastanza contenute e la pianta non particolarmente complessa, in caso contrario è preferibile depressurizzare (Figura 27).

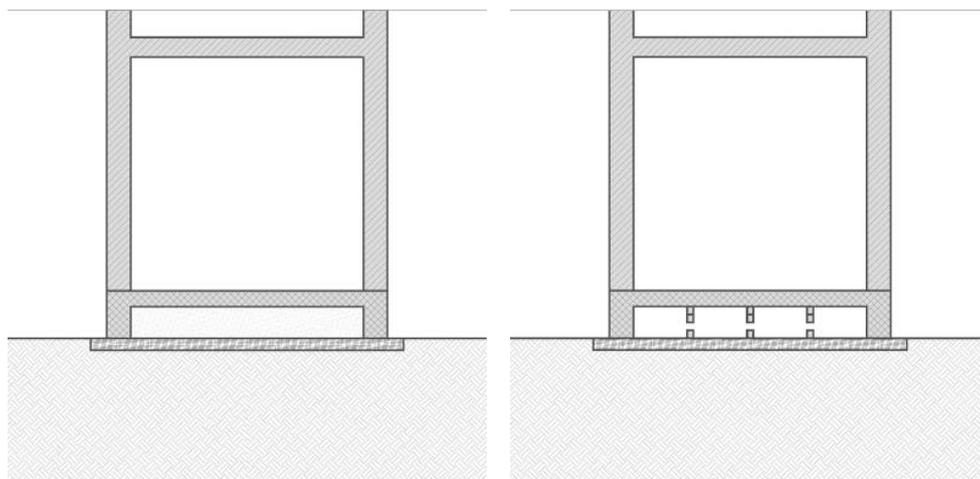


Figura 27: pressurizzare prevalentemente solo i vespai di volume ridotto, altrimenti meglio depressurizzare

I vespai realizzati con casseri a perdere in pvc di solito hanno una buona tenuta all'aria per la loro caratteristica costruttiva. In questo caso quindi le perdite di carico dovute alla tenuta del volume sono più limitate e la tecnica della pressurizzazione può dare dei risultati più interessanti anche per volumi abbastanza ampi (Figura 28). Le connessioni a incastro dei casseri e il successivo getto di completamento in calcestruzzo limitano infatti la permeabilità del sistema soprattutto verso gli ambienti abitati sovrastanti

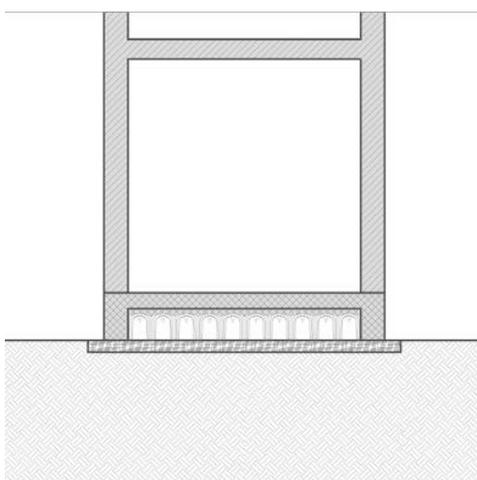


Figura 28: i vespai realizzati con casseri a perdere in materiale plastico hanno una buona tenuta all'aria

Nei vespai a compartimenti chiusi il successo della pressurizzazione è limitato e il rischio di avere dei volumi con pressioni diversificate può essere causa di trasmigrazione del gas da un volume all'altro fino a trovare una strada di ingresso per l'interno dell'edificio; in tali casi è preferibile utilizzare la tecnica della depressurizzazione (Figura 29).

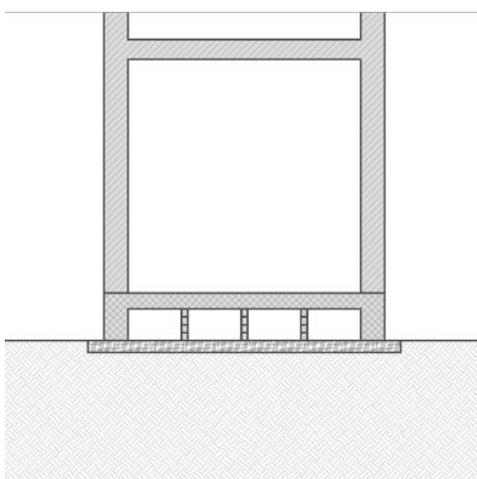


Figura 29: è sempre più opportuno depressurizzare i vespai compartimentati chiusi

Nel caso di un riempimento del vespaio poco poroso (terra, macerie fini e residui di legante, ecc.) senza alcuna lama d'aria nella parte alta entrambe le tecniche possono fallire e quindi è preferibile utilizzare la tecnica per il solaio a terra poggiante direttamente sul terreno (Figura 30).

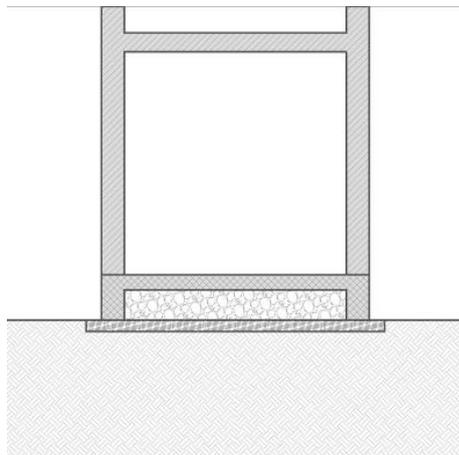


Figura 30: i vespai parzialmente o totalmente riempiti con materiale di riporto o terra possono essere pressurizzati o depressurizzati in funzione del riempimento.

#### Ventilazione naturale o ventilazione forzata ?

Disponendo di un volume tecnico sotto l'edificio o di un vespaio sufficientemente libero in cui non sono presenti detriti, può essere ipotizzabile in prima istanza ricorrere alla ventilazione naturale realizzando delle bucaure di 100-120 centimetri di diametro alla base perimetrale dell'attacco a terra (Figura 31). Laddove possibile è preferibile realizzare tali bucaure nei prospetti nord e sud con l'accortezza di tenere più alti i fori a sud per una migliore aereazione.

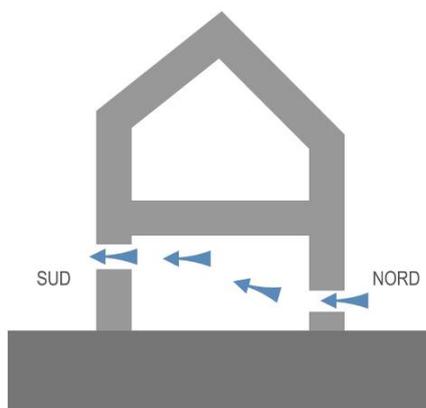


Figura 31: se il volume del vespaio è libero è possibile valutare la possibilità di una ventilazione naturale del volume.

Se i valori di concentrazione del radon ottenuti con questa tecnica non sono soddisfacenti e se desideri evitare l'uso di ventilatori, un sistema per incrementare la ventilazione naturale è quello di portare in quota una tubazione, oltre il cornicione di gronda (Figura 32), che grazie ai venti dominanti e all'effetto Venturi riesca a migliorare l'effetto aspirante.

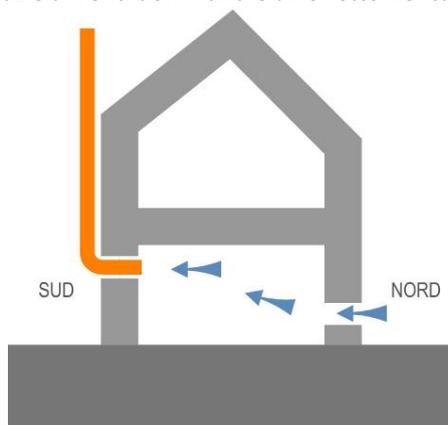


Figura 32: per incrementare la ventilazione naturale di un vespaio vuoto è possibile portare in quota la tubazione di evacuazione per innescare un effetto Venturi.

In mancanza di risultati soddisfacenti anche con questo accorgimento, è opportuno ricorrere alla posa di un ventilatore collegato alle tubazioni esistenti (Figura 33).

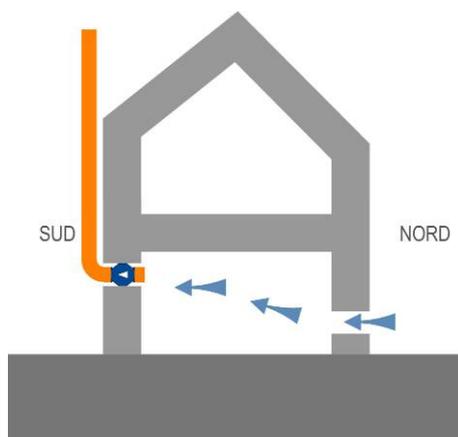


Figura 33: in mancanza di risultati adeguati con la ventilazione naturale sarà necessario utilizzare un ventilatore che potrà essere inserito nella canalizzazione già esistente

In caso di ventilazione naturale è indispensabile mantenere aperte una doppia serie di bucatre contrapposte - di ingresso e di uscita dell'aria (Figura 34) – al fine di intercettare il gas ed espellerlo dai fori di uscita. Nel caso di ventilazione forzata risulta più conveniente sigillare fori di ingresso dell'aria per realizzare una maggiore depressione/pressione nei confronti del terreno; tale modalità è preferibile in caso di pressurizzazione (Figura 35).

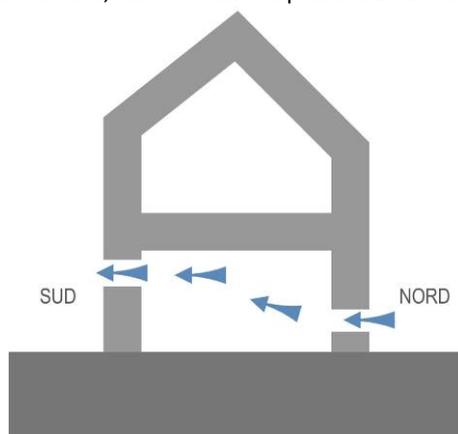


Figura 34: in caso di ventilazione naturale dovranno essere presenti bucatre su due lati contrapposti dell'edificio, possibilmente nord-sud.

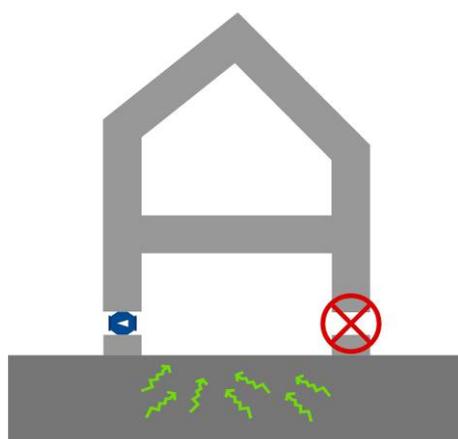


Figura 35: in caso di ventilazione forzata tramite ventilatore dovrà essere presente la sola bocca di aspirazione e chiuse tutte le altre bucatre al perimetro in modo che l'impianto agisca nei confronti del terreno e non sull'ingresso dell'aria dalla bucatra contrapposta.

### Temporizzazione degli impianti

Le potenze dei ventilatori utilizzati per pressurizzare o depressurizzare variano dai 20 ai 120 Watt con portate da 200 a 1000 m<sup>3</sup>/h, a seconda della tipologia costruttiva, dei livelli di concentrazione del gas e della tecnica costruttiva dell'attacco a terra. In certi casi si tratta di potenze non modeste che possono portare a consumi energetici elevati.

E' possibile anche temporizzare l'uso dei ventilatori in funzione dei livelli di concentrazione del radon indoor e soprattutto in funzione della velocità di discesa della concentrazione di radon dopo l'accensione e della sua velocità di risalita dopo lo spegnimento. Questo tipo di valutazione può essere fatto solo con una strumentazione di misura attiva (Figura 36).



Figura 36: Alcuni strumenti di misurazione attiva della concentrazione di radon

Seguendo un preciso protocollo spento/acceso/spento dei ventilatori, deve essere effettuato un monitoraggio in continuo delle concentrazioni di gas radon. Si propone di seguito un protocollo di misura:

- spento, almeno 9-10 giorni in modo da comprendere un fine settimana
  - acceso, almeno 9-10 giorni in modo da comprendere un fine settimana
  - spento, almeno due giorni (ora fissa)
  - acceso, almeno due giorni (ora fissa)
  - spento, almeno due giorni (ora fissa)
  - acceso, almeno due giorni (ora fissa)
- } in modo da comprendere un fine settimana

In questo modo si ottiene un andamento temporale delle concentrazioni di radon nelle diverse giornate e con ventilatori spenti e accesi (Figura 37), ma soprattutto si ottiene l'informazione circa la velocità di discesa del livello di radon dopo l'accensione e la sua velocità di risalita dopo lo spegnimento dei ventilatori.

La Figura 37 illustra un esempio dove sono visibili le variazioni di concentrazione che si registrano nel fine settimana, periodo durante il quale generalmente si modificano le abitudini di utilizzo degli edifici, e nel periodo diurno e notturno durante il quale gli scambi d'aria fra esterno e interno sono differenti.

Sulla base del monitoraggio temporale sarà quindi possibile valutare l'eventuale temporizzazione dei sistemi di ventilazione. Per esempio, se si tratterà di un edificio scolastico con presenza di personale e di alunni dalle ore 8 alle ore 16, i ventilatori potranno essere accesi dalle ore 06.00 alle ore 16.00 dei giorni in cui vi è attività scolastica, solo nel caso che l'attivazione dei ventilatori mostri significativi decrementi delle concentrazioni di gas radon nelle aule. Tale modalità gestionale consente notevoli risparmi in termini energetici.

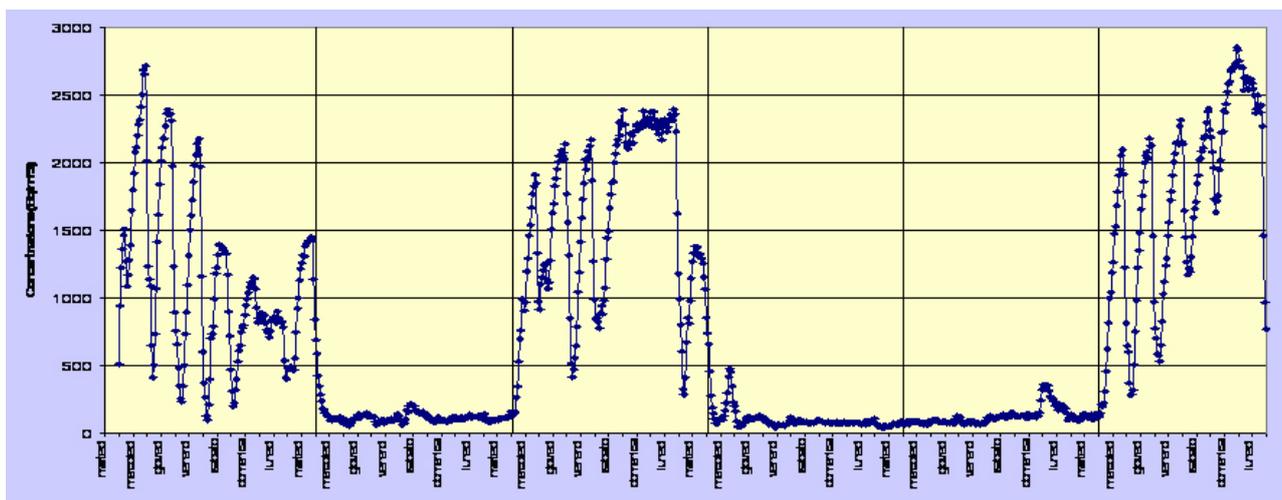


Figura 37: un esempio di andamento temporale della concentrazione del gas radon con ventilatori spenti durante il fine settimana in un edificio scolastico

### Il problema rumore

Sistemi di ventilazione di una certa potenza possono generare rumori e vibrazioni che, nel tempo, possono diventare particolarmente fastidiosi.

Oltre alla possibilità di temporizzare gli impianti, con eventuale spegnimento nelle ore notturne laddove la concentrazione del gas e la destinazione d'uso dell'edificio lo consenta, un accorgimento opportuno è quello da adottare dei sistemi di fissaggio delle tubazioni e dei ventilatori che attenuino le vibrazioni e ne impediscano il trasferimento alle strutture dell'edificio (Figura 38).

A questo proposito in commercio sono disponibili diversi prodotti che permettono di fissare gli elementi in modo da evitare trasmissione di vibrazioni. E' anche possibile utilizzare sistemi di posa fonoassorbenti e fonoisolanti che consentono di rivestire le tubazioni degli impianti attenuando il rumore proveniente dalla sorgente (ventilatore).



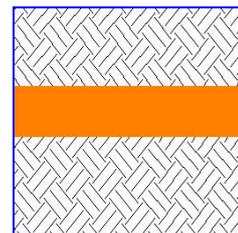
Figura 38: prodotti, materiali e sistemi per il fissaggio degli impianti e limitare la trasmissione di rumore e vibrazioni alle strutture dell'edificio.

