

ALLEGATO 1 AL REGOLAMENTO EDILIZIO

“Definizioni tecniche uniformi” (DTU) - Allegato B alla DGR 24 ottobre 2018 - n. XI/695.

Serie Ordinaria n. 44 - Mercoledì 31 ottobre 2018

ALLEGATO B
DEFINIZIONI TECNICHE UNIFORMI

VOCI	ACRONIMO	DESCRIZIONE	INCIDENZA URBANISTICA	NOTE ESPLICATIVE
1 - Superficie territoriale*	ST	Superficie reale di una porzione di territorio oggetto di intervento di trasformazione urbanistica. Comprende la superficie fondiaria e le aree per dotazioni territoriali ivi comprese quelle esistenti.	SI	
2 - Superficie fondiaria*	SF	Superficie reale di una porzione di territorio destinata all'uso edificatorio. E' costituita dalla superficie territoriale al netto delle aree per dotazioni territoriali ivi comprese quelle esistenti.	SI	
3 - Indice di edificabilità territoriale*	IT	Quantità massima di superficie o di volume edificabile su una determinata superficie territoriale, comprensiva dell'edificato esistente.	SI	Per superficie si intende la superficie lorda.
4 - Indice di edificabilità fondiaria*	IF	Quantità massima di superficie o di volume edificabile su una determinata superficie fondiaria, comprensiva dell'edificato esistente.	SI	Per superficie si intende la superficie lorda.
5 - Carico urbanistico*	CU	Fabbisogno di dotazioni territoriali di un determinato immobile o insediamento in relazione alla sua entità e destinazione d'uso. Costituiscono variazione del carico urbanistico l'aumento o la riduzione di tale fabbisogno conseguenti all'attuazione di interventi urbanistico-edilizi ovvero a mutamenti di destinazione d'uso.	SI	
6 - Dotazioni Territoriali*	DT	Infrastrutture, servizi, attrezzature, spazi pubblici o di uso pubblico e ogni altra opera di urbanizzazione e per la sostenibilità (ambientale, paesaggistica, socio-economica e territoriale) prevista dalla legge o dal piano.	SI	
7 - Sedime		Impronta a terra dell'edificio o del fabbricato, corrispondente alla localizzazione dello stesso sull'area di pertinenza.	NO	
8 - Superficie coperta*	SCOP	Superficie risultante dalla proiezione sul piano orizzontale del profilo esterno perimetrale della costruzione fuori terra, con esclusione degli aggetti e sporti inferiori a 1,50.	SI	Gli sporti superiori a 1,50 m sono da considerarsi nella loro interezza.
9 - Superficie permeabile*	SP	Porzione di superficie territoriale o fondiaria priva di pavimentazione o di altri manufatti permanenti, entro o fuori terra, che impediscano alle acque meteoriche di raggiungere naturalmente la falda acquifera.	SI	
10 - Indice di permeabilità*	IPT/IPF	Rapporto tra la superficie permeabile e la superficie territoriale (indice di permeabilità territoriale) o fondiaria (indice di permeabilità fondiaria).	SI	
11 - Indice di copertura*	IC	Rapporto tra la superficie coperta e la superficie fondiaria.	SI	
12 - Superficie totale*	STOT	Somma delle superfici di tutti i piani fuori terra, seminterrati ed interrati comprese nel profilo perimetrale esterno dell'edificio.	SI	
13 - Superficie lorda*	SL	Somma delle superfici di tutti i piani comprese nel profilo perimetrale esterno dell'edificio escluse le superfici accessorie.	SI	
14 - Superficie utile*	SU	Superficie di pavimento degli spazi di un edificio misurata al netto della superficie accessoria e di murature, pilastri, tramezzi, sguinci e vani di porte e finestre.	SI	
15 - Superficie accessoria*	SA	Superficie di pavimento degli spazi di un edificio aventi carattere di servizio rispetto alla destinazione d'uso della costruzione medesima, misurata al lordo di murature, pilastri, tramezzi, sguinci, vani di porte e finestre. La superficie accessoria ricomprende: • i portici e le gallerie pedonali; • i ballatoi, le logge, i balconi e le terrazze; • le tettoie e le pensiline con profondità superiore a m 1,50; le tettoie e le pensiline aventi profondità uguale o inferiore a m. 1,50 sono escluse dal computo delle superfici accessoria utile e lorda; • le cantine poste al piano interrato, seminterrato o al primo piano fuori terra, e i vani e locali interrati e seminterrati, tutti privi dei requisiti per la permanenza continuativa di persone, e i relativi corridoi di servizio; • i sottotetti accessibili e praticabili per la sola porzione con altezza pari o superiore a m 1,50, ad esclusione dei sottotetti che presentino i requisiti richiesti per i locali abitabili che costituiscono superficie utile; i sottotetti accessibili e praticabili con altezza inferiore a 1,50 m sono da intendersi esclusi dal computo delle superfici accessorie, utile e lorda; • i vani scala interni alle unità immobiliari computati in proiezione orizzontale, per ciascun livello; • spazi o locali destinati alla sosta, alla manovra e al ricovero degli autoveicoli ad esclusione delle autorimesse che costituiscono attività imprenditoriale; • i corridoi ai piani delle camere per le strutture ricettive alberghiere come definite dalla specifica norma regionale; • i volumi tecnici; • le parti comuni, quali i locali di servizio condominiale in genere, i depositi, gli spazi comuni di collegamento orizzontale, come ballatoi o corridoi. Gli spazi comuni di collegamento verticale quali rampe, montacarichi, scale, ascensori e relativi sbarchi e gli androni condominiali, sono esclusi dal computo delle superfici accessoria utile e lorda.	SI	Le murature divisorie tra le superfici accessorie e le superfici lorde saranno considerate tali sino alla mezzzeria del muro comune.

VOCI	ACRONIMO	DESCRIZIONE	INCIDENZA URBANISTICA	NOTE ESPLICATIVE
16 - Superficie complessiva*	SC	Somma della superficie utile e del 60% della superficie accessoria (SC=SU+60% SA).	SI	
17 - Superficie calpestabile*	SCAL	Superficie risultante dalla somma delle superfici utili (SU) e delle superfici accessorie (SA).	SI	Non vanno ovviamente computati due volte murature, pilastri, tramezzi, sguinci, vani di porte e finestre delle superfici accessorie.
18 - Sagoma		Conformazione planivolumetrica della costruzione fuori terra nel suo perimetro considerato in senso verticale ed orizzontale, ovvero il contorno che viene ad assumere l'edificio, ivi comprese le strutture perimetrali, nonché gli aggetti e gli sporti superiori a 1,50 m.	NO	
19 - Volume totale o volumetria complessiva*	VT	Volume della costruzione costituito dalla somma della superficie totale di ciascun piano per la relativa altezza lorda.	SI	
20 - Piano fuori terra		Piano dell'edificio il cui livello di calpestio sia collocato in ogni sua parte ad una quota pari o superiore a quella del terreno posto in aderenza all'edificio.	NO	
21 - Piano seminterrato		Piano di un edificio il cui pavimento si trova a una quota inferiore (anche solo in parte) a quella del terreno posto in aderenza all'edificio e il cui soffitto si trova ad una quota superiore rispetto al terreno posto in aderenza all'edificio.	NO	Il soffitto dell'edificio del piano seminterrato può trovarsi anche solo in parte ad una quota superiore rispetto al terreno posto in aderenza allo stesso, così come indicato nell'art. 4 della l.r. 7/2017.
22 - Piano interrato		Piano di un edificio il cui soffitto si trova ad una quota inferiore rispetto a quella del terreno posto in aderenza all'edificio.	NO	
23 - Sottotetto		Spazio compreso tra l'intradosso della copertura dell'edificio e l'estradosso del solaio del piano sottostante.	NO	
24 - Soppalco		Partizione orizzontale interna praticabile, ottenuta con la parziale interposizione di una struttura portante orizzontale in uno spazio chiuso.	NO	
25 - Numero dei piani		E' il numero di tutti i livelli dell'edificio che concorrono, anche parzialmente, al computo della superficie lorda (SL).	NO	
26 - Altezza lorda		Differenza fra la quota del pavimento di ciascun piano e la quota del pavimento del piano sovrastante. Per l'ultimo piano dell'edificio si misura l'altezza del pavimento fino all'intradosso del soffitto o della copertura.	NO	
27 - Altezza del fronte		L'altezza del fronte o della parete esterna di un edificio è delimitata: - all'estremità inferiore, dalla quota del terreno posta in aderenza all'edificio prevista dal progetto; - all'estremità superiore, dalla linea di intersezione tra il muro perimetrale e la linea di intradosso del solaio di copertura, per i tetti inclinati, ovvero dalla sommità delle strutture perimetrali, per le coperture piane.	NO	
28 - Altezza dell'edificio*		Altezza massima tra quella dei vari fronti.	SI	
29 - Altezza utile		Altezza del vano misurata dal piano di calpestio all'intradosso del solaio sovrastante, senza tener conto degli elementi strutturali emergenti. Nei locali aventi soffitti inclinati o curvi, l'altezza utile si determina calcolando l'altezza media ponderata.	NO	
30 - Distanze		Lunghezza del segmento minimo che congiunge l'edificio con il confine di riferimento (di proprietà, stradale, tra edifici o costruzioni, tra i fronti, di zona o di ambito urbanistico, ecc.), in modo che ogni punto della sua sagoma rispetti la distanza prescritta.	NO	Si ricorda che ai fini dell'applicazione dell'art. 9 del D.M. 1444/68, la distanza tra fabbricati è misurata su tutte le linee ortogonali al piano della parete esterna di ciascuno dei fabbricati.
31 - Volume tecnico		Sono volumi tecnici i vani e gli spazi strettamente necessari a contenere ed a consentire l'accesso alle apparecchiature degli impianti tecnici al servizio dell'edificio (idrico, termico, di condizionamento e di climatizzazione, di sollevamento, elettrico, di sicurezza, telefonico, ecc.).	NO	
32 - Edificio		Costruzione stabile, dotata di copertura e comunque appoggiata o infissa al suolo, isolata da strade o da aree libere, oppure separata da altre costruzioni mediante strutture verticali che si elevano senza soluzione di continuità dalle fondamenta al tetto, funzionalmente indipendente, accessibile alle persone e destinata alla soddisfazione di esigenze perduranti nel tempo.	NO	
33 - Edificio Unifamiliare		Per edificio unifamiliare si intende quello riferito ad un'unica unità immobiliare urbana di proprietà esclusiva, funzionalmente indipendente, che disponga di uno o più accessi autonomi dall'esterno e destinato all'abitazione di un singolo nucleo familiare.	NO	
34 - Pertinenza		Opera edilizia legata da un rapporto di strumentalità e complementarietà rispetto alla costruzione principale, non utilizzabile autonomamente e di dimensioni modeste o comunque rapportate al carattere di accessoria.	NO	
35 - Balcone		Elemento edilizio praticabile e aperto su almeno due lati, a sviluppo orizzontale in aggetto, munito di ringhiera o parapetto e direttamente accessibile da uno o più locali interni.	NO	
36 - Ballatoio		Elemento edilizio praticabile a sviluppo orizzontale, e anche in aggetto, che si sviluppa lungo il perimetro di una muratura con funzione di distribuzione, munito di ringhiera o parapetto.	NO	
37 - Loggia/Loggiato		Elemento edilizio praticabile coperto, non aggettante, aperto su almeno un fronte, munito di ringhiera o parapetto, direttamente accessibile da uno o più vani interni.	NO	Restano ferme dalle possibilità consentite dalla legge 39/2004.
38 - Pensilina		Elemento edilizio di copertura posto in aggetto alle pareti perimetrali esterne di un edificio e priva di montanti verticali di sostegno.	NO	
39 - Portico/Porticato		Elemento edilizio coperto al piano terreno degli edifici, intervallato da colonne o pilastri aperto su uno o più lati verso i fronti esterni dell'edificio.	NO	Restano ferme dalle possibilità consentite dalla legge 39/2004.
40 - Terrazza		Elemento edilizio scoperto e praticabile, realizzato a copertura di parti dell'edificio, munito di ringhiera o parapetto, direttamente accessibile da uno o più locali interni.	NO	Restano ferme dalle possibilità consentite dalla legge 39/2004.

Serie Ordinaria n. 44 - Mercoledì 31 ottobre 2018

VOCI	ACRONIMO	DESCRIZIONE	INCIDENZA URBANISTICA	NOTE ESPLICATIVE
41 - Tettoia		Elemento edilizio di copertura di uno spazio aperto sostenuto da una struttura discontinua, adibita ad usi accessori oppure alla fruizione protetta di spazi pertinenziali.	NO	
42 - Veranda		Locale o spazio coperto avente le caratteristiche di loggiato, balcone, terrazza o portico, chiuso sui lati da superfici vetrate o con elementi trasparenti e impermeabili, parzialmente o totalmente apribili.	NO	
43 - Superficie scolante Impermeabile dell'intervento		Superficie risultante dal prodotto tra la superficie interessata dall'intervento per il suo coefficiente di deflusso medio ponderale.	NO	Nuova definizione
44 - Altezza urbanistica *	AU	Altezza convenzionale definita dal PGT da utilizzarsi nel calcolo del volume urbanistico.	SI	Nuova definizione
45 - Volume urbanistico *	VU	Volume convenzionale ottenuto moltiplicando la superficie lorda per l'altezza urbanistica, da utilizzarsi ai fini urbanistici.	SI	Nuova definizione

ALLEGATO 2 AL REGOLAMENTO EDILIZIO**Allegato C****RICOGNIZIONE DELLE DISPOSIZIONI INCIDENTI SUGLI USI E LE TRASFORMAZIONI DEL TERRITORIO E SULL'ATTIVITÀ EDILIZIA, AVENTI UNIFORME E DIRETTA APPLICAZIONE SUL TERRITORIO REGIONALE****A. DISCIPLINA DEI TITOLI ABILITATIVI, DELL'ESECUZIONE DEI LAVORI E DEL CERTIFICATO DI CONFORMITÀ EDILIZIA E DI AGIBILITÀ**

DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 6 giugno 2001, n. 380 (Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia)

DECRETO LEGISLATIVO 25 novembre 2016, n. 222 (Individuazione di procedimenti oggetto di autorizzazione, segnalazione certificata di inizio di attività (SCIA), silenzio assenso e comunicazione e di definizione dei regimi amministrativi applicabili a determinate attività e procedimenti, ai sensi dell'articolo 5 della legge 7 agosto 2015, n. 124)

LEGGE 7 agosto 1990, n. 241 (Nuove norme in materia di procedimento amministrativo e di diritto di accesso ai documenti amministrativi)

L.R. 11 marzo 2005, n. 12 (Legge per il governo del territorio)

D.g.r. 22 dicembre 2008, n. VIII/8757 - "Linee guida per la maggiorazione del contributo di costruzione per il finanziamento di interventi estensivi delle superfici forestali (art. 43, comma 2-bis, l.r. n. 12/2005)"

L.R. 28 novembre 2014, n. 31 (Disposizioni per la riduzione del consumo di suolo e per la riqualificazione del suolo degradato), in particolare art. 5, comma 10

D.g.r. 25 settembre 2017, n. X/7117 - "Disposizioni regionali inerenti le caratteristiche e le condizioni per l'installazione delle serre mobili stagionali e temporanee (art. 62 c. 1 ter della l.r. 12/2005)"

LEGGE 11 gennaio 2018, n. 2 (Disposizioni per lo sviluppo della mobilità in bicicletta e la realizzazione della rete nazionale di percorribilità ciclistica), in particolare art. 8

A.1 Edilizia residenziale

LEGGE 22 ottobre 1971, n. 865 (Programmi e coordinamento dell'edilizia residenziale pubblica - Norme sull'espropriazione per pubblica utilità; modifiche ed integrazioni alle leggi 17 agosto 1942, n. 1150; 18 aprile 1962, n. 167; 29 settembre 1964, n. 847; ed autorizzazione di spesa per interventi straordinari nel settore dell'edilizia residenziale, agevolata e convenzionata)

LEGGE 8 agosto 1977, n. 513 (Provvedimenti urgenti per l'accelerazione dei programmi in corso, finanziamento di un programma straordinario e canone minimo dell'edilizia residenziale pubblica)

LEGGE 5 agosto 1978, n. 457 (Norme per l'edilizia residenziale)

LEGGE 17 febbraio 1992, n. 179 (Norme per l'edilizia residenziale pubblica)

DECRETO-LEGGE 5 ottobre 1993, n. 398 (Disposizioni per l'accelerazione degli investimenti a sostegno dell'occupazione e per la semplificazione dei procedimenti in materia edilizia), convertito, con modificazioni, dalla legge 4 dicembre 1993, n. 493

DECRETO LEGISLATIVO 3 aprile 2006, n. 152 (Norme in materia ambientale), in particolare art. 27 *bis* in tema di provvedimento autorizzatorio unico regionale e allegato IV alla parte II

L.R. 2 febbraio 2010, n. 5 (Norme in materia di valutazione di impatto ambientale) e allegato B in tema di provvedimento autorizzatorio unico regionale

L.R. 13 marzo 2012, n. 4 (Norme per la valorizzazione del patrimonio edilizio esistente e altre disposizioni in materia urbanistico-edilizia), in particolare art. 3, comma 3

L.R. 8 luglio 2016, n. 16 (Disciplina regionale dei servizi abitativi), in particolare art. 42

A.2 Edilizia non residenziale

DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 7 settembre 2010, n. 160 (Regolamento per la semplificazione ed il riordino della disciplina sullo sportello unico per le attività produttive, ai sensi dell'articolo 38, comma 3, del decreto-legge 25 giugno 2008, n. 112, convertito, con modificazioni, dalla legge 6 agosto 2008, n. 133)

DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 13 marzo 2013, n. 59 (Regolamento recante la disciplina dell'autorizzazione unica ambientale e la semplificazione di adempimenti amministrativi in materia ambientale gravanti sulle piccole e medie imprese e sugli impianti non soggetti ad autorizzazione integrata ambientale, a norma dell'articolo 23 del decreto-legge 9 febbraio 2012, n. 5, convertito, con modificazioni, dalla legge 4 aprile 2012, n. 35)

L.R. 12 dicembre 2003, n. 26 (Disciplina dei servizi locali di interesse economico generale. Norme in materia di gestione dei rifiuti, di energia, di utilizzo del sottosuolo e di risorse idriche) in tema di AIA

L.R. 11 dicembre 2006, n. 24 (Norme per la prevenzione e la riduzione delle emissioni in atmosfera a tutela della salute e dell'ambiente)

D.g.r. 30 dicembre 2008, n. VIII/8832 - "Linee guida alle Province per l'autorizzazione generale di impianti e attività a ridotto impatto ambientale" e s.m.i.

D.g.r. 18 dicembre 2017, n. X/7570 - "Indirizzi di semplificazione per le modifiche di impianti in materia di emissioni in atmosfera ai sensi della parte quinta del d.lgs 152/2006 e s.m.i."

L.R. 2 febbraio 2010, n. 5 (Norme in materia di valutazione di impatto ambientale) e allegato B in tema di provvedimento autorizzatorio unico regionale

L.R. 19 febbraio 2014, n. 11 (Impresa Lombardia: per la libertà di impresa, il lavoro e la competitività), in particolare art. 7 per la parte relativa alle procedure edilizie per l'insediamento di attività produttive

A.3 Impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili

DECRETO LEGISLATIVO 29 dicembre 2003, n. 387 (Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità)

DECRETO DEL MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO 10 settembre 2010 (Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili)

DECRETO LEGISLATIVO 3 marzo 2011, n. 28 (Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE)

DECRETO MINISTERIALE 19 maggio 2015 (Approvazione del Modello Unico per la realizzazione, la connessione e l'esercizio di piccoli impianti fotovoltaici)

L.R. 12 dicembre 2003, n. 26 (Disciplina dei servizi locali di interesse economico generale. Norme in materia di gestione dei rifiuti, di energia, di utilizzo del sottosuolo e di risorse idriche)

D.g.r. 18 aprile 2012, n. IX/3298 - "Linee guida regionali per l'autorizzazione degli impianti per la produzione di energia elettrica da fonti energetiche rinnovabili (FER) mediante recepimento della normativa nazionale in materia"

A.4 Condizioni di efficacia dei titoli edilizi e altri adempimenti generali

DECRETO LEGISLATIVO 6 settembre 1989, n. 322 (Norme sul Sistema statistico nazionale e sulla riorganizzazione dell'Istituto nazionale di statistica, ai sensi dell'art. 24 della legge 23 agosto 1988, n. 400), in particolare art. 7 (circa l'obbligo di fornire dati statistici sui permessi di costruire, DIA, SCIA, e dell'attività edilizia delle pubbliche amministrazioni (art. 7 DPR n. 380/2001), il cui rilevamento è stato stabilito, da ultimo, dal Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 31 marzo 2011 – "Approvazione del Programma Statistico Nazionale 2011-2013 Edilizia Pubblica)

DECRETO LEGISLATIVO 9 aprile 2008, n. 81 (Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro), in particolare articoli 90, comma 9, lettere a), b) e c), e 99

A.5 Sottotetti

L.R. 11 marzo 2005, n. 12 (Legge per il governo del territorio), in particolare articoli 63, 64 e 65

A.6 Seminterrati

L.R. 10 marzo 2017, n. 7 (Recupero dei vani e locali seminterrati esistenti)

B. REQUISITI E PRESUPPOSTI STABILITI DALLA LEGISLAZIONE URBANISTICA E SETTORIALE CHE DEVONO ESSERE OSSERVATI NELL'ATTIVITÀ EDILIZIA**B.1 I limiti inderogabili di densità, altezza, distanza fra i fabbricati e dai confini**

LEGGE 17 agosto 1942, n. 1150 (Legge urbanistica), in particolare art. 41 *sexies*

DECRETO INTERMINISTERIALE 2 aprile 1968, n. 1444 (Limiti inderogabili di densità edilizia, di altezza, di distanza fra i fabbricati e rapporti massimi tra gli spazi destinati agli insediamenti residenziali e produttivi e spazi pubblici o riservati alle attività collettive, al verde pubblico o a parcheggi, da osservare ai fini della formazione dei nuovi strumenti urbanistici o della revisione di quelli esistenti, ai sensi dell'art. 17 della legge n. 765 del 1967).

CODICE CIVILE, in particolare articoli 873, 905, 906 e 907

LEGGE 24 marzo 1989, n. 122 (Disposizioni in materia di parcheggi, programma triennale per le aree urbane maggiormente popolate nonché modificazioni di alcune norme del testo unico sulla disciplina della circolazione stradale, approvato con decreto del Presidente della Repubblica 15 giugno 1959, n. 393), in particolare art. 9

DECRETO DEL MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE 14 gennaio 2008 (Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni), in particolare paragrafo 8.4.1.

DECRETO LEGISLATIVO 30 maggio 2008, n. 115 (Attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE)

DECRETO LEGISLATIVO 4 luglio 2014, n. 102 (Attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE), in particolare art. 14, commi 6 e 7

L.R. 28 novembre 2014, n. 31 (Disposizioni per la riduzione del consumo di suolo e per la riqualificazione del suolo degradato), in particolare art. 4, comma 2 *quinquies*

B.2 Rispetti (stradale, ferroviario, aeroportuale, cimiteriale, degli acquedotti e impianti di depurazione, degli elettrodotti, dei gasdotti, del demanio marittimo)**B.2.1 Fasce di rispetto stradali**

DECRETO LEGISLATIVO 30 aprile 1992, n. 285 (Nuovo codice della strada), in particolare articoli 16, 17 e 18

DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 16 dicembre 1992, n. 495 (Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada), in particolare articoli 26, 27 e 28

DECRETO INTERMINISTERIALE 1 aprile 1968, n. 1404 (Distanze minime a protezione del nastro stradale da osservarsi nella edificazione fuori del perimetro dei centri abitati, di cui all'art. 19 della legge n. 765 del 1967)

DECRETO INTERMINISTERIALE 2 aprile 1968, n. 1444 (Limiti inderogabili di densità edilizia, di altezza, di distanza fra i fabbricati e rapporti massimi tra gli spazi destinati agli insediamenti residenziali e produttivi e spazi pubblici o riservati alle attività collettive, al verde pubblico o a parcheggi, da osservare ai fini della formazione dei nuovi strumenti urbanistici o della revisione di quelli esistenti, ai sensi dell'art. 17 della legge n. 765 del 1967), in particolare art. per distanze minime tra fabbricati tra i quali siano interposte strade destinate al traffico veicolare.

L.R. 4 maggio 2001, n. 9 (Programmazione e sviluppo della rete viaria di interesse regionale), in particolare art. 19, commi 3 e 4

B.2.2 Rispetti ferroviari (tramvie, ferrovie metropolitane e funicolari terrestri su rotaia)

DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 11 luglio 1980, n. 753 (Nuove norme in materia di polizia, sicurezza e regolarità dell'esercizio delle ferrovie e di altri servizi di trasporto), in particolare Titolo III, articoli da 49 a 60

B.2.3 Fasce di rispetto degli aeroporti e aerodromi

REGIO DECRETO 30 marzo 1942, n. 327 (codice della navigazione), in particolare articoli 714 e 715

B.2.4 Rispetto cimiteriale

REGIO DECRETO 27 luglio 1934, n. 1265 (testo unico leggi sanitarie), in particolare art. 338, come modificato dall'articolo 28 della legge 1 agosto 2002, n. 166

DECRETO PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 10 agosto 1990, n. 285 (Approvazione del Nuovo Regolamento di Polizia Mortuaria), in particolare art. 57

L.R. 30 dicembre 2009, n. 33 (Testo unico delle leggi regionali in materia di sanità), in particolare articoli 75, 76 e 77

REGOLAMENTO REGIONALE 9 novembre 2004, n. 6 (Regolamento in materia di attività funebri e cimiteriali), in particolare Capo III

B.2.5 Fascia di rispetto dei corsi d'acqua (e altre acque pubbliche)

REGIO DECRETO 25 luglio 1904, n. 523 (Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie), in particolare art. 96, comma 1, lett. f)

L.R. 15 marzo 2016, n. 4 (Revisione della normativa regionale in materia di difesa del suolo, di prevenzione e mitigazione del rischio idrogeologico e di gestione dei corsi d'acqua)

B.2.6 Fascia di rispetto acquedotti (aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano)

DECRETO LEGISLATIVO 3 aprile 2006 n. 152 (Norme in materia ambientale), in particolare articoli 94, 134 e 163

B.2.7 Fascia di rispetto dei depuratori

DELIBERA DEL COMITATO DEI MINISTRI PER LA TUTELA DELLE ACQUE DALL'INQUINAMENTO 4 febbraio 1977 (Criteri, metodologie e norme tecniche generali di cui all'art. 2, lettere b), d) ed e), della L. 10 maggio 1976, n. 319, recante norme per la tutela delle acque dall'inquinamento), in particolare punto 1.2 dell'Allegato 4

B.2.8 Distanze dalle sorgenti dei campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici

LEGGE 22 febbraio 2001, n. 36 (Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici)

DECRETO DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI 8 luglio 2003 (Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti)

DECRETO DEL MINISTERO DELL'AMBIENTE 10 settembre 1998, n.381 (Regolamento recante norme per la determinazione dei tetti di radiofrequenza compatibili con la salute umana) (si vedano anche le LINEE GUIDA applicative del DM 381/98 redatte dal Ministero dell'Ambiente)

DECRETO DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI 8 luglio 2003 (Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz)

DECRETO DEL MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE 29 maggio 2008 (Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti)

DECRETO LEGISLATIVO 19 novembre 2007 n. 257 (Attuazione della direttiva 2004/40/CE sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici - campi elettromagnetici)

B.2.9 Fascia di rispetto dei metanodotti

DECRETO DEL MINISTERO DELL'INTERNO 24 novembre 1984 (Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione, l'accumulo e l'utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0,8) (A decorrere dalla data di entrata in vigore (cioè 4.11.2008) dei DD.MM. Svil. Econ. del 16/04/2008 e del 17/04/2008 sono abrogate le seguenti parti:

- le prescrizioni di cui alla parte prima e quarta, per quanto inerente agli impianti di trasporto, ai sensi del D.M. Svil. Econ. del 17/04/2008,
- la Sezione 1 (Disposizioni generali), la Sezione 3 (Condotte con pressione massima di esercizio non superiore a 5 bar), la Sezione 4 (Impianti di riduzione della pressione), la Sezione 5 (installazioni interne alle utenze industriali) e le Appendici: «Attraversamento in tubo di protezione» e «Cunicolo di protezione» ai sensi del D.M. Svil. Econ. del 16/04/2008).

DECRETO DEL MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO 16 aprile 2008 (Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e dei sistemi di distribuzione e di linee dirette del gas naturale con densità non superiore a 0,8)

DECRETO DEL MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO 17 aprile 2008 (Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e degli impianti di trasporto di gas naturale con densità non superiore a 0,8)

DECRETO DEL MINISTERO DELL'INTERNO 3 febbraio 2016 (Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio dei depositi di gas naturale con densità non superiore a 0,8 e dei depositi di biogas, anche se di densità superiore a 0,8) - Abroga la parte seconda dell'allegato al DM 24/11/1984 intitolata "Depositi per l'accumulo di gas naturale"

B.2.10 Fascia di rispetto del demanio marittimo

REGIO DECRETO 30 marzo 1942, n. 327 (codice della navigazione), in particolare art. 55

DECRETO LEGISLATIVO 8 novembre 1990, n. 374 (Riordinamento degli istituti doganali e revisione delle procedure di accertamento e controllo in attuazione delle direttive n. 79/695/CEE del 24 luglio 1979 e n. 82/57/CEE del 17 dicembre 1981, in tema di procedure di immissione in libera pratica delle merci, e delle direttive n. 811177/CEE del 24 febbraio 1981 e n. 82/347/CEE del 23 aprile 1982, in tema di procedure di esportazione delle merci comunitarie)

B.3 Servitù militari

DECRETO LEGISLATIVO 15 marzo 2010, n. 66 (Codice dell'ordinamento militare), in particolare il Libro II, Titolo VI, articoli 320 e ss. (*Limitazioni a beni e attività altrui nell'interesse della difesa*)

DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 15 marzo 2010, n. 90 (Testo unico delle disposizioni regolamentari in materia di ordinamento militare, a norma dell'articolo 14 della legge 28 novembre 2005, n. 246) in particolare il Titolo VI (*Limitazioni a beni e attività altrui nell'interesse della difesa*)

DECRETO MINISTERIALE 20 aprile 2006 (Applicazione della parte aeronautica del Codice di navigazione, di cui al D.Lgs. 9 maggio 2005, n. 96, e successive modificazioni)

B.4 Accessi stradali

DECRETO LEGISLATIVO 30 aprile 1992, n. 285 (Nuovo codice della strada), in particolare art. 22

DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 16 dicembre 1992, n. 495 (Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada), in particolare articoli 44, 45 e 46

DECRETO DEL MINISTERO PER LE INFRASTRUTTURE 5 novembre 2001 (Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade)

B.5 Zone interessate da stabilimenti a rischio di incidente rilevante

DECRETO LEGISLATIVO 17 agosto 1999, n. 334 (Attuazione della direttiva 96/82/CE relativa al controllo dei pericoli di incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose)

DECRETO DEL MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI 9 maggio 2001 (Requisiti minimi di sicurezza in materia di pianificazione urbanistica e territoriale per le zone interessate da stabilimenti a rischio di incidente rilevante)

DECRETO LEGISLATIVO 26 giugno 2015, n. 105 (Attuazione della direttiva 2012/18/Ue relativa al controllo del pericolo di incidenti rilevanti connessi con sostanze pericolose)

D.g.r. 11 luglio 2012, n. IX/3753 - “Approvazione delle “Linee guida per la predisposizione e l’approvazione dell’elaborato tecnico “Rischio di incidenti rilevanti” (ERIR)”– Revoca della D.G.R. n. VII/19794 del 10 dicembre 2004”

B.6 Siti contaminati

DECRETO DEL MINISTERO DELL'AMBIENTE 25 ottobre 1999, n. 471 (Regolamento recante criteri, procedure e modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati, ai sensi dell'articolo 17 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22, e successive modificazioni e integrazioni)

LEGGE 31 luglio 2002, n. 179 (Disposizioni in materia ambientale), in particolare art. 18 (Attuazione degli interventi nelle aree da bonificare)

DECRETO LEGISLATIVO 3 aprile 2006, n. 152 (Norme in materia ambientale), in particolare Parte Quarta, Titolo V “Bonifica di siti contaminati”

L.R. 12 dicembre 2003, n. 26 (Disciplina dei servizi locali di interesse economico generale. Norme in materia di gestione dei rifiuti, di energia, di utilizzo del sottosuolo e di risorse idriche), in particolare articoli 21 e 21 *bis*

L.R. 27 dicembre 2006, n. 30 (Disposizioni legislative per l’attuazione del documento di programmazione economico-finanziaria regionale, ai sensi dell’articolo 9 ter della legge regionale 31 marzo 1978, n. 34 - Norme sulle procedure della programmazione, sul bilancio e sulla contabilità della Regione – collegato 2007), in particolare art. 5 (Funzioni amministrative di competenza comunale in materia di bonifica di siti contaminati)

REGOLAMENTO REGIONALE 15 giugno 2012, n. 2 (Attuazione dell'art. 21 della legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26 «Disciplina dei servizi locali di interesse economico generale. Norme in materia di gestione dei rifiuti, di energia, di utilizzo del sottosuolo e di risorse idriche», relativamente alle procedure di bonifica e ripristino ambientale dei siti inquinati)

D.g.r. 27 giugno 2006, n. VIII/2838 - "Modalità applicative del Titolo V "Bonifica di siti contaminati" della parte quarta del d.lgs 152/2006 – Norme in materia ambientale"

D.g.r. 10 febbraio 2010, n. VIII/11348 - "Linee guida in materia di bonifica di siti contaminati"

D.g.r. 23 maggio 2012, n. IX/3509 - "Linee guida per la disciplina del procedimento per il rilascio della certificazione di avvenuta bonifica, messa in sicurezza operativa e messa in sicurezza permanente dei siti contaminati"

D.g.r. 20 giugno 2014, n. X/1990 - "Approvazione del programma regionale di gestione dei rifiuti (P.R.G.R.) comprensivo di piano regionale delle bonifiche (P.R.B.) e dei relativi documenti previsti dalla valutazione ambientale strategica (VAS); conseguente riordino degli atti amministrativi relativi alla pianificazione di rifiuti e bonifiche", in particolare il Titolo V – Riqualificazione delle aree

D.g.r. 31 maggio 2016, n. X/5248 - "Linee guida per il riutilizzo e la riqualificazione urbanistica delle aree contaminate (art. 21 bis, l.r. 26/2003 - Incentivi per la bonifica di siti contaminati)"

D.g.r. 18 novembre 2016, n. X/5832 - "Criteri per l'identificazione nei piani di governo del territorio delle opere edilizie incongrue presenti nel territorio agricolo e negli ambiti di valore paesaggistico - art. 4, comma 9, l.r. 31/2014"

B.7 Intorni aeroportuali

DECRETO MINISTERIALE 31 ottobre 1997 (Metodologia di misura del rumore aeroportuale), in particolare art. 7

B.8 Fasce di pertinenza delle infrastrutture stradali e ferroviarie

DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 30 marzo 2004, n. 142 (Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante da traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447)

DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 18 novembre 1998, n. 459 (Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario)

B.9 Invarianza idraulica

REGOLAMENTO REGIONALE 23 novembre 2017, n. 7 (Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 (Legge per il governo del territorio)

C. VINCOLI E TUTELE

C.1 Beni culturali (immobili che presentano interesse artistico, storico, archeologico o etnoantropologico)

DECRETO LEGISLATIVO 22 gennaio 2004, n. 42 (Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137), in particolare Parte II

DECRETO LEGISLATIVO 18 aprile 2016, n. 50 (Codice dei contratti pubblici) e successive modificazioni, in particolare art. 25

DIRETTIVA DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI 9 febbraio 2011 (Valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle Norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti del 14 gennaio 2008)

C.2 Beni paesaggistici

DECRETO LEGISLATIVO 22 gennaio 2004, n. 42 (Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137), in particolare Parte III

DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 9 luglio 2010, n. 139 (Regolamento recante procedimento semplificato di autorizzazione paesaggistica per gli interventi di lieve entità, a norma dell'articolo 146, comma 9, del D.Lgs 22 gennaio 2004, n. 42, e s.m.i. - Codice dei beni culturali e del paesaggio)

DECRETO DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI 12 dicembre 2005 (Individuazione della documentazione necessaria alla verifica della compatibilità paesaggistica degli interventi proposti, ai sensi dell'articolo 146, comma 3, del D.Lgs 22 gennaio 2004, n. 42, e s.m.i. - Codice dei beni culturali e del paesaggio)

DIRETTIVA DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI 9 febbraio 2011 (Valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle Norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti del 14 gennaio 2008)

DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 13 febbraio 2017, n. 31 (Regolamento recante individuazione degli interventi esclusi dall'autorizzazione paesaggistica o sottoposti a procedura autorizzatoria semplificata)

L.R. 11 marzo 2005, n. 12 (Legge per il governo del territorio), in particolare articoli da 74 a 86

C.3 Rischio idrogeologico

REGIO DECRETO LEGGE 30 dicembre 1923, n. 3267 (Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani)

REGIO DECRETO 16 maggio 1926, n. 1126 (Approvazione del regolamento per l'applicazione del RDL 30 dicembre 1923, n. 3267, concernente il riordinamento e la riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani)

DECRETO LEGISLATIVO 3 aprile 2006, n. 152 (Norme in materia ambientale), Parte Terza, Sezione I, in particolare, tra l'altro, art. 65

DECRETO LEGISLATIVO 3 aprile 2006, n. 152 (Norme in materia ambientale), in particolare articolo 61, comma 1, lettera g), e comma 5

L.R. 5 dicembre 2008, n. 31 (Testo unico delle leggi regionali in materia di agricoltura, foreste, pesca e sviluppo rurale), in particolare art. 44

C.4 Vincolo idraulico

DECRETO LEGISLATIVO 3 aprile 2006, n. 152 (Norme in materia ambientale), in particolare art. 115

REGIO DECRETO 25 luglio 1904, n. 523 (Testo unico sulle opere idrauliche), in particolare art. 98

REGIO DECRETO 8 maggio 1904, n. 368 (Regolamento per la esecuzione del T.U. della L. 22 marzo 1900, n. 195, e della L. 7 luglio 1902, n. 333, sulle bonificazioni delle paludi e dei terreni paludosi), in particolare Titolo VI, Capo I (Disposizioni per la conservazione delle opere di bonificamento e loro pertinenze)

DECRETO LEGISLATIVO 31 marzo 1998, n. 112 (Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed agli enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59), in particolare art. 89 (Funzioni conferite alle Regioni e agli Enti locali)

C.5 Aree naturali protette

LEGGE 6 dicembre 1991, n. 394 (Legge quadro sulle aree protette), in particolare articoli 1, 2, 4, 6, 11, 22, 23, 24, 25, 26 e 28

L.R. 30 novembre 1983, n. 86 (Piano regionale delle aree regionali protette. Norme per l'istituzione e la gestione delle riserve, dei parchi e dei monumenti naturali nonché delle aree di particolare rilevanza naturale e ambientale), in particolare articoli 1, 11, 12, 13, 14, 14 *bis*, 15, 16, 16 *bis*, 16 *ter*, 17, 18, 19, 19 *bis*, 20, 34 e 39

L. R. 16 luglio 2007, n. 16 (Testo Unico delle leggi regionali in materia di istituzione di parchi)

D.g.r. 27 febbraio 2017, n. X/6272 - "Criteri e modalità per la presentazione delle domande di autorizzazione in deroga al regime proprio delle riserve naturali, per la manutenzione e l'adeguamento funzionale e tecnologico, nonché la realizzazione di opere di rilevante interesse pubblico (Art. 13, comma 7, L.R. 86/1983)"

D.g.r. 29 novembre 2013, n.X/990 - "Criteri e modalità per la presentazione delle domande di autorizzazione in deroga al regime proprio dei parchi, per la realizzazione di opere pubbliche e di reti ed interventi infrastrutturali, ai sensi dell'art. 18, comma 6-ter, L.R. 30 novembre 1983, n. 86"

C.6 Siti della Rete Natura 2000 e tutela della biodiversità

DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 8 settembre 1997, n. 357 (Regolamento recante attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche)

DECRETO DEL MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO 3 settembre 2002 (Linee guida per la gestione dei siti della Rete Natura 2000)

LEGGE 11 febbraio 1992, n. 157 (Norme per la protezione della fauna selvatica omeoterma e per il prelievo venatorio), in particolare art. 5

L.R. 30 novembre 1983, n. 86 (Piano regionale delle aree regionali protette. Norme per l'istituzione e la gestione delle riserve, dei parchi e dei monumenti naturali nonché delle aree di particolare rilevanza naturale e ambientale), in particolare art. 25 *bis* in tema di Valutazione di Incidenza

L.R. 31 marzo 2008, n. 10 (Disposizioni per la tutela e la conservazione della piccola fauna, della flora e della vegetazione spontanea)

Misure di Conservazione dei Siti Natura 2000 vigenti ai sensi della suddetta normativa:

- D.g.r. 8 aprile 2009, n. VIII/9275 - "Determinazioni relative alle misure di conservazione per la tutela delle ZPS lombarde in attuazione della Direttiva 92/43/CEE e del d.P.R. 357/97 ed ai sensi degli articoli 3, 4, 5, 6 del d.m. 17 ottobre 2007, n. 184 - Modificazioni alla d.g.r. n. 7884/2008" e le modifiche e integrazioni di cui alle dd.g.r. n. 632/2013 e n. 3709/2015;
- D.g.r. 5 dicembre 2013, n. X/1029 - "Adozione delle Misure di Conservazione relative a Siti di Interesse Comunitario e delle misure sito-specifiche per 46 Siti di Importanza Comunitaria (SIC), ai sensi del D.P.R. 357/97 e s.m.i. e del D.M. 184/2007 e s.m.i.";

- D.g.r. 23 maggio 2014, n. X/1873 - "Approvazione delle Misure di Conservazione relative al Sito di Importanza Comunitaria (SIC) IT2010012 "Brughiera del Dosso", ai sensi del D.P.R. 357/97 e s.m.i. e del D.M. 184/2007 e s.m.i.";
- D.g.r. 30 novembre 2015, n. X/4429 - "Adozione delle Misure di Conservazione relative a 154 Siti Rete Natura 2000, ai sensi del D.P.R. 357/97 e s.m.i. e del D.M. 184/2007 e s.m.i. e proposta di integrazione della Rete Ecologica Regionale per la connessione ecologica tra i Siti Natura 2000 lombardi";
- D.g.r. 30 novembre 2016, n. X/5928 - "Adozione delle misure di conservazione relative ai 9 Siti Rete Natura 2000 compresi nel territorio del Parco Nazionale dello Stelvio e trasmissione delle stesse al Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare, ai sensi del d.p.r. 357/97 e s.m.i. e del d.m. 184/2007 e s.m.i."

C.7 Interventi soggetti a valutazione di impatto ambientale

DECRETO LEGISLATIVO 3 aprile 2006, n. 152 (Norme in materia ambientale), in particolare Parti Prima e Seconda e Allegato IV alla parte II

DECRETO LEGISLATIVO 16 giugno 2017, n. 104 (Attuazione della direttiva 2014/52/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 16 aprile 2014, che modifica la direttiva 2011/92/UE, concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati, ai sensi degli articoli 1 e 14 della legge 9 luglio 2015, n. 114)

L.R. 2 febbraio 2010, n. 5 (Norme in materia di valutazione di impatto ambientale) e allegato B in tema di provvedimento autorizzatorio unico regionale

C.8 Tutela qualità dell'aria

D.g.r. 6 agosto 2012, n. IX/3934 - "Criteri per l'installazione e l'esercizio degli impianti di produzione di energia collocati sul territorio regionale"

D.g.r. 15 febbraio 2012, n. IX/3018 - "Determinazioni generali in merito alla caratterizzazione delle emissioni gassose in atmosfera derivanti da attività a forte impatto odorigeno"

D. NORMATIVA TECNICA

D.1 Requisiti igienico-sanitari (dei locali di abitazione e dei luoghi di lavoro)

DECRETO DEL MINISTERO DELLA SANITÀ 5 luglio 1975 (Modificazioni alle istruzioni ministeriali 20 giugno 1896, relativamente all'altezza minima ed ai requisiti igienico-sanitari principali dei locali di abitazione), come modificato dal Decreto del Ministero della Sanità 9 giugno 1999 (Modificazioni in materia dell'altezza minima e dei requisiti igienicosanitari principali dei locali di abitazione)

REGIO DECRETO 27 luglio 1934, n. 1265 (Testo unico delle leggi sanitarie), in particolare articoli 218 e 344

DECRETO LEGISLATIVO 9 aprile 2008, n. 81 (Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro), in particolare articoli 63 e 65, Allegato IV e Allegato XIII

DECRETO DEL MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE 11 ottobre 2017 (Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici)

Decreto Direttore generale Sanità della Giunta regionale di Regione Lombardia 21 dicembre 2011, n. 12678 (Linee guida per la prevenzione delle esposizioni al gas radon in ambienti indoor)

D.2 Sicurezza statica e normativa antisismica

ORDINANZA DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI 20.03.2003, n. 3274 (Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica), in particolare Allegato 1 (*Criteri per l'individuazione delle zone sismiche individuazione, formazione e aggiornamento degli elenchi nelle medesime zone*) Allegato A (*classificazione sismica dei comuni italiani*)

DECRETO DEL MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE 14 gennaio 2008 (Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni)

CIRCOLARE DEL MINISTERO PER LE INFRASTRUTTURE 2 febbraio 2009, n. 617 (Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008)

DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 6 giugno 2001, n. 380 (Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia)

DECRETO DEL MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI 15 maggio 1985 (Accertamenti e norme tecniche per la certificazione di idoneità statica delle costruzioni abusive (art. 35, comma 4, Legge 28 febbraio 1985 n. 47), come modificato dal Decreto del Ministero LL. PP. 20 settembre 1985)

L.R. 12 ottobre 2015, n. 33 (Disposizioni in materia di opere o di costruzioni e relativa vigilanza in zone sismiche)

D.g.r. 30 marzo 2016, n. X/5001 - "Approvazione delle linee di indirizzo e coordinamento per l'esercizio delle funzioni trasferite ai comuni in materia sismica (artt. 3, comma 1, e 13, comma 1, della l.r. 33/2015)"

D.3 Opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica

DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 6 giugno 2001, n. 380 (Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia), in particolare articoli 53, 58, 59, 60 e Parte II, Capo II (articoli da 64 a 76)

DECRETO DEL MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE 11 ottobre 2017 (Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici)

D.4 Eliminazione e superamento delle barriere architettoniche negli edifici privati pubblici e privati aperti al pubblico

DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 6 giugno 2001, n. 380 (Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia), in particolare Parte II, Capo III

LEGGE 5 febbraio 1992, n. 104 (Legge-quadro per l'assistenza, l'integrazione sociale e i diritti delle persone handicappate), in particolare art. 24

LEGGE 28 febbraio 1986, n. 41 (Disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale dello Stato - legge finanziaria 1986), in particolare art. 32, comma 20, secondo periodo

DECRETO DEL MINISTRO DEI LAVORI PUBBLICI 14 giugno 1989, n. 236 (Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche)

DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 24 luglio 1996, n. 503 (Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici)

CIRCOLARE DEL MINISTERO DELL'INTERNO 1 marzo 2002, n. 4 (Linee guida per la valutazione della sicurezza antincendio nei luoghi di lavoro ove siano presenti persone disabili)

L.R. 20 febbraio 1989, n. 6 (Norme sull'eliminazione delle barriere architettoniche e prescrizioni tecniche di attuazione)

D.5 Sicurezza degli impianti

DECRETO DEL MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO 22 gennaio 2008, n. 37 (Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici)

DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 30 aprile 1999, n. 162 (Regolamento recante norme per l'attuazione della direttiva 95/16/CE sugli ascensori e di semplificazione dei procedimenti per la concessione del nulla osta per ascensori e montacarichi, nonché della relativa licenza di esercizio)

DECRETO LEGISLATIVO 3 aprile 2006, n. 152 (Norme in materia ambientale), in particolare Parte quinta (Norme in materia di tutela dell'aria e di riduzione delle emissioni in atmosfera), Titolo I (Prevenzione e limitazione delle emissioni in atmosfera di impianti e attività) e Titolo II (Impianti termici civili)

DECRETO DEL MINISTERO DELL'INTERNO 20 dicembre 2012 (Regola tecnica di prevenzione incendi per gli impianti di protezione attiva contro l'incendio installati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi)

D.6 Prevenzione degli incendi e degli infortuni

DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 1 agosto 2011, n. 151 (Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi, a norma dell'articolo 49, comma 4-quater, del decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122)

DECRETO DEL MINISTERO DELL'INTERNO 7 agosto 2012 (Disposizioni relative alle modalità di presentazione delle istanze concernenti i procedimenti di prevenzione incendi e alla documentazione da allegare, ai sensi dell'articolo 2, comma 7, del decreto del Presidente della Repubblica 1° agosto 2011, n. 151)

DECRETO LEGISLATIVO 8 marzo 2006, n. 139 (Riassetto delle disposizioni relative alle funzioni ed ai compiti del Corpo nazionale dei vigili del fuoco, a norma dell'articolo 11 della legge 29 luglio 2003, n. 229)

DECRETO DEL MINISTERO DELL'INTERNO 30 novembre 1983 (Termini, definizioni generali e simboli grafici di prevenzione incendi)

DECRETO DEL MINISTERO DELL'INTERNO 16 maggio 1987 (Norme di sicurezza antincendi per gli edifici di civile abitazione)

DECRETO DEL MINISTERO DELL'INTERNO 10 marzo 1998 (Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro)

DECRETO DEL MINISTERO DELL'INTERNO 22 febbraio 2006 (Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio di edifici e/o locali destinati ad uffici).