## TECNICHE DI PREVENZIONE E MITIGAZIONE - SCHEDE

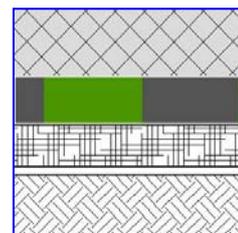
Negli schemi che seguono sono sintetizzate alcune soluzioni funzionali che rispecchiano modalità di intervento per la bonifica di edifici esistenti e la prevenzione delle nuove costruzioni.

Nei negli schemi grafici delle pagine successive, sono presenti alcune schematizzazioni grafiche interpretabili secondo la legenda che segue:

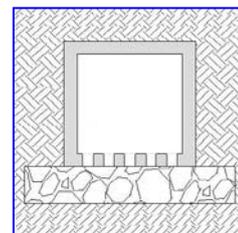
Tubazione in pvc, diametro normalmente 100-120 millimetri salvo altre esigenze di progetto.



Membrana impermeabile verde/nera (bituminosa, pvc, polietilene, barriera al vapore, antiradon, ecc. in funzione del progetto) stesa sopra lo strato di magrone liscio, livellato e privo di asperità e massetto impiantistico superiore (o altro strato di completamento).

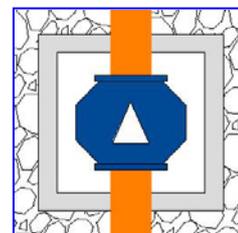


Pozzetto (in calcestruzzo, plastica, polietilene, ecc.) di dimensioni circa (50 x 50 x 50) centimetri aperto nella parte inferiore e posato su uno strato di ghiaia grossa di 10-12 centimetri di spessore. E' possibile impiegare anche un normale pozzetto in calcestruzzo "ribaltato", ossia con la faccia aperta verso il basso.



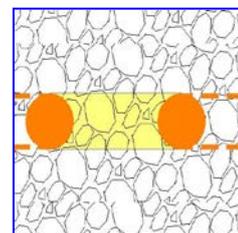
Pozzetto (in calcestruzzo, plastica, polietilene, ecc.) di dimensioni circa 50 x 50 x 50 centimetri e comunque idoneo ad alloggiare il ventilatore di progetto.

La tubazione in pvc potrà essere canalizzata su qualsiasi faccia del pozzetto in funzione del percorso previsto. Il coperchio del pozzetto nella parte superiore consentirà la messa in opera dell'impianto e la sua manutenzione. Andrà predisposto l'allacciamento elettrico.



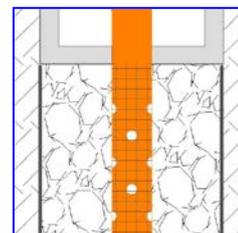
Tubazioni drenanti (calcestruzzo, pvc, ecc.) presenti normalmente sotto le fondazioni di alcuni edifici per il drenaggio e l'allontanamento di eventuale acqua di falda in caso di risalita.

Il collegamento di queste tubazioni fra loro, nel momento della posa, consente di trasformarle in un sistema aspirante, laddove si verifichi la presenza eccessiva di radon, collegando una estremità a un ventilatore.



Tubazione in pvc, diametro normalmente 100-120 millimetri, salvo altre esigenze di progetto, all'estremità superiore collegata al ventilatore e destinata ad aspirare il radon nel terreno.

E' aperta all'estremità inferiore e presenta una serie di bucaure del diametro di 25-30 millimetri sul perimetro. E' avvolta e protetta da un tessuto-non-tessuto per evitare che il materiale di riempimento dello scavo, ghiaia di grossa pezzatura, penetri nella tubazione.



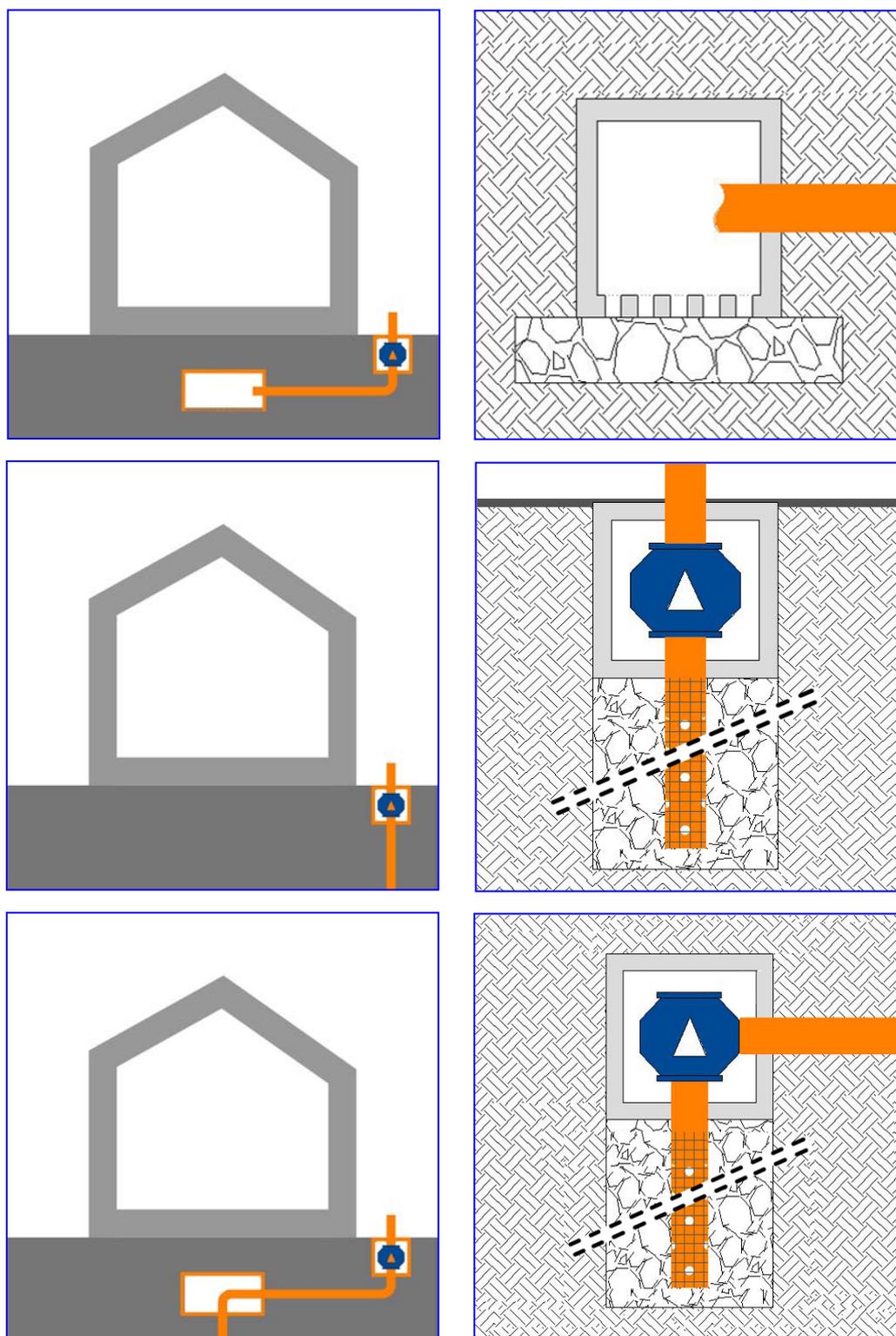
## Figura 39: tecniche di prevenzione e mitigazione

scheda riassuntiva: depressione – pressurizzazione del sottosuolo

L'ingresso del radon può essere controllato:

- **aspirando** l'aria dal **terreno** sotto l'edificio, intercettando il gas ed evacuandolo in atmosfera prima che entri negli ambienti;
- **insufflando** aria nel **terreno** al di sotto dell'edificio per creare una zona di sovrappressione che contrasti l'effetto risucchio creato dalla casa e spinga il gas al di fuori del perimetro della costruzione lasciando che si disperda in atmosfera.

In entrambi i casi è possibile impiegare un pozzetto oppure un tubo forato e collocare il ventilatore in un pozzetto autonomo lontano dal punto di aspirazione o all'interno del pozzetto di aspirazione.



## Figura 40: tecniche di prevenzione e mitigazione

scheda riassuntiva: depressione – pressurizzazione dei volumi alla base dell'edificio

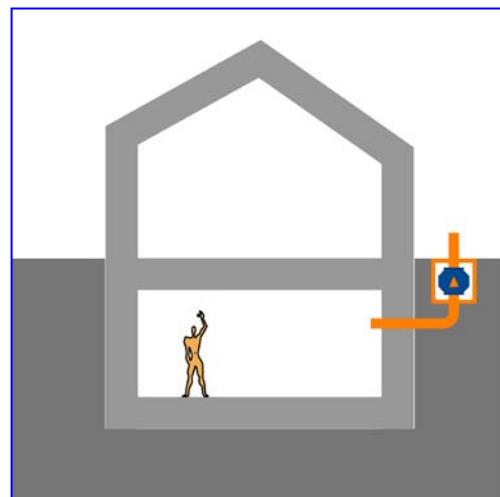
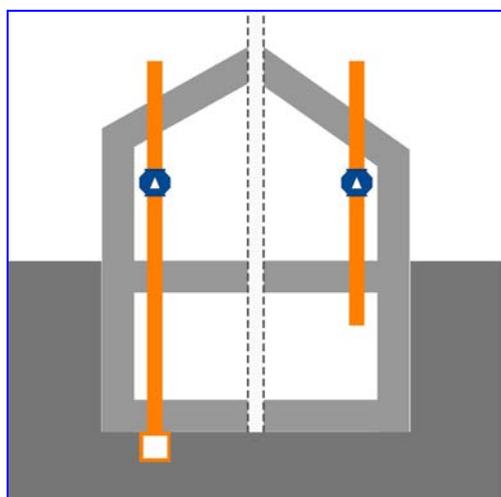
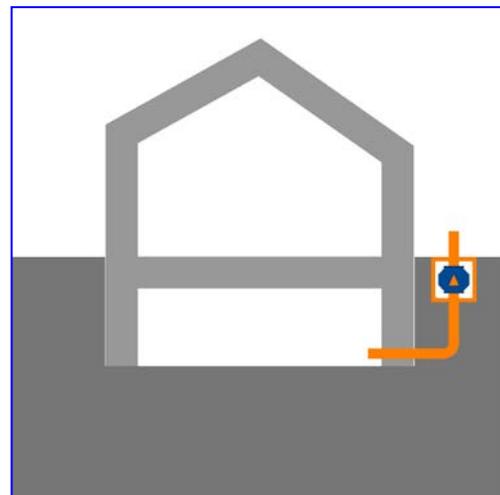
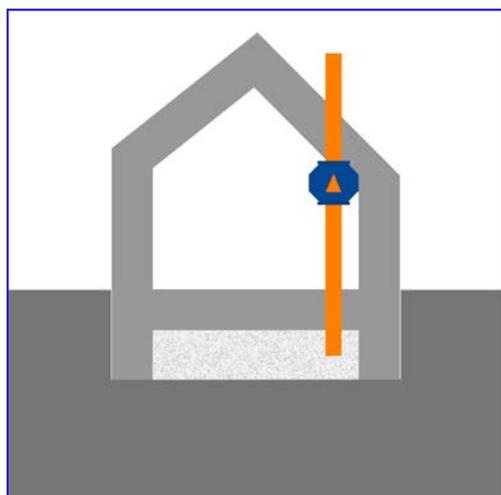
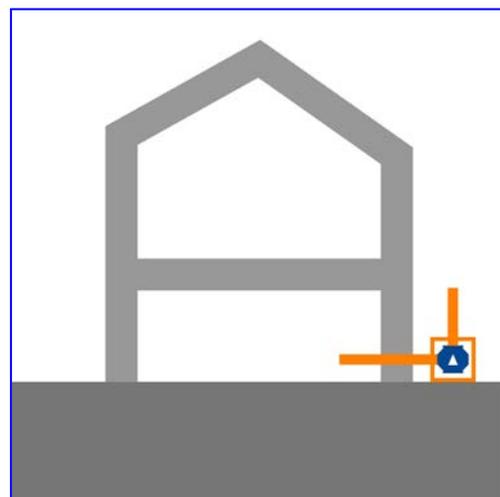
L'ingresso del radon può essere controllato:

- **aspirando** l'aria dal **vespaio** o da locali tecnici (fuori terra, seminterrati o interrati) sotto l'edificio, intercettando il gas ed evacuandolo in atmosfera prima che entri negli ambienti superiori;
- **insufflando** aria all'interno del **vespaio** o nei locali tecnici al di sotto dell'edificio per creare un volume in sovrappressione che impedisca al gas di uscire dal terreno e lo respinga al di fuori del perimetro dell'edificio.

Il vespaio o il locale tecnico fanno le veci di un pozzetto.

Il percorso di evacuazione del radon, in caso di impianto di aspirazione/depressione, può essere esterno o interno all'edificio in ragione di aspetti estetici e funzionali.

Nel caso di percorso interno il ventilatore andrà sempre posizionato verso l'estremità alta per mantenere l'intero condotto in depressione ed evitare rischi di perdite.



## Figura 41: prevenzione nuova edificazione ventilazione naturale o meccanica tramite pozzetto centrale e membrana impermeabile

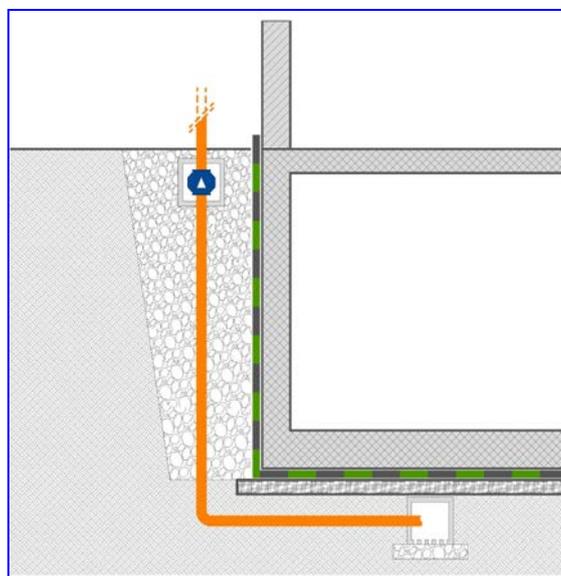
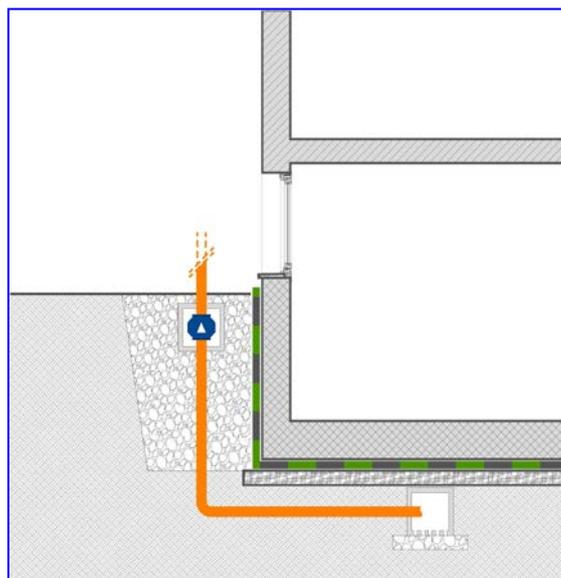
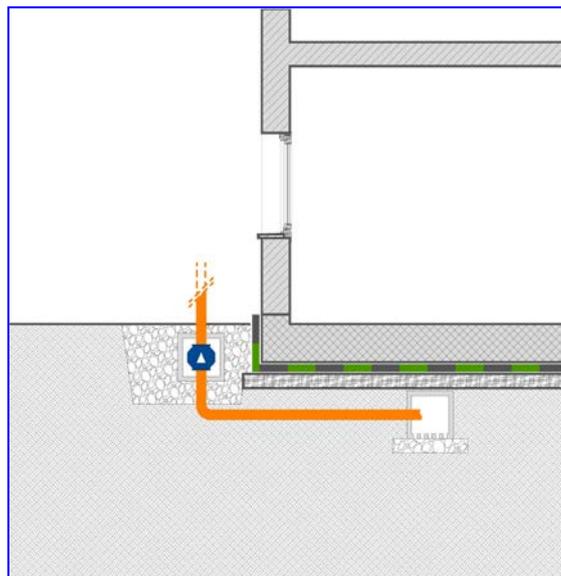
In interventi di nuova edificazione risulta particolarmente semplice e poco oneroso predisporre un pozzetto al di sotto dell'edificio, subito prima del getto di magrone (o più pozzetti in funzione della superficie dell'edificio considerando che ogni punto di ventilazione agisce normalmente in un'area di circa 8 metri di diametro).

Il pozzetto è forato nella parte inferiore e poggia su uno strato di circa 10-12 centimetri di ghiaia grossa.

E' collegato a un secondo pozzetto situato al perimetro dell'edificio tramite una tubazione in pvc di almeno 100-120 millimetri di diametro. Questo secondo pozzetto viene chiuso con il proprio coperchio alla medesima quota del terreno, e quindi a vista, oppure leggermente interrato sotto un modesto spessore di terra restando comunque accessibile in caso di necessità. Lo scavo per la messa in opera di questo pozzetto potrà eventualmente essere riempito con ghiaia, terra, ecc.

Una volta conclusa la costruzione verranno eseguite delle misure per valutare il livello del radon eventualmente presente nell'abitazione. Laddove la concentrazione risulti estremamente bassa anche in relazione agli usi previsti, l'impianto predisposto potrà non essere attivato. In caso di concentrazioni elevate, il secondo pozzetto al perimetro verrà invece aperto e servirà per l'alloggiamento di un ventilatore per la depressione/pressurizzazione del terreno sotto l'edificio tramite la canalizzazione predisposta e collegata al pozzetto aspirante sotto la casa.

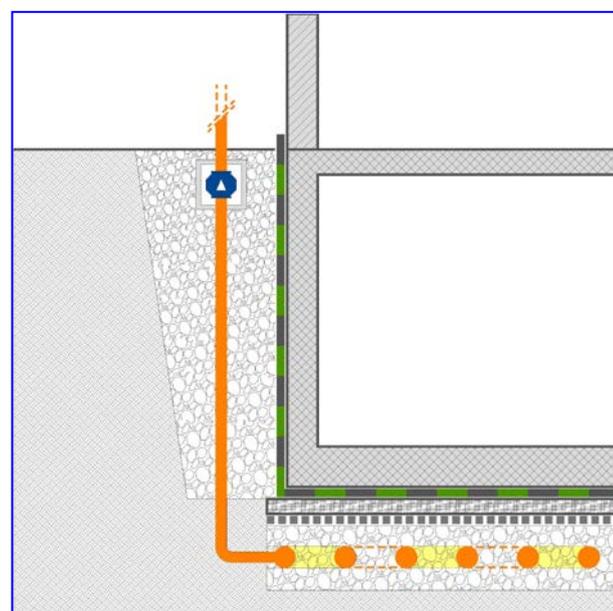
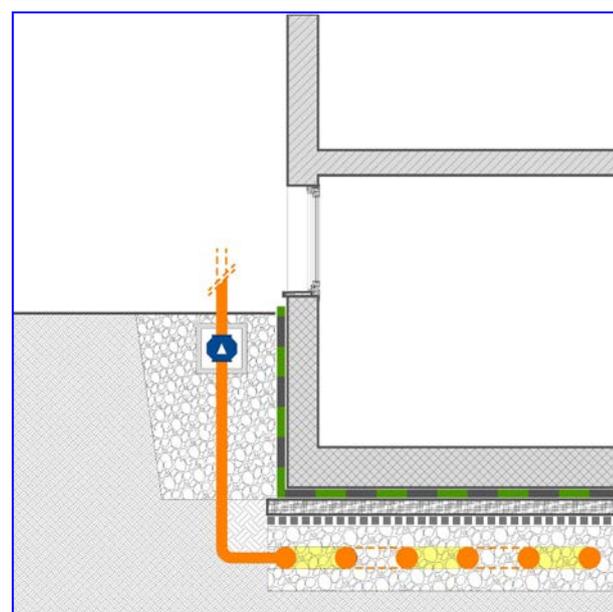
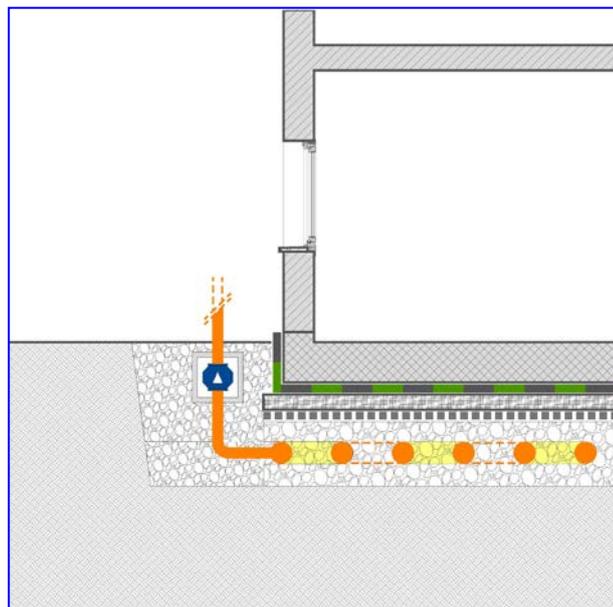
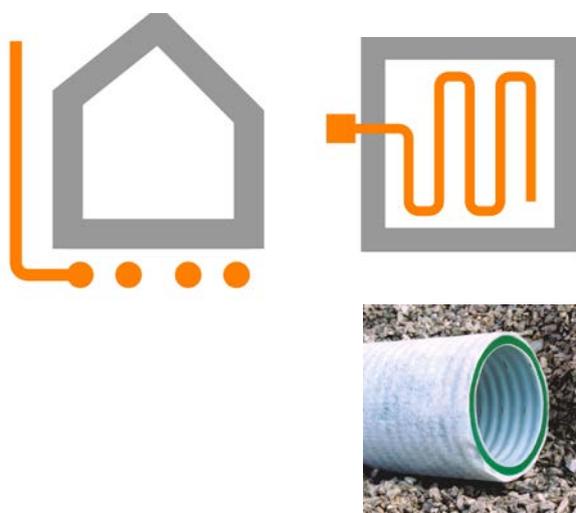
- Per questo motivo è opportuno predisporre, nel secondo pozzetto al perimetro, una canaletta per l'eventuale collegamento elettrico del ventilatore e localizzare questo pozzetto in un luogo in cui sia poi facilmente possibile predisporre una tubazione di evacuazione del radon poco invasiva dal punto di vista estetico.
- La medesima soluzione è adottabile in edifici direttamente controterra o con locali seminterrati e interrati.
- In caso di nuove costruzioni risulta particolarmente funzionale abbinare sempre a questo intervento la posa di una membrana impermeabile, membrana che risalirà anche verticalmente sull'esterno della parete controterra in caso di ambienti interrati.



## Figura 42: prevenzione nuova edificazione aspirazione meccanica tramite tubazioni drenanti e membrana impermeabile

Laddove esista l'eventualità di una quota di falda piuttosto alta una ricorrente soluzione costruttive consiste nel posizionare, al di sotto del solaio a terra, delle tubazioni drenanti per allontanare l'acqua dalle fondazioni dell'edificio.

Questo medesimo impianto è particolarmente funzionale anche per limitare e contrastare il percorso di risalita del radon. L'accortezza in fase di cantiere dovrà essere quella di collegare fra loro tutte le tubazioni in modo da avere un unico punto di aspirazione. Le tubazioni drenanti saranno posate su un letto di ghiaia, separato dal getto di magrone da un tessuto-non-tessuto.



Una volta conclusa la costruzione verranno eseguite delle misure sul livello di radon presente ed eventualmente verrà alloggiato e messo in funzione un ventilatore come nel caso precedente.

- Per questo motivo è opportuno predisporre, nel pozzetto perimetrale, una canaletta per l'eventuale collegamento elettrico del ventilatore e localizzare questo pozzetto in un luogo in cui sia poi facilmente possibile predisporre una tubazione di evacuazione del radon poco invasiva dal punto di vista estetico.
- La medesima soluzione è adottabile in edifici direttamente controterra o con locali seminterrati e interrati.
- Risulta particolarmente funzionale abbinare sempre a questo intervento la posa di una membrana impermeabile, membrana che risalirà anche verticalmente sull'esterno della parete controterra in caso di ambienti interrati.
- Con questa tipologia di impianto la tecnica più opportuna pare essere quella della depressione in quanto la pressurizzazione deve agire su volumi troppo ampi e articolati con risultati di solito non soddisfacenti.

### Figura 43: prevenzione nuova edificazione

bonifica edilizia esistente: ventilazione naturale del vespaio con casseri in pvc e membrana

Fra le diverse tecniche costruttive del vespaio, è possibile l'utilizzo di casseri a perdere a incastro in pvc (igloo) sui quali viene poi effettuato in getto di completamente in calcestruzzo.

Nel caso di nuove costruzione questa scelta risulta molto funzionale nei confronti della prevenzione da inquinamento indoor da gas radon, sia per l'incastro presente nei casseri che realizza già una prima tenuta all'aria, sia per la camera d'aria che si realizza al di sotto degli elementi che, collegata con l'esterno tramite una tubazione, consente la circolazione dell'aria nel volume del vespaio migliorando l'efficacia del sistema.

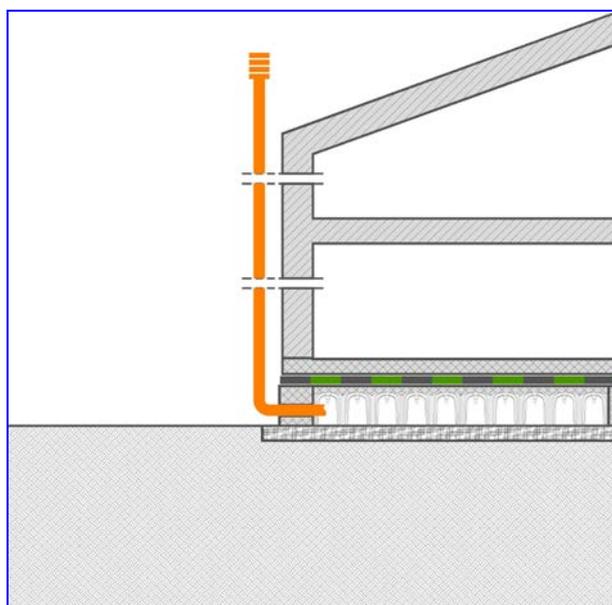
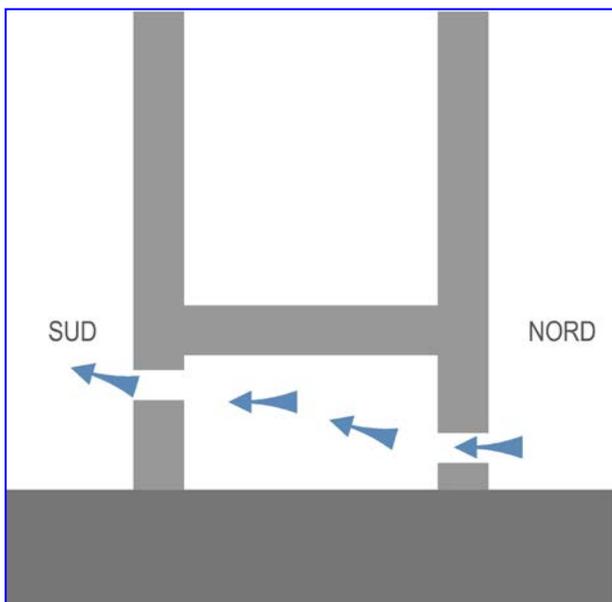
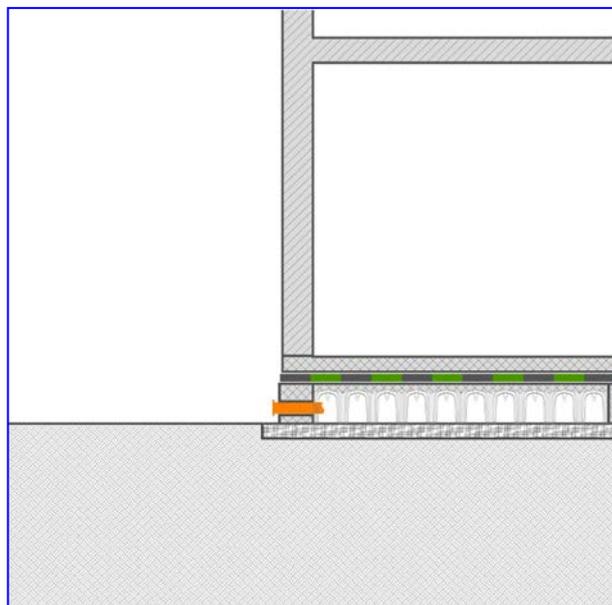
Se il vespaio si trova fuori terra possono essere sufficienti delle bucaure al perimetro dell'edificio, possibilmente sui prospetti nord e sud per innescare una circolazione d'aria che potrebbe risultare sufficiente.

I fori sul prospetto sud dovranno possibilmente essere più in alto di quelli a nord per una migliore ventilazione naturale.

In caso di bonifica di costruzioni esistenti ritrovare questa tipologia di vespaio facilita l'intervento. Se le bucaure perimetrali sono già presenti, ma la concentrazione di radon è ancora troppo elevata, potrà essere collegato a una di queste bucaure un ventilatore per incrementare la circolazione. Se non ci sono bucaure presenti si potranno realizzare ed effettuare prima una tentativo solo con la ventilazione naturale.

Sicuramente un aiuto all'attivazione di un moto d'aria naturale per la ventilazione del vespaio può fornirlo una tubazione che, dal punto di suzione, arrivi in quota oltre il cornicione di gronda. In questo modo i venti dominanti e l'effetto Venturi potrebbero favorire l'attivazione di un sufficiente giro d'aria senza necessità di ventilatori.

- In caso di nuove costruzioni risulta particolarmente funzionale abbinare sempre a questa tipologia di vespaio la posa di una membrana impermeabile.
- Con questa tipologia di vespaio si ottengono risultati interessanti sia in depressione ma anche in pressurizzazione in quanto i casseri in pvc realizzano una buona tenuta nella parte superiore della camera concentrando l'effetto pressurizzante nei confronti del terreno.

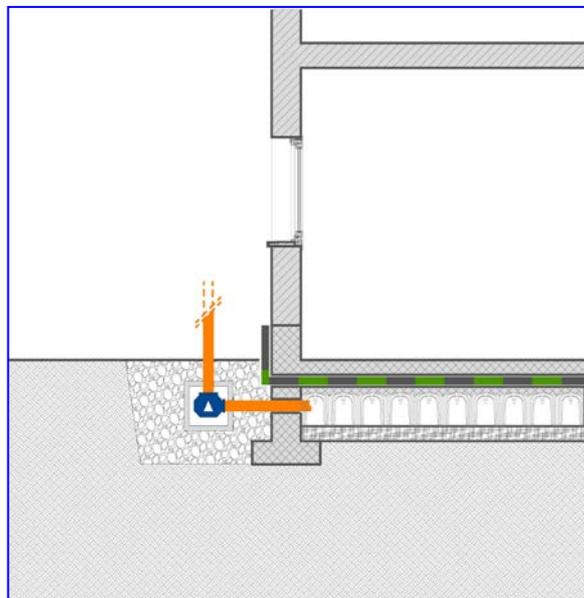


## Figura 44: prevenzione nuova edificazione

bonifica edilizia esistente: ventilazione meccanica del vespaio con casseri in pvc e membrana

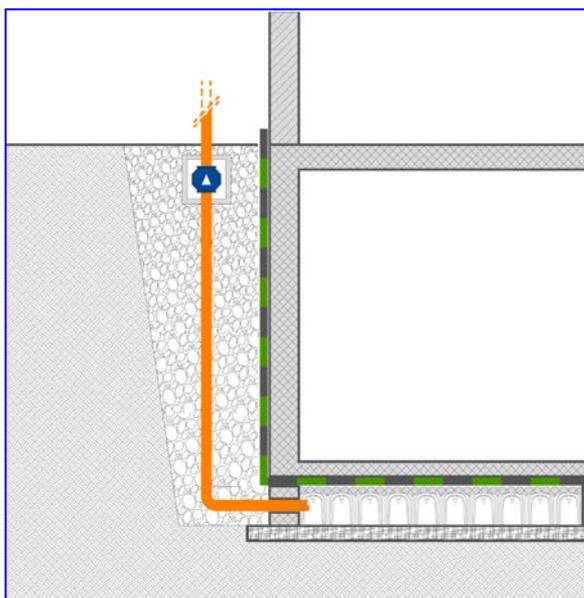
Se il vespaio si trova interrato, le perdite di carico causate dalle curve delle tubazioni spesso non consentono una ventilazione naturale, per cui sarà necessario predisporre un pozzetto limitrofo al vespaio nel quale alloggiare un ventilatore nell'eventualità si rilevino in seguito dei valori alti di inquinamento.

In caso di edilizia esistente, nota la tipologia del vespaio e la profondità non eccessiva, si potrà effettuare uno scavo per intercettare questo volume, canalizzandolo poi a un pozzetto con ventilatore.



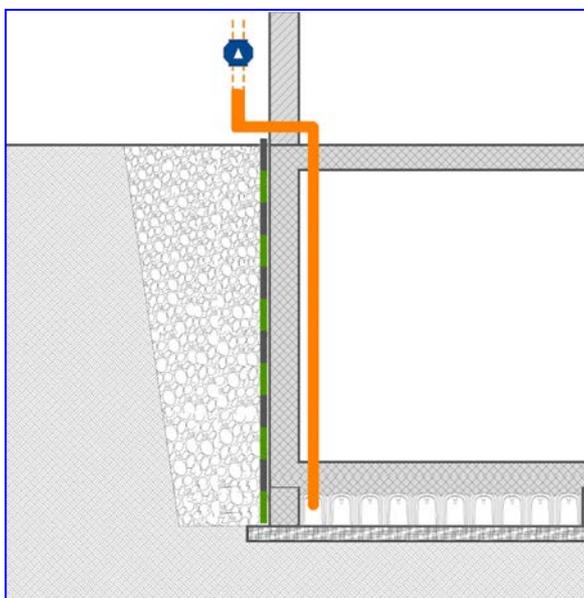
Se questa tipologia di vespaio sottostà a un volume interrato potrà essere predisposto un sistema ventilante in fase di costruzione.