DECRETO DEL MINISTERO DELL'INTERNO 15 settembre 2005 (Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per i vani degli impianti di sollevamento ubicati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi)

Resistenza al fuoco: DECRETO DEL MINISTERO DELL'INTERNO 9 marzo 2007 (Prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni nelle attività soggette al controllo del Corpo nazionale dei vigili del fuoco)

DECRETO DEL MINISTERO DELL'INTERNO 16 febbraio 2007 (Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione)

DECRETO DEL MINISTERO DELL'INTERNO 10 marzo 2005 (Classi di reazione al fuoco per i prodotti da costruzione da impiegarsi nelle opere per le quali è prescritto il requisito della sicurezza in caso d'incendio), come modificato dal DECRETO DEL MINISTERO DELL'INTERNO 25 ottobre 2007 (Modifiche al D.M. 10 marzo 2005, concernente «Classi di reazione al fuoco per i prodotti da costruzione da impiegarsi nelle opere per le quali è prescritto il requisito della sicurezza in caso d'incendio»)

DECRETO DEL MINISTERO DELL'INTERNO 15 marzo 2005 (Requisiti di reazione al fuoco dei prodotti da costruzione installati in attività disciplinate da specifiche disposizioni tecniche di prevenzione incendi in base al sistema di classificazione europeo)

DECRETO DEL MINISTERO DELL'INTERNO 9 maggio 2007 (Direttive per l'attuazione dell'approccio ingegneristico alla sicurezza antincendio)

DECRETO DEL MINISTERO DELL'INTERNO 3 agosto 2015 (Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139)

DECRETO LEGISLATIVO 9 aprile 2008, n. 81 (Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro)

Mercati su aree pubbliche: Nota STAFFCNVVF prot. n. 3794 del 12 marzo 2014 "Raccomandazioni tecniche di prevenzione incendi per la installazione e la gestione di mercati su aree pubbliche, con presenza di strutture fisse, rimovibili e autonegozi)

DECRETO DEL MINISTERO DELL'INTERNO 22 febbraio 2006 (Approvazione

della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio di edifici e/o locali destinati ad uffici)

DECRETO DEL MINISTERO DELL'INTERNO 8 giugno 2016 (Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi per le attività di ufficio, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139)

DECRETO DEL MINISTERO PER I BENI CULTURALI E AMBIENTALI 20 maggio 1992, n. 569 (Regolamento contenente norme di sicurezza antincendio per gli edifici storici e artistici destinati a musei, gallerie, esposizioni e mostre)

DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 30 giugno 1995, n. 418 (Regolamento concernente norme di sicurezza antincendio per gli edifici di interesse storico-artistico destinati a biblioteche ed archivi)

DECRETO DEL MINISTERO DELL'INTERNO 12 aprile 1996 (Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili gassosi)

DECRETO DEL MINISTERO DELL'INTERNO 28 aprile 2005 (Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili liquidi)

DECRETO DEL MINISTERO DELL'INTERNO 1 febbraio 1986 (Norme di sicurezza antincendi per la costruzione e l'esercizio di autorimesse e simili)

DECRETO DEL MINISTERO DELL'INTERNO 21 febbraio 2017 (Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi per le attività di autorimessa)

DECRETO DEL MINISTERO DELL'INTERNO 13 luglio 2011 (Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la installazione di motori a combustione interna accoppiati a macchina generatrice elettrica o ad altra macchina operatrice e di unità di cogenerazione a servizio di attività civili, industriali, agricole, artigianali, commerciali e di servizi)

DECRETO DEL MINISTERO DELL'INTERNO 31 luglio 1934 (Approvazione delle norme di sicurezza per la lavorazione, l'immagazzinamento, l'impiego o la vendita di oli minerali, e per il trasporto degli oli stessi) e successive modificazioni

DECRETO DEL MINISTERO DELL'INTERNO 22 novembre 2017 (Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per l'installazione e l'esercizio di contenitori- distributori, ad uso privato, per l'erogazione di carburante liquido di categoria C)

CIRCOLARE DEL MINISTERO DELL'INTERNO n. 74 del 20 settembre 1956 (Norme di sicurezza per la costruzione e l'esercizio di depositi di G.P.L. contenuti in recipienti portatili e delle rivendite)

DECRETO DEL MINISTERO DELL'INTERNO 14 maggio 2004 (Approvazione della regola

tecnica di prevenzione incendi per l'installazione e l'esercizio dei depositi di gas di petrolio liquefatto con capacità complessiva non superiore a 13 m³) e successive modificazioni

DECRETO DEL MINISTERO DELL'INTERNO 13 ottobre 1994 (Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione, l'installazione e l'esercizio dei depositi di G.P.L. in serbatoi fissi di capacità complessiva superiore a 5 m³ e/o in recipienti mobili di capacità complessiva superiore a 5.000 kg)

DECRETO DEL MINISTERO DELL'INTERNO 18 maggio 1995 (Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio dei depositi di soluzioni idroalcoliche)

DECRETO DEL MINISTERO DELL'INTERNO 18 luglio 2014 (Regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli interporti, con superficie superiore a 20.000 m², e alle relative attività affidatarie)

CIRCOLARE DEL MINISTERO DELL'INTERNO n. 99 del 15 ottobre 1964 (Contenitori di ossigeno liquido. Tank ed evaporatori freddi per uso industriale)

NOTA DCPREV prot. n. 1324 del 7 febbraio 2012 (Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici)

DECRETO DEL MINISTERO DELL'INTERNO 3 novembre 2004 (Disposizioni relative all'installazione ed alla manutenzione dei dispositivi per l'apertura delle porte installate lungo le vie di esodo, relativamente alla sicurezza in caso d'incendio)

DECRETO DEL MINISTERO DELL'INTERNO 15 luglio 2014 (Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, l'installazione e l'esercizio delle macchine elettriche fisse con presenza di liquidi isolanti combustibili in quantità superiore ad 1 m³)

DECRETO DEL MINISTERO DELL'INTERNO 1 luglio 2014 (Regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio delle attività di demolizioni di veicoli e simili, con relativi depositi, di superficie superiore a 3000 m²)

DECRETO DEL MINISTERO DELL'INTERNO 17 luglio 2014 (Regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio delle attività di aerostazioni con superficie coperta accessibile al pubblico superiore a 5.000 m²)

DECRETO DEL MINISTERO DELL'INTERNO 21 ottobre 2015 (Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio delle metropolitane)

D.7 Demolizione o rimozione dell'amianto

DECRETO DEL MINISTERO DELLA SANITA' 6 settembre 1994 (Normative e metodologie tecniche di applicazione dell'art. 6, comma 3, e dell'art. 12, comma 2, della legge 27 marzo 1992, n. 257, relativa alla cessazione dell'impiego dell'amianto)

DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 8 agosto 1994 (Atto di indirizzo e coordinamento alle regioni ed alle province autonome di Trento e di Bolzano per l'adozione di piani di protezione, di

decontaminazione, di smaltimento e di bonifica dell'ambiente, ai fini della difesa dai pericoli derivanti dall'amianto)

DECRETO LEGISLATIVO 9 aprile 2008, n. 81 (Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro), in particolare art. 256
DECRETO LEGISLATIVO 25 luglio 2006, n. 257 (Attuazione della direttiva 2003/18/CE relativa alla protezione dei lavoratori dai rischi derivanti dall'esposizione all'amianto durante il lavoro)

D.8 Contenimento del consumo energetico degli edifici

LEGGE 9 gennaio 1991, n. 10 (Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia) e successive modificazioni

DECRETO LEGISLATIVO 19 agosto 2005, n. 192 (Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia)

DECRETO DEL MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO 26 giugno 2009 (Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici)

DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 26 agosto 1993, n. 412 (Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della legge 9 gennaio 1991, n. 10), in quanto compatibile con la DAL n. 156/2008 (vedi punto 3.2. della medesima DAL)

DECRETO LEGISLATIVO 3 marzo 2011, n. 28 (Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE) e successive modificazioni

DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 16 aprile 2013, n. 74 (Regolamento recante definizione dei criteri generali in materia di esercizio, conduzione, controllo, manutenzione e ispezione degli impianti termici per la climatizzazione invernale ed estiva degli edifici e per la preparazione dell'acqua calda per usi igienici sanitari, a norma dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e c), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192)

DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 16 aprile 2013, n. 75 (Regolamento recante disciplina dei criteri di accreditamento per assicurare la qualificazione e l'indipendenza degli esperti e degli organismi a cui affidare la certificazione energetica degli edifici, a norma dell'articolo 4, comma 1, lettera c), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192) successive modificazioni

DECRETO-LEGGE 4 giugno 2013, n. 63 (Disposizioni urgenti per il recepimento della Direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 maggio 2010, sulla prestazione energetica nell'edilizia per la definizione delle procedure d'infrazione avviate dalla Commissione europea, nonché altre disposizioni in materia di coesione sociale) e successive modificazioni

LEGGE 3 agosto 2013, n. 90 (Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 4 giugno 2013, n. 63, recante disposizioni urgenti per il recepimento della Direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 maggio 2010, sulla prestazione energetica nell'edilizia per la definizione delle procedure d'infrazione avviate dalla Commissione europea, nonché altre disposizioni in materia di coesione sociale)

DECRETO LEGISLATIVO 4 luglio 2014, n. 102 (Attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE) e successive modificazioni

DECRETO LEGISLATIVO 18 luglio 2016, n. 141 (Disposizioni integrative al decreto legislativo 4 luglio 2014, n. 102, di attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE)

DECRETO DEL MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO 26 giugno 2015 (Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici)

DECRETO DEL MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO 26 giugno 2015 (Adeguamento del decreto del Ministro dello sviluppo economico 26 giugno 2009- Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici)

DECRETO DEL MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO 26 giugno 2015 (Schemi e modalità di riferimento per la compilazione della relazione tecnica di progetto ai fini dell'applicazione delle prescrizioni e dei requisiti minimi di prestazione energetica negli edifici)

DECRETO DEL MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE 11 ottobre 2017 (Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici)

L.R. 11 dicembre 2006, n. 24 (Norme per la prevenzione e la riduzione delle emissioni in atmosfera a tutela della salute e dell'ambiente)

D.g.r. 31 luglio 2015, n. X/3965 e s.m.i. - “Disposizioni per l’esercizio, il controllo, la manutenzione e l’ispezione degli impianti termici”

D.g.r. 17 luglio 2015, n. X/3868 e s.m.i. – “Disposizioni in merito alla disciplina per l’efficienza energetica degli edifici ed al relativo attestato di prestazione energetica a seguito dell’approvazione dei decreti ministeriali per l’attuazione del d.lgs. 192/2005, come modificato con l. 90/2013”

Decreto Dirigente di U.O. 8 marzo 2017, n. 2456 (Integrazione delle disposizioni per l’efficienza energetica degli edifici approvate con decreto n. 176 del 12.1.2017 e riapprovazione complessiva delle disposizioni relative all’efficienza energetica degli edifici e all’attestato di prestazione energetica)

D.g.r. 18 settembre 2017, n. X/7095 – “Nuove misure per il miglioramento della qualità dell’aria in attuazione del piano regionale degli interventi per la qualità dell’aria (PRIA) e dell’Accordo di programma di bacino padano 2017”

L.R. 13 marzo 2012, n. 4 (Norme per la valorizzazione del patrimonio edilizio esistente e altre disposizioni in materia urbanistico-edilizia), in particolare art. 3, comma 2

L.R. 28 novembre 2014, n. 31 (Disposizioni per la riduzione del consumo di suolo e per la riqualificazione del suolo degradato), in particolare art. 4, commi 2 *bis*, 2 *ter*, 2 *quater*, 2 *quinquies*, 2 *sexies* e 2 *septies*

D.9 Tutela dal rumore ed isolamento acustico (attivo e passivo) degli edifici

DECRETO DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI 1 marzo 1991 (Limiti di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno)

LEGGE 26 ottobre 1995, n. 447 (Legge quadro sull'inquinamento acustico)

REGOLAMENTI di esecuzione della Legge quadro n. 447/1995 per specifiche sorgenti

DECRETO DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI 14 novembre 1997 (Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore)

DECRETO DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI 5 dicembre 1997 (Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici)

DECRETO-LEGGE 13 maggio 2011, n. 70 (Semestre Europeo - Prime disposizioni urgenti per l'economia), convertito, con modificazioni, dalla legge 12 luglio 2011, n. 106, art. 5, commi 1 e 5

DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 19 ottobre 2011, n. 227 (Regolamento per la semplificazione di adempimenti amministrativi in materia ambientale gravanti sulle imprese, a norma dell'articolo 49, comma 4-quater, del decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122), in particolare art. 4

DECRETO LEGISLATIVO 17 febbraio 2017, n. 42 (Disposizioni in materia di armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico, a norma dell'articolo 19, comma 2, lettere a), b), c), d), e), f) e h) della legge 30 ottobre 2014, n. 161)

DECRETO DEL MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE 11 ottobre 2017 (Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici)

L.R. 10 agosto 2001, n. 13 (Norme in materia di inquinamento acustico)

D.g.r. 12 luglio 2002, n. VII/9776 relativa all'approvazione del documento "Criteri tecnici di dettaglio per la redazione della classificazione acustica del territorio comunale"

D.g.r. 8 marzo 2002, n. VII/8313 relativa all'approvazione del documento "Modalità e criteri di redazione della documentazione di previsione di impatto acustico e di valutazione previsionale di clima acustico" (come modificata dalle Deliberazioni di Giunta regionale 10 gennaio 2014, n. X/1217 e 4 dicembre 2017, n. X/7477)

D.10 Produzione di materiali da scavo

DECRETO LEGISLATIVO 3 APRILE 2006, n. 152 (Norme in materia ambientale), in particolare articoli 184 *bis*, comma 2 *bis*, 185, comma 1, lettera c), 186 e 266, comma 7

DECRETO DEL MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE 10 agosto 2012, n. 161 (Regolamento recante la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo)

DECRETO-LEGGE 21 giugno 2013, n. 69 (Disposizioni urgenti per il rilancio dell'economia), convertito con modificazioni dalla legge 9 agosto 2013, n. 98, in particolare articoli 41 e 41 *bis*

DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 13 giugno 2017, n. 120 (Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164)

L.R. 8 agosto 1998, n. 14 (Nuove norme per la disciplina della coltivazione di sostanze minerali di cava), in particolare art. 35 (Pertinenze e materiali di risulta)

D.11 Tutela delle acque dall'inquinamento (scarichi idrici domestici)

DECRETO LEGISLATIVO 3 aprile 2006, n. 152 (Norme in materia ambientale), in particolare Parte terza, Sezione II (Tutela delle acque dall'inquinamento)

L.R. 12 dicembre 2003, n. 26 (Disciplina dei servizi locali di interesse economico generale. Norme in materia di gestione dei rifiuti, di energia, di utilizzo del sottosuolo e di risorse idriche), in particolare art. 52

REGOLAMENTO REGIONALE 24 marzo 2006 n. 3 (Disciplina e regime autorizzatorio degli scarichi di acque reflue domestiche e di reti fognarie)

REGOLAMENTO REGIONALE 24 marzo 2006 n. 4 (Disciplina dello smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne)

D.12 Prevenzione inquinamento luminoso

NORMA TECNICA UNI I 0819/1999 "Luce e illuminazione -Impianti di illuminazione esterna-Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso".

L.R. 5 ottobre 2015, n. 31 (Misure di efficientamento dei sistemi di illuminazione esterna con finalità di risparmio energetico e di riduzione dell'inquinamento luminoso)

D.13 Obbligo installazione ricariche elettriche

LEGGE 7 agosto 2012, n. 134 (Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 22 giugno 2012, n. 83, recante Misure urgenti per la crescita del Paese), in particolare art. 17 *quinquies* (Semplificazione dell'attività edilizia e diritto ai punti di ricarica)

DECRETO LEGISLATIVO 16 dicembre 2016, n. 257 (Disciplina di attuazione della direttiva 2014/94/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 22 ottobre 2014, sulla realizzazione di una infrastruttura per i combustibili alternativi)

L.R. 2 febbraio 2010, n. 6 (Testo unico delle leggi regionali in materia di commercio e fiere), in particolare articoli 89 e 89 bis

D.g.r. 14 dicembre 2015, n. X/4593 – “Approvazione delle linee guida per l’infrastruttura di ricarica dei veicoli elettrici”

E. REQUISITI TECNICI E PRESCRIZIONI SPECIFICHE PER ALCUNI INSEDIAMENTI O IMPIANTI

E.1 Strutture commerciali

DECRETO DEL MINISTERO DELL'INTERNO 27 luglio 2010 (Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio delle attività commerciali con superficie superiore a 400 mq)

L.R. 2 febbraio 2010, n. 6 (Testo unico delle leggi regionali in materia di commercio e fiere), in particolare art. 16, comma 3 (commercio su area pubblica)

L.R. 21 ottobre 2013, n. 8 (Norme per la prevenzione e il trattamento del gioco d'azzardo patologico), in particolare art. 5

D.g.r. Delib.G.R. 24/01/2014, n. 10/1274 - Lombardia, epigrafe Determinazione della distanza dai luoghi sensibili per la nuova collocazione di apparecchi per il gioco d'azzardo lecito (ai sensi dell'articolo 5, comma 1 della L.R. 21 ottobre 2013, n. 8 "Norme per la prevenzione e il trattamento del gioco d'azzardo patologico").

Delib.G.R. 24/01/2014, n. 10/1274 - Lombardia, epigrafe

Determinazione della distanza dai luoghi sensibili per la nuova collocazione di apparecchi per il gioco d'azzardo lecito (ai sensi dell'articolo 5, comma 1 della L.R. 21 ottobre 2013, n. 8 "Norme per la prevenzione e il trattamento del gioco d'azzardo patologico").

24 gennaio 2014, n. X/1274 – “Determinazione della distanza dai luoghi sensibili per la nuova collocazione di apparecchi per il gioco d'azzardo lecito (ai sensi dell'articolo 5, comma 1 della L.R. 21 ottobre 2013, n. 8 "Norme per la prevenzione e il trattamento del gioco d'azzardo patologico")”

E.2 Strutture ricettive

DECRETO DEL MINISTERO DELL'INTERNO 9 aprile 1994 (Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la costruzione e l'esercizio delle attività ricettive turistico-alberghiere)

DECRETO DEL MINISTERO DELL'INTERNO 3 marzo 2014 (Modifica del Titolo IV- del

decreto 9 aprile 1994 in materia di regole tecniche di prevenzione incendi per i rifugi alpini)

DECRETO DEL MINISTERO DELL'INTERNO 16 marzo 2012 (Piano straordinario biennale adottato ai sensi dell'articolo 15, commi 7 e 8, del decreto-legge 29 dicembre 2011, n. 216, convertito, con modificazioni, dalla legge 24 febbraio 2012, n. 14, concernente l'adeguamento alle disposizioni di prevenzione incendi delle strutture ricettive turistico-alberghiere con oltre venticinque posti letto, esistenti alla data di entrata in vigore del decreto del Ministro dell'interno 9 aprile 1994, che non abbiano completato l'adeguamento alle suddette disposizioni di prevenzione incendi)

DECRETO DEL MINISTERO DELL'INTERNO 14 luglio 2015 (Disposizioni di prevenzione incendi per le attività ricettive turistico - alberghiere con numero di posti letto superiore a 25 e fino a 50)

DECRETO DEL MINISTERO DELL'INTERNO 9 agosto 2016 (Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi per le attività ricettive turistico - alberghiere, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139)

DECRETO DEL MINISTERO DELL'INTERNO 28 febbraio 2014 (Regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio delle strutture turistico - ricettive in aria aperta (campeggi, villaggi turistici, ecc.) con capacità ricettiva superiore a 400 persone)

REGOLAMENTO REGIONALE 7 dicembre 2009, n. 5, per la parte relativa alla definizione degli standard qualitativi obbligatori minimi per la classificazione degli alberghi e delle residenze turistico alberghiere

REGOLAMENTO REGIONALE 5 agosto 2016, n. 7 (Definizione dei servizi, degli standard qualitativi e delle dotazioni minime obbligatorie degli ostelli per la gioventù, delle case e appartamenti per vacanze, delle foresterie lombarde, delle locande e dei bed and breakfast e requisiti strutturali ed igienico - sanitari dei rifugi alpinistici ed escursionistici in attuazione dell'art. 37 della legge regionale 1° ottobre 2015, n. 27 (Politiche regionali in materia di turismo e attrattività del territorio lombardo))
REGOLAMENTO REGIONALE 14 febbraio 2011, n. 2 (Definizione degli standard obbligatori minimi e dei requisiti funzionali delle case per ferie e degli ostelli per la gioventù, in attuazione dell'articolo 36, comma 1, della legge regionale 16 luglio 2007, n. 15 (Testo unico delle leggi regionali in materia di turismo))

REGOLAMENTO REGIONALE 14 febbraio 2011, n. 2, per la parte relativa alla definizione degli standard qualitativi obbligatori minimi e dei requisiti funzionali delle case per ferie

REGOLAMENTO REGIONALE 19 gennaio 2018, n. 3 (Disposizioni per la disciplina e la classificazione delle aziende ricettive all'aria aperta in attuazione dell'articolo 37 della legge regionale 1 ottobre 2015, n. 27 «Politiche regionali in materia di turismo e attrattività del territorio lombardo»)

D.g.r. 29 dicembre 2010, n. IX/1189 - "Linee guida per lo svolgimento da parte delle province delle funzioni amministrative relative alla classificazione, vigilanza e applicazione delle sanzioni per gli esercizi alberghieri"

E.3 Strutture per l'agriturismo

LEGGE 20 febbraio 2006, n. 96 (Disciplina dell'agriturismo), in particolare art. 5

L.R. 5 dicembre 2008, n. 31 (Testo unico delle leggi regionali in materia di agricoltura, foreste, pesca e sviluppo rurale), in particolare articoli 154, 155 e 156

REGOLAMENTO REGIONALE 6 maggio 2008, n. 4 (Attuazione della legge regionale 8 giugno 2007, n. 10 (Disciplina regionale dell'agriturismo))

E.4 Impianti di distribuzione del carburante

CIRCOLARE DEL MINISTERO DELL'INTERNO n. 10 del 10 febbraio 1969 (Distributori stradali di carburanti)

DECRETO DEL MINISTERO DELL'INTERNO 29 novembre 2002 (Requisiti tecnici per la costruzione, l'installazione e l'esercizio dei serbatoi interrati destinati allo stoccaggio di carburanti liquidi per autotrazione, presso gli impianti di distribuzione)

Distributori stradali GPL: DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 24 ottobre 2003, n. 340 (Regolamento recante disciplina per la sicurezza degli impianti di distribuzione stradale di G.P.L. per autotrazione)

Distributori stradali metano: DECRETO DEL MINISTERO DELL'INTERNO 28 giugno 2002 (Rettifica dell'allegato al D.M. 24 maggio 2002, recante norme di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio degli impianti di distribuzione stradale di gas naturale per autotrazione)

DECRETO DEL MINISTERO DELL'INTERNO 30 aprile 2012 (Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per l'installazione e l'esercizio di apparecchi di erogazione ad uso privato, di gas naturale per autotrazione)

Lettera circolare DCPREV prot. n. 3819 del DM 21/03/2013 (Guida tecnica ed atti di indirizzo per la redazione dei progetti di prevenzione incendi relativi ad impianti di

alimentazione di gas naturale liquefatto (GNL) con serbatoio criogenico fuori terra a servizio di stazioni di rifornimento di gas naturale compresso (GNC) per autotrazione

DECRETO DEL MINISTERO DELL'INTERNO 31 agosto 2006 (Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio degli impianti di distribuzione di idrogeno per autotrazione)

L.R. 2 febbraio 2010, n. 6 (Testo unico delle leggi regionali in materia di commercio e fiere), in particolare articoli 89 e 89 bis

E.5 Sale cinematografiche

DECRETO-LEGGE 14 gennaio 1994, n. 26 (Interventi urgenti in favore del cinema), convertito in legge, con modificazioni, dall'art. 1 della legge 1° marzo 1994, n. 153, in particolare art. 20

DECRETO DEL MINISTERO DELL'INTERNO 19 agosto 1996 (Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio dei locali di intrattenimento e di pubblico spettacolo) e successive modificazioni

E.6 Scuole e servizi educativi

DECRETO DEL MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI 18 dicembre 1975 (Norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica, ivi compresi gli indici di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica, da osservarsi nella esecuzione di opere di edilizia scolastica)

CIRCOLARE DEL MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI 22 maggio 1967, n. 3150 (Criteri di valutazione e collaudo dei requisiti acustici negli edifici scolastici)

DECRETO DEL MINISTERO DELL'INTERNO 26 agosto 1992 (Norme di prevenzione incendi per l'edilizia scolastica)

DECRETO DEL MINISTERO DELL'INTERNO 7 agosto 2017 (Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi per le attività scolastiche, ai sensi dell'art. 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139)

DECRETO DEL MINISTERO DELL'INTERNO 16 luglio 2014 (Regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio degli asili nido)

E.7 Enti del Terzo settore

DECRETO LEGISLATIVO 3 luglio 2017, n. 117 (Codice del Terzo settore, a norma dell'articolo 1, comma 2, lettera b), della legge 6 giugno 2016, n. 106), in particolare art. 71, comma 1

E.8 Locali per la produzione o la vendita di sostanze alimentari e bevande

DECRETO LEGISLATIVO 6 novembre 2007, n. 193 (Attuazione della direttiva 2004/41/CE relativa ai controlli in materia di sicurezza alimentare e applicazione dei regolamenti comunitari nel medesimo settore)

DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 26 marzo 1980, n. 327 (Regolamento di esecuzione della legge 30 aprile 1962, n. 283, e successive modificazioni, in materia di disciplina igienica della produzione e della vendita delle sostanze alimentari e delle bevande), in particolare articoli 28 e 30 REGOLAMENTO (CE) N. 852/2004 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 29/04/2004 (sull'igiene dei prodotti alimentari) e successiva rettifica pubblicata sulla Gazzetta ufficiale dell'Unione europea 226/3 del 25 giugno 2004

ATTO DELLA CONFERENZA PERMANENTE PER I RAPPORTI TRA LO STATO, LE REGIONI E LE PROVINCE AUTONOME DI TRENTO E BOLZANO 29 aprile 2010, n. 59 (Accordo, ai sensi dell'articolo 4 del decreto legislativo 28 agosto 1997, n. 281, tra il Governo, le Regioni e le Province autonome relativo a "Linee guida applicative del Regolamento n. 852/2004/CE del Parlamento europeo e del Consiglio sull'igiene dei prodotti alimentari")

L.R. 2 febbraio 2010, n.6 (Testo unico delle leggi regionali in materia di commercio e fiere), in particolare Titolo II, Capo III (Somministrazione di alimenti e bevande)

E.9 Impianti sportivi

DECRETO DEL MINISTERO DELL'INTERNO 18 marzo 1996 (Norme di sicurezza per la costruzione e l'esercizio di impianti sportivi) come modificato e integrato dal Decreto ministeriale 6 giugno 2005 DELIBERAZIONE DEL CONSIGLIO NAZIONALE DEL CONI 25 giugno 2008, n. 1379 (Norme CONI per l'impiantistica sportiva)

DELIBERAZIONE DELLA CONFERENZA STATO-REGIONI 16 GENNAIO 2003, n. 1605 (Accordo tra il Ministro della salute, le Regioni e le Province Autonome di Trento e di Bolzano relativo agli aspetti igienico-sanitari per la costruzione, la manutenzione e la vigilanza delle piscine a uso natatorio)

E.10 Strutture termali**E.11 Strutture sanitarie**

DECRETO LEGISLATIVO 30 dicembre 1992, n. 502 (Riordino della disciplina in materia sanitaria, a norma dell'articolo 1 della legge 23 ottobre 1992, n. 421), in particolare articoli 8 *bis* (Autorizzazione, accreditamento e accordi contrattuali) e 8 *ter* (Autorizzazioni alla realizzazione di strutture e all'esercizio di attività sanitarie e sociosanitarie)

DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 14 gennaio 1997 (Approvazione dell'atto di indirizzo e coordinamento alle Regioni e Province autonome di Trento e di Bolzano, in materia di requisiti strutturali, tecnici ed organizzativi minimi per l'esercizio delle attività sanitarie da parte delle strutture pubbliche e private)

DECRETO DEL MINISTERO DELL'INTERNO 18 settembre 2002 (Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio delle strutture sanitarie pubbliche e private)

DECRETO DEL MINISTERO DELLA SALUTE 2 aprile 2015, n. 70 (Regolamento recante definizione degli standard qualitativi, strutturali, tecnologici e quantitativi relativi all'assistenza ospedaliera)

DECRETO DEL MINISTERO DELL'INTERNO 19 marzo 2015 (Aggiornamento della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio delle strutture sanitarie pubbliche e private di cui al decreto 18 settembre 2002)

E.12 Strutture veterinarie

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.4
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 Caratteristiche dell'edificio e rischio radon	pag.9
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.