In questo caso la membrana impermeabile risale anche lungo la parete esterna verticale.



Per l'edilizia esistente è improbabile effettuare uno scavo di tale profondità dall'esterno per interventi di bonifica, salvo particolari situazioni. Più semplice potrebbe essere intercettare il volume dall'interno e canalizzare la tubazione internamente in un cavedio, se le destinazioni d'uso degli ambienti lo consentono.

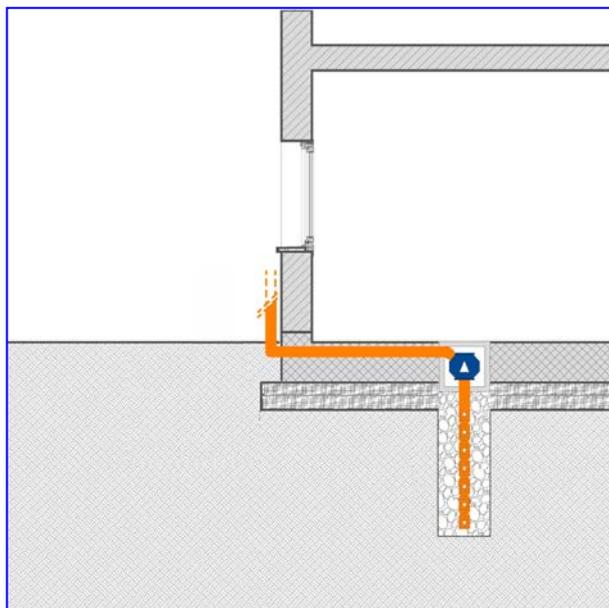
- In caso di nuove costruzioni risulta particolarmente funzionale abbinare sempre a questa tipologia di vespaio la posa di una membrana impermeabile.
- Con questa tipologia di vespaio si ottengono risultati interessanti sia in depressione ma anche in pressurizzazione in quanto i casseri in pvc realizzano una buona tenuta nella parte superiore della camera concentrando l'effetto pressurizzante nei confronti del terreno.



## Figura 45: bonifica edilizia esistente ventilazione tramite pozzetto centrale o perimetrale

In caso di interventi di bonifica su costruzioni esistenti il pozzetto potrà essere posizionato al di sotto dell'edificio laddove la destinazione d'uso dei locali, e in particolare il tipo di pavimentazione presente, consentano di effettuare uno scavo per il pozzetto e una traccia per la canalizzazione di evacuazione (per es. in autorimesse, cantine, locali tecnici, ecc.).

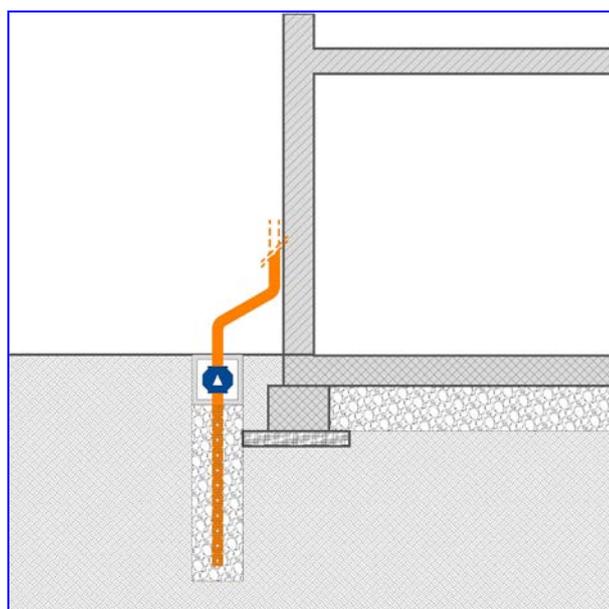
In alcuni casi un attento sopralluogo consente di individuare dei sottoscala, dei depositi o dei locali tecnici in cui è possibile questa installazione.



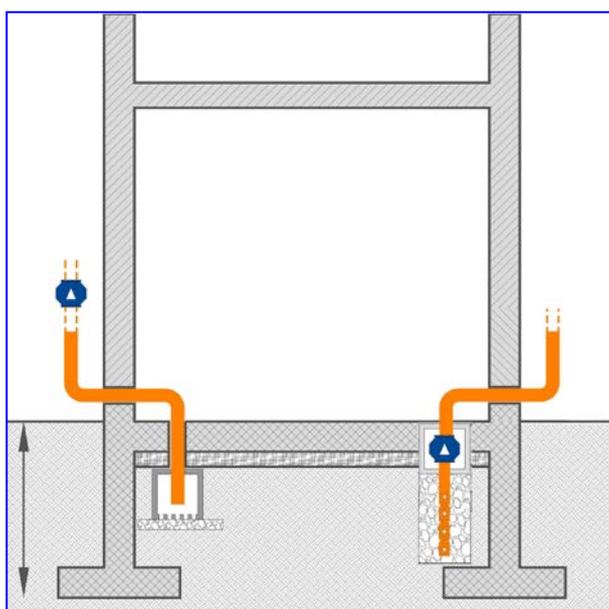
In caso contrario sarà necessario intervenire al perimetro dell'edificio esistente tenendo conto che l'area sulla quale agirà il sistema di ventilazione sarà per metà esterna all'edificio e quindi potrebbero essere necessari più ventilatori per bonificare l'intera costruzione.

In questo caso verrà effettuato uno scavo nel quale inserire una tubazione in PVC di 100-120 millimetri di diametro aperta all'estremità e con una serie di forature perimetrali di 25-30 millimetri di diametro. La tubazione sarà avvolta in un tessuto-non-tessuto per evitare l'ingresso di materiale nel tubo e lo scavo sarà poi riempito con ghiaia di grossa pezzatura.

In questo caso il pozzetto servirà per l'alloggiamento del ventilatore dal quale partirà poi la tubazione di evacuazione.



In caso di fondazioni continue (travi rovesce, cordoli) di una certa profondità il pozzetto posto perimetralmente all'esterno dell'edificio come nella soluzione precedente potrebbe non svolgere una funzione sufficientemente efficace (soprattutto in caso di pressurizzazione) in quanto la profondità della fondazione potrebbe costituire una barriera che impedisce che l'effetto dei ventilatori agisca nei confronti del terreno sotto l'edificio. In questo caso sarebbe necessario individuare un punto, sia pur perimetrale ma all'interno dell'edificio, dove collocare l'impianto. Sono valide entrambe le soluzioni del pozzetto e del tubo forato anche in funzione delle diverse possibilità di collocare il ventilatore.



## Figura 46: bonifica edilizia esistente

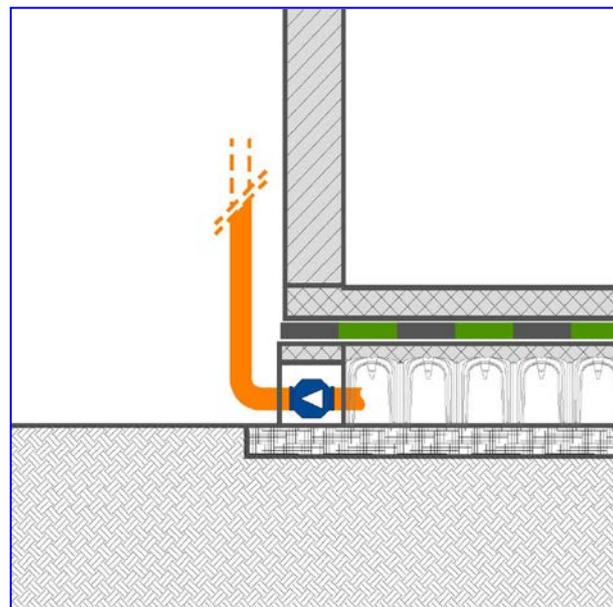
### ventilazione meccanica con ventilatore a scomparsa nella muratura

Qualora sia necessario installare un ventilatore per la depressione/pressurizzazione del vespaio, è possibile inserirlo all'interno della muratura, se lo spessore è adeguato, rendendolo meno visibile e più protetto.

E' sufficiente una contenitore metallico simile ai quello dei contatori di altre utenze per contenere il ventilatore collegato al vespaio.

Dal medesimo punto può partire un finto pluviale anche in rame per l'evacuazione del gas fino almeno alla quota del cornicione sottogronda.

Adottando inoltre la tecnica della pressurizzazione l'impianto diventa meno invadente dal punto di vista estetico in quanto non necessita di tubazione di scarico in quota.



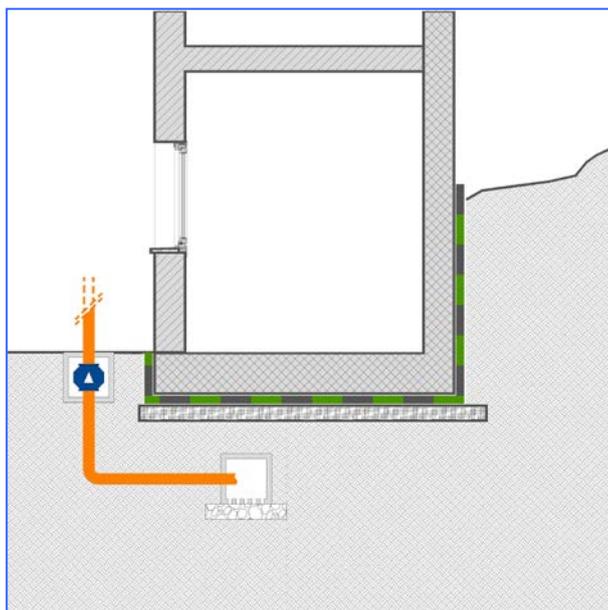
Oppure tutto l'impianto può essere collocato in esterno.

## Figura 47: prevenzione nuova edificazione presenza di murature verticali controterra

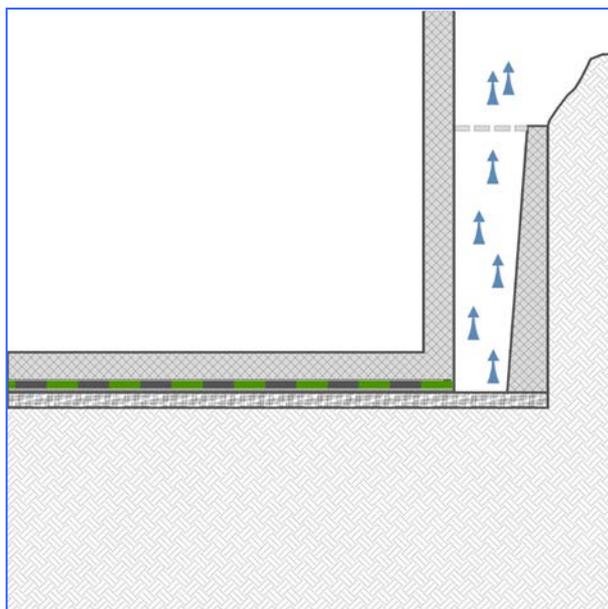
E' possibile che alcune pareti perimetrali dell'edificio siano muri di contenimento controterra, soprattutto in caso di edificazione in terreni non pianeggianti.

In questo caso sarà sempre opportuna la predisposizione di un pozzetto al di sotto dell'edificio per l'attivazione di un sistema di depressione/pressurizzazione laddove si verifici in seguito la presenza di radon.

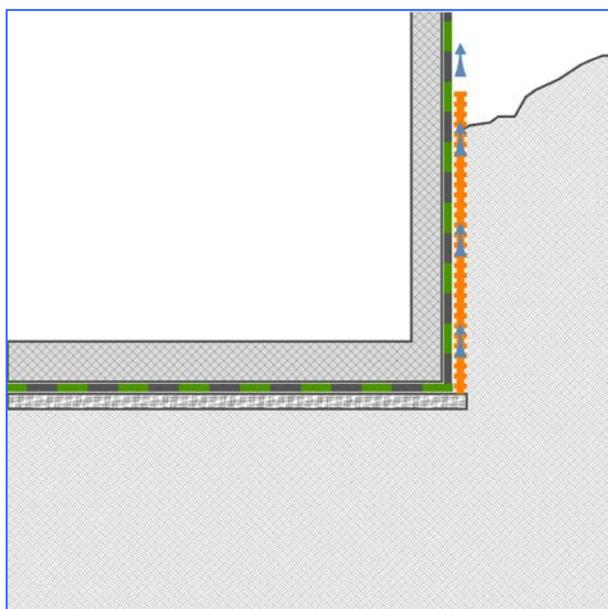
La membrana impermeabile dovrà, in questo caso, risalire anche all'esterno del muro controterra per ovvie ragioni di umidità e anche per protezione di infiltrazioni di radon da questa superficie.



Soluzioni sicuramente più efficaci per quanto riguarda la protezione dall'umidità e anche da infiltrazioni di radon dalla muratura controterra consiste nel realizzare uno scannafosso fra terreno e muratura così da allontanare il terreno e attivare una buona circolazione d'aria. In questo caso la membrana verticale, peraltro sempre consigliabile, può anche essere evitata.

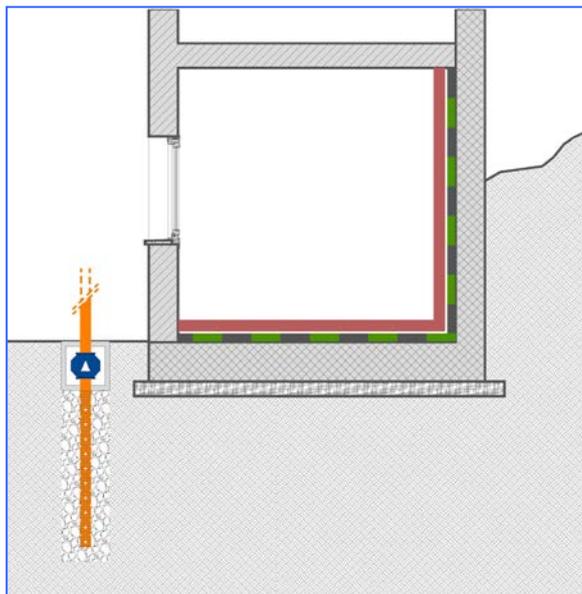


In alternativa allo scannafosso, più semplice da realizzare e meno invasiva, è la realizzazione di una parete controterra ventilata con appositi elementi ventilanti in plastica che realizzano una intercapedine che consente il transito dell'aria fra terreno e muratura.

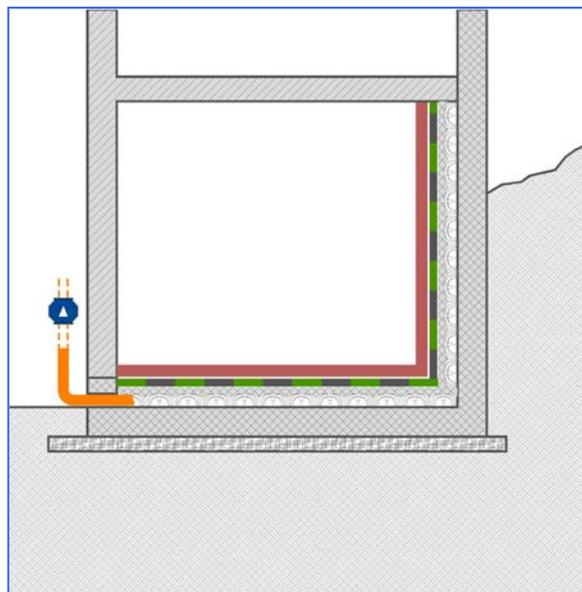


## Figura 48: bonifica edilizia esistente presenza di murature verticali controterra

In caso di intervento su edifici esistenti nei quali siano stati riscontrati valori di radon oltre la soglia suggerita e che presentino alcune pareti perimetrali di contenimento controterra può essere sicuramente funzionale la messa in opera di un pozzetto al perimetro dell'edificio per la messa in depressione del terreno o dell'eventuale vespaio. Sconsigliabile la tecnica della pressurizzazione in quanto il gas respinto nel terreno potrebbe trovare un punto di ingresso lungo la parete verticale controterra. Lungo questa parete controterra inoltre, per una efficace opera di mitigazione della concentrazione di radon, sarà necessario la messa in opera, con particolare cura, di una membrana impermeabile all'interno della muratura che, in funzione della destinazione d'uso dell'ambiente, potrà essere lasciata a vista oppure protetta di una parete di rivestimento. Operazione analoga andrà eseguita sul solaio controterra con il rifacimento della pavimentazione.



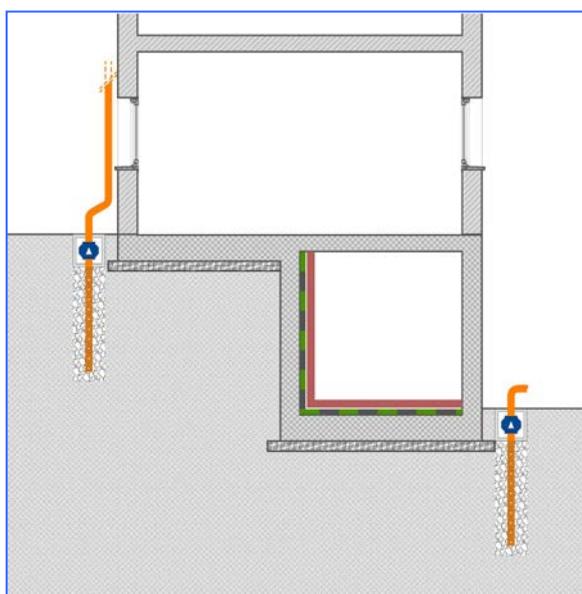
In una situazione di questo tipo ancora più funzionale risulta la realizzazione di una intercapedine ventilata meccanicamente realizzata all'interno dell'edificio tramite la messa in opera di casseri a perdere in plastica (igloo) di basso spessore sia sul solaio a terra che sulla parete verticale controterra, previa messa in opera di una membrana impermeabile e con successivo rivestimento a pavimento e a parete.



Le tipologie edilizie riscontrabili in aree collinari o pedemontane, possono essere particolarmente articolate, le cui pareti perimetrali verticali controterra, gli ambienti interrati e/o seminterrati spesso seguono l'orografia e le curve di livello del terreno.

Le tecniche di bonifica per queste tipologie di edifici non sono così differenti da quelle presentate precedentemente; in questi casi si tratterà di applicare più tecniche in funzione dell'articolazione dell'edificio.

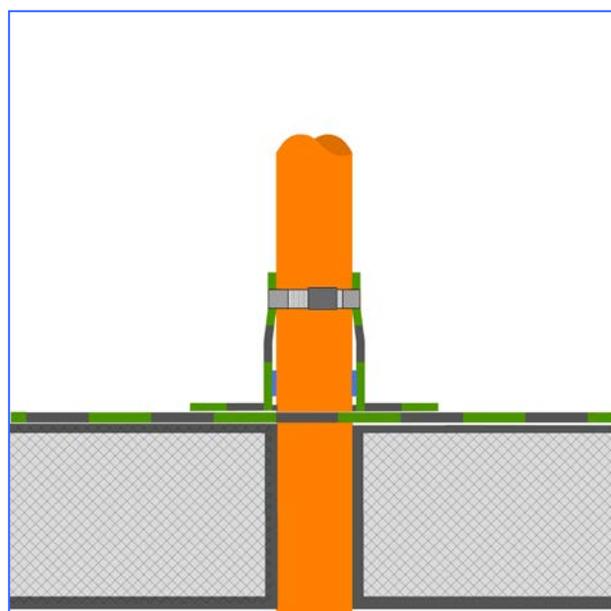
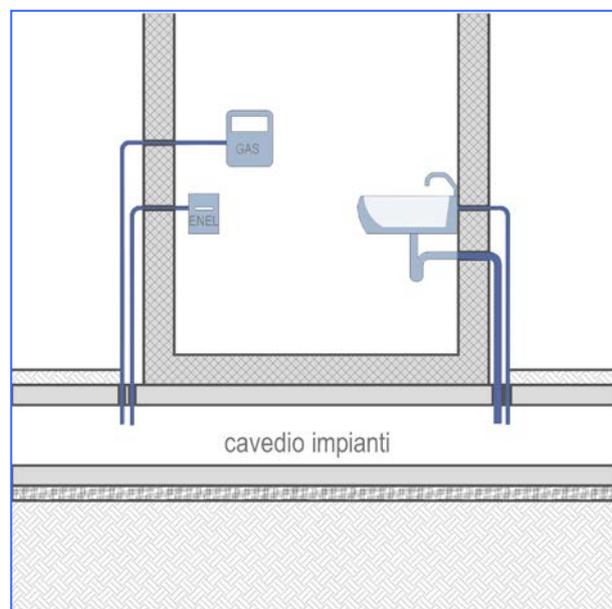
Particolare attenzione deve essere posta al fine di evitare che le tecniche adottate si contrastino a vicenda diminuendo le rispettive prestazioni.



## Figura 49: prevenzione nuova edificazione sigillatura delle tubazioni impiantistiche

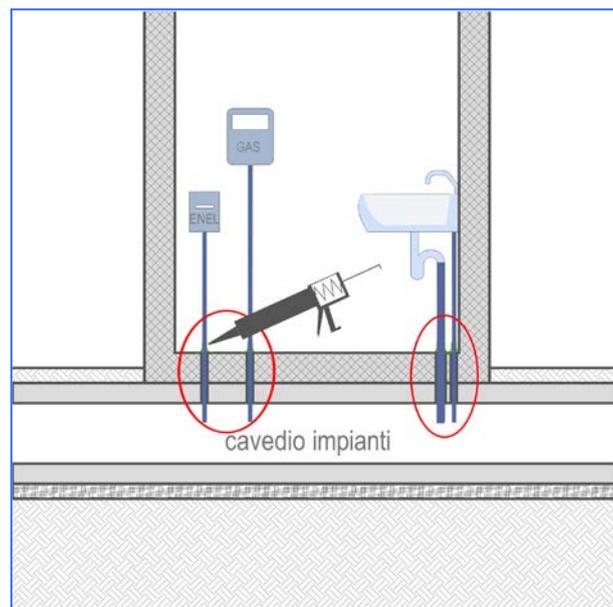
In caso di nuova edificazione è opportuno verificare la possibilità di far transitare le tubazioni degli impianti dalle pareti perimetrali verticali anziché dal solaio a terra. In questo modo si evitano rischi di transito del gas dal terreno attraverso i fori delle canalizzazioni e problemi di sigillature a tenuta d'aria.

In caso contrario, nell'edilizia di nuova costruzione, il passaggio delle canalizzazioni impiantistiche dovrà essere sigillato con la membrana impermeabile e antiradon tramite una flangia di raccordo, incollata alla membrana e al tubo ed eventualmente stretta con una fascetta da elettricista oppure con del nastro e prima della posa del massetto di allettamento della pavimentazione.

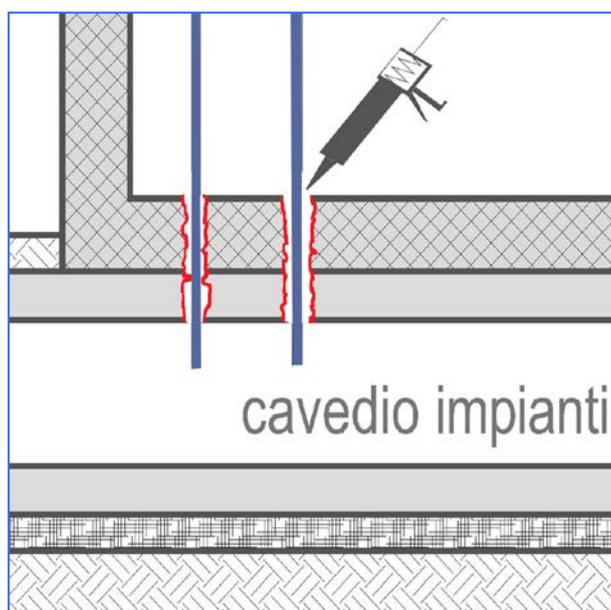


## Figura 50: bonifica edilizia esistente sigillatura delle tubazioni impiantistiche e del nodo solaio-parete

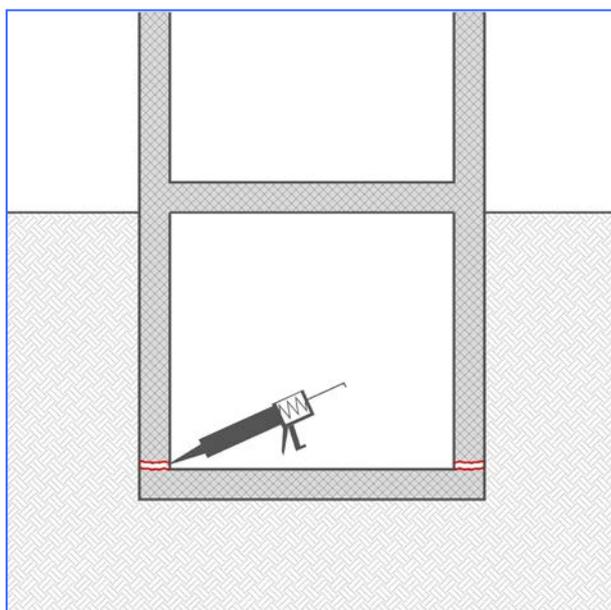
Un possibile punto di ingresso del radon dal terreno sono tutti i sottoservizi e gli impianti dell'edificio. I cavedi delle utenze comunali all'interno dei quali corrono le canalizzazioni dei servizi sono infatti dei luoghi in cui il radon si concentra e, da queste zone, può riuscire a passare nell'edificio attraverso le tubazioni di collegamento con gli impianti domestici.



Tutti questi passaggi, che costituiscono una frattura nell'attacco a terra dell'edificio e collegano il terreno con l'interno, dovrebbero quindi essere attentamente sigillati in caso di nuova edificazione ma anche e soprattutto in interventi di bonifica.

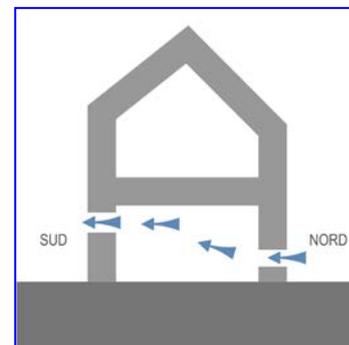


Anche le riprese di getto, le crepe lungo la linea di connessione fra parete verticale e solaio a terra, le fessure passanti nella pavimentazione, ecc. dovrebbero essere preliminarmente sigillate prima di un intervento di bonifica. Si tratta di un intervento quasi sempre di tipo non risolutivo ma finalizzato ad attenuare il flusso di gas verso l'interno e da abbinare poi ad altre tecniche di bonifica.

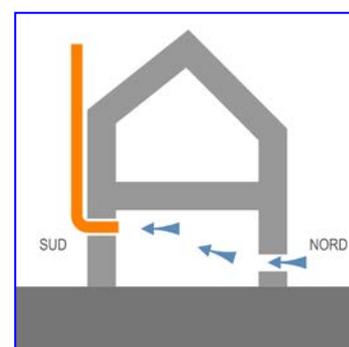


## Figura 51: prevenzione nuova edificazione bonifica edilizia esistente: modalità di ventilazione naturale o meccanica

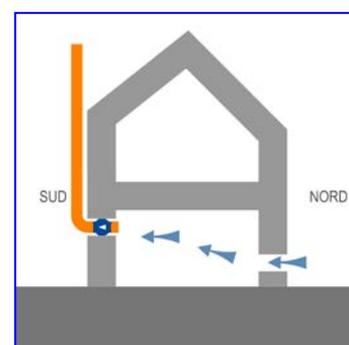
Disponendo di un volume tecnico sotto l'edificio, un vespaio sufficientemente libero e non particolarmente riempito con detriti, ghiaia, macerie, ecc. può essere ipotizzabile in prima istanza provare a innescare una ventilazione naturale realizzando delle bucaure di 100-120 millimetri di diametro alla base perimetrale dell'attacco a terra. Dove possibile è preferibile realizzare bucaure nei prospetti nord e sud con l'accortezza di tenere più alti i fori a sud per una migliore circolazione dell'aria.



Se i valori di concentrazione del radon ottenuti con questa tecnica non sono soddisfacenti e si desidera evitare l'utilizzo di ventilatori, un sistema per incrementare la ventilazione è quello di portare in quota una tubazione, oltre il cornicione di gronda, che, grazie ai venti dominanti e all'effetto Venturi, migliori la quantità di aria circolante.

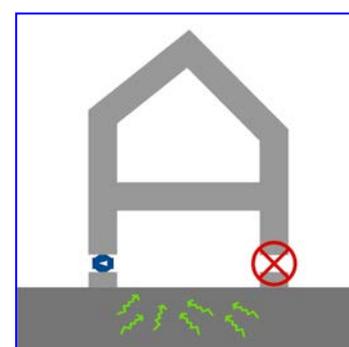
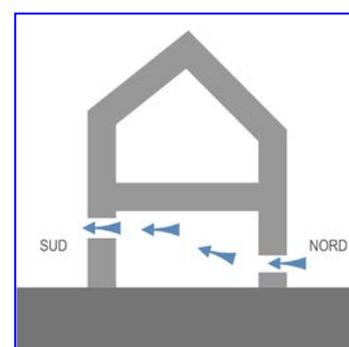


In mancanza di risultati soddisfacenti anche con questo accorgimento, si ricorre ad un ventilatore collegato alle tubazioni esistenti.



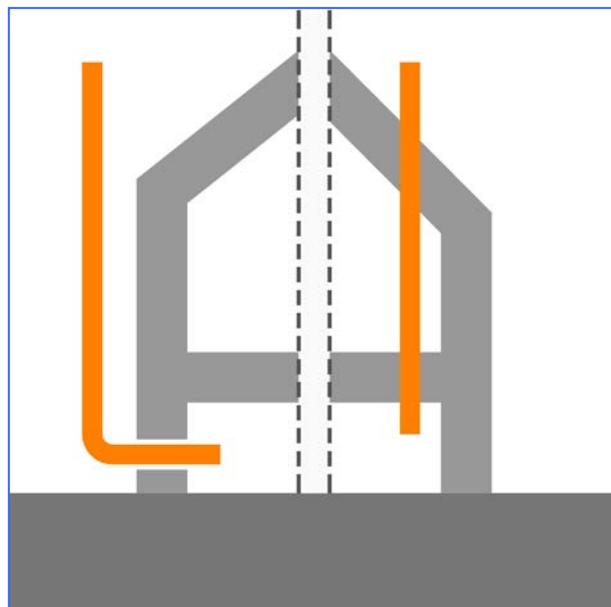
Mentre in caso di ventilazione naturale è indispensabile mantenere aperte una doppia serie di bucaure contrapposte: di ingresso e di uscita dell'aria, per ventilare il volume del vespaio, in caso di ventilazione forzata il più delle volte risulta più conveniente chiudere i fori di ingresso dell'aria per realizzare una maggiore depressione/pressione, nei confronti del terreno. Soprattutto in caso di pressurizzazione.

In caso contrario si corre il rischio, soprattutto con planimetrie di una certa complessità di intervenire con la ventilazione solo in certe parti del volume del vespaio mentre in altre zone il gas può trovare in percorso di ingresso privo delle turbolenze del ventilatore che agisce in parte anche aspirando aria esterna dai fori di ingresso anziché agire esclusivamente nei confronti del terreno.

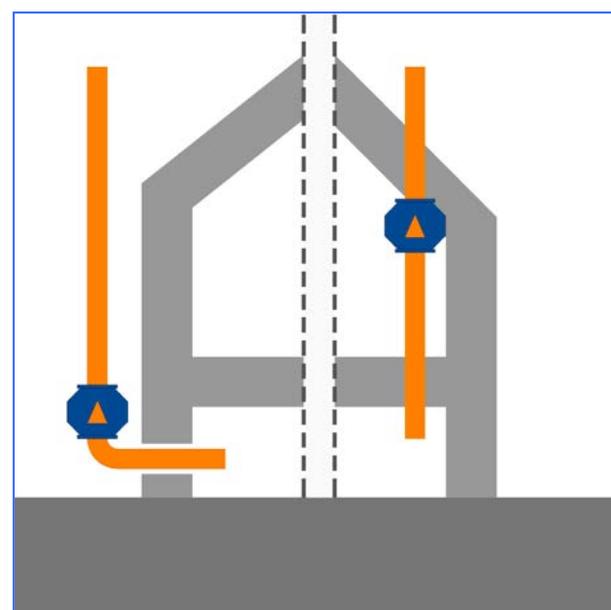


## Figura 52: prevenzione nuova edificazione bonifica edilizia esistente: modalità di ventilazione naturale o meccanica

Nel caso sia presente un vespaio vuoto alla base dell'edificio, o comunque senza particolari riempimenti, può essere possibile porre il volume in depressione tramite semplice "effetto Venturi" e quindi senza impianti di aspirazione ma solo ricorrendo alla differenza di pressione innescata dal vento, di altezza e di temperatura. Il percorso della canalizzazione può essere interno o esterno in funzione della necessità di ridurre al minimo il numero di curvature.