Composizione del Gruppo di Lavoro Regionale

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 – U.O. 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 /m³ 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 (Bohicchio 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%
Italia	32 134	3 237	1 087 5 730	10%	3% 18%

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 Bq/m^3 - e l'obiettivo a cui tendere per le nuove edificazioni pari a 200 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 Bq/m^3 per le nuove abitazione e i nuovi edifici con accesso di pubblico;
- 300 Bq/m^3 per le abitazioni esistenti;
- 300 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 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 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 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).

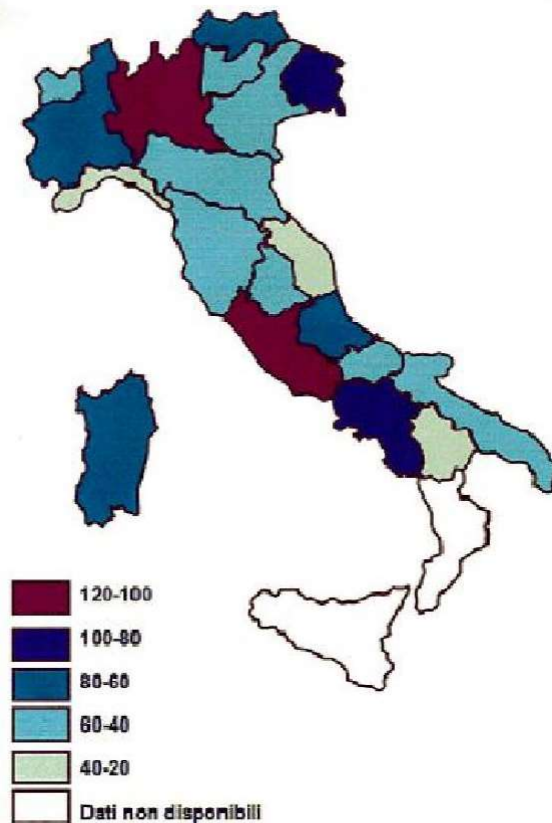
1.4 Il radon in Italia e in Lombardia

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 Bq/m^3 .

In Lombardia, la media regionale è risultata pari a 116 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 Bq/m^3 è stata stimata essere attorno al 2.5%.

Figura 1: Livelli medi regionali di concentrazione di radon indoor (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 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 Bq/m^3 ; la media aritmetica regionale è di 124 Bq/m^3 ,
- ✓ il 15 % dei locali indagati presenta valori superiori a 200 Bq/m^3 e il 4,3% (pari a 160 locali) presenta valori superiori a 400 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.

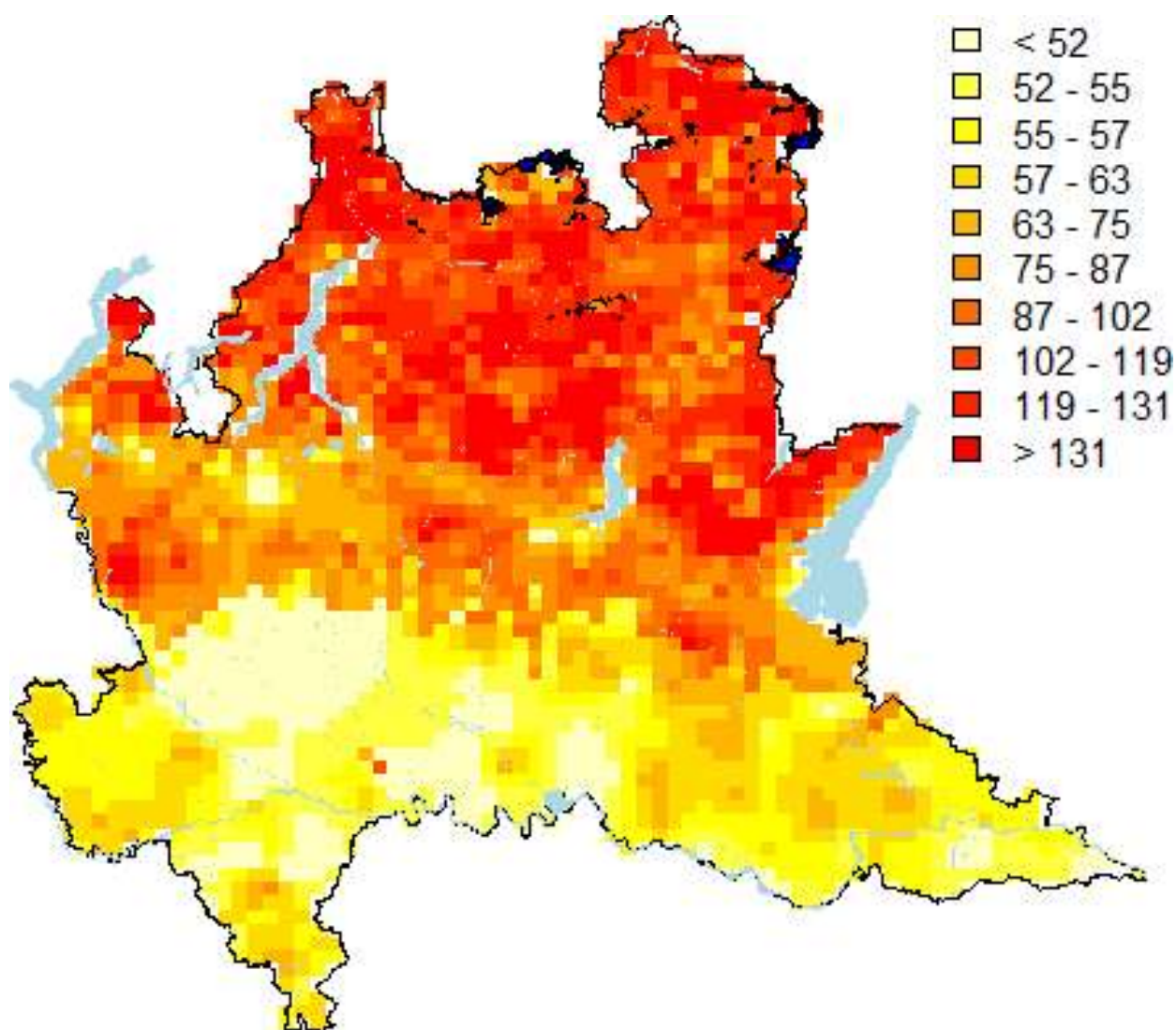
A questo scopo è stato utilizzato un approccio di tipo geostatistico e di previsione spaziale che permette di prevedere il valore di concentrazione di radon indoor in un punto dove non sia stata effettuata la misurazione, tenendo conto dei dati a disposizione, della correlazione presente e della caratterizzazione 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/m³)



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) elettretete	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

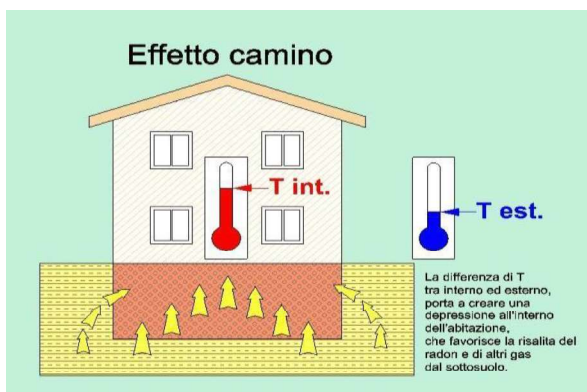
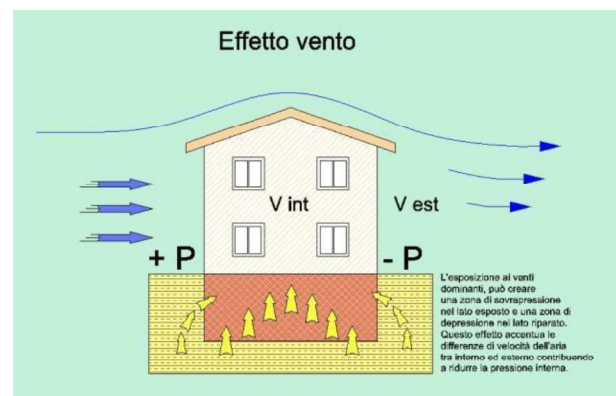


Figura 4: effetto vento



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 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 Bq/kg a qualche centinaio di 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.

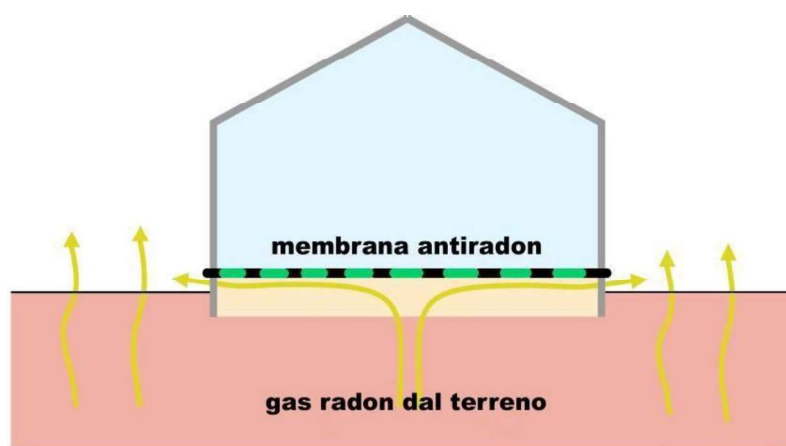


Figura 6: una membrana impermeabile antiradon di separazione fra l'attacco a terra e l'edificio è un sistema efficace nei confronti dell'ingresso del radon nelle abitazioni, purché attentamente posata.

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).

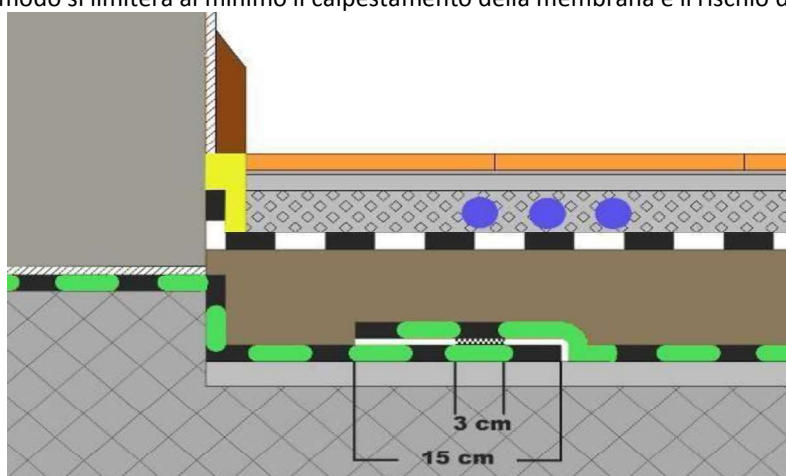


Figura 7: la membrana posta sulla superficie orizzontale andrà sovrapposta per circa 15 cm sulla membrana tagliamuro e sigillata o incollata per una perfetta tenuta all'aria.

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);

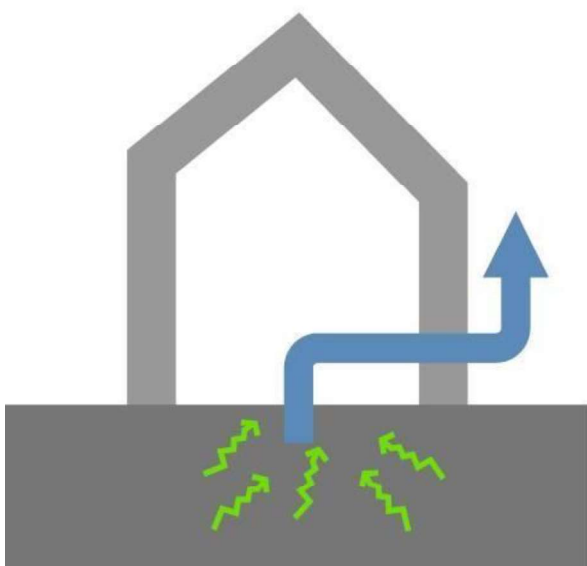


Figura 8: depressione del sottosuolo sotto l'edificio

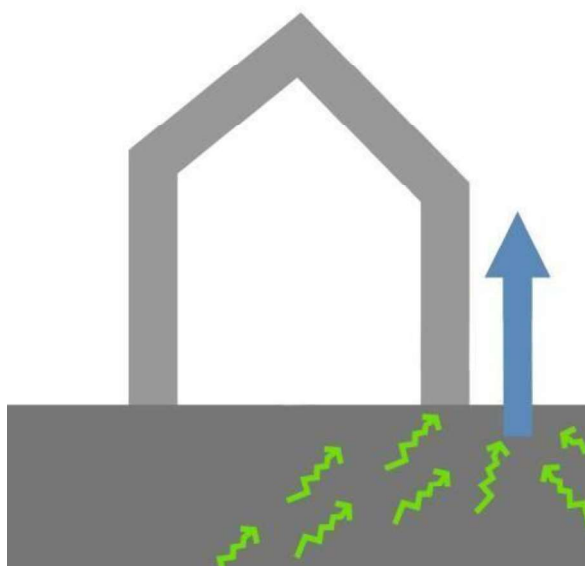


Figura 9: depressione del sottosuolo con aspiratore perimetrale

- 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);

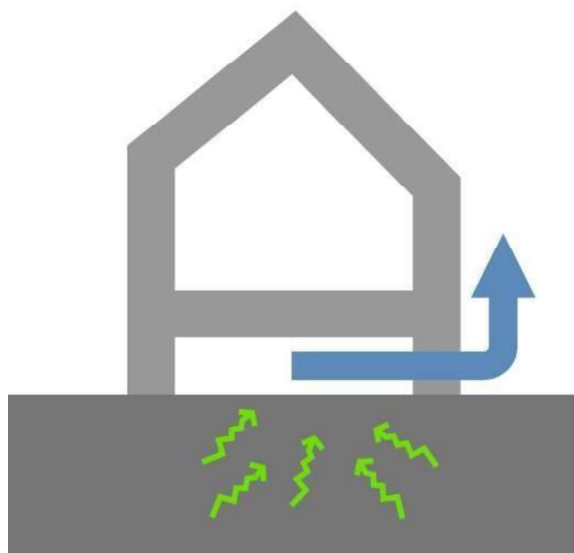


Figura 10: depressione del volume del vespaio

- 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.

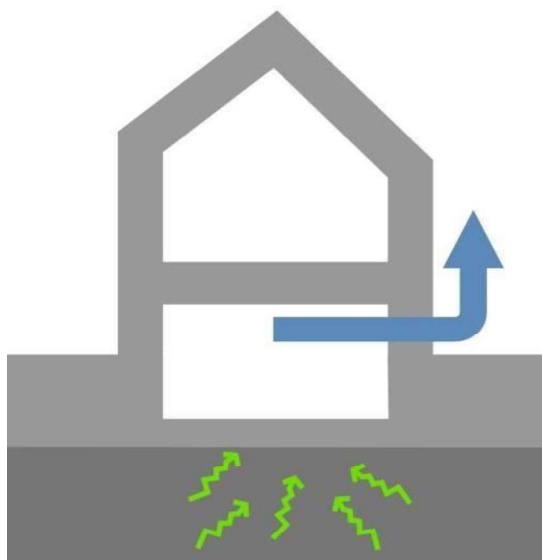


Figura 11: depressione di un volume tecnico sotto l'edificio

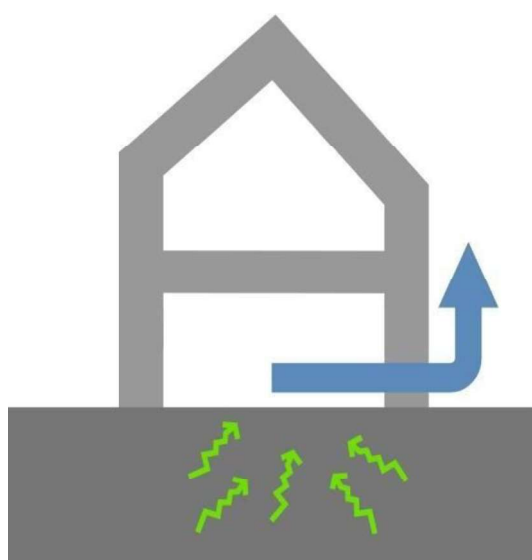


Figura 12: depressione di un volume tecnico alla base dell'edificio

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.

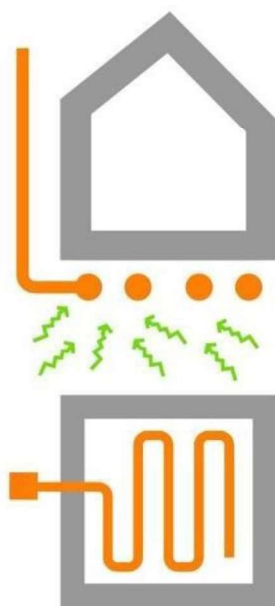


Figura 14: depressione del sottosuolo tramite tubazioni drenanti

- 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);

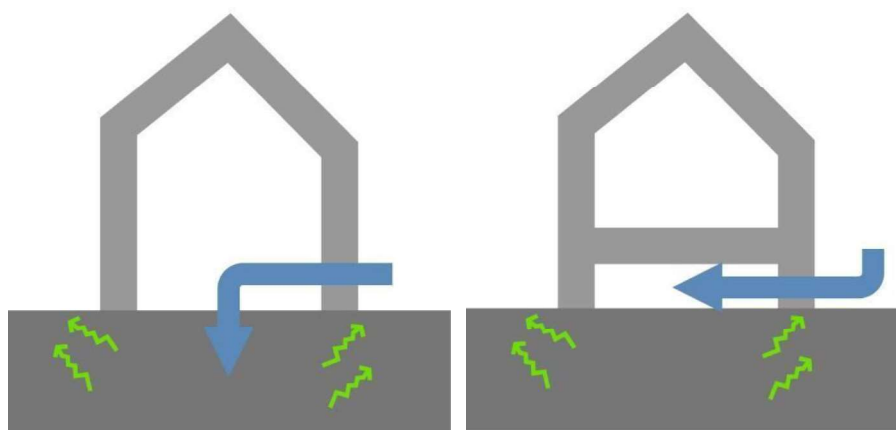


Figura 16: pressurizzazione del terreno o del vespaio

- 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;

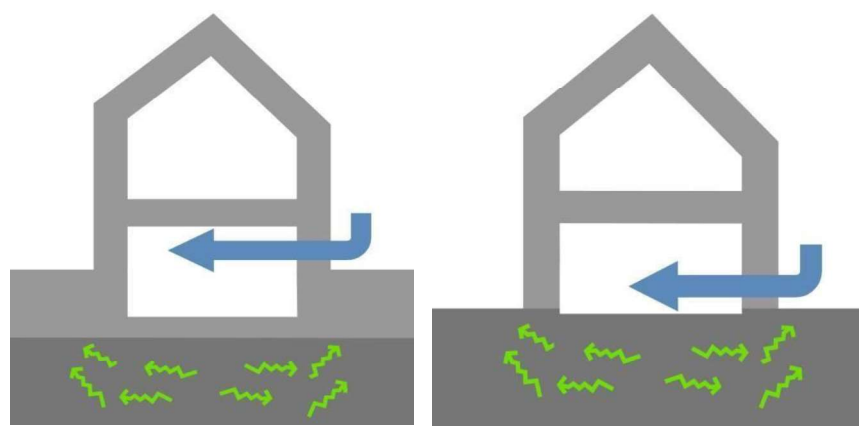


Figura 17: pressurizzazione di un locale tecnico alla base dell'edificio

- 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

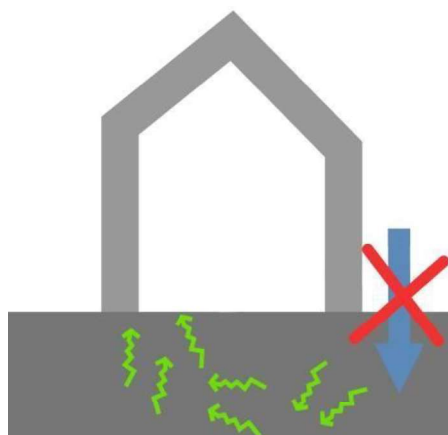


Figura 18: non pressurizzare il terreno al perimetro dell'edificio

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.

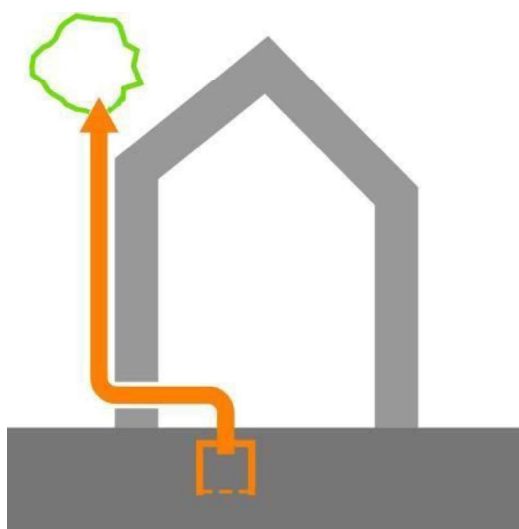


Figura 19: evacuazione del gas aspirato in quota oltre la linea di gronda dell'edificio



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;

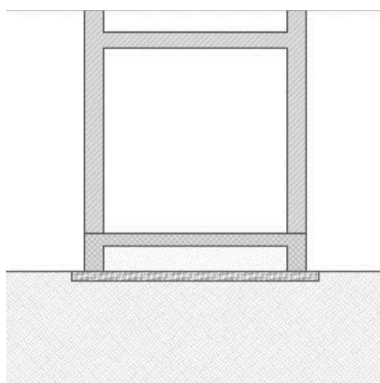


Figura 21: vespaio sotto l'edificio completamente vuoto

- 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;

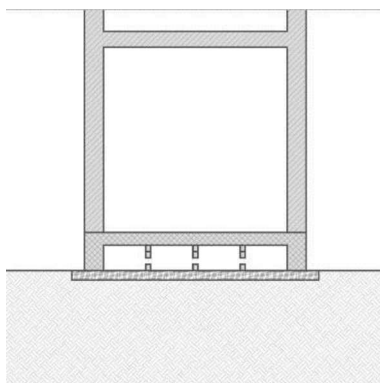


Figura 22: vespaio sotto l'edificio compartimentato aperto

- 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);

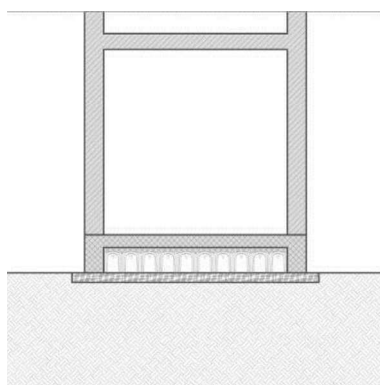


Figura 23: vespaio sotto l'edificio aperto con casseri a perdere in materiale plastico

- 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.

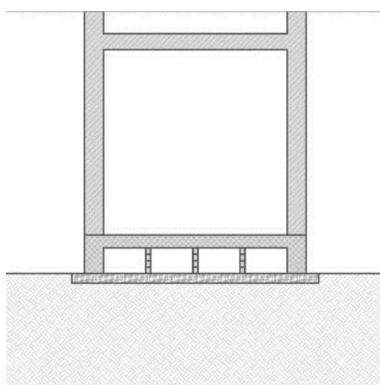


Figura 24: vespaio sotto l'edificio compartimentato chiuso

- 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.

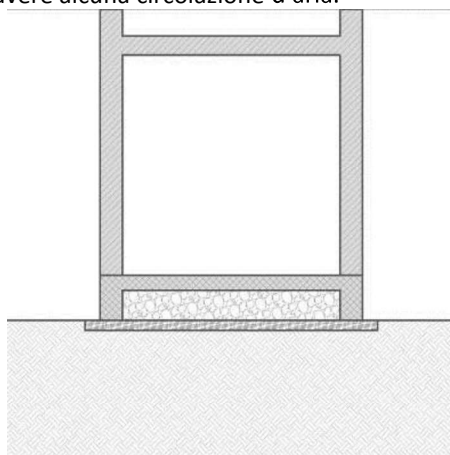


Figura 25: vespaio sotto l'edificio parzialmente o totalmente riempito

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).