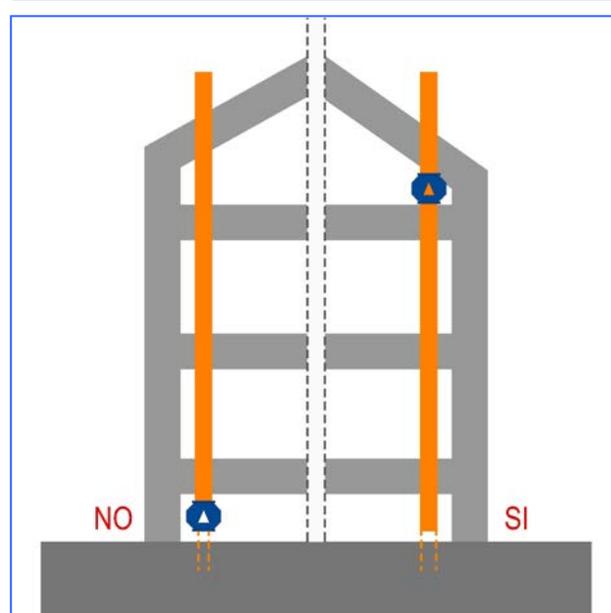


Qualora la presenza di venti dominanti o la differenza di pressione fra interno ed esterno non sia sufficiente a innescare un moto convettivo che richiami il gas del vespaio per disperderlo in quota, sarà necessario inserire un aspiratore nel punto ritenuto più funzionale.



Nelle eventualità il percorso delle tubazioni di evacuazione sia all'interno dell'edificio, è importante porre il ventilatore nel luogo più alto vicino al punto di uscita dell'aria e del gas in atmosfera in modo che l'intera canalizzazione sia in depressione. In questo modo, laddove ci siano delle perdite lungo il condotto dovute a un errato assemblaggio dei tubi, non si avranno delle dispersioni di gas all'interno dell'edificio.

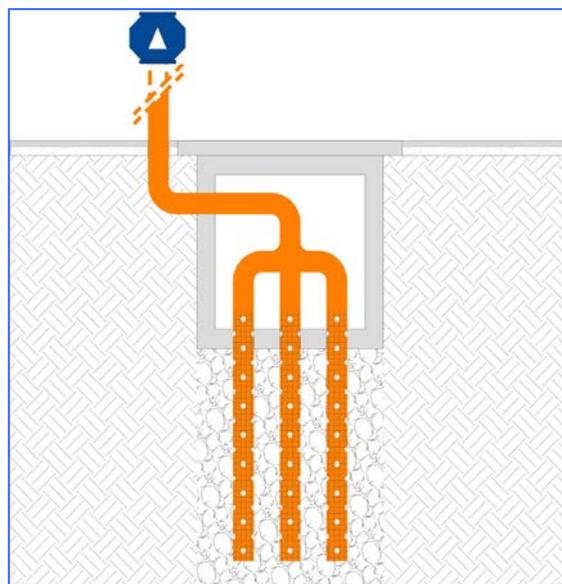
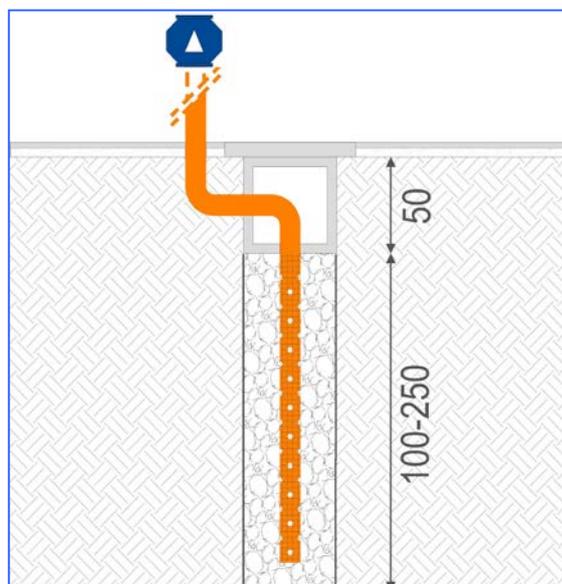
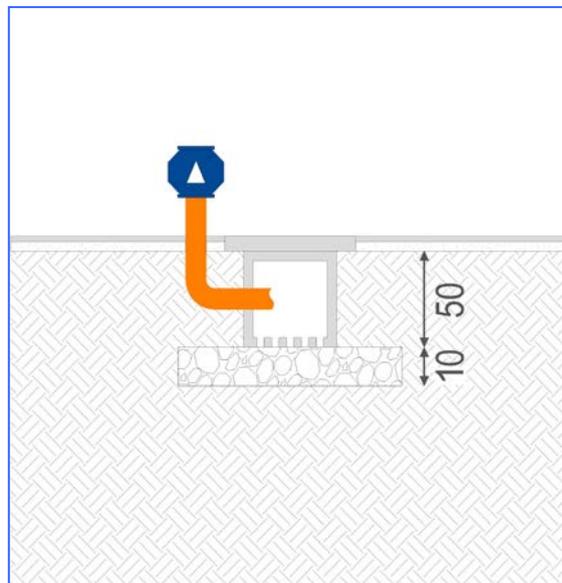
Qualora la tubazione sia esterna, il ventilatore può essere collocato ovunque lungo tutta la lunghezza del tubo, compatibilmente alle esigenze di accessibilità per manutenzione.



### Figura 53: prevenzione nuova edificazione bonifica edilizia esistente: tipologie di pozzetti e di canalizzazioni di aspirazione

L'aspirazione nei confronti del sottosuolo può essere effettuata tramite diverse tecniche:

- un pozzetto di circa 50 x 50 x 50 centimetri di qualsiasi materiale caperto nel lato inferiore e posato su uno strato di ghiaia di grossa pezzatura, chiuso superiormente con un coperchio per mantenere l'ispezionabilità e collegato su uno dei lati verticali alla tubazione in pvc di aspirazione;
- un tubo in pvc di 100-120 millimetri di diametro, aperto all'estremità inferiore e forato al perimetro con fori da 25-30 millimetri e avvolto in un telo di tessuto-non-tessuto per evitare l'ingresso di terriccio o ghiaia; il tubo viene inserito in uno scavo di almeno un metro circa di profondità, riempito successivamente con ghiaia di grossa pezzatura. L'eventuale pozzetto superiore, non indispensabile, consente l'ispezione;
- laddove sia possibile, la collocazione di un maggior numero di tubazioni aspiranti aumenta l'efficacia del sistema.



## Figura 54: prevenzione nuova edificazione bonifica edilizia esistente: punti di evacuazione del radon

Ove si ricorra alla tecnica della depressione (del suolo o di volumi tecnici) e nei casi in cui il gas viene aspirato ed evacuato in atmosfera, particolare attenzione andrà posta al punto di uscita e dispersione del gas che dovrebbe avvenire sempre al di sopra della quota del cornicione di gronda in modo che possa essere più facilmente disperso.

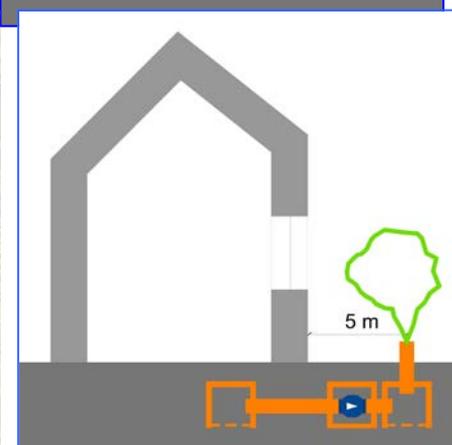
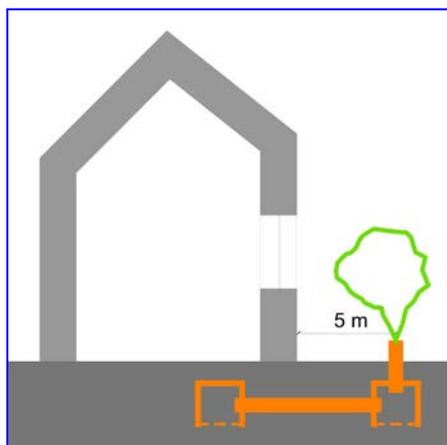
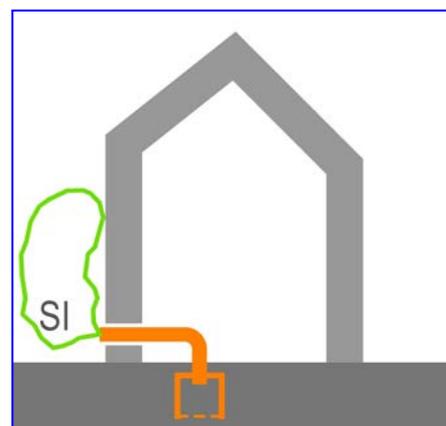
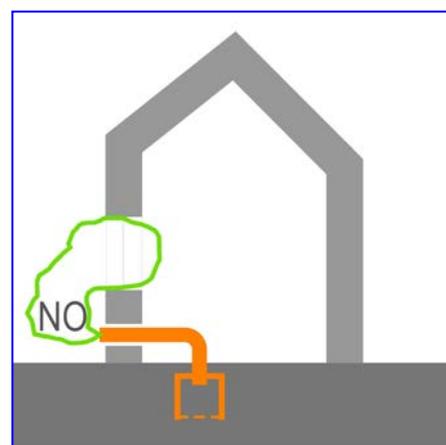
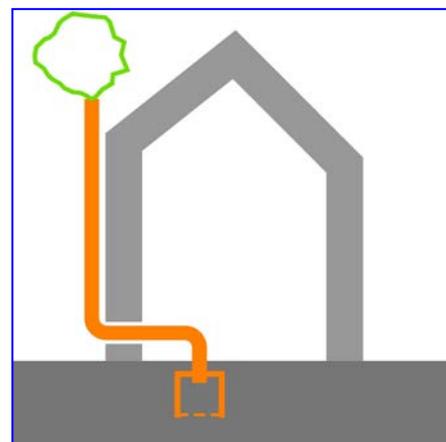
Particolare attenzione andrà quindi posta alla vicinanza di aperture sui prospetti dell'edificio stesso ma anche di edifici adiacenti per evitare il re-ingresso del gas nei luoghi ove vi sia permanenza di persone.

L'apertura delle finestre, specie se contemporaneamente su fronti contrapposti oppure su livelli differenti, causa sempre una circolazione d'aria dall'esterno verso l'interno dell'edificio e se il punto di evacuazione del radon è nelle vicinanze, il re-ingresso del gas è possibile per non dire probabile.

Se il punto di evacuazione del gas si trova in un prospetto privo di bucaure – anche di edifici adiacenti - potrebbe essere possibile disperderlo in atmosfera senza necessariamente arrivare in quota gronda (soluzione comunque sempre più opportuna). Particolare attenzione andrà comunque posta agli eventuali giri d'aria, venti dominanti, distanza dall'apertura più prossima, ecc. per evitare rientri.

Nell'impossibilità o nella difficoltà di arrivare in quota gronda con il tubo di evacuazione del gas, è possibile disperderlo in atmosfera a quota terra allontanandosi dagli edifici di almeno cinque metri, ponendo sempre attenzione a eventuali giri d'aria, venti dominanti, distanza dall'apertura più prossima, ecc. per evitare rientri.

Il pozzetto disperdente sarà chiuso superiormente con una griglia pedonabile che consenta il deflusso del gas e aperto nella parte inferiore per il drenaggio dell'acqua meteorica e alloggerà anche il ventilatore che, in alternativa potrà anche essere posto in un pozzetto limitrofo.

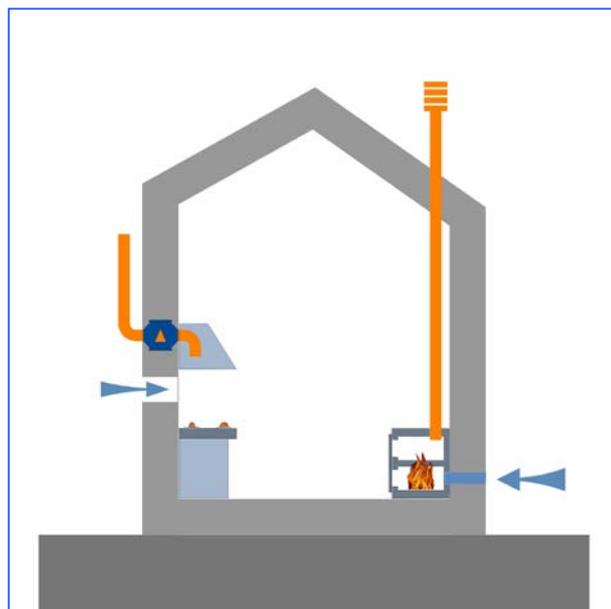


## Figura 55: prevenzione nuova edificazione

### bonifica edilizia esistente: evitare la depressione ambiente

Alcuni impianti tecnici presenti nell'edificio possono aumentare la depressione dell'ambiente nei confronti del suolo più di quanto non faccia l'effetto camino innescato dall'edificio.

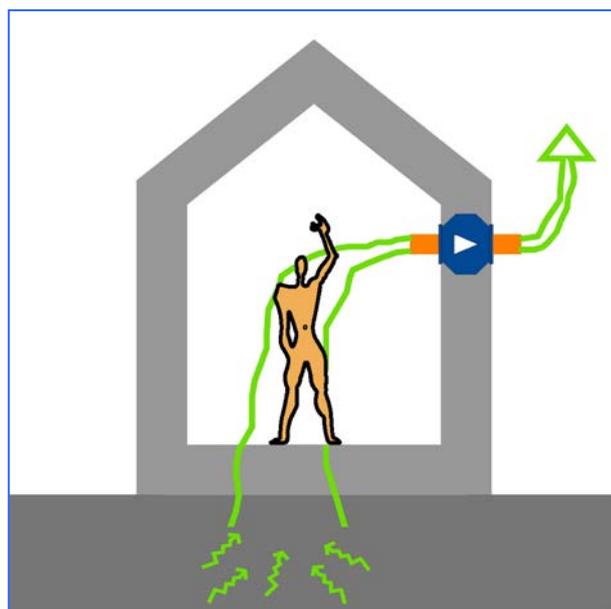
La caldaia del riscaldamento domestico, la cappa di aspirazione in cucina o il caminetto del soggiorno sono tutti elementi che possono aumentare il dislivello di pressione fra sottosuolo ed edificio. E' quindi opportuno considerare sempre questo aspetto e prevedere una presa d'aria esterna per questi sistemi impiantistici in modo da bilanciare il richiamo d'aria provocato da questi impianti.



Fra le possibili tecniche di bonifica di edifici esistenti con eccessive concentrazioni di radon vi è quella della ventilazione indoor che consiste nell'aspirare l'aria dall'ambiente tramite un ventilatore posto sulla parete perimetrale o sull'infisso.

Si tratta di una tecnica che può avere un sua funzionalità in caso di concentrazioni elevate e comunque in via provvisoria in attesa di interventi più radicali. Non può essere considerata una tecnica da bonifica definitiva in quanto il ventilatore, aspirando aria nell'ambiente, mette in depressione il volume abitato aumentando l'effetto risucchio nei confronti del terreno. Il radon viene in effetti espulso ma dopo che ha percorso l'intero volume ambiente ed è stato respirato dagli occupanti.

Provoca inoltre un dispendio energetico in quanto espelle aria climatizzata introducendone altra che deve quindi essere nuovamente trattata.



#### 4. SPERIMENTAZIONI DI RISANAMENTI IN PROVINCIA DI BERGAMO

L' Azienda Sanitaria Locale della Provincia di Bergamo ha condotto, negli anni 2009/2010, un progetto finalizzato alla realizzazione di azioni di risanamento per la riduzione delle esposizioni di gas radon in alcuni edifici scolastici.

Tali edifici sono stati individuati fra quelli che, durante le precedenti indagini regionali, avevano evidenziato valori di concentrazioni di gas radon indoor superiori a  $400 \text{ Bq/m}^3$  (Tabella 5).

Tabella 5: le concentrazioni di radon *ex ante*

	Comune	Edificio scolastico	Tipo di misure	Periodo	Concentrazioni di gas radon
1	Endine R.	Scuola elementare	long term (CR39)	ott-apr 07	1100 e $1200 \text{ Bq/m}^3$ al piano seminterrato
2	Bossico	Scuola materna	long term (CR39)	ott-apr 07	$760$ e $980 \text{ Bq/m}^3$ al piano terra
3	Clusone	Istituto superiore	long term (CR39)	mar-giu 07	tra $500$ e $800 \text{ Bq/m}^3$ al piano terra
4	Lefte	Scuola materna	short term (Picorad)	feb-98	tra $1000$ e $4000 \text{ Bq/m}^3$ ai piani seminterrato e rialzato
			long term (CR39)	dic 08-mag 09	$900 \text{ Bq/m}^3$ al piano rialzato fino a $1700 \text{ Bq/m}^3$ al piano seminterrato

I progetti di risanamento sono stati elaborati dal Politecnico di Milano e dall'Università IUAV di Venezia ed i lavori sono stati eseguiti da imprese edili locali.

Il Laboratorio radiometrico di ARPA Lombardia - Dipartimento di Bergamo ha svolto le misure di concentrazione di gas radon durante e alla fine dei lavori edili previsti dal progetto di bonifica.

#### TECNICHE D'INTERVENTO

In relazione agli obiettivi di risanamento (abbattimento dei valori di concentrazione al di sotto di  $400 \text{ Bq/m}^3$ ), la progettazione si è indirizzata verso l'adozione di misure di depressurizzazione attiva del suolo attraverso l'esecuzione di pozzetti di suzione da posizionare all'interno del perimetro o, in qualche caso, nell'intorno dell'edificio.