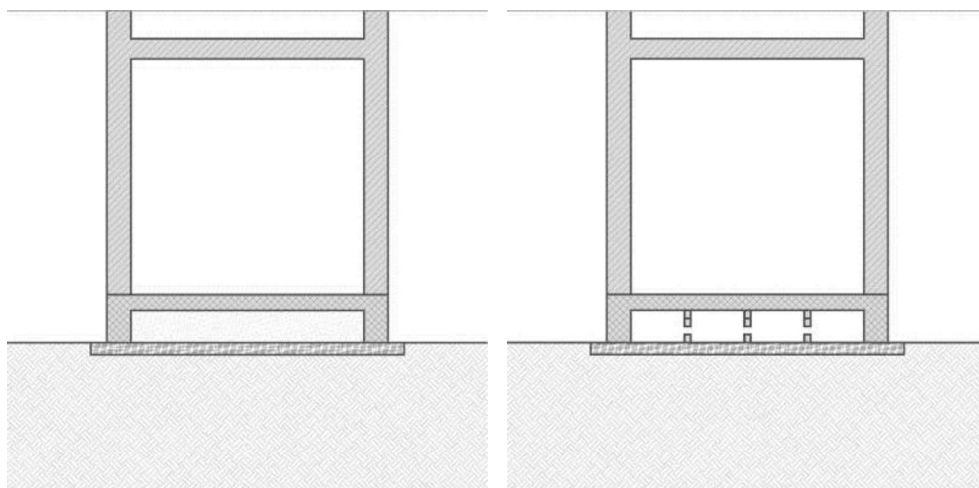


Figura 27: pressurizzare prevalentemente solo i vespai di volume ridotto, altrimenti meglio depressurizzare

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

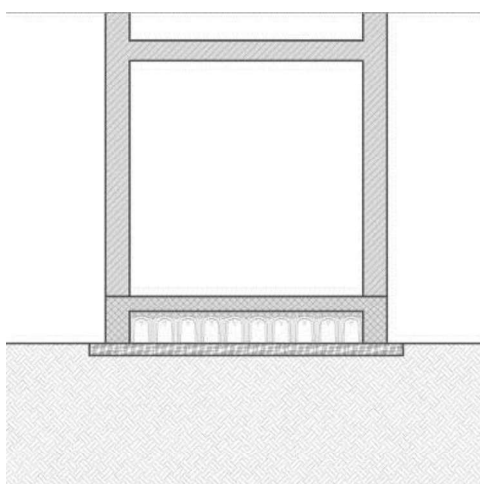


Figura 28: i vespai realizzati con casseri a perdere in materiale plastico hanno una buona tenuta all'aria

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).

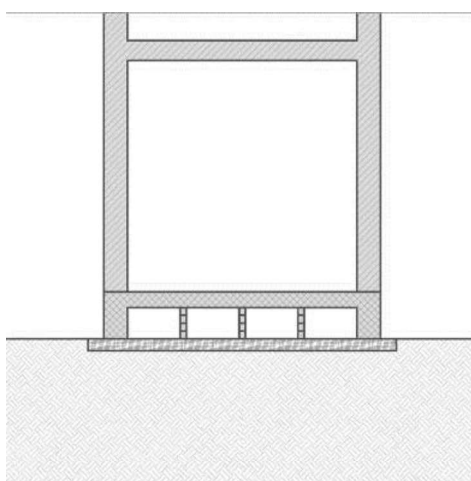


Figura 29: è sempre più opportuno depressurizzare i vespai compartimentati chiusi

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).

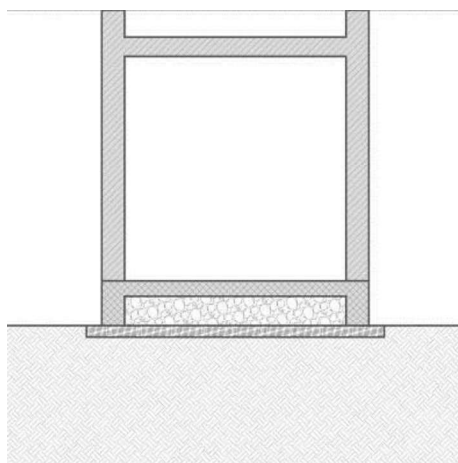


Figura 30: i vespai parzialmente o totalmente riempiti con materiale di riporto o terra possono essere pressurizzati o depressurizzati in funzione del riempimento.

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.

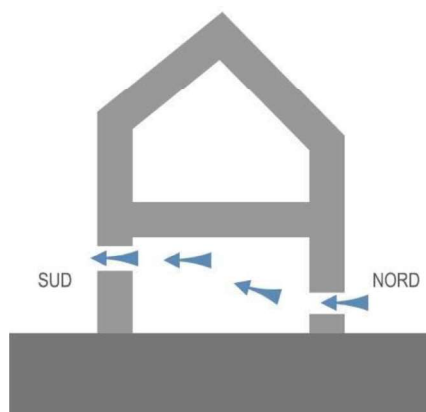


Figura 31: se il volume del vespaio è libero è possibile valutare la possibilità di una ventilazione naturale del volume.

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.

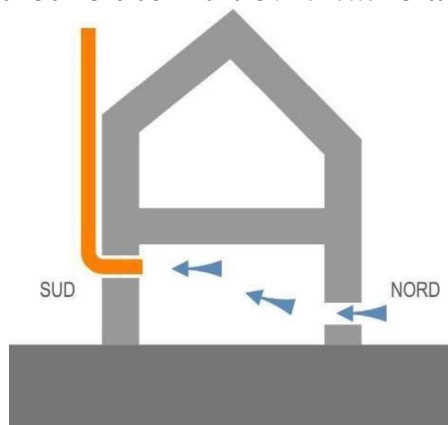


Figura 32: per incrementare la ventilazione naturale di un vespaio vuoto è possibile portare in quota la tubazione di evacuazione per innescare un effetto Venturi.

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

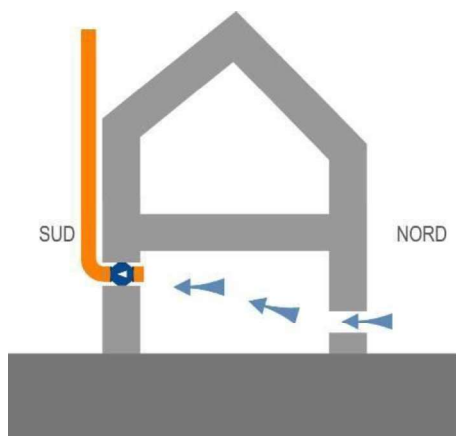


Figura 33: in mancanza di risultati adeguati con la ventilazione naturale sarà necessario utilizzare un ventilatore che potrà essere inserito nella canalizzazione già esistente

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).

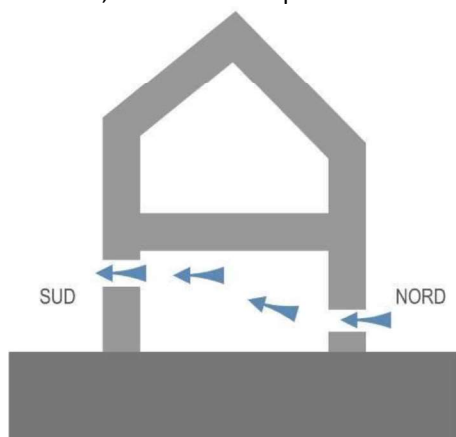


Figura 34: in caso di ventilazione naturale dovranno essere presenti bucatre su due lati contrapposti dell'edificio, possibilmente nord-sud.

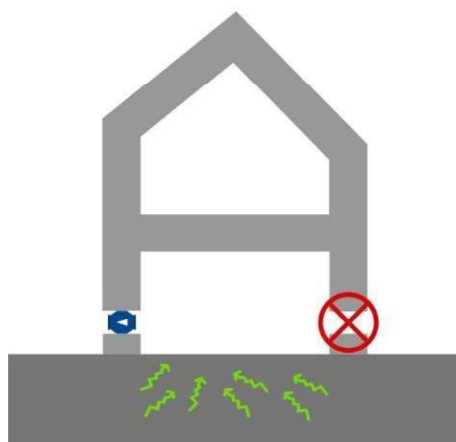


Figura 35: in caso di ventilazione forzata tramite ventilatore dovrà essere presente la sola bocca di aspirazione e chiuse tutte le altre bucatre al perimetro in modo che l'impianto agisca nei confronti del terreno e non sull'ingresso dell'aria dalla bucatra contrapposta.

Temporizzazione degli impianti

Le potenze dei ventilatori utilizzati per pressurizzare o depressurizzare variano dai 20 ai 120 Watt con portate da 200 a 1000 m³/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) in modo da comprendere
- spento, almeno due giorni (ora fissa) un fine settimana
- acceso, almeno due giorni (ora fissa)

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.

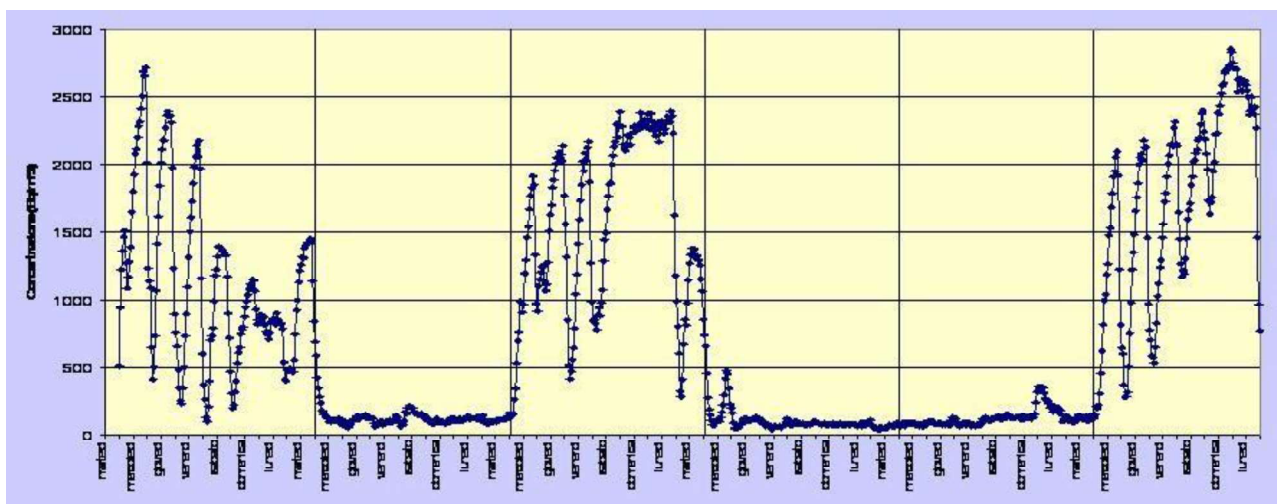


Figura 37: un esempio di andamento temporale della concentrazione del gas radon con ventilatori spenti durante il fine settimana in un edificio scolastico

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).



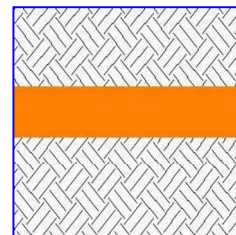
Figura 38: prodotti, materiali e sistemi per il fissaggio degli impianti e limitare la trasmissione di rumore e vibrazioni alle strutture dell'edificio.

TECNICHE DI PREVENZIONE E MITIGAZIONE - SCHEDE

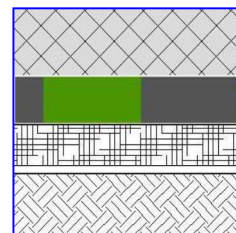
Negli schemi che seguono sono sintetizzate alcune soluzioni funzionali che rispecchiano modalità di intervento per la bonifica di edifici esistenti e la prevenzione delle nuove costruzioni.

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

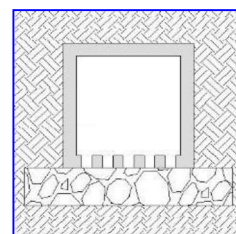
Tubazione in pvc, diametro normalmente 100-120 millimetri salvo altre esigenze di progetto.



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).

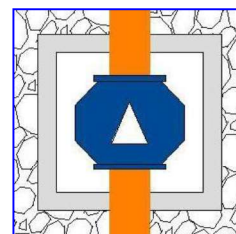


Pozzetto (in calcestruzzo, plastica, polietilene, ecc.) di dimensioni circa (50 x 50 x 50) centimetri aperto nella parte inferiore e posato su uno strato di ghiaia grossa di 10-12 centimetri di spessore. E' possibile impiegare anche un normale pozzetto in calcestruzzo "ribaltato", ossia con la faccia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



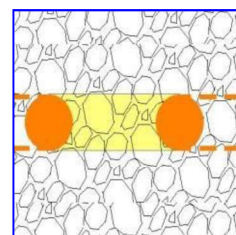
Pozzetto (in calcestruzzo, plastica, polietilene, ecc.) di dimensioni circa 50 x 50 x 50 centimetri e comunque idoneo ad alloggiare il ventilatore di progetto.

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 buccature 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.

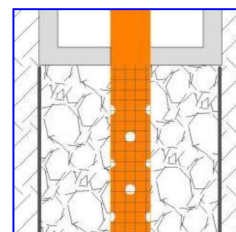


Figura 39: tecniche di prevenzione e mitigazione

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.

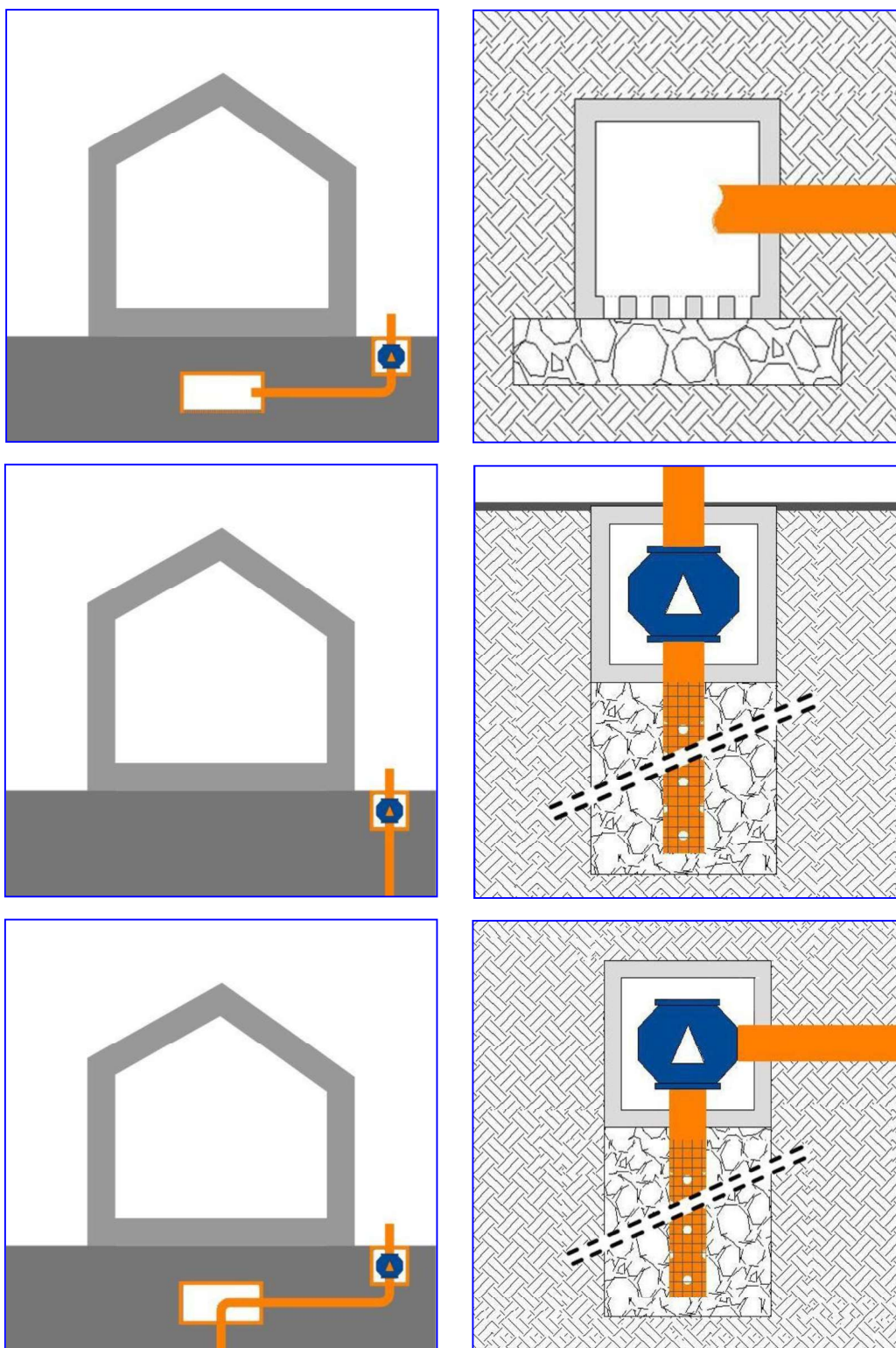


Figura 40: tecniche di prevenzione e mitigazione

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.

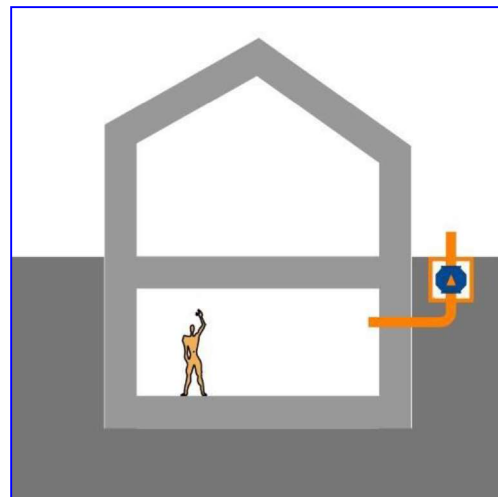
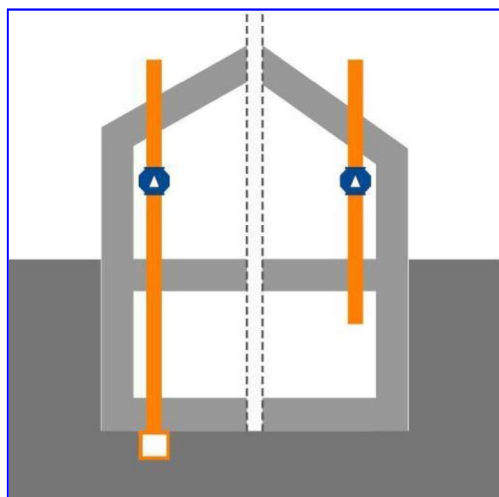
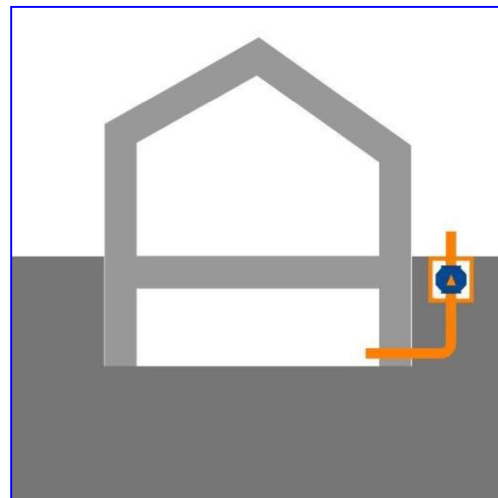
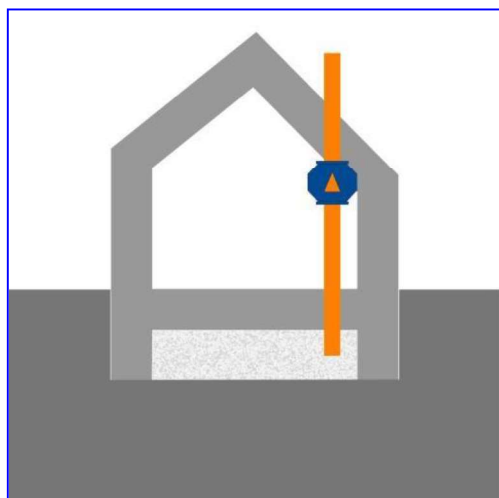
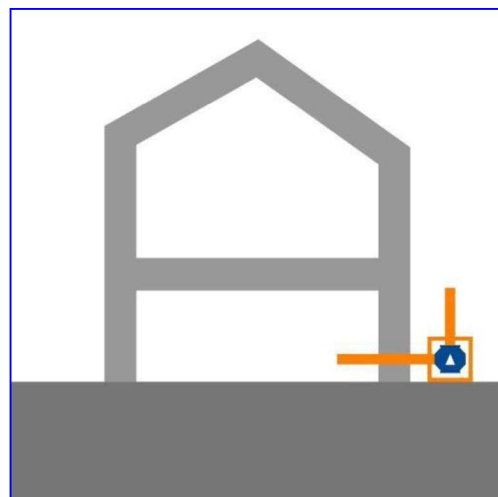


Figura 41: prevenzione nuova edificazione

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 sotto 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.

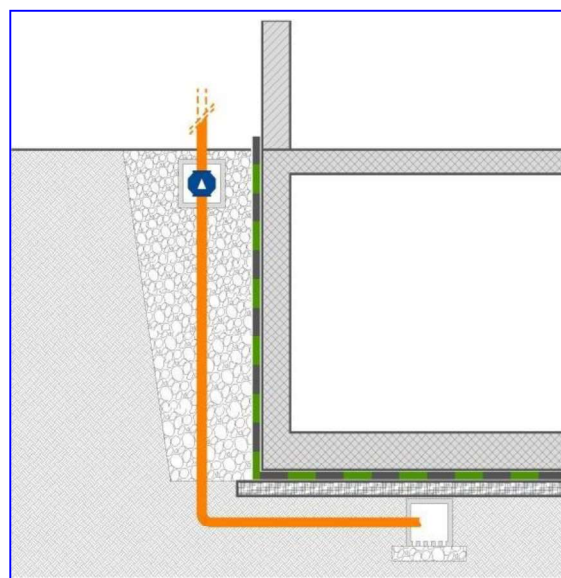
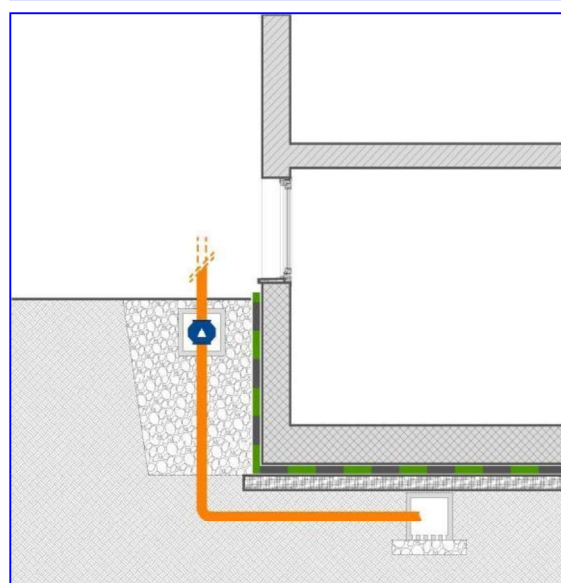
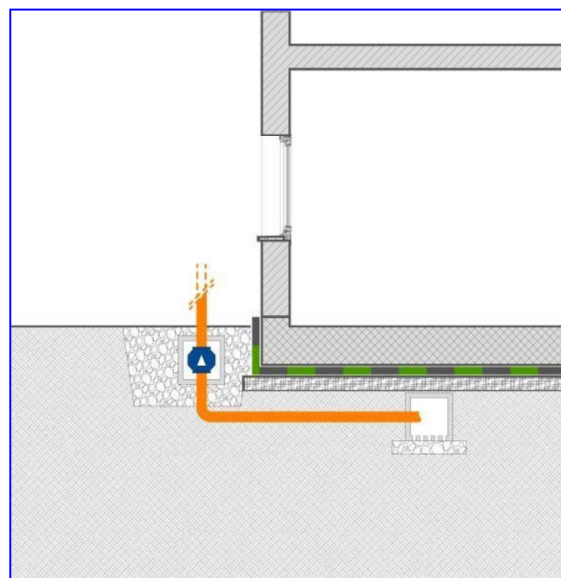
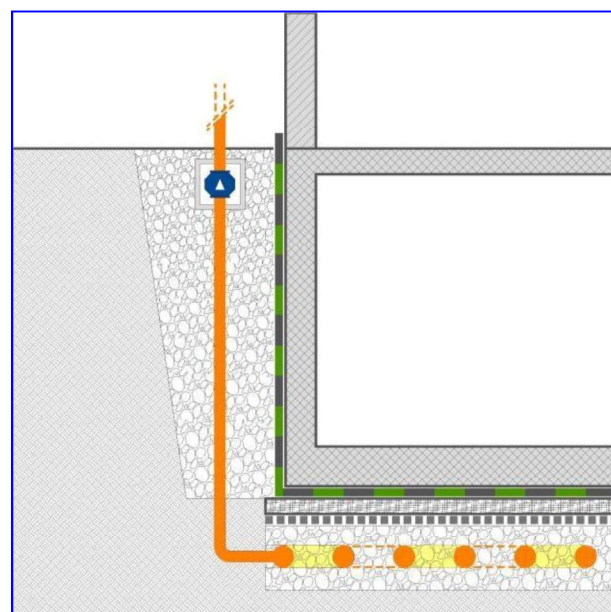
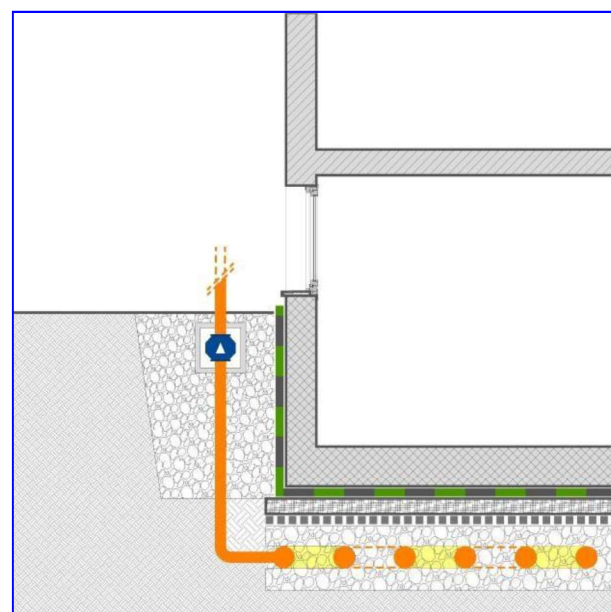
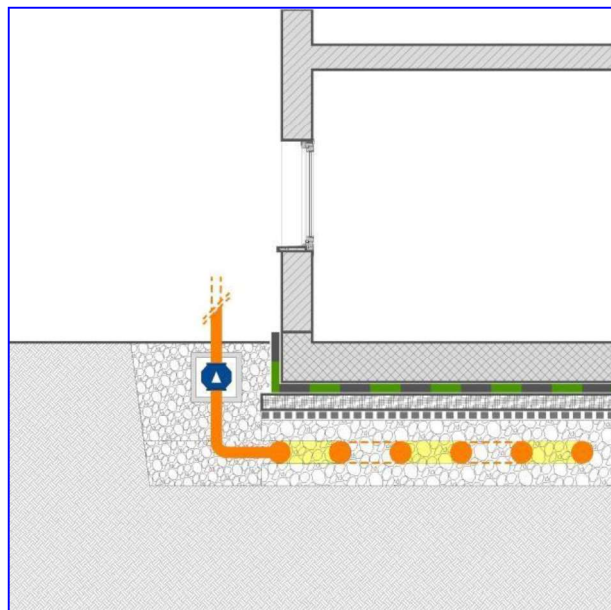
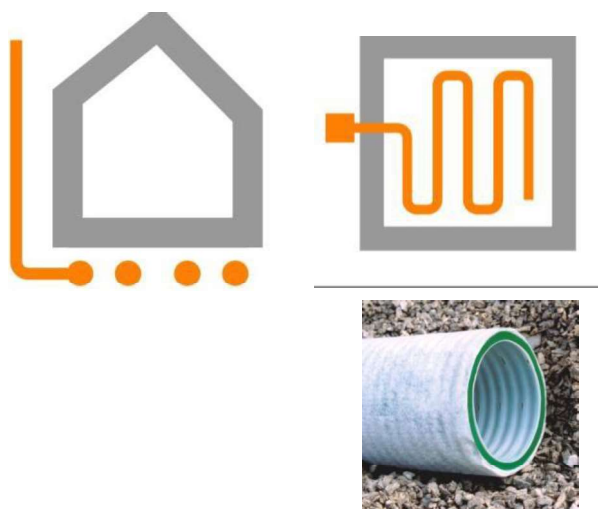


Figura 42: prevenzione nuova edificazione

aspirazione meccanica tramite tubazioni drenanti e membrana impermeabile

Laddove esista l'eventualità di una quota di falda piuttosto alta una ricorrente soluzione costruttiva 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.

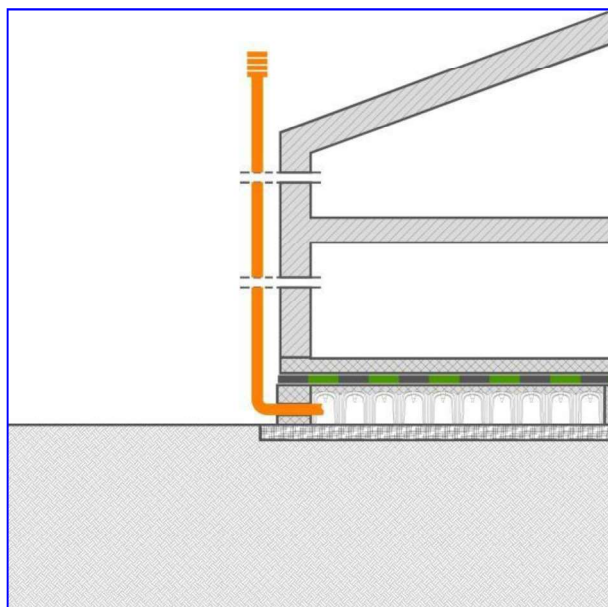
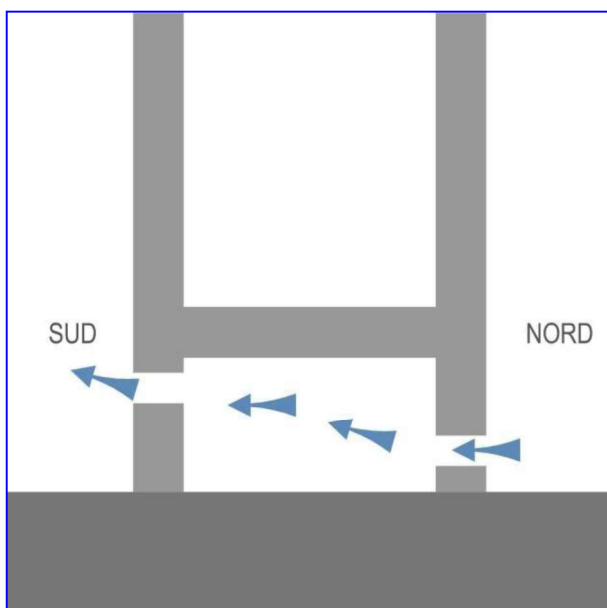
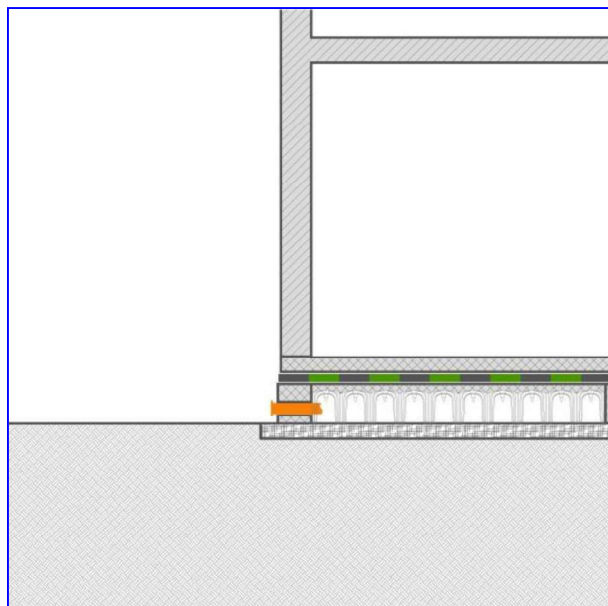
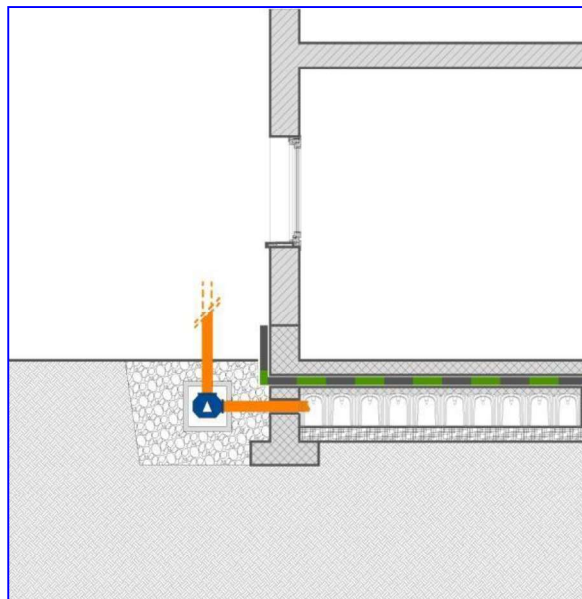


Figura 44: prevenzione nuova edificazione

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

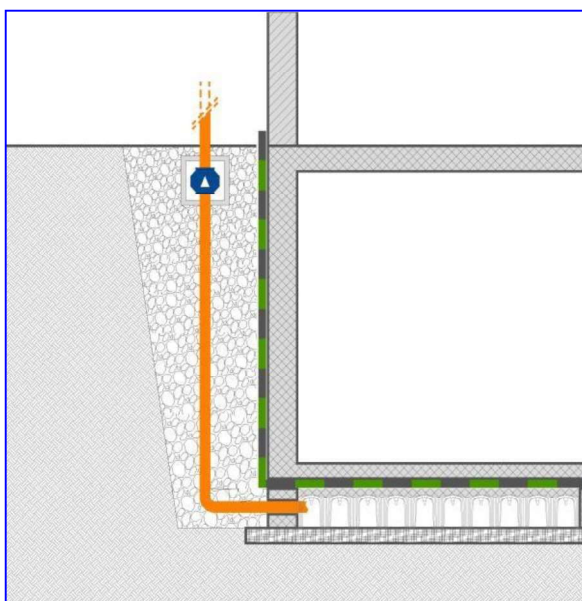
Se il vespaio si trova interrato, le perdite di carico causate dalle curve delle tubazioni spesso non consentono una ventilazione naturale, per cui sarà necessario predisporre un pozzetto limitrofo al vespaio nel quale alloggiare un ventilatore nell'eventualità si rilevino in seguito dei valori alti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

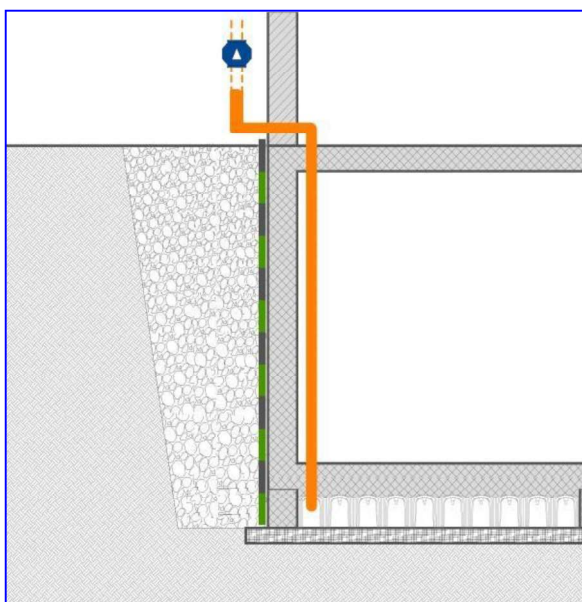
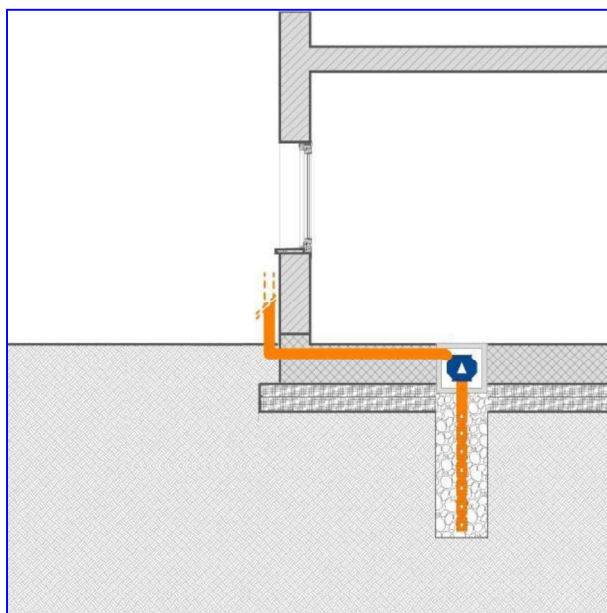


Figura 45: bonifica edilizia esistente ventilazione tramite pozzetto centrale o perimetrale

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.).

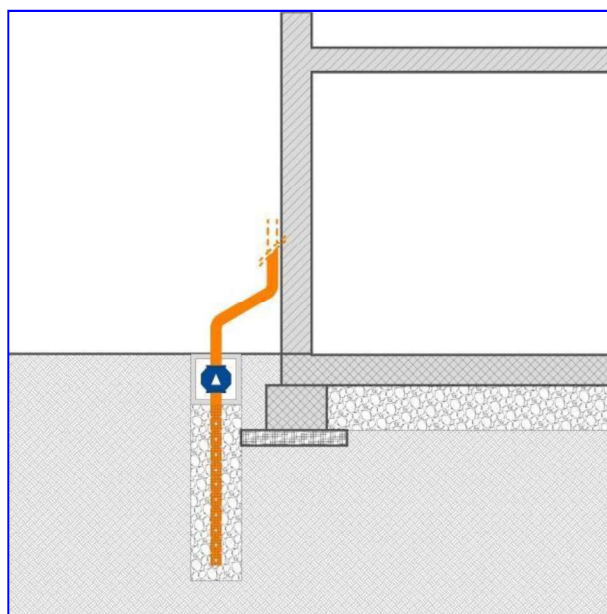
In alcuni casi un attento sopralluogo consente di individuare dei sottoscala, dei depositi o dei locali tecnici in cui è possibile questa installazione.



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.

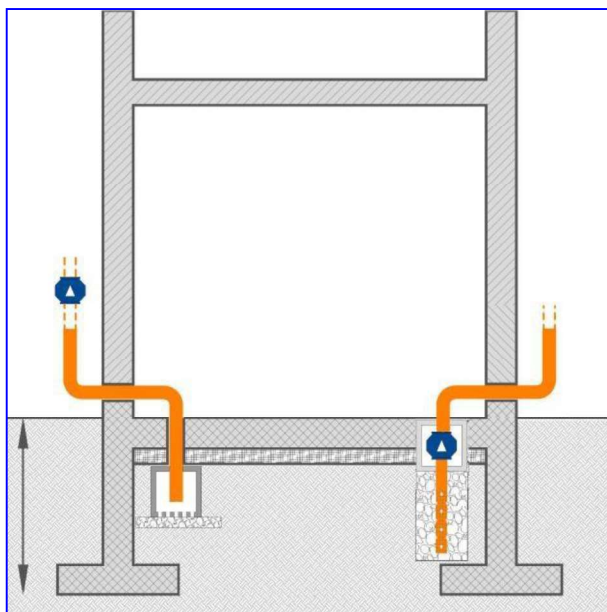


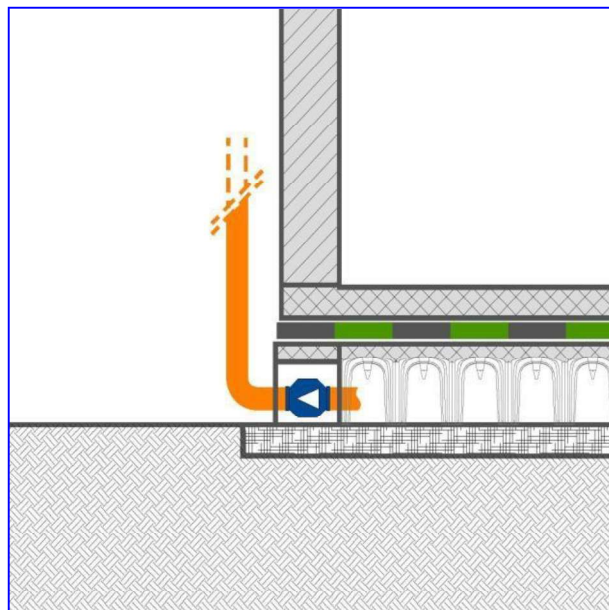
Figura 46: bonifica edilizia esistente

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.



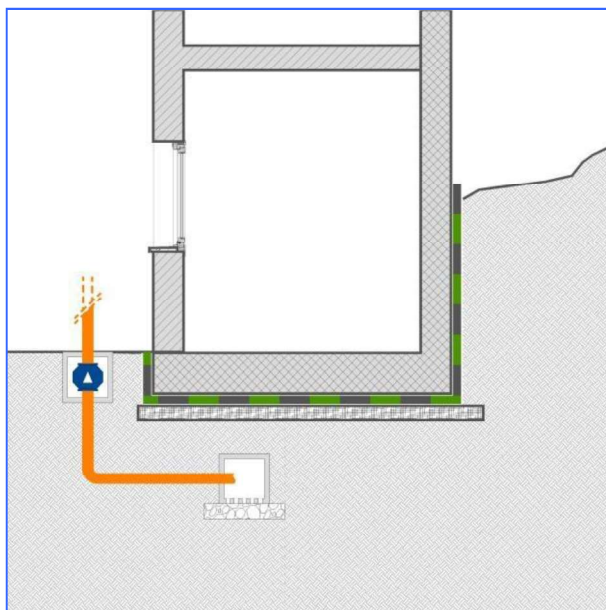
Oppure tutto l'impianto può essere collocato in esterno.

Figura 47: prevenzione nuova edificazione presenza di murature verticali controterra

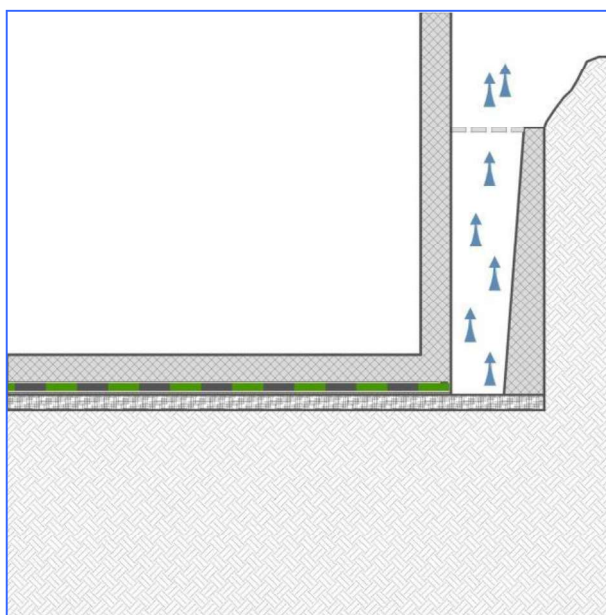
E' possibile che alcune pareti perimetrali dell'edificio siano muri di contenimento controterra, soprattutto in caso di edificazione in terreni non pianeggianti.

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 verifichi 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.

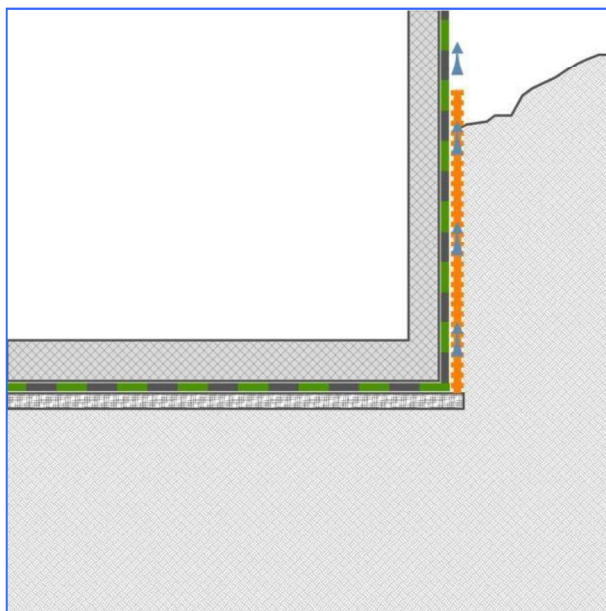
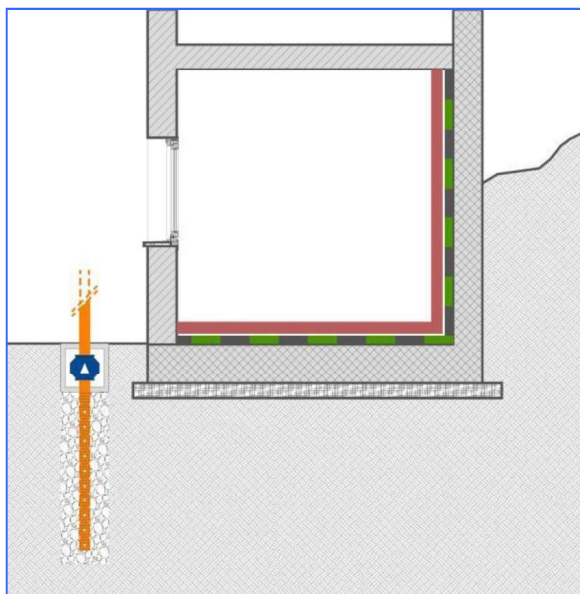
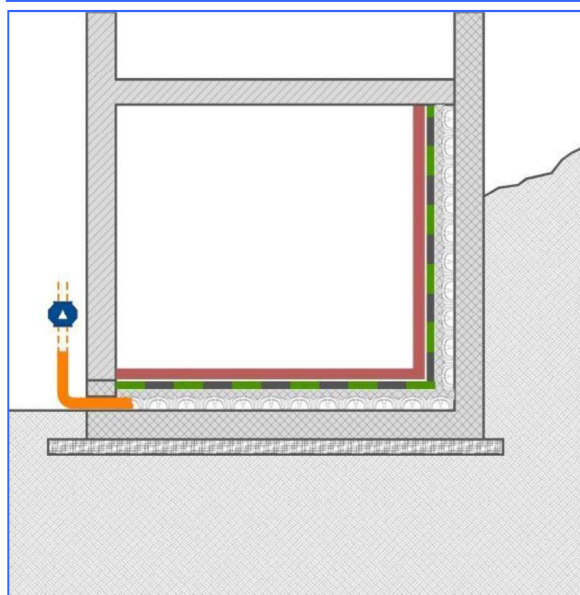


Figura 48: bonifica edilizia esistente presenza di murature verticali controterra

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.

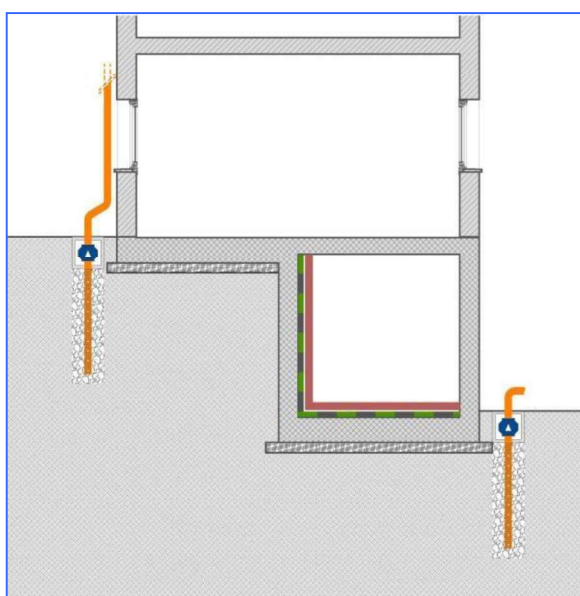


Figura 49: prevenzione nuova edificazione sigillatura delle tubazioni impiantistiche

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.

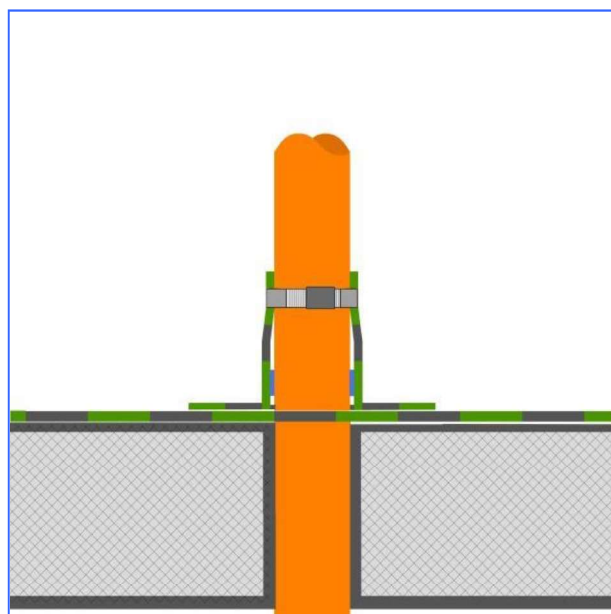
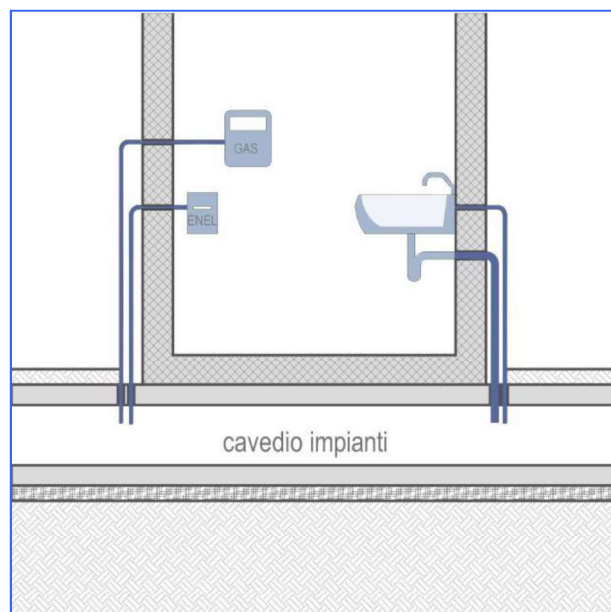
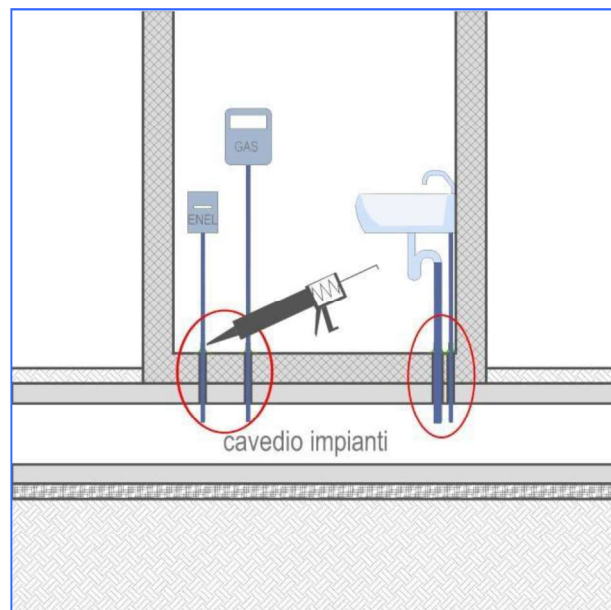
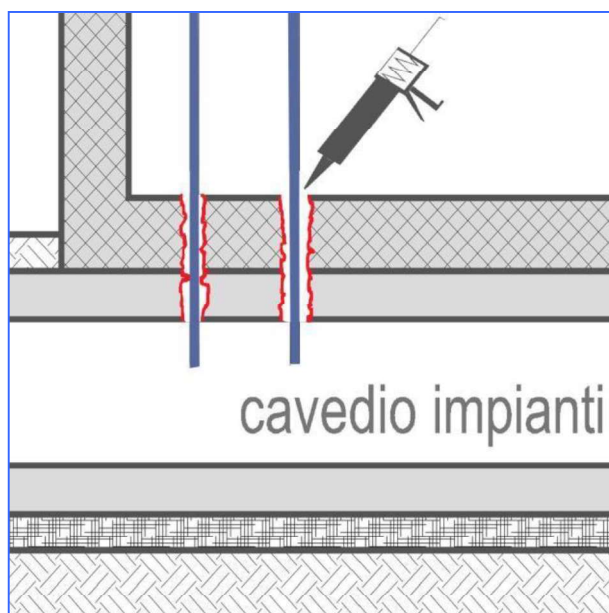


Figura 50: bonifica edilizia esistente
sigillatura delle tubazioni impiantistiche e del nodo solaio-parete

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.