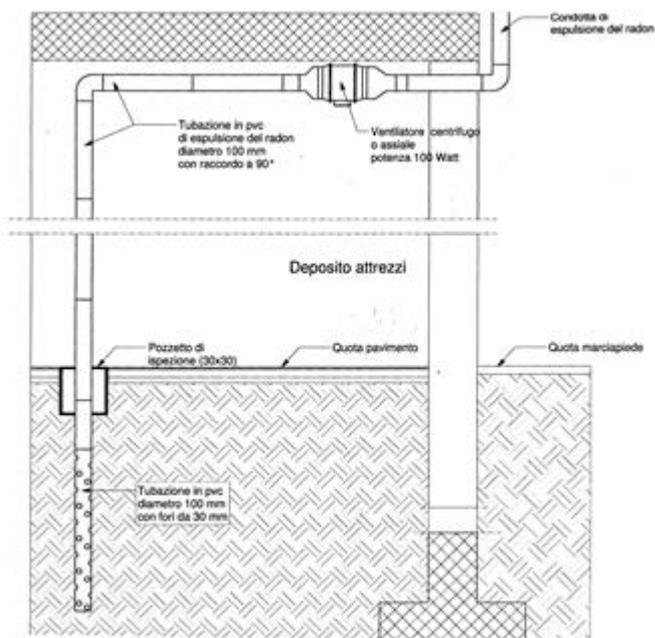


Figura 56: Schema di pozzetto d'aspirazione interno

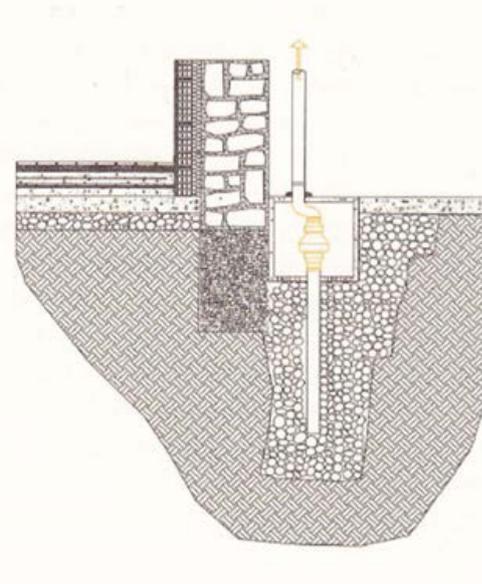


Figura 57: Schema di pozzetto d'aspirazione esterno, adiacente al perimetro dell'edificio

Di seguito vengono descritte le sperimentazioni messe in atto.

#### EDIFICIO 1 - Scuola elementare di Endine Roa

In questa scuola si è deciso di intervenire al piano seminterrato composto da due aule, una palestra con una quota di pavimento inferiore di circa 1 m rispetto alla quota degli altri locali.

Si è adottata una depressurizzazione del terreno sottostante e nell'intorno dell'edificio in modo che, da un lato si potessero limitare le cause del problema alla sua origine e, dall'altro, si riuscisse ad agire prevalentemente all'esterno dell'edificio o in spazi non interessati dallo svolgimento delle attività scolastiche.

L'intervento ha previsto la realizzazione di 3 pozzetti ospitanti al loro interno tubi di drenaggio verticali (ca. 1,5 mt. di profondità) collegati a un estrattore meccanico della potenza nell'ordine dei 100 Watt.

I primi riscontri strumentali hanno evidenziato un'apprezzabile riduzione delle concentrazioni di radon nei locali scolastici riconducibile all'effetto della depressione generata dal funzionamento dei pozzetti di estrazione.

Ad ulteriore supporto di questo dato vi era la differenza di concentrazioni riscontrate variando la durata di funzionamento dei ventilatori.

Nonostante tale riscontro i valori risultavano ancora leggermente superiori al limite dei  $400 \text{ Bq/m}^3$ : per questo motivo, sono stati eseguiti dei lavori integrativi, mettendo in depressione un ulteriore vano che è stato messo in comunicazione con l'esterno sfruttando le canalizzazioni già installate e collegando un estrattore ambientale.

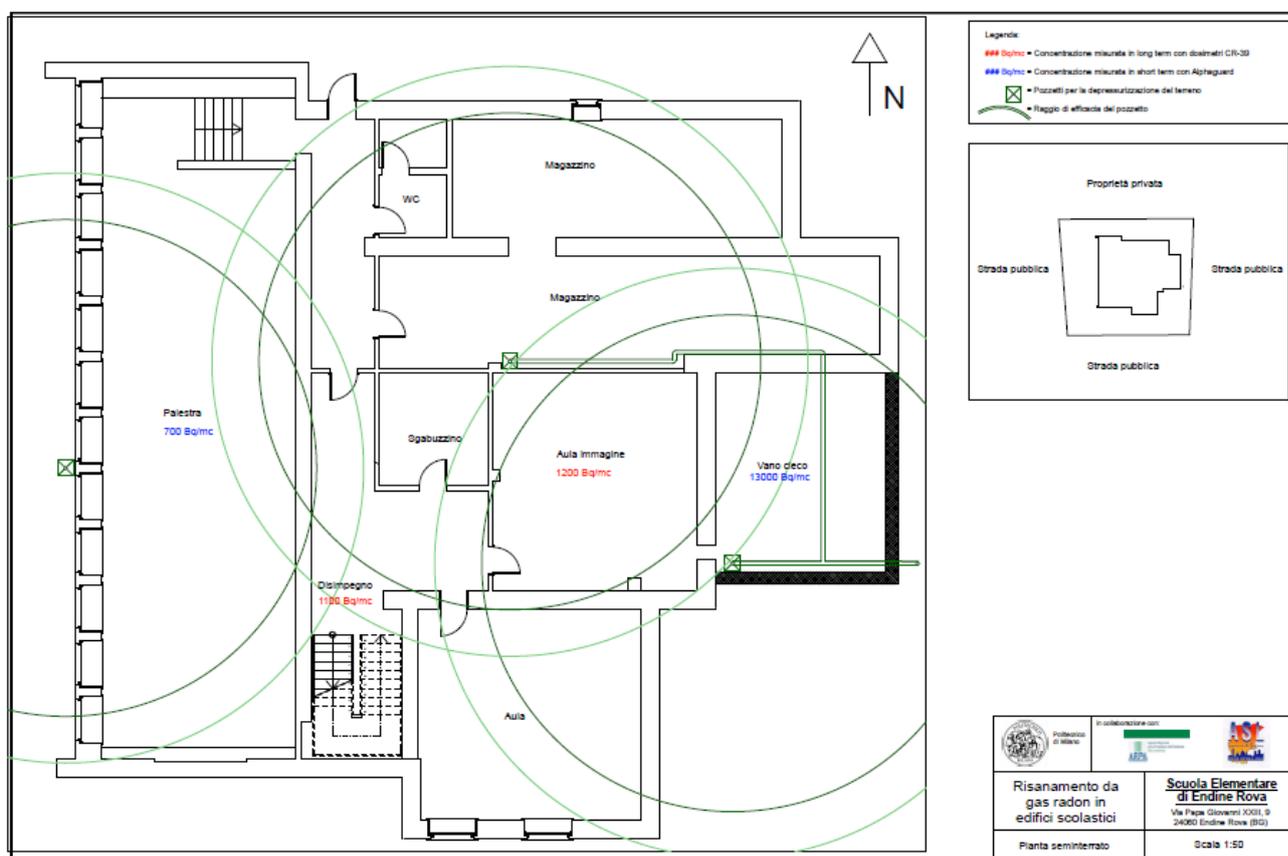


Figura 58: posizione degli estrattori nell'edificio 1

#### EDIFICIO 2 – Scuola materna di Bossico

Le maggiori concentrazioni di gas radon erano state misurate nel piano inferiore dell'edificio.

È stata prevista la realizzazione di 3 pozzetti ospitanti al loro interno tubi di drenaggio verticali (ca. 1,5 mt. di profondità) collegati a un estrattore meccanico della potenza nell'ordine dei 100 Watt.

I primi riscontri strumentali effettuati non hanno evidenziato un effetto apprezzabile della depressione generata dai pozzetti di estrazione, anche con un funzionamento in continuo nelle 24 ore degli estrattori.

Tale risultato ha richiesto un ulteriore approfondimento; i sopralluoghi hanno evidenziato la presenza di intercapedini murarie in connessione diretta con il vespaio oltre che con gli spazi scolastici. In particolare è stato rinvenuto un pozzetto di ispezione di un cavedio contenente canalizzazioni impiantistiche non più in uso in cui sono state registrate concentrazioni di gas radon nell'ordine dei  $3.000 \text{ Bq/m}^3$ .

A seguito delle operazioni di sigillatura del pozzetto sono state effettuate ulteriori misurazioni che hanno evidenziato un miglioramento che tuttavia non ha portato i valori al di sotto della soglia dei 400 Bq/m<sup>3</sup>. Sono stati integrati ulteriormente i lavori con la messa in depressione di un cavedio impiantistico dismesso e la sua connessione con un estrattore posizionato in un pozzetto a ridosso della facciata principale a sud dell'edificio.

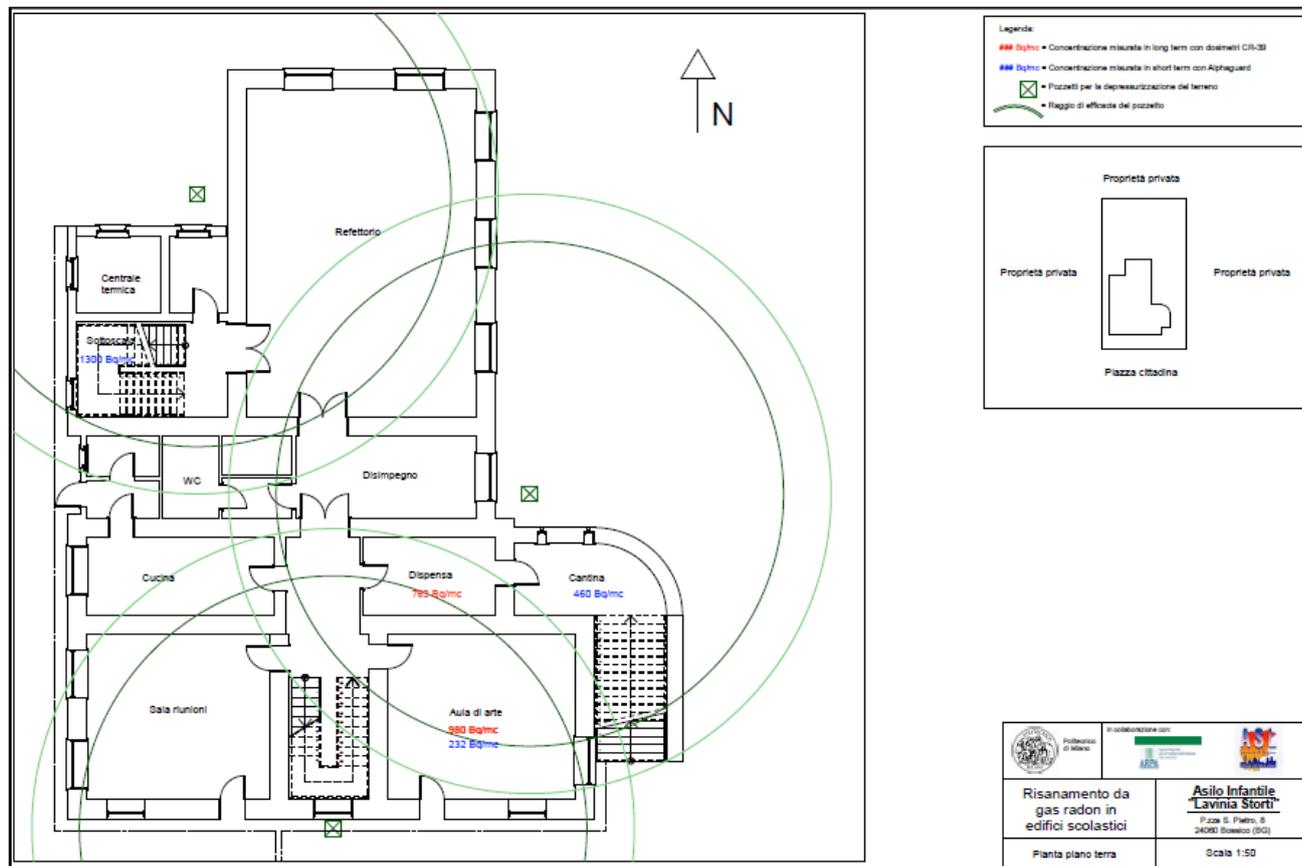
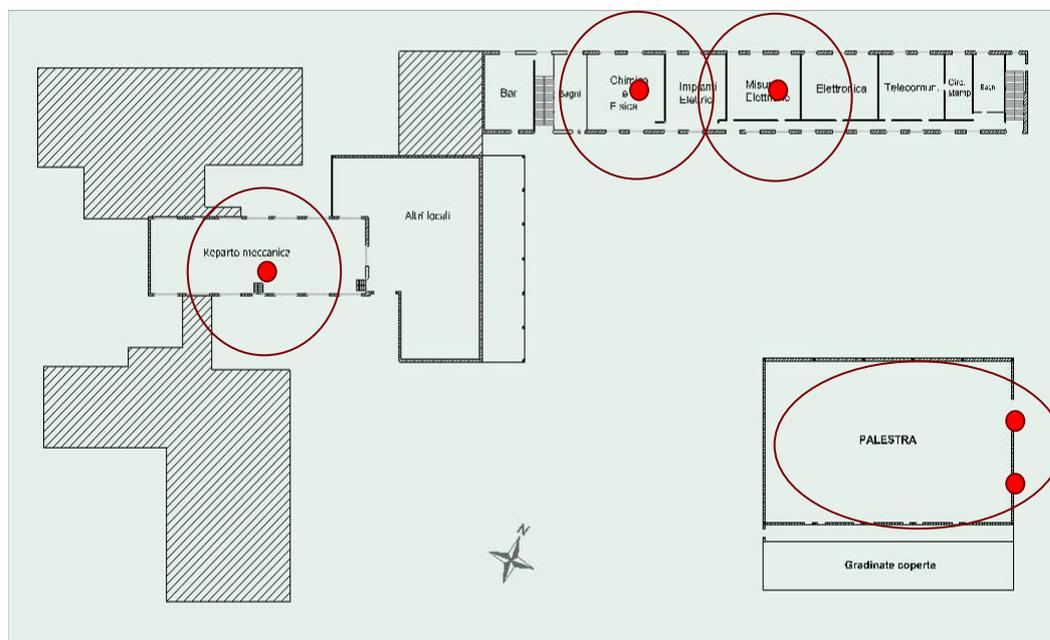


Figura 59: posizione degli estrattori nell'edificio 2

**EDIFICIO 3 – Istituto Superiore di Clusone**

Data l'articolazione della scuola, si è intervenuto con pozzetti aspiranti posti in ogni padiglione e collocati all'interno delle aule.

Figura 60: posizione degli estrattori nell'edificio 3



Il risultato è stato soddisfacente per l'intero complesso ad esclusione di un'aula/laboratorio nella quale il tortuoso percorso della tubazioni di uscita e la presenza di altri aspiratori/ambiente, provvisoriamente collocati ante bonifica, ha inizialmente reso complessa la lettura e l'interpretazione dei risultati per cui saranno possibili ulteriori aggiustamenti, eventualmente ponendo in pressurizzazione il sistema attualmente aspirante.

Gli altri aspiratori sono poi stati temporizzati con protocollo 120 minuti on – 30 minuti off per le 24 ore.