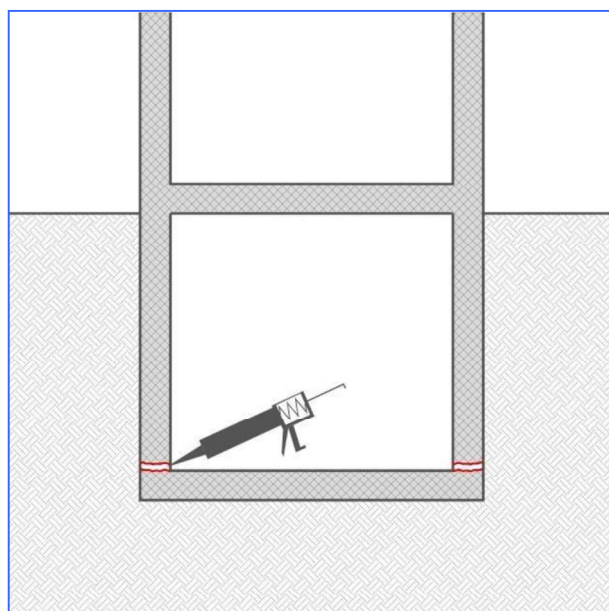
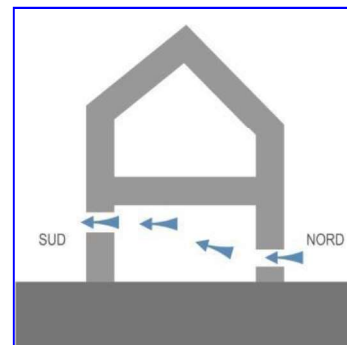


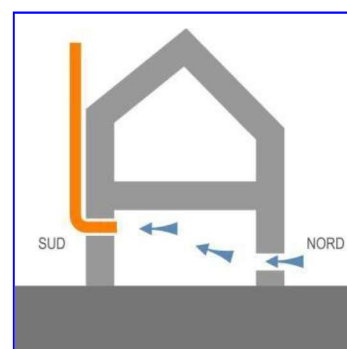
Figura 51: prevenzione nuova edificazione

bonifica edilizia esistente: modalità di ventilazione naturale o meccanica

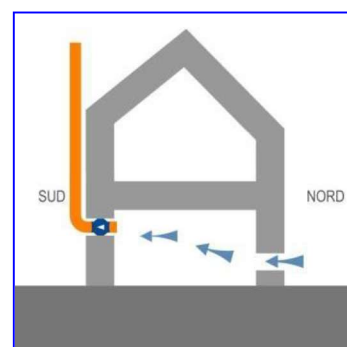
Disponendo di un volume tecnico sotto l'edificio, un vespaio sufficientemente libero e non particolarmente riempito con detriti, ghiaia, macerie, ecc. può essere ipotizzabile in prima istanza provare a innescare una ventilazione naturale realizzando delle bucaure di 100-120 millimetri di diametro alla 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.

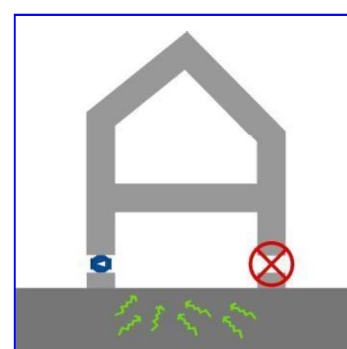
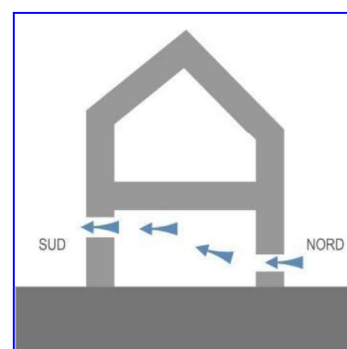
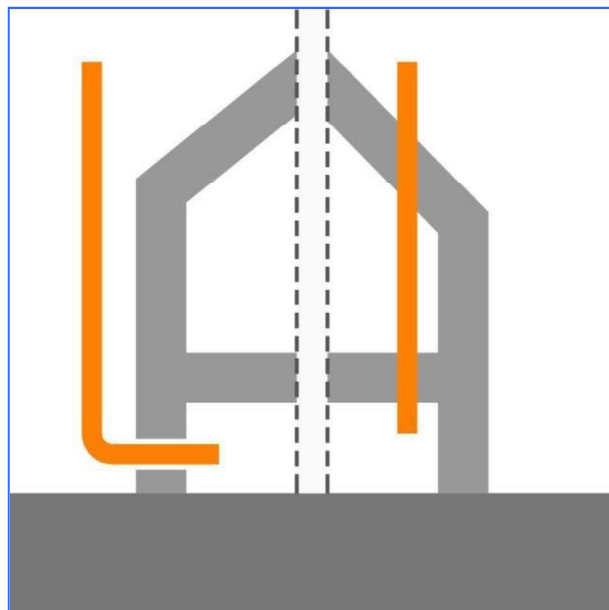


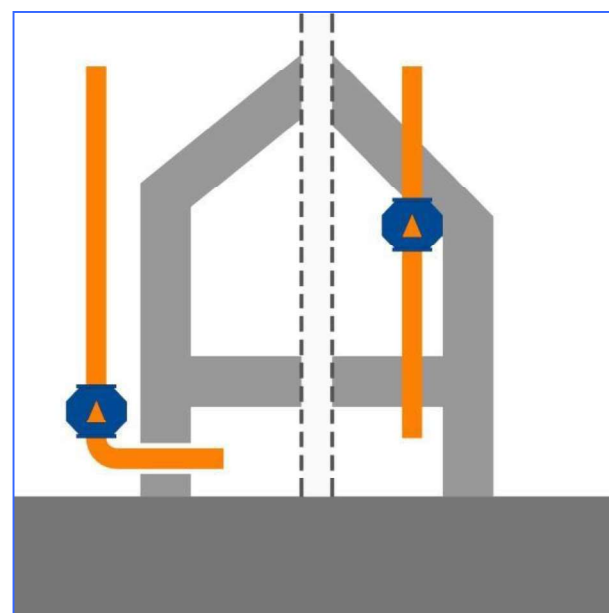
Figura 52: prevenzione nuova edificazione
 bonifica edilizia esistente: modalità di ventilazione naturale o meccanica

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.

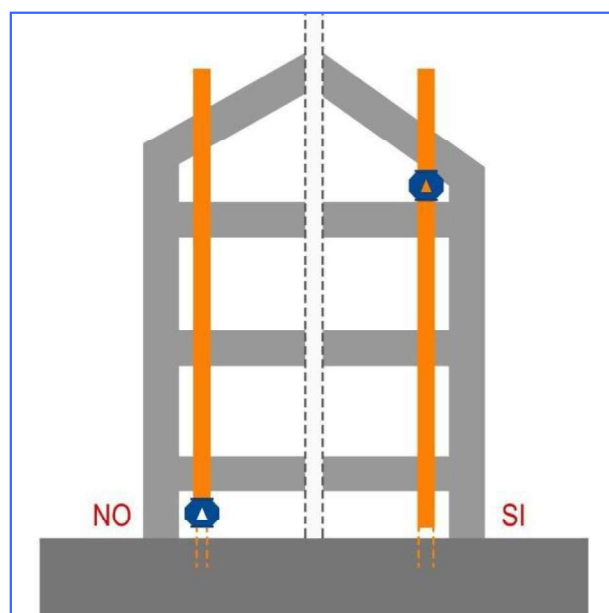


Figura 53: prevenzione nuova edificazione
 bonifica edilizia esistente: tipologie di pozzetti e di canalizzazioni di aspirazione

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.

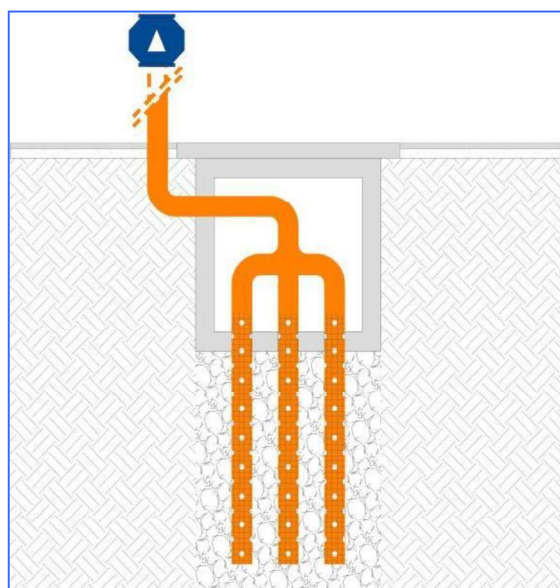
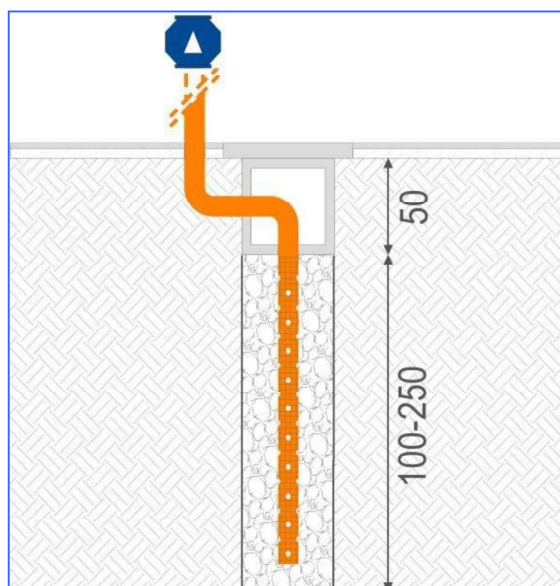
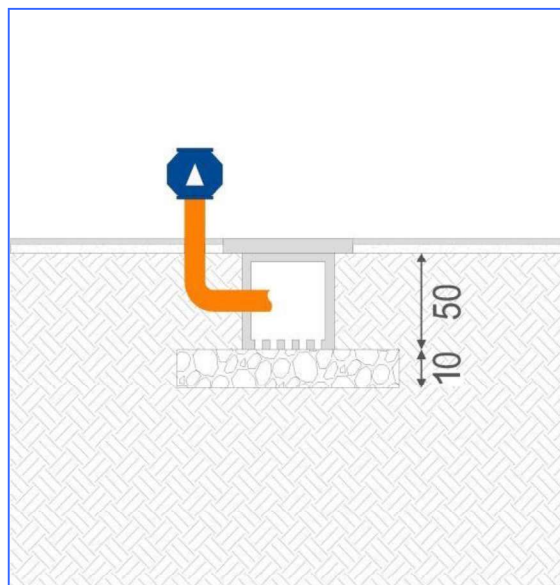


Figura 54: prevenzione nuova edificazione
bonifica edilizia esistente: punti di evacuazione del radon

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.

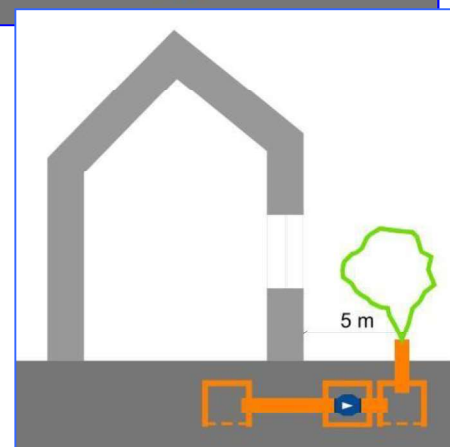
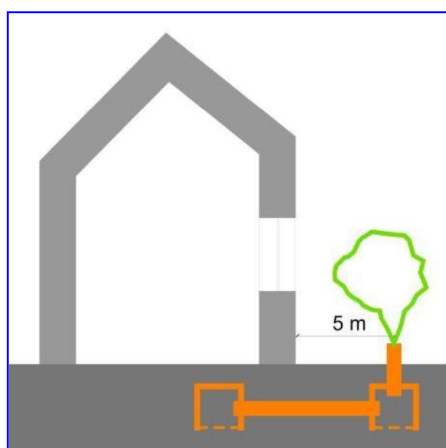
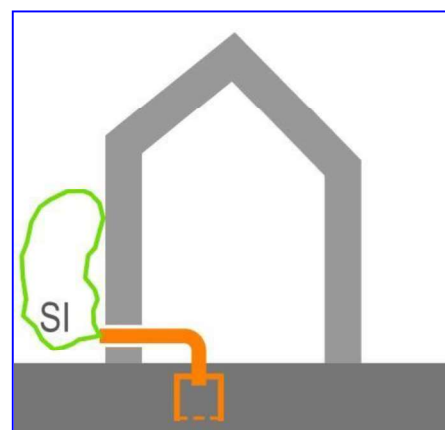
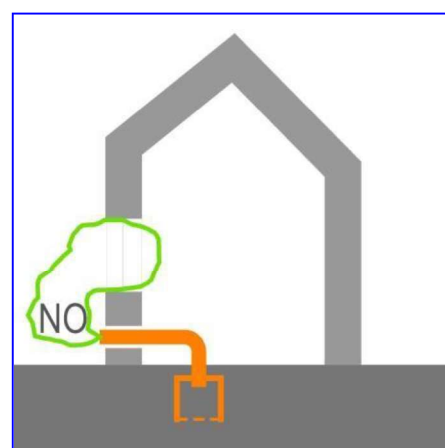
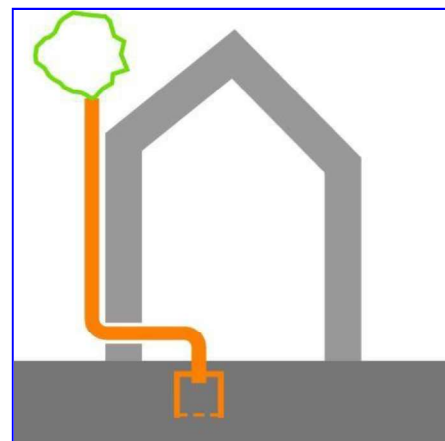
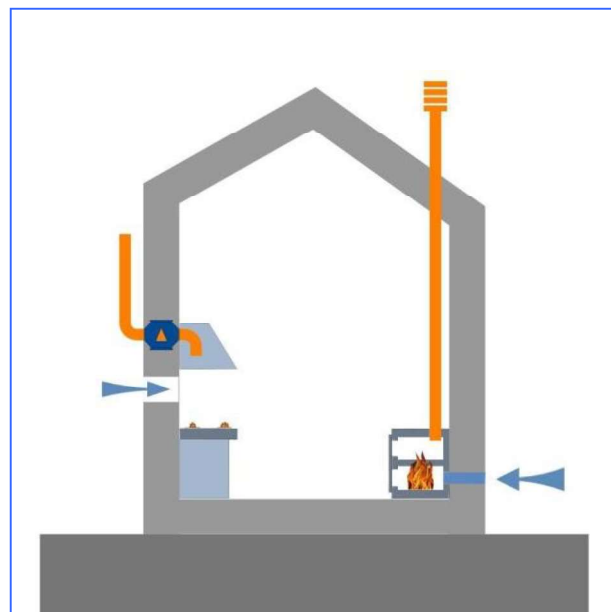


Figura 55: prevenzione nuova edificazione

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.

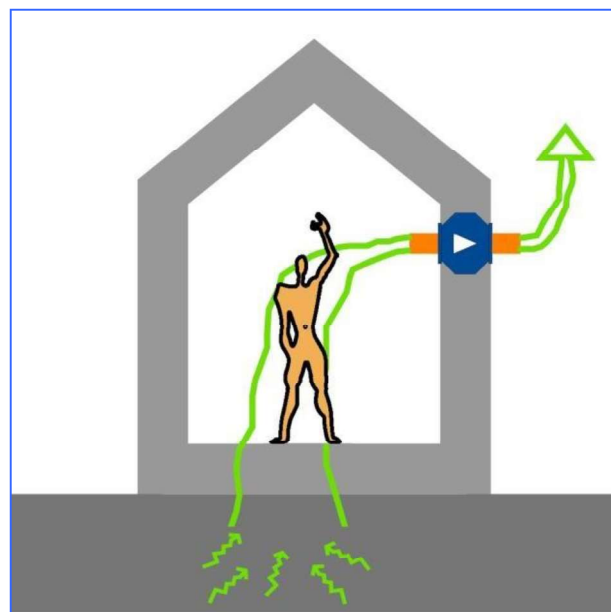
La caldaia del riscaldamento domestico, la cappa di aspirazione in cucina o il caminetto del soggiorno sono tutti elementi che possono aumentare il dislivello di pressione fra sottosuolo ed edificio. E' quindi opportuno considerare sempre questo aspetto e prevedere una presa d'aria esterna per questi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

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 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 Bq/m^3 al piano seminterrato
2	Bossico	Scuola materna	long term (CR39)	ott-apr 07	760 e 980 Bq/m^3 al piano terra
3	Clusone	Istituto superiore	long term (CR39)	mar-giu 07	tra 500 e 800 Bq/m^3 al piano terra
4	Lefte	Scuola materna	short term (Picorad)	feb-98	tra 1000 e 4000 Bq/m^3 ai piani seminterrato e rialzato
			long term (CR39)	dic 08-mag 09	900 Bq/m^3 al piano rialzato
					fino a 1700 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 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.

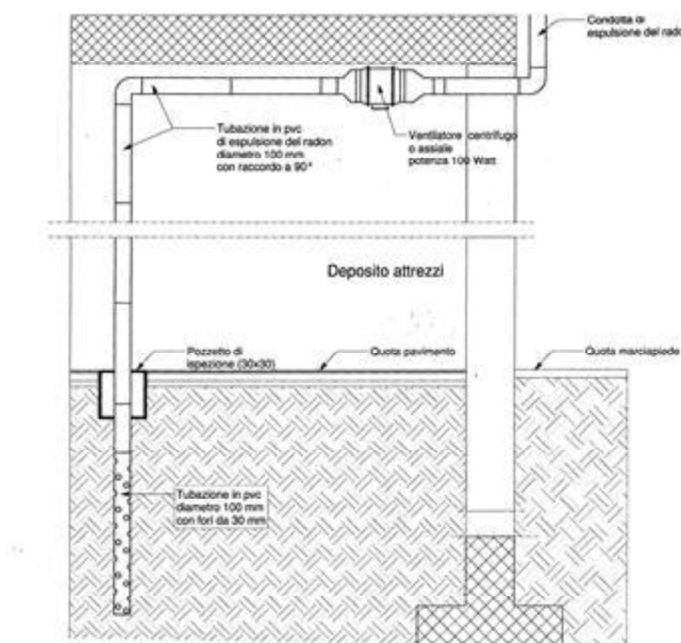


Figura 56: Schema di pozzetto d'aspirazione interno

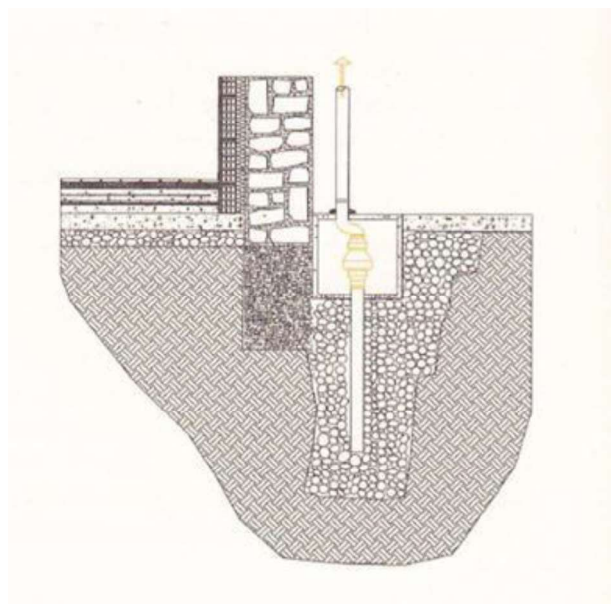


Figura 57: Schema di pozzetto d'aspirazione esterno, adiacente al perimetro dell'edificio

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 estractore 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 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 estractore ambientale.

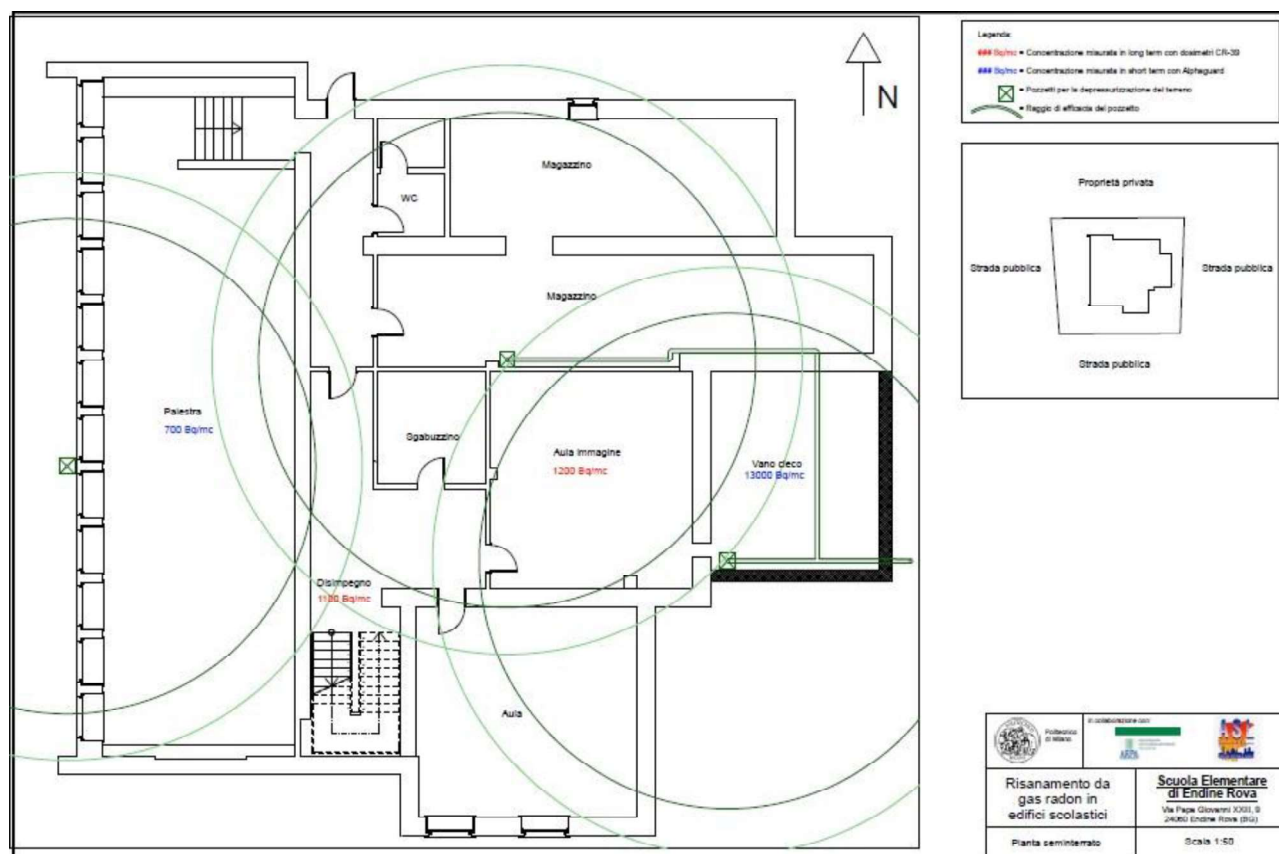


Figura 58: posizione degli estrattori nell'edificio 1

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 estractore 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 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^3 .

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.

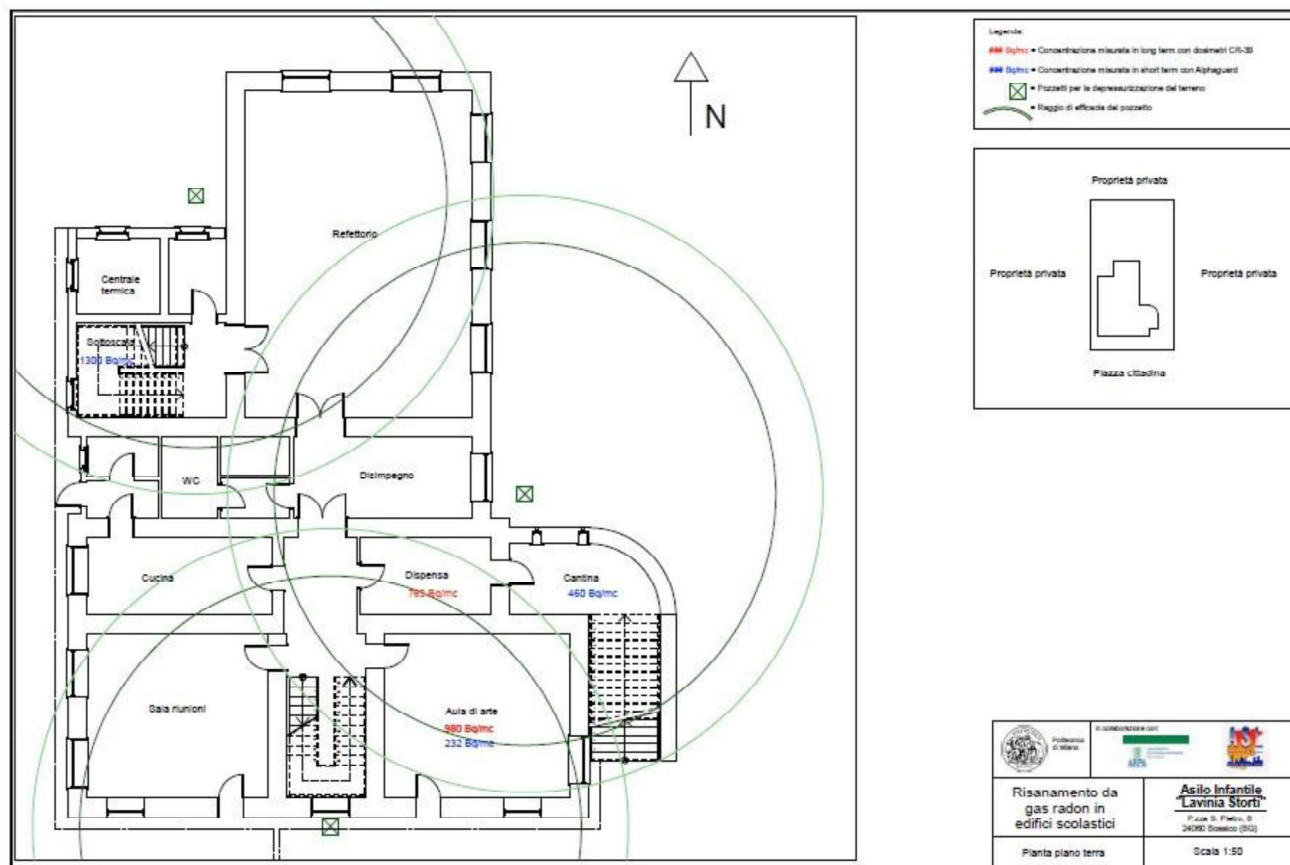
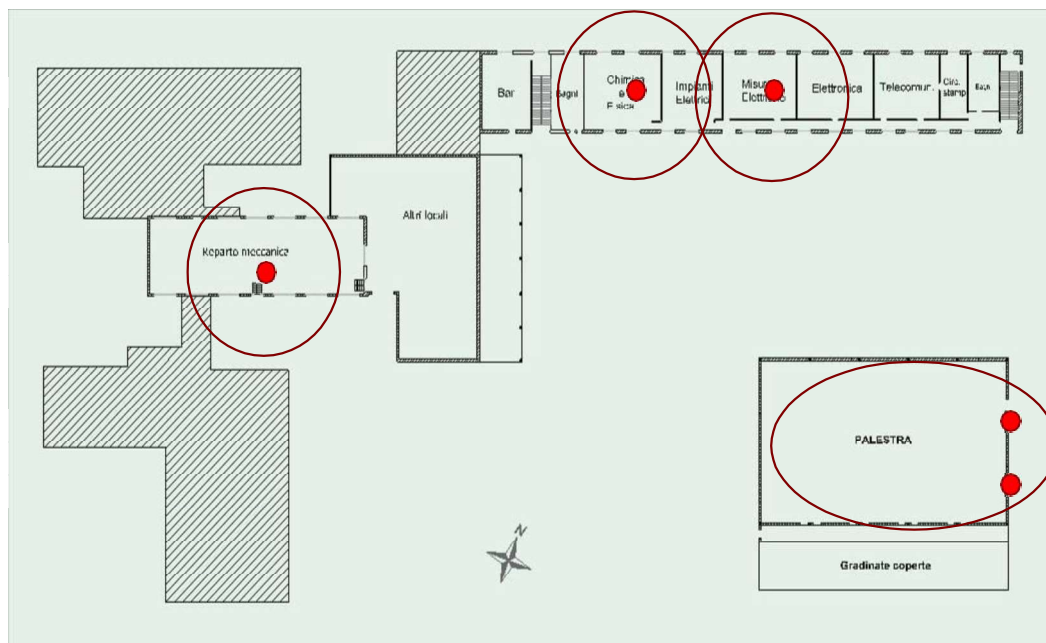


Figura 59: posizione degli estrattori nell'edificio 2

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

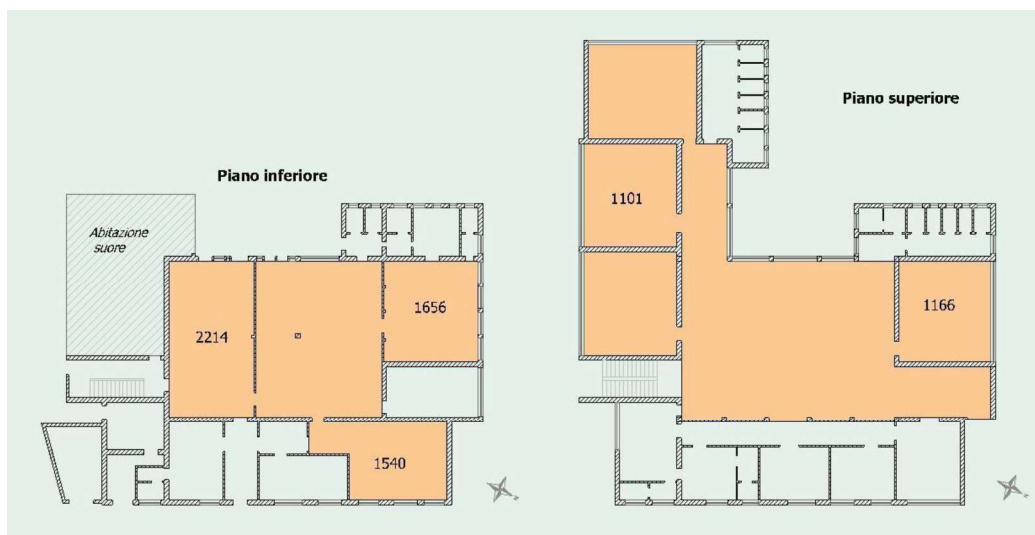


Figura 61: planimetria dell'edificio 4 e concentrazioni riscontrate prima della bonifica

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.

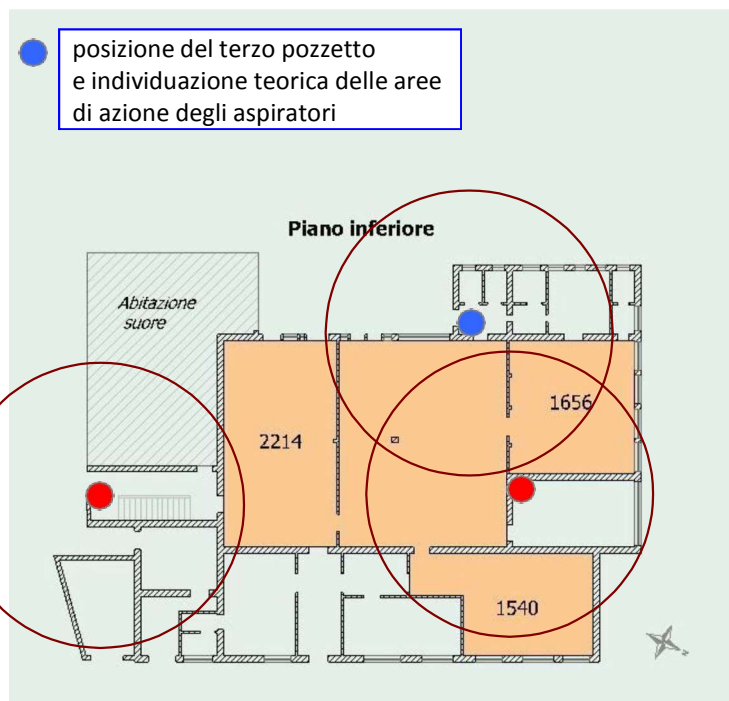
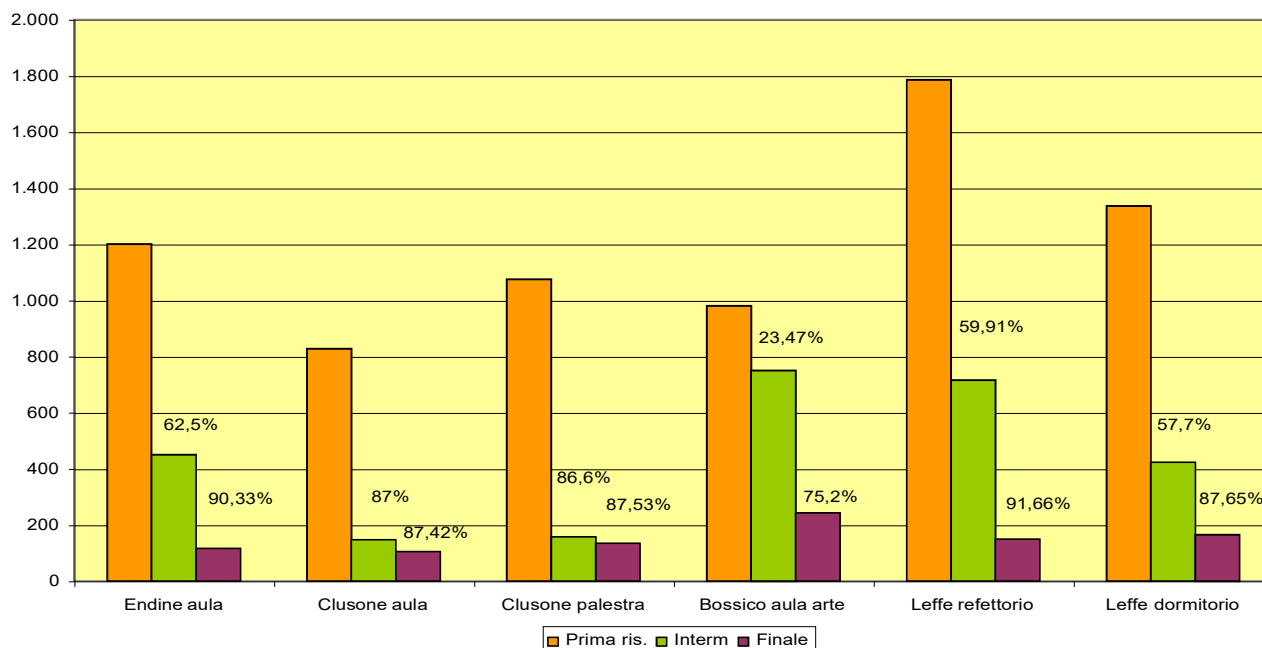


Figure 62: posizione degli estrattori nell'edificio 4

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 ³)	concentrazione finale di gas radon (Bq/m ³)	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
- Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale del Veneto – Il radon in Veneto: ecco come proteggersi – 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
- 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/analisiociale/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
- 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
- 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://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/it-IT/Temi/Radioattivita_e_radiazioni/Radon/
- 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.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.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.who.int/ionizing_radiation/env/radon/en/

Milano, dicembre 2011

Residenze per studenti

AREE FUNZIONALI

AF 1	residenza - funzioni residenziali
AF 2	servizi culturali e didattici – studio, ricerca, documentazione, lettura, riunione..
AF 3	servizi ricreativi – tempo libero, svago, formazione culturale non istituzionale..
AF 4	servizi di supporto -
AF 5	servizi gestionali ed amministrativi – attività del personale di gestione
Accesso e distribuzione	accoglienza, incontro, scambio tra studenti e funzioni di collegamento
Parcheggio	auto, moto e servizi tecnologici
Accessoria	alloggio per il direttore e/o per il custode della struttura

REQUISITI MINIMI DELLE UNITA' AMBIENTALI

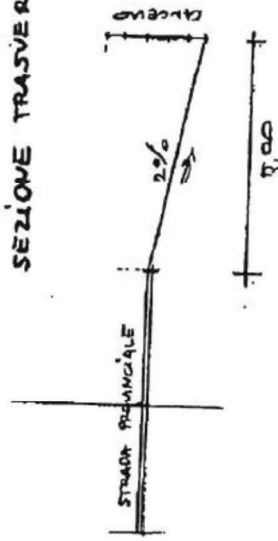
AF 1	• camera singola (posto letto – posto studio) – 12 mq • camera doppia (posto letto – posto studio) – 18 mq • servizio igienico (lavabo, doccia, wc, bidet) – 3 mq • non sono ammesse stanze con più di 2 letti • se il servizio igienico viene condiviso da più utenti, deve esserne previsto1 almeno ogni 3 posti alloggio • per i posti alloggio sprovvisti dell'angolo cottura e consumazione pasti deve essere prevista 1 cucina – pranzo collettiva almeno ogni 20 posti alloggio con i relativi locali di servizio
AF 2	• sala/e studio – capienza massima di 15 postazioni di studio individuale, oltre tale dimensione deve essere prevista l'articolazione in più unità ambientali • aula/e riunioni – capienza massima di 20 studenti, oltre tale dimensione deveessere prevista l'articolazione in più unità ambientali; • biblioteca - capienza massima di 20 studenti, oltre tale dimensione deveessere prevista l'articolazione in più unità ambientali; • complessivamente lo standard di superficie destinato a tali funzioni devecorrispondere a 1.6 mq/studente
AF 3	• sala/e video – • sala/e musica – capienza massima di 20 postazioni di ascolto, oltre tale dimensione deve essere prevista l'articolazione in più unità ambientali; • spazio/i internet – capienza massima di 20 postazioni internet, oltre tale dimensione deve essere prevista l'articolazione in più unità ambientali; • sala/e giochi – • palestra con spogliatoio – • complessivamente lo standard di superficie destinato a tali funzioni devecorrispondere a 1.2 mq/studente
AF 4	• lavanderia/stireria – capienza massima di 15 postazioni comprendenti lo spazio per il lavaggio, l'asciugatura e la stiratura • parcheggio biciclette – numero di spazi pari a 1 ogni 1,75 studenti • complessivamente lo standard di superficie destinato a tali funzioni devecorrispondere a 1.2 mq/studente

AF 5	• ufficio del dirigente – • ufficio del portiere – • archivio – • guardaroba – • deposito biancheria – • magazzino – • complessivamente lo standard di superficie destinato a tali funzioni deve corrispondere a 0,8 mq/studente
Accesso e distribuzionee servizi accessori	• ingresso – • percorsi – • parcheggi e servizi tecnologici • residenza dirigente ecc.. • complessivamente lo standard di superficie destinato a tali funzioni devecorrispondere a 3.2 mq/studente

ALLEGATO 5 AL REGOLAMENTO EDILIZIO

Norme di riferimento per le strade extraurbane, come dettagliate dalla Provincia di Lecco.

SEZIONE TRASVERSALE



X = DISTANZA P.O.S. CANCELLI
CABITAZIONI SINGOLE) MT. 7,00 DA CILIO STRADA
PER LIMITE PROPRIETÀ STRADALE

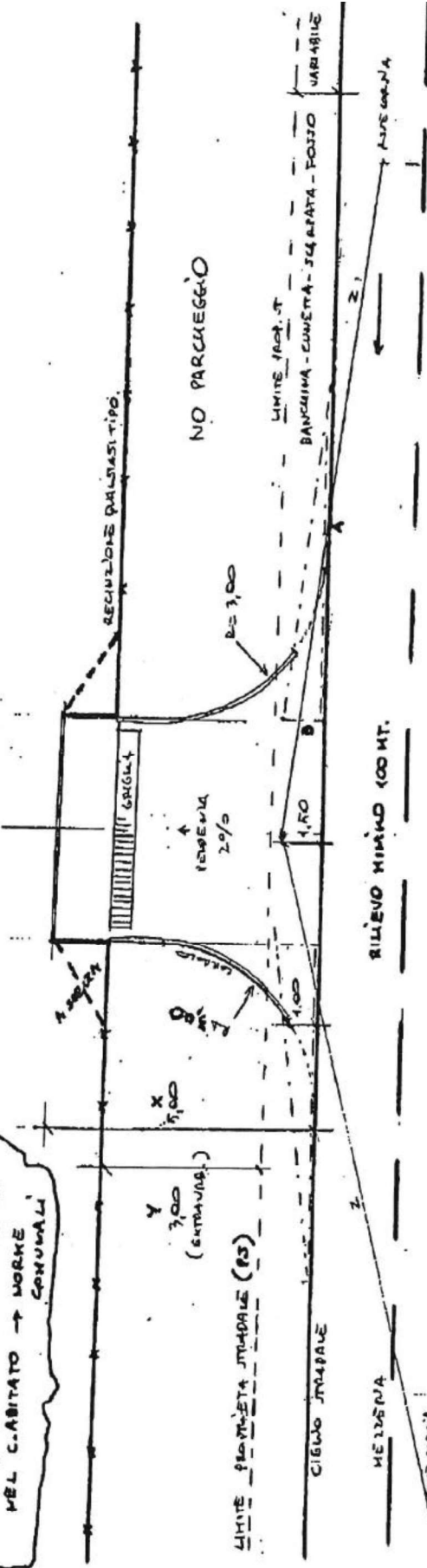
R = RAGGIO INTERNO (ABITAZIONI SINGOLE MT. 3,00)
ARRETRAMENTO RECINZIONE

MANOVRA MT. 3,00
(VELOCITÀ ORARIO)
R: RECINZIONI

STRADA	1 ^a CATEGORIA	2 ^a
A	10,00	6,00
B	1,50	1,50

Y = ARRETRAMENTO RECINZIONE
MT. 3,00 FUORI CENTRO ABITATO
NEL C.A.BITATO → MORKE
COMUNALI

ALL'INTERNO:
ADEGUATO SPAZIO
MANOVRA
CANCELLI MT. 3,50



TRAMITE RILEVAMENTO ESISTENTE

Z = VISIBILITÀ, IN FUNZIONE
VELOCITÀ, TRATTO STRADALE (VEDI COPIA)
NELLO SCALLO

PLANIMETRIA
SCHEMATICA, NON IN SCALA
(ACCESSO ABITAZIONE SINGOLA
TRATTO EXTRA URBANO).

È DOMANDA IN BOLD →
ANM. PROV. LECCE P.ZA L. LOMBARDI, 4.
INDICARE ANCHE: CF. STRADA PROVINCIALE,
PROG. CHILOMETRICA, PZ.,
ELABORATI: 2 COPIE
- PLANIMETRIA 1:100/1:200 } UNICA TAVOLA
- EST. MAPPA/COROGRAFIA
- SEZ. TRASVERSALE
- DELIM. C.A.BITATO CON LOCALIZZAZIONE
- CALCOLO A DEDICAZIONE, SPAZIO VISIBILITÀ

Formula per il calcolo della distanza di visibilità per l'arresto

(Rif. Norme sulle caratteristiche geometriche delle strade extraurbane, bollettino C.N.R. del 28 luglio 1980).

$$Da = v t + \frac{v^2}{2 g (fa \pm \frac{1}{100})}$$

Da = distanza di visibilità per l'arresto (m)

v = velocità di progetto o di percorrenza consentita (m/s)

g = accelerazione di gravità (m/s²) 9,81

fa = coef di aderenza longitudinale (-)

i = pendenza longitudinale (%) + SALITA
- DISCESA

t = tempo di reazione del conducente minimo 1 sec (s) DA 1 SEC. A 3 SEC.

Relazione v; fa; V.

v (m/s)	11,1	16,6	22,2	27,7	33,3
fa	0,43	0,37	0,33	0,31	0,30
V(Km/h)	40	60	80	100	120

Nota: v = V/3,6

I valori di fa sono valori medi in condizioni normali.

ESEMPIO V = 50 KM/H (CENTRO ABITATO) → 13,9 M/S

$$DA = 13,9 \times 1 + \frac{13,9^2}{(2 \times 9,81) \times (0,40 \pm \frac{1}{100})} = \text{MT. } 37,92$$

ART. 46 DPR n. 495 del 16/12/1995 "REGOLAMENTO DI ESECUZIONE E DI ATTUAZIONE DEL NUOVO CODICE STRADALE".

DICHIARAZIONE:

LA DISTANZA DI VISIBILITÀ DELL'ACCESSO È, ALMENO PARI
ALLO SPAZIO DI FRENATA DI MT. _____

Tabella della distanza di visibilità per l'arresto (m)

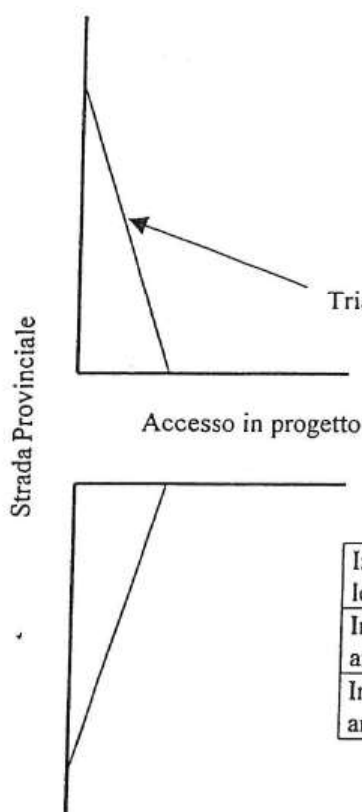
	-12%	-10%	-8%	-6%	-4%	-2%	0%	2%	4%	6%	8%	10%	12%
30 km/h	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
40 km/h	43	41	40	40	40	39	38	38	38	38	36	35	36
50 km/h	58	58	56	55	54	53	53	51	51	50	48	48	48
60 km/h	79	76	73	72	70	69	68	68	65	64	63	62	62
70 km/h	105	102	98	94	92	89	87	85	83	82	79	78	77
80 km/h	136	131	125	120	116	112	108	106	102	98	96	94	93
90 km/h	178	166	157	149	143	138	132	128	122	119	115	112	110

Per i valori intermedi di velocità e pendenza, a vantaggio di sicurezza, si considera il valore superiore.

Esempio: Determinare la distanza di visibilità per l'arresto per una strada con il limite di velocità pari a 50 km/h, in un tratto con pendenza pari al 4%

Dalla tabella si leggono i 2 valori: m 54,00 per una autovettura che percorre la strada in discesa e m 51,00 per una autovettura che percorre la strada in salita.

Individuazione triangoli di visibilità



A = cateto maggiore del triangolo di visibilità
B = cateto minore del triangolo di visibilità

	1° categoria		2° categoria	
	A	B	A	B
Incroci con strade provinciali o di lottizzazione. Accessi a distributori	60	6,0	30	4,50
In corrispondenza di altri accessi di ampiezza superiore a m 5,00	15	4,0	10	3,50
In corrispondenza di accessi di ampiezza uguale o inferiore a m 5,00	8	3,0	6	3,0

Nota: nei triangoli di visibilità non dovranno essere posti manufatti o impiantare siepi vive aventi altezza maggiore di 70 cm.

Note:

Le distanze di visibilità, misurate a m. 1,50 dal ciglio stradale sull'asse dell'accesso sono calcolate secondo le norme CNR pubblicate sul Supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale del 04/01/2002 con i seguenti parametri:

$$D_A = \frac{V_0}{3,6} \times \tau - \frac{1}{3,6^2} \int_{V_0}^{V_1} \frac{V}{g \times \left[f_l(V) \pm \frac{i}{100} \right] + \frac{Ra(V)}{m} + r_0(V)} dV$$

Dove:

V_0 = velocità del veicolo all'inizio della frenatura [km/h]

V_1 = velocità finale del veicolo, in cui $V_1 = 0$ in caso di arresto [km/h]

i = pendenza longitudinale del tracciato [%]

t = tempo complessivo di reazione (percezione, riflessione, reazione e attuazione) [s]

g = accelerazione di gravità [m/s^2]

R_a = resistenza aerodinamica [N]

m = massa del veicolo [kg]

f_l = quota limite del coefficiente di aderenza impegnabile longitudinalmente per la frenatura

r_0 = resistenza unitaria al rotolamento, trascurabile [N/kg]

La resistenza aerodinamica R_a si valuta con la seguente espressione :

$$Ra = \frac{1}{2 \times 3,6^2} \rho C_x S V^2 \quad [N]$$

dove:

C_x = coefficiente aerodinamico

S = superficie resistente [m2]

ρ = massa volumica dell'aria in condizioni standard [kg/m3]

Per f_l si possono usare i seguenti valori validi per tutti i tipi di strade provinciali. Tali valori sono compatibili anche con superficie stradale leggermente bagnata (spessore del velo idrico di 0,5 mm)

VELOCITA' Km/h	25	40	60	80	100	120	140
f_l	0,45	0,43	0,35	0,30	0,25	0,21	

Le distanze così calcolate sono valide sia in rettilineo che in curva.

Per il tempo complessivo di reazione si assumono valori linearmente decrescenti con la velocità da 2,6 s per 20 km/h, a 1,4 s per 140 km/h., in considerazione della attenzione più concentrata alle alte velocità.

$$\tau = (2,8 - 0,01 V) \quad [s] \quad \text{con } V \text{ in km/h}$$

In situazioni particolari quali incroci o tratti di difficile lettura ed interpretazione (intersezioni complesse, innesti o deviazioni successive) il tempo di cui sopra va maggiorato di 1 secondo nel caso di strada extraurbana e fino a 3 secondi in ambito urbano.

Il diagramma sotto riportato vale per il caso di arresto di una autovettura le cui caratteristiche di resistenza aerodinamica (con riferimento ad una autovettura media) sono precisate di seguito:

C_x = coefficiente aerodinamico = 0,35

S = superficie resistente = 2,1 [m²]

m = massa del veicolo = 1250 [kg]

r = massa volumica dell'aria in condizioni standard = 1,15 [kg/m³]

Con queste condizioni e V espressa in km/h

$$\frac{Ra}{m} = 2,61 \times 10^{-5} \times V^2 \quad [\text{N/kg}]$$