#### EDIFICIO 4 – Scuola materna di Leffe

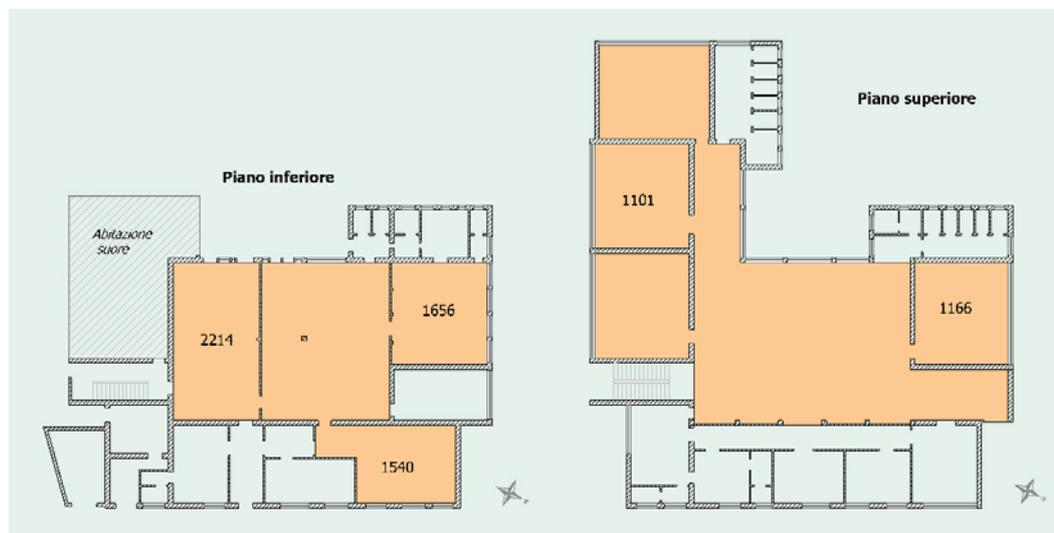
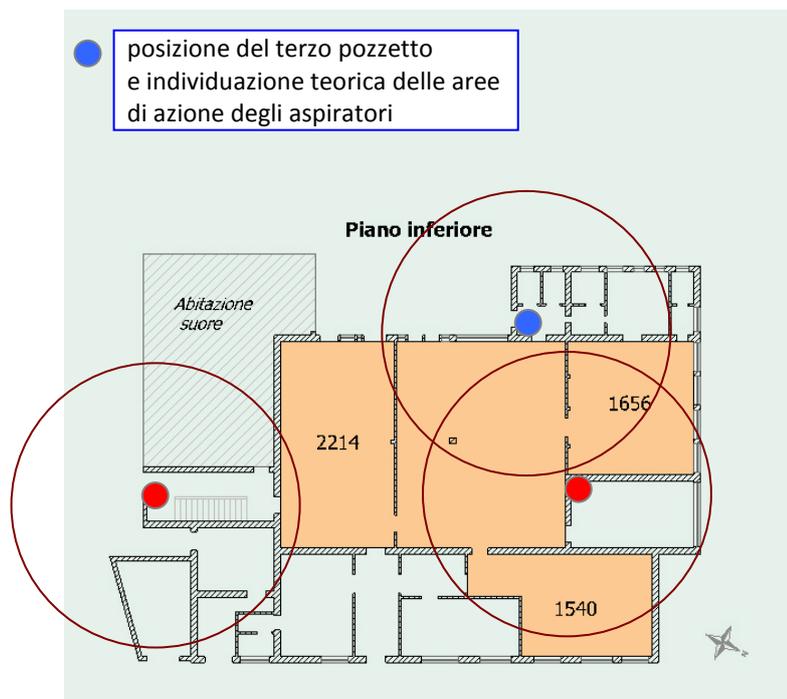


Figura 61: planimetria dell'edificio 4 e concentrazioni riscontrate prima della bonifica

La scuola si presentava articolata su due livelli, in parte controterra e in parte confinante con un'autorimessa interrata dove sono stati individuati due punti all'interno dell'edificio in cui sono stati collocati due aspiratori simmetricamente lungo l'asse longitudinale della scuola a piano terra.

A seguito di un monitoraggio, si è temporizzato gli aspiratori con protocollo 60 minuti acceso – 15 minuti spento con spegnimento nelle ore notturne.

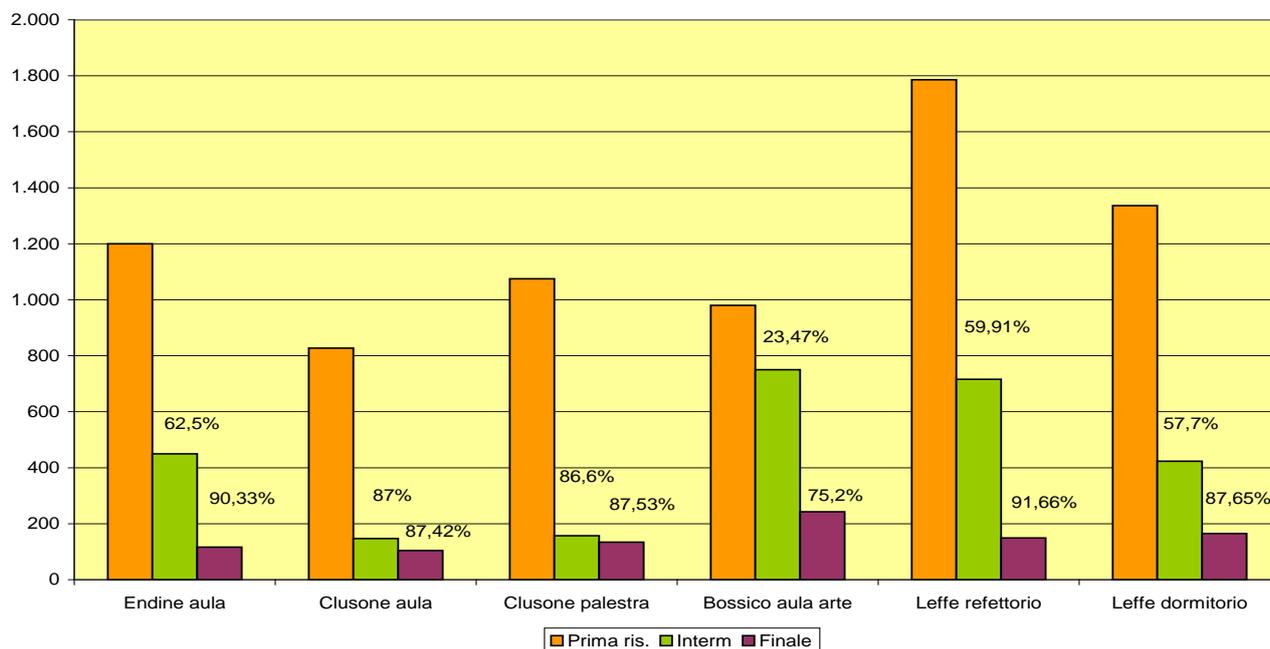
Figure 62: posizione degli estrattori nell'edificio 4



## RISULTATI

E' possibile riassumere e visualizzare i risultati degli interventi di bonifica; nella figura 63 sono riportate le concentrazioni rilevate con misure long-term nelle varie fasi della bonifica.

Figura 63: Percentuali di riduzione delle concentrazioni di radon, fase intermedia e finale della bonifica



Nella Tabella 6 sono riportati i risultati delle misure long – term eseguite prima e dopo i risanamenti nei locali degli edifici bonificati da cui emerge che sia ha una riduzione dal 44% e il 91% delle concentrazioni di gas radon in relazione alla situazione iniziale.

EDIFICIO	LOCALE	concentrazione iniziale di gas radon (Bq/m <sup>3</sup> )	concentrazione finale di gas radon (Bq/m <sup>3</sup> )	efficacia dell'intervento (% di riduzione di gas radon)
1 - Endine	Sottoscala	1108	112	90
	Aula immagine	1200	116	90
	Palestra	497	103	79
2 - Bossico	Dispensa	763	431	44
	Aula arte	980	243	75
3 - Clusone	Palestra	718	157	78
	Laboratorio chimica-fisica (F003)	794	101	87
	Laboratorio impianti elettrici (F004)	575	105	82
	Laboratorio misure elettriche (F005)	1080	147	86
	Laboratorio telecomunicazioni (F007)	659	232	65
	Laboratorio meccanica	368	188	49
4 - Leffe	aula sopra dormitorio	1166	136	88
	aula sopra refettorio grande	1101	100	91
	Dormitorio	1656	165	90
	Refettorio	1540	194	87
	refettorio grande	2214	149	93
	camera suore	7500	141	98

Tabella 6 : i risultati delle misure long – term eseguite prima e dopo i risanamenti

## ASPETTI ECONOMICI

Il costo della bonifica per ogni edificio scolastico può essere così quantificato:

- progettazione e direzione lavori: circa 4.000 euro;
- realizzazione degli interventi: da 6.500 a 10.500 euro in relazione al numero e della posizione dei pozzetti installati;
- misure e sopralluoghi: da 1500 a 2000 euro per ciascun edificio bonificato.

Inoltre sono da tener presente i costi gestionali quali il consumo di energia elettrica stimabile tra 18 e 52 euro/anno in funzione della potenza e della temporizzazione degli aspiratori.

## ALCUNE CONSIDERAZIONI

Alcuni degli interventi descritti hanno evidenziato l'importanza della fase diagnostica, che in un intervento di bonifica richiede sempre attenzione, competenza ed esperienza: è necessario cogliere dettagli importanti per capire quali siano le caratteristiche dell'edificio che favoriscono la risalita del gas e quali quelle che si possono sfruttare per espellerlo. Altrettanto importante è avere informazioni complete sulla struttura dell'edificio e degli impianti, informazioni che a volte non sono disponibili o lo sono solo grazie alla memoria storica degli occupanti: gli edifici più vecchi possono aver subito nel tempo diversi rimaneggiamenti dei quali non si ha riscontro.

## 5. BIBLIOGRAFIA

- Agenzia Provinciale per la Protezione dell'Ambiente di Bolzano – Laboratorio di Chimica e Fisica – Alto Adige, Guida: IL RADON, [www.provincia.bz.it/agenzia-ambiente/2908/radon/index\\_i.htm](http://www.provincia.bz.it/agenzia-ambiente/2908/radon/index_i.htm)
- Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale del Veneto – Il radon in Veneto: ecco come proteggersi – [www.arpa.veneto.it](http://www.arpa.veneto.it)
- Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente del Friuli Venezia Giulia - Indicazioni e proposte per la protezione degli edifici dal radon - [www.arpa.fvg.it](http://www.arpa.fvg.it)
- APAT - Linee guida per le misure di radon in ambienti residenziali - 2004
- APAT - Linee guida relative ad alcune tipologie di azioni di risanamento per la riduzione dell'inquinamento da radon" 2005
- ARPA Lombardia Indagine per l'individuazione delle radon prone areas in Lombardia , , Milano
- Bochicchio F, Campos Venuti G, Nuccetelli C, Piermattei S, Risica S, Tommasino L, Torri G. Results of the National Survey on radon indoors in all the 21 Italian Regions. Proc. workshop "Radon in the Living Environment", Athens 19-23 April 1999: 997-1006; 1999a.
- Bochicchio F. et al. "Indagine nazionale sulla radioattività naturale nelle abitazioni. Rapporto finale." - Roma, 1994.
- Borgoni R S Galeazzi, P Quatto, D de Bartolo, A Alberici (2009) L'impatto delle caratteristiche degli edifici sulla probabilità di elevati valori nelle concentrazioni di radon indoor: un approccio model based di tipo bayesiano su Atti del Convegno AIRP (Associazione Italiana di Radioprotezione), Frascati, 28-30 ottobre 2009
- Borgoni R., Cremonesi A., Somà G., de Bartolo D., Alberici A. (2007), Radon in Lombardia: dai valori di concentrazione indoor misurati, all'individuazione dei Comuni con elevata probabilità di alte concentrazioni. Un approccio geostatistico, Atti del Convegno AIRP (Associazione Italiana di Radioprotezione), (Vasto, 1-3 ottobre 2007)
- Borgoni R., Tritto V., Bigliotto C., de Bartolo D. (2011), A Geostatistical Approach to Assess the Spatial Association between Indoor Radon Concentration, Geological Features and Building Characteristics: The Case of Lombardy, Northern Italy, International Journal of Environmental Research and Public Health, 8(5), 1420-1440
- CCM – ISS Raccomandazione del Sottocomitato Scientifico del progetto CCM "Avvio del piano Nazionale Radon per la riduzione del rischio di tumore polmonare in Italia" 2008
- Coordinamento delle Regioni e delle Province autonome di Trento e Bolzano – a cura di - Linee guida per le misure di concentrazione di radon in aria nei luoghi di lavoro sotterranei - Febbraio 2003
- Directorate-General Environment; Nuclear Safety and Civil Protection 1999 - Radiation Protection 112 - Radiological Protection Principles Concerning the Natural Radioactivity of Building Materials
- Facchini U., G. Valli e R. Vecchi, "Il radon nella casa", Istituto di fisica gen. applicata, Università di Milano, maggio 1991
- GEOEX s.a.s, Il Radon: Manuale di Misura e di Risanamento, <http://www.radon.it>
- Gray et al Lung cancer deaths from indoor radon and the cost effectiveness and potential of policies to reduce them - British medical journal, gennaio 2009.

- IReR – Istituto Regionale di ricerca della Lombardia (2010), Politiche di sicurezza per lo sviluppo sostenibile del territorio: rischio reale e percepito. Allargamento ai rischi emergenti in Regione Lombardia – DossierRadon, Milano <http://www.irer.it/ricerche/sociale/analisi/sociale/2009B027>
- ISPESL, Il radon in Italia: guida per il cittadino, Dip. Medicina del Lavoro, 2007
- Ministero della Salute, Dipartimento della Prevenzione - Proposta di Piano Nazionale Radon, 2002 [www.iss.it/tesa/prog/cont.php?id=182&tipo=14&lang=1](http://www.iss.it/tesa/prog/cont.php?id=182&tipo=14&lang=1)
- Righi S., et al, Natural radioactivity and radon exhalation in building materials used in Italian dwelling - Journal of Environmental Radioactivity 88 (2006) 158- 170
- Rizzo M. M., Il radon, rischi e prevenzioni, UNI Service, Trento, 2007
- Scivyer C, Buying homes in radon-affected areas, BRE, 2004
- Scivyer C., Guidance on protective measures for new buildings, brepress2007
- Scivyer C.R. A., Cripps, A BRE guide to radon remedial measures in existing dwellings, Brepress, 1998
- Tarroni G., Spezia U. Dossier 1999 - La Radioprotezione in Italia - La salvaguardia della popolazione e dell'ambiente. ENEA ISBN 88-8286-074-4, dicembre 1999.
- Trevisi R. et al, Natural radioactivity in building materials in the European Union: a database and an estimate of radiological significance. Journal of Environmental Radioactivity 105 (2012) 11-20
- Ufficio federale della sanità pubblica Divisione radioprotezione Servizio tecnico e d'informazione sul radon – Radon: guida tecnica - Berna - [www.ch-radon.ch](http://www.ch-radon.ch)
- UNSCEAR (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation). Sources and Effects of Ionizing Radiation. 2000 Report to the General Assembly, with Annexes. United Nations, New York, 2000.
- WHO, Handbook on indoor radon, a public health perspective, WHO, 2009
- Zannoni G., Bigliotto C. “Gas radon, Monitoraggio e bonifica”, Edicom, Monfalcone, 2006
- Zannoni G., e al., Regione Veneto “Gas radon, Tecniche di mitigazione — Edicom, Monfalcone, 2006

#### SITOGRAFIA

- [http://ita.arpalombardia.it/ita/area\\_download/index01.asp?Id=3&Anno=0&Categoria=0&Testo](http://ita.arpalombardia.it/ita/area_download/index01.asp?Id=3&Anno=0&Categoria=0&Testo)
- <http://www.epa.gov/radon/index.html>
- <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol43/volume43.pdf>
- [http://www.apat.gov.it/site/\\_files/Rapporto\\_tecnico\\_radon.pdf](http://www.apat.gov.it/site/_files/Rapporto_tecnico_radon.pdf)
- [http://www.apat.gov.it/site/it-IT/Temi/Radioattivita\\_e\\_radiazioni/Radon/](http://www.apat.gov.it/site/it-IT/Temi/Radioattivita_e_radiazioni/Radon/)
- [http://www.arpa.veneto.it/agenti\\_fisici/htm/radon\\_1.asp](http://www.arpa.veneto.it/agenti_fisici/htm/radon_1.asp)
- <http://www.bag.admin.ch/themen/strahlung/00046/index.html?lang=it>
- [http://www.cdc.gov/nceh/radiation/brochure/profile\\_radon.htm](http://www.cdc.gov/nceh/radiation/brochure/profile_radon.htm)
- <http://www.epa.gov/radon/>
- <http://www.epicentro.iss.it/problemi/radon/epid.asp>
- <http://www.euradnews.org/fullstory.php?storyid=150128>
- <http://www.icrp.org/page.asp?id=83>
- <http://www.iss.it/tesa/prog/cont.php?id=182&tipo=14&lang=1>
- <http://www.provincia.bz.it/agenzia-ambiente/radiazioni/radon.asp>
- [http://www.regione.piemonte.it/ambiente/sezione\\_navigabile/rapporto\\_2010/index0b56.html?option=com\\_content&view=article&id=300&Itemid=180](http://www.regione.piemonte.it/ambiente/sezione_navigabile/rapporto_2010/index0b56.html?option=com_content&view=article&id=300&Itemid=180)
- [http://www.regione.toscana.it/regione/export/RT/sito-RT/Contenuti/sezioni/ambiente\\_territorio/rischi\\_ambientali/rubriche/piani\\_progetti/visualizza\\_asset.html\\_1846234145.html](http://www.regione.toscana.it/regione/export/RT/sito-RT/Contenuti/sezioni/ambiente_territorio/rischi_ambientali/rubriche/piani_progetti/visualizza_asset.html_1846234145.html)
- <http://www.regione.veneto.it/Servizi+alla+Persona/Sanita/Prevenzione/Luoghi+e+ambienti+sani/Radon.htm>
- [http://www.unscear.org/docs/reports/2006/09-81160\\_Report\\_Annex\\_E\\_2006\\_Web.pdf](http://www.unscear.org/docs/reports/2006/09-81160_Report_Annex_E_2006_Web.pdf)
- [http://www.who.int/ionizing\\_radiation/env/radon/en/](http://www.who.int/ionizing_radiation/env/radon/en/)

Milano, dicembre 2011